

Informe final* del Proyecto MU001
VI Simposium Nacional de tiburones y rayas

Responsable: Lic. América Wendolyne Díaz Sánchez
Institución: Sociedad Mexicana de Peces Cartilaginosos A.C.
Dirección: Calle Pino Mz. 1 Lt. 36, Consejo Agrarista Mexicano, México, D.F., 09760
Correo electrónico: somepec@gmail.com
Fecha de inicio: Marzo 31, 2014
Fecha de término: Mayo 19, 2014
Principales resultados: Reunión académica, Informe final
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Díaz Sánchez, A. W. 2014. VI Simposium Nacional de Tiburones y Rayas. Sociedad Mexicana de Peces Cartilaginosos A.C. **Informe Final SNIB-CONABIO. Proyecto No. MU001.** México, D. F.

Resumen:

El objetivo general del Simposium Nacional de Tiburones y Rayas, es brindar un escenario académico, técnico e institucional a los interesados en el estudio, protección y conservación de los elasmobranchios en México, para conocer y analizar los avances y desarrollos científicos, tecnológicos, mejores prácticas de manejo y los planteamientos institucionales, gubernamentales a nivel nacional e internacional.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

Resumen de actividades

VI SIMPOSIUM NACIONAL DE TIBURONES Y RAYAS

(Proyecto MU001)

Sociedad Mexicana de Peces Cartilagosos, A. C.
(SOMEPEC)

Resumen de actividades del

VI Simposium Nacional de Tiburones y Rayas

El VI Simposium Nacional de Tiburones y Rayas, se desarrollo conforme a lo planeado, durante la semana del 07 al 12 de abril de 2014, en el Puerto de Mazatlán, Sin., gracias al apoyo brindado a través del proyecto **MU001**, teniendo cuatro cedes:

- El Auditorio del Acuario de Mazatlán.
- El Centro de Convenciones El CID (Salón el Reino de Aragón y el Salón el Cid).
- El Auditorio principal de Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA).
- El Auditorio del Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, Campus Mazatlán de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

La ceremonia de inauguración se realizó el 07 de abril a las 9:30 hrs., en el auditorio del Acuario de Mazatlán, el presídium lo conformaron:

Dr. Juan Carlos Pérez Jiménez, investigador del ECOSUR,

Biol. Raúl Marín Osorno, encargado de la Pecera Oceánica del Acuario de Veracruz

Biól. Jorge del Rincón Jarero, Director del Acuario de Mazatlán,

LPDA. América Wendolyne Díaz Sánchez, Presidenta del Comité Organizador del VI Simposium Nacional de Tiburones y Rayas,

Dr. José I. Castro, investigador de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA),

Guillermo Mendoza, Presidente de la Fundación vive un mejor azul para México.



Se presentaron más de 42 ponencias orales y 15 carteles, por renombrados investigadores y estudiantes de posgrado y licenciatura, contando con la participación de más de 30 instituciones tanto, nacionales como extranjeras. Así como el primer encuentro de acuarios “Acuarios Públicos en México: su papel en la conservación integral de los elasmobranquios”; dos conferencias magistrales, la primera a cargo del Dr. Óscar Sosa Nishizaky quien habló sobre Nuevos pasos para fortalecer la conservación de tiburón blanco en el noreste de México; la segunda a cargo del Dr. José Castro, quien se refirió a los Ciclos reproductivos de tiburones y su vulnerabilidad a las pesquerías.

El objetivo de este Symposium fue compartir experiencias y analizar el futuro de los elasmobranquios en México dando elementos que cuestionen, que promuevan la toma de decisiones. Es imprescindible entonces poder reconocer y enfrentar el desafío que tienen los investigadores y los tomadores de decisiones para ser instrumento ambos de desarrollo y de progreso. Para ordenar, para regular y para tener una visión de futuro y un futuro de estas especies.



ENCUENTRO DE ACUARIOS

El Encuentro de Acuarios se realizó el lunes 7 de abril teniendo como sede el Acuario de Mazatlán, en el cual participaron los acuarios de Mazatlán, Veracruz e Xcaret, fungiendo como moderador el Biol. Raúl Marín del Acuario de Mazatlán.

En orden cronológico se fueron realizando las presentaciones siendo los primeros en intervenir los Biólogos, Rosa María Torres Lizarraga y Carlos Rodríguez, quienes hicieron un recuento de lo que ha sido de la vida del Acuario de Mazatlán el cual abrió sus puertas el 13 de Septiembre de 1980, resaltando que uno de los propósitos del Acuario Mazatlán es dar a conocer la importancia de respetar el ecosistema marino y difundir una cultura del mar.



Exhibición de buceo

El siguiente en participar fue el Biól. Raúl Marín, quien definió el concepto de Acuario, y mostro el crecimiento que ha tenido el Acuario de Veracruz inaugurado el 13 de Noviembre de 1992 a la fecha.

Mencionó que desde 2002 fecha en que se abre el tiburonario, se cuentan con datos de 10 especies, información que se ha publicado en el primer manual internacional sobre elasmobranchios en acuarios (Elasmobranch husbandry manual, 2004).



Biol. Raúl Marín

La última intervención fue del MVZ. Josue Garduño Ruiz, quien explicó de manera detallada las líneas de investigación que se realizan en Xcaret con los elasmobranquios, que van desde ultrasonidos, pruebas de sangre hasta inseminación artificial.



Biol. Raúl Marín y MVZ. Josue Garduño Ruiz

CONFERENCIAS MAGISTRALES

Durante los días de pláticas se impartieron dos conferencias magistrales, en el Salón el Reino de Aragón del Centro de Convenciones El CID.

La primera conferencia “Nuevos pasos para fortalecer la conservación de tiburón blanco en el noroeste de México”, corrió a cargo del Dr. Oscar Sosa Nishizaki, profesor-investigador del Centro de Investigación y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE).



Dr. Oscar Sosa Nishizaki

La segunda conferencia fue impartida por el Dr. José I. Castro, investigador de la NOAA, llevó como título “Ciclos reproductivos de tiburones y su vulnerabilidad a las pesquerías”. En la cual menciono las nuevas teorías reproductivas que hay para algunas especies de tiburones e invitó a los asistentes a “buscar nuevos conceptos para usar el océano”.



Dr. José I. Castro

CURSOS

Fueron ofrecidos dos cursos, uno de ellos se realizó en las instalaciones de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA), y llevó como título “Métodos de evaluación de poblaciones de elasmobranquios: con énfasis en métodos para pesquerías con datos limitados”, impartido por el Dr. Juan Carlos Pérez Jiménez, profesor de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) y el Dr. José I. Castro.



Dr. Juan Carlos Pérez Jiménez

El Dr. Pérez mencionó que la información sobre el estado de las poblaciones y como responden al aumento de la mortalidad es crítica para tomar decisiones de manejo. Mientras que el Dr. Castro dijo que ante la gran cantidad de pesquerías y la limitación de información que existe es necesario crear métodos para evaluar el riesgo ecológico de las especies.



Dr. José I. Castro y Dr. Juan Carlos Pérez Jiménez

En instalaciones del Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, Campus Mazatlán se llevó a cabo el curso “Adaptaciones y ciclos reproductivos de los tiburones”, el cual fue impartido por el Dr. José I. Castro.



Dr. Juan Carlos Pérez Jiménez y Dr. José I. Castro

PRESENTACIONES ORALES

El Salón el Reino de Aragón del Centro de Convenciones El CID, fue sede de las ponencias orales. Se presentaron un total de 42 trabajos sobre temas como biología, genética, ecología trófica, distribución y abundancia, pesquerías, reproducción, economía, entre otros.

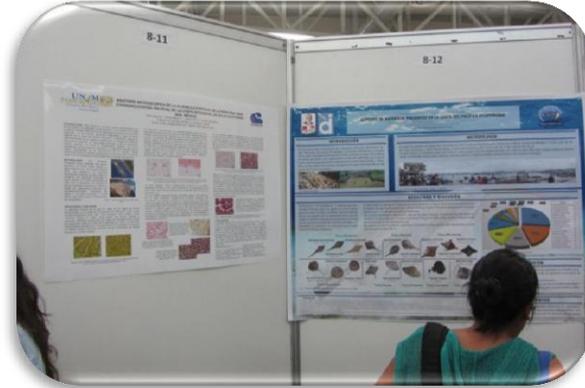


Participaron 32 instituciones, 10 de las cuales fueron extranjeras de países como Canadá, Estados Unidos de Norte América, Cuba, Ecuador, Chile, Colombia, Brasil, entre otros.



CARTELES

La sesión de carteles se realizó en el Salón El Cid, del Centro de Convenciones El CID. Se expusieron 15 trabajos de biología, anatomía, edad y crecimiento, reproducción, pesquerías, entre otros temas. El 50 por ciento de estos trabajos estaban dedicados al estudio de las rayas.



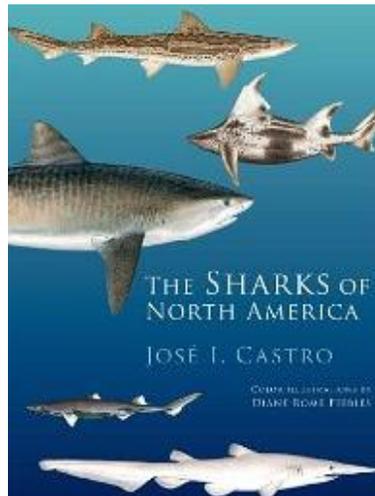
Una mención especial merece el trabajo “Especies de batoideos presentes en la costa del Pacífico ecuatoriano”, de Cecibel M. Tenelema-Delgado, Jennifer M. Arcentales-Delgado, Jose R. Vélez-Tacuri, y Maribel Carrera-Fernández. Quienes obtuvieron el Primer lugar en la categoría de mejor poster dentro del concurso celebrado en el marco de la Reunión Anual la División Oeste de la American Fisheries Society y el VI Simposium Nacional de Tiburones y Rayas.



HOMENAJE AL DR. CASTRO

La SOMEPEC en el marco del VI Simposium Nacional de Tiburones y Rayas, que tuvo como sede a la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), en la ciudad de Mazatlán, realizó un homenaje al Dr. José I. Castro, experto mundial en tiburones y otros recursos pesqueros, quien ha colaborado con investigadores de muchos países en la elaboración de estrategias de manejo, aprovechamiento y conservación de tiburones. En 1985 y 1986 fue invitado por la FAO para evaluar poblaciones de tiburones y determinar la viabilidad de su pesca.

Entre sus publicaciones destaca, el libro *The sharks of North America*, cuya versión ampliada refleja más de 20 años de avances en investigaciones dedicadas a los tiburones e incluye información de más de 130 especies. La nueva versión incluye información detallada de la biología del tiburón, localización geográfica, reproducción, hábitat y migración.



En el homenaje, se llevó a cabo una mesa redonda con la participación del Dr. Juan Carlos Pérez Jiménez, investigador de ECOSUR; el Dr. Oscar Sosa Nishizaki, investigador del CICESE; el Ing. Raúl Villaseñor Talavera, de la CONAPESCA; el Dr. Juan Fernando Márquez Farías, investigador de la FACIMAR, y el Dr. José Leonardo Castillo Geniz, investigador del INAPESCA. Estuvieron presentes colaboradores, amigos estudiantes e integrantes de la SOMEPEC.



Raúl Villaseñor Talavera, Director General Adjunto de la Dirección General de Ordenamiento Pesquero y Acuícola de la CONAPESCA, quien además de dar a conocer una reseña de la relación entre el homenajeadado y los integrantes de la mesa, expreso el reconocimiento y admiración al Dr. Castro, agradeciendo su colaboración en diversos trabajos de investigación en el marco del programa conjunto de investigación México-Estados Unidos y en la elaboración de las guías de identificación de tiburones de México, que actualmente se usan en la flota pesquera para el registro por especie y grupos biológicos, en bitácoras y Avisos de Arribo.



Los investigadores participantes en este Simposium expusieron experiencias a lo largo de su trabajo conjunto en temas sobre tiburones, destacándose los procesos formativos, las investigaciones relevantes que han impactado en la pesca nacional y anécdotas sobre las contribuciones del Dr. José I. Castro.

Acto seguido, la Sociedad Mexicana de Peces Cartilaginosos (SOMEPEC) le hizo entrega del reconocimiento honorífico por su valiosa participación y larga trayectoria en la investigación. El Dr. José I. Castro agradeció el reconocimiento e instó a los presentes en seguir colaborando y generar información valiosa sobre tiburones, para su conocimiento y conservación.

PRESENTACIÓN DE LIBRO

Para finalizar las actividades del Simposium, en el Auditorio de la CONAPESCA, se presentó el libro "Sangre en el Zafir, pasión y muerte de un gran tiburón blanco", premio nacional de novela 2013 "Jorge Ibarguengoitia", de Mario Jaime Rivera.

Mario Jaime es Doctor en Ciencias Marinas por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste. En 2012 recibió el Premio Internacional de Divulgación de la Ciencia Ruy Pérez Tamayo, destacan entre sus obras, "Tiburones, supervivientes en el tiempo" (FCE, 2012), "Ode a White shark" (Ediciones Samsara, 2011).



En el libro Mario Jaime relata la vida de un gran tiburón blanco, desde el vientre de la madre hasta su muerte, siempre mirando hacia la poesía.



méxico azul
Fundación vive un mejor azul para México

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



comisión nacional
de acuicultura y pesca



VI SIMPOSIUM NACIONAL DE TIBURONES Y RAYAS

MAZATLÁN, SINALOA
del 07 al 12 de abril de 2014

Homenaje
Dr. José I. Castro





VI SIMPOSIUM NACIONAL DE TIBURONES Y RAYAS

MAZATLÁN, SINALOA
del 07 al 12 de abril de 2014

SAGARPA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL
Y ALIMENTACIÓN



Comisión Nacional
de Acuicultura y Pesca

**AF
ST**

75
AÑOS
DE INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA



méxico azul
TURISMO Y USO RESPONSABLE DEL PATRIMONIO



Homenaje

Dr. José L. Castro

CARTELES

1. Anatomía microscópica de la glándula oviducal de la raya Raja velezi (Chondrichthyes: Rajidae) de la costa occidental de Baja California Sur, México.
2. Biología reproductiva de la raya Raja velezi (Chirichigno 1973) en la costa occidental de Baja California Sur.
3. Caracterización preliminar de la pesquería artesanal de elasmobranquios en Bahía, Tortugas, B.C.S., México.
4. Composición específica de rayas capturadas por la flota ribereña del sur de Tamaulipas y norte de Veracruz.
5. Ecología Trófica del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* en la costa sur de Jalisco, México.
6. Edad y crecimiento del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* en la Costa Sur de Jalisco, México.
7. Especies de batoideos presentes en la costa del Pacífico ecuatoriano.
8. Evaluación de la actividad turística de avistamiento con tiburón ballena en la costa central de Nayarit y Bahía de La Paz, Baja California Sur, México: Una propuesta de estudio.
9. Modificando Paradigmas Sociales: Jóvenes Embajadores del Tiburón Ballena.
10. Pesca incidental de tiburones en la costa sur de Jalisco, México.
11. Reproducción de las rayas *Gymnura marmorata*, *Urotrygon chilensis* y *Narcine entemedor* en el Pacífico Ecuatoriano.
12. Reproducción y alimentación de *Urotrygon munda* en la costa sur de Jalisco, México.



SOCIEDAD MEXICANA DE PECES CARTILAGINOSOS, A. C.

Centro de Convenciones El CID, Acuario de Mazatlán,
CONAPESCA, Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología
Unidad Mazatlán y Facultad de Ciencias, UNAM

En el marco de la reunión anual de la División Oeste
de la Sociedad Americana de Pesquerías. "AFS"

Del 07 al 12 de abril del 2014
Centro de Convenciones El CID, Acuario de Mazatlán

REGISTRO

Domingo 06 (Salón Castilla)
(Centro de Convenciones El CID, Mazatlán)
de 13:00 a 18:00 horas

MESA – MAGISTRAL

Lunes 7, 09:30 horas

**Acuarios Públicos en México:
su papel en la conservación integral
de los elasmobranquios**

Moderador: Biol. Raúl Marín Osorno

HOMENAJE

Al Dr. José I. Castro

Viernes 11, 11:20 horas

Moderador: Dr. Juan Fernando Márquez Farías

VISITA GUIADA

Lunes 07, 13:30

Acuario de Mazatlán



PROGRAMA

LUNES 07 (Auditorio del Acuario de Mazatlán)

08:00 – 20:30 Registro (Salón Castilla)
08:30 – 18:00 Colocación de carteles – montaje expo (Salón el Cid)
09:00 **Sesión inaugural: organizadores del evento**
09:30 **MESA MAGISTRAL: Acuarios Públicos en México: su papel en la conservación integral de los elasmobranchios.**
Moderador: Biol. Raúl Marín Osorno
Medicina, reproducción y manejo de elasmobranchios cautivos en el acuario del parque Xcaret. (Parque Acuatico Xcaret, Quintana Roo, México).
Diseño y construcción de acuarios públicos (Acuario de la Ciudad de México, México).
13:30 Visita guiada Acuario de Mazatlán.
15:00 Comida
19:00 – 21:30 Cóctel de bienvenida, Restaurante La Concha.

MARTES 08 (Centro de Convenciones El CID, Mazatlán)

06:30 Carrera del Desove, reunión en el Lobby del Hotel El Cid
08:00 Café, té y galletas
08:30 – 18:00 Carteles – Expo (Salón el Cid)
13:00 Comida
14:20 Artisanal fishery of elasmobranchs within two marine protected areas in the Upper Gulf of California.
14:40 Evaluación de riesgo ecológico por efectos de la pesca del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) en el sur del Golfo de México.
15:00 Estimación de la vulnerabilidad del cazón de ley, *Rhizoprionodon terraenovae*, en las pesquerías del Banco de Campeche, México.
15:20 Morfología del condrocraáneo de tiburón azul, *Prionace glauca* (Carcharhiniformes: Carcharhinidae).
15:40 Caracterización de la pesquería del tiburón en la Bahía de Paredón, Chiapas.
16:00 Receso
16:20 Estimación de la longitud total de *Carcharhinus falciformis* y *Sphyrna lewini* capturados en el este del Pacífico Tropical a partir de la longitud del tronco e interdorsal como una herramienta para el manejo pesquero.
16:40 Monitoreo de las capturas incidentales de elasmobranchios en las pesquerías artesanales en el extremo sur de Brasil.
17:00 Variación estacional de la estructura de la captura de tiburones pelágicos en la pesquería de mediana altura en el pacífico mexicano.
17:20 Pesquería de rayas en la zona centro del estado de Campeche, México.
17:40 Evaluación preliminar de métodos de muestreo para investigar la ecología de neonatos y juveniles de *Sphyrna lewini* en zonas costeras.
18:00 – 20:30 Inauguración Sesión de carteles – Expo (Salón el Cid).
20:30 – 24:00 Reunión estudiantil (Señor Frogs – restaurant).

MIÉRCOLES 09 (Centro de Convenciones El CID, Mazatlán)

08:00 Café, té y galletas
08:30 – 21:30 Sesión de carteles – Expo (Salón el Cid)
12:00 **CONFERENCIA MAGISTRAL: Nuevos pasos para fortalecer la conservación de tiburón blanco en el noroeste de México.**
Dr. Oscar Sosa Nishizaki
13:00 Comida
14:20 Stomach content of three *Sphyrna lewini* shark captured in a reef system at the western Gulf of Mexico.
14:40 Traslado trófico del tiburón azul (*Prionace glauca*) y tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*) capturados en la costa occidental de Baja California Sur.
15:00 Diet variation of the pacific sharpnose shark, *Rhizoprionodon longurio* and its relationship to the presence of climatic event in the south-eastern Gulf of California.
15:20 Nivel trófico de *Squatina californica* (Ayres, 1859) mediante el uso de isótopos estables de nitrógeno ($\delta^{15}N$) y carbono ($\delta^{13}C$) en Baja California Sur.
15:40 Hábitos alimentarios y relación trófica de tres especies de rayas bentónicas (Batoidea: Urolophidae y Narcinidae) en el Golfo de Tehuantepec.
16:00 Receso
16:20 Relaciones tróficas del tiburón blanco *Carcharodon carcharias* en las inmediaciones de Isla Guadalupe, México, inferidas mediante el análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno.
16:40 Nutritional and Contaminant Analyses of Skates in the Gulf of Alaska: Shaping Future Skate Demand and Fisheries Sustainability.
17:00 Ecología trófica de ocho especies del Orden Rajiformes en la costa sur del estado de Jalisco, México.
17:20 Multimodel selection applied to growth of the stingray *Urotrygon chilensis* (Günther, 1872) in the southeast Mexican Pacific.
17:40 Estructura genética poblacional del tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) en el Pacífico Nororiental frente a las costas de Isla Guadalupe.
18:00 Estructura genética del tiburón toro (*Carcharhinus leucas*) en el Golfo y Caribe de México.
18:20 Historia demográfica de *Sphyrna zygaena* en las costas del Océano Pacífico Oriental.
18:40 – 23:30 Banquetes y Rifa Social. El Centro Cid

JUEVES 10 (Centro de Convenciones El CID, Mazatlán)

08:00 Café, té y galletas
08:30 – 21:30 **Sesión de carteles – Expo** (Salón el Cid)
09:00 Geostatistical modeling of blacktip shark hotspots and essential habitat in the Gulf of Mexico.
09:20 Diseño de un Sistema de Información Geográfica de elasmobranchios con valor comercial para Baja California Sur, México.
09:40 Distribución espacio-temporal del tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en la Reserva de la Biosfera del Tiburón Ballena en Cancún Quintana Roo.
10:00 Distribución espacial de rayas Urotrygonidae y Narcinidae con relación a variables ambientales en la costa sur de Jalisco y Colima: Implementación de SIG.
10:20 Influencia de factores ambientales sobre la distribución de la manta gigante (*Manta birostris*) en el Caribe mexicano.
10:40 Receso
10:55 Distribución y abundancia de juveniles de tiburones en la costa sur de Campeche y Tabasco.
11:15 Influencia de la fase lunar y el ciclo mareal en la capturabilidad de neonatos y juveniles de *Sphyrna lewini* en zonas costeras.
11:35 Composición isotópica ($\delta^{15}N$ y $\delta^{13}C$) durante el desarrollo ontogénico del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Müller & Henle, 1839) en la zona oceánica del Pacífico Oriental Tropical.
11:55 Receso
12:00 **CONFERENCIA MAGISTRAL: Ciclos reproductivos de tiburones y su vulnerabilidad a las pesquerías.**
Dr. José I. Castro
13:00 Comida
14:20 An adapted technique to detect sharks in moody waters.
14:40 Aspectos reproductivos de la raya eléctrica *Narcine vermiculatus* (breder, 1928), de la costa sur de Sinaloa, México.
15:00 Distribución y biología reproductiva de la raya guitarra *Rhinobatos leucorhynchus* Güther, 1867 en el Golfo de Tehuantepec.
15:20 Variación ontogénica de la forma del disco en la raya espinosa *Urotrygon rogersi* en el Pacífico colombiano.
15:40 Diferenciación morfométrica de rayas espinosas del género Urotrygon en el Pacífico colombiano.
16:00 Receso
16:20 Análisis de las capturas incidentales de tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) como una herramienta complementaria en la determinación de áreas de crianza.
16:40 Reproductive dynamic of the speckled guitarfish (*Rhinobatos glaucostigma*) from Southeastern Gulf of California, Mexico.
17:00 Economic rationale for shark conservation.
17:20 Tiburones en la CITES.
17:40 Distribución de *Urotrygon chilensis* (Günther, 1872) (Myliobatiformes: Urolophidae) en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec, México.
18:00 Premiación al mejor cartel y presentación Oral estudiantil.
18:30 – 21:30 Evento social (Centro de Mazatlán).

VIERNES 11 (Centro de Convenciones El CID, Mazatlán)

11:20 **Mesa: Homenaje al Dr. José I. Castro**
Moderador: Dr. Juan Fernando Márquez Farías (Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Sinaloa)
13:00 Comida
15:00 **Mesa de trabajo: Planes de Manejo para la conservación de los Elasmobranchios.**
Moderador: Dr. Juan Carlos Pérez Jiménez (Colegio de la Frontera Sur- EcoSur)
20:00 **Clausura del evento**

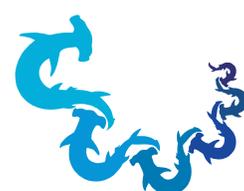
CURSOS

Aula Magna CONAPESCA. Lunes 16:30 - martes, miércoles y viernes 9:30
Métodos de evaluación de poblaciones de elasmobranchios: con énfasis en métodos para pesquerías con datos limitados.
Imparte: Dr. Juan Carlos Pérez Jiménez

SABADO 12

Centro de Convenciones El CID, Mazatlán/instalaciones de la FAS-Mazatlán
09:00 - 19:00 **Adaptaciones y ciclos reproductivos de los tiburones.**
Impartido por: Dr. José I. Castro

14:00 Comida
19:30 **Clausura del Curso**



Memoria fotográfica

VI SIMPOSIUM NACIONAL DE TIBURONES Y RAYAS

(Proyecto MU001)

Sociedad Mexicana de Peces Cartilagosos, A. C.
(SOMEPEC)



Inauguración del VI Simposium Nacional de Tiburones y Rayas



Biól. Raúl Marín Osorno, Acuario de Veracruz



Rosa María Lizárraga, Acuario de Mazatlán



Carlos Rodríguez, Acuario de Mazatlán



Dr. Juan Carlos Pérez en el Curso de Métodos



Curso de Métodos



Dr. Juan Carlos Pérez en el Curso de Métodos



Dr. Juan Carlos Pérez en el Curso de Métodos



Dr. José I. Castro en el Curso de Métodos



Dr. Juan Carlos Pérez y Biól. Hesiquio Benítez en el Curso de Métodos



Dr. Oscar Sosa



Biól. Nadia Sandoval



Biól. Erick Becerra



Conferencia Magistral del Dr. José I. Castro



Conferencia Magistral del Dr. José I. Castro



Dr. Erick Cristóbal Oñate



Dra. Ibiza Martínez Serrano



Curso de Métodos



Homenaje al Dr. José I. Castro



Curso del Dr. José I. Castro



Dr. Juan Carlos Pérez y Dr. José I. Castro



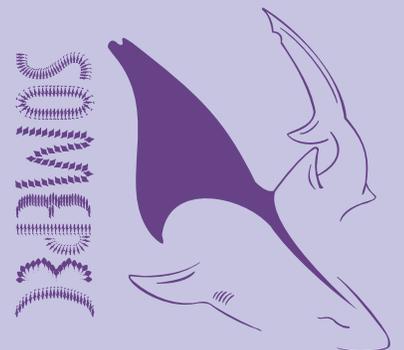
Dr. Juan Carlos Pérez y Dr. José I. Castro

SOCIEDAD MEXICANA DE PECES CARTILAGINOSOS, A. C.



VI Simposium Nacional de Tiburones y Rayas

LIBRO DE RESUMENES



Presidenta del Simposium

América Wendolyne Díaz Sánchez

Comité organizador

América Wendolyne Díaz Sánchez

Oscar Uriel Mendoza Vargas

Carlos Hernández Calzada

Nataly Bolaño Martínez

Comité Científico

Juan Carlos Pérez Jiménez

Alicia Cruz Martínez

Vicente Anislado Tolentino

Luis Vicente González Anía

Claudia Gabriela Aguilar

Libro de resúmenes

VI Simposium Nacional de Tiburones y Rayas

07 al 12 de abril de 2014, Mazatlán, Sin.

Libro de resúmenes
VI Simposium Nacional de Tiburones y Rayas
Compilado por América Wendolyne Díaz Sánchez
Diseño de logo del evento por Oscar Uriel Mendoza Vargas
Sociedad Mexicana de Peces Cartilagosos, A.C.
ISBN 978-607-95778-2-7

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso de la Sociedad Mexicana de Peces Cartilagosos A. C.



Hecho en México
Made in Mexico

Presentación

Estimado participante con agrado, el Comité Organizador del VI Simposium Nacional de Tiburones y Rayas, les damos la más cordial bienvenida, queremos iniciar esta presentación, mencionando que la Sociedad Mexicana de Peces Cartilagosos, A.C. (SOMEPEC), tiene un compromiso central con la sociedad mexicana a través de la promoción, desarrollo y difusión de la investigación científica de los elasmobranchios.

La SOMEPEC se dio a la tarea de organizar este Simposium, con sede en el Puerto de Mazatlán, Sin., cuyas memorias se presentan en este libro.

Conscientes del importante papel que juega hoy en día la investigación en México, consideramos necesario crear espacios para la divulgación científica, por lo que el objetivo de éste Simposium es difundir los hallazgos recientes a través de la participación conjunta de expertos e interesados profesionalmente en la misma, para la vinculación entre las instituciones participantes.

Es un hecho que este Simposium es y será la continuación de un proceso compartido, entre diversas instituciones para la creación de redes que sirvan para fortalecer la investigación en el área. Agradecemos su asistencia a este encuentro, deseando cumpla con sus expectativas, ya que se ha puesto gran interés en que la calidad de las exposiciones y los trabajos presentados sean del más alto nivel y nos permita con ello sean compartidos con la comunidad científica que se ocupa en ésta rama.

Esperamos que disfruten de las actividades programadas y que sea tan gratificante para ustedes, como para nosotros ha sido organizar este evento.

Un afectuoso saludo.

América Wendolyne Díaz Sánchez
Presidenta del Simposium

Agradecimientos

La organización y celebración del VI Simposium Nacional de Tiburones y Rayas, es el resultado del trabajo y dedicación de muchas personas e instituciones. Agradecemos a las autoridades del Acuario de Mazatlán y de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (COANPESCA) por las facilidades brindadas para utilizar su infraestructura. Un agradecimiento especial merece la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), por el apoyo brindado a través del proyecto **MU001**, de igual manera al Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, al Posgrado de Ciencias Biológicas a la Fundación Vive un Mejor Azul para México por el apoyo económico otorgado a la realización de este evento. Un agradecimiento muy especial merecen los expertos que ofrecieron su ayuda para la evaluación académica de las participaciones. Conociendo el esfuerzo que representa su organización, agradecemos a los organizadores del Simposium y a la Sociedad Americana Pesquerías División Oeste, Capítulo Mexicano. De igual forma, reconocemos la ayuda obtenida de Charly Rodríguez, Rosa María Torres Lizárraga y Osvaldo Reséndiz Berumen. A los ponentes, instructores de los cursos, muchas gracias por su participación. Por último, a ti asistente por tu entusiasmo y participación en este evento, muchas gracias.

Patrocinadores



Instituciones participantes

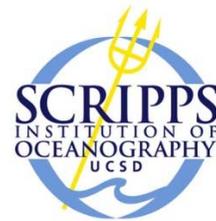




UNIVERSIDAD LAICA
"ELOY ALFARO" DE MANABI



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUICULTURA Y PESCA





Programa General

DOMINGO 06 (Centro de Convenciones El CID, Mazatlán)	
14:00 – 18:00	Registro (Vestíbulo Salón Tapices)

LUNES 07 (Auditorio del Acuario de Mazatlán)	
09:00	Sesión Inaugural: Organizadores del Evento
09:30	MESA – MAGISTRAL “Acuarios Públicos en México: su papel en la conservación integral de los elasmobranquios” Moderador: Biol. Raúl Marín Osorno
	Medicina, reproducción y manejo de elasmobranquios cautivos en el acuario del parque Xcaret (Parque Acuatico Xcaret, Quintana Roo, México)
	Diseño y construcción de acuarios públicos (Acuario de la Ciudad de México, México)
	Especies mayores de elasmobranquios en el Acuario de Veracruz 1992-2014: récords de salud, longevidad y líneas de investigación (Acuario de Veracruz, A. C., Ver., México)
	Labor del personal nocturno para el mantenimiento de especies mayores de tiburones en condiciones de cautiverio (Acuario de Veracruz, A. C., Ver., México)
13:30	Visita Guiada Acuario de Mazatlán
15:00	Comida
16:30	Curso (Aula Magna CONAPESCA) “Métodos de evaluación de poblaciones de elasmobranquios: con énfasis en métodos para pesquerías con datos limitados” Impartido por Dr. Juan Carlos Pérez Jiménez
19:00 – 21:30	Cóctel de bienvenida en el Patio lateral a la Playa.

MARTES 08 Centro de Convenciones El CID– Salón el Reino de Aragón	
06:30	Carrera del Desove Reunión en el Lobby del Hotel El Cid
08:00	Café, té y galletas

08:30 – 18:00	Carteles – Expo (El Cid Center)
09:00	Curso (Aula Magna CONAPESCA) “Métodos de evaluación de poblaciones de elasmobranchios: con énfasis en métodos para pesquerías con datos limitados” Impartido por Dr. Juan Carlos Pérez Jiménez
13:00	Comida
14:20	Artisanal fishery of elasmobranchs within two marine protected areas in the Upper Gulf of California.
14:40	Evaluación de riesgo ecológico por efectos de la pesca del tiburón martillo <i>Sphyrna lewini</i> (Griffith & Smith, 1834) en el sur del Golfo de México.
15:00	Estimación de la vulnerabilidad del cazón de ley, <i>Rhizoprionodon terraenovae</i> , en las pesquerías del Banco de Campeche, México.
15:20	Morfología del condrocraqueo de tiburón azul, <i>Prionace glauca</i> (Carcharhiniformes: Carcharhinidae).
15:40	Caracterización de la pesquería del tiburón en la Bahía de Paredón, Chiapas.
16:00	Receso
16:20	Estimación de la longitud total de <i>Carcharhinus falciformis</i> y <i>Sphyrna lewini</i> capturados en el este del Pacífico Tropical a partir de la longitud del tronco e interdorsal como una herramienta para el manejo pesquero.
16:40	Monitoreo de las capturas incidentales de elasmobranchios en las pesquerías artesanales en el extremo sur de Brasil.
17:00	Pesquería de rayas en la zona centro del estado de Campeche, México.
17:20	Evaluación preliminar de métodos de muestreo para investigar la ecología de neonatos y juveniles de <i>Sphyrna lewini</i> en zonas costeras.
17:40	Receso
18:00 – 20:30	El Cid Center Inauguración Sesión de Carteles
20:30 – 24:00	Señor Frogs – Restaurant Reunión Estudiantil

MIÉRCOLES 09 Centro de Convenciones El CID– Salón el Reino de Aragón	
08:00	Café, té y galletas
08:30 – 21:30	Sesión de carteles – Expo (El Cid Center)
09:00	Curso (Aula Magna CONAPESCA) “Métodos de evaluación de poblaciones de elasmobranchios: con énfasis en métodos para pesquerías con datos limitados” Impartido por Dr. Juan Carlos Pérez Jiménez

12:00	Conferencia Magistral Nuevos pasos para fortalecer la conservación de tiburón blanco en el noroeste de México. Dr. Oscar Sosa Nishizaki
13:00	Comida/ México Chapter AFS Business Luncheon (Restaurante la Cascada)
14:20	Stomach content of three <i>Sphyrna lewini</i> shark captured in a reef system at the western Gulf of Mexico.
14:40	Traslado trófico del tiburón azul (<i>Prionace glauca</i>) y tiburón mako (<i>Isurus oxyrinchus</i>) capturados en la costa occidental de Baja California Sur.
15:00	Diet variation of the pacific sharpnose shark, <i>Rhizoprionodon longurio</i> and its relationship to the presence of climatic event in the south-eastern Gulf of California.
15:20	Nivel trófico de <i>Squatina californica</i> (Ayres, 1859) mediante el uso de isótopos estables de nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) y carbono ($\delta^{13}\text{C}$) en Baja California Sur
15:40	Hábitos alimentarios y relación trófica de tres especies de rayas bentónicas (Batoidea: Urolophidae y Narcinidae) en el Golfo de Tehuantepec.
16:00	Receso
16:20	Relaciones tróficas del tiburón blanco <i>Carcharodon carcharias</i> en las inmediaciones de Isla Guadalupe, México, inferidas mediante el análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno.
16:40	Nutritional and Contaminant Analyses of Skates in the Gulf of Alaska: Shaping Future Skate Demand and Fisheries Sustainability.
17:00	Ecología trófica de ocho especies del Orden Rajiformes en la costa sur del estado de Jalisco, México.
17:20	Multimodel selection applied to growth of the stingray <i>Urotrygon chilensis</i> (Günther, 1872) in the southeast Mexican Pacific.
17:40	Estructura genética poblacional del tiburón blanco (<i>Carcharodon carcharias</i>) en el Pacífico Nororiental frente a las costas de Isla Guadalupe.
18:00	Estructura genética del tiburón toro (<i>Carcharhinus leucas</i>) en el Golfo y Caribe de México.
18:20	Historia demográfica de <i>Sphyrna zygaena</i> en las costas del Océano Pacífico Oriental.
18:40 – 23:30	Banquetes y Rifa Social (La Concha/Patrio lateral).

JUEVES 10 Centro de Convenciones El CID– Salón el Reino de Aragón	
08:00	Café, té y galletas
08:30 – 21:30	Sesión de carteles – Expo (Salón el Cid)
09:00	Geostatistical modeling of blacktip shark hotspots and essential habitat in the Gulf of Mexico.
09:20	Economic rationale for shark conservation.
09:40	Distribución espacio-temporal del tiburón ballena (<i>Rhincodon typus</i>) en la Reserva de la Biosfera del Tiburón Ballena en Cancún Quintana Roo.
10:00	Distribución espacial de rayas Urotrygonidae y Narcinidae con relación a variables ambientales en la costa sur de Jalisco y Colima: Implementación de SIG.
10:20	Influencia de factores ambientales sobre la distribución de la manta gigante (<i>Manta birostris</i>) en el Caribe mexicano.
10:40	Receso
10:55	Distribución y abundancia de juveniles de tiburones en la costa sur de Campeche y Tabasco.
11:15	Influencia de la fase lunar y el ciclo mareal en la capturabilidad de neonatos y juveniles de <i>Sphyrna lewini</i> en zonas costeras.
11:35	Composición isotópica ($\delta^{15}N$ y $\delta^{13}C$) durante el desarrollo ontogénico del tiburón piloto <i>Carcharhinus falciformis</i> (Müller & Henle, 1839) en la zona oceánica del Pacífico Oriental Tropical.
11:55	Receso
12:00	Conferencia Magistral Ciclos reproductivos de tiburones y su vulnerabilidad a las pesquerías Dr. José I. Castro
14:20	An adapted technique to detect sharks in moody waters.
14:40	Aspectos reproductivos de la raya eléctrica <i>Narcine vermiculatus</i> (breder, 1928), de la costa sur de Sinaloa, México.
13:00	Comida
15:00	Distribución y biología reproductiva de la raya guitarra <i>Rhinobatos leucorhynchus</i> Güther, 1867 en el Golfo de Tehuantepec.
15:20	Reproductive dynamic of the speckled guitarfish (<i>Rhinobatos glaucostigma</i>) from Southeastern Gulf of California, Mexico.
15:40	Diferenciación morfométrica de rayas espinosas del género Urotrygon en el Pacífico colombiano.
16:00	Receso
16:20	Análisis de las capturas incidentales de tiburón blanco (<i>Carcharodon carcharias</i>) como una herramienta complementaria en la determinación de áreas de crianza.
16:40	Economic rationale for shark conservation.
17:00	Tiburones en la CITES.
18:00	Premiación al mejor cartel y presentación Oral estudiantil.
18:30 – 21:30	Evento social (Centro de Mazatlán).

VIERNES 11	
Centro de Convenciones El CID – Salón el Reino de Aragón	
09:00	<p align="center">Curso (Aula Magna CONAPESCA) “Métodos de evaluación de poblaciones de elasmobranquios: con énfasis en métodos para pesquerías con datos limitados” Impartido por Dr. Juan Carlos Pérez Jiménez</p>
11:00	Receso
11:20	<p align="center">Centro de Convenciones El CID– Salón el Reino de Aragón Homenaje al Dr. José I. Castro Moderador: Dr. Juan Fernando Márquez Farías (Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Sinaloa)</p>
13:00	Clausura del evento.
13:30	Comida

SÁBADO 11	
Auditorio del Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Mazatlán	
09:00	<p align="center">Curso Adaptaciones y ciclos reproductivos de los tiburones. Impartido por: Dr. José I. Castro</p>
14:00	Comida
15:30	<p align="center">Curso Adaptaciones y ciclos reproductivos de los tiburones. Impartido por: Dr. José I. Castro</p>
19:30	Clausura del curso

CARTELES

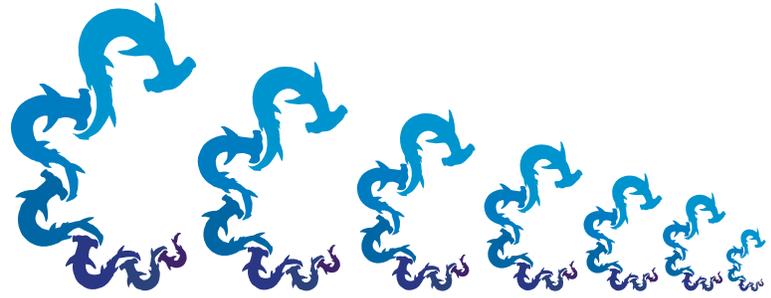
Anatomía microscópica de la glándula oviducal de la raya <i>Raja velezi</i> (Chondrichthyes: Rajidae) de la costa occidental de Baja California Sur, México.
Biología reproductiva de la raya <i>Raja velezi</i> (Chirichigno 1973) en la costa occidental de Baja California Sur.
Caracterización preliminar de la pesquería artesanal de elasmobranquios en Bahía, Tortugas, B.C.S., México.
Composición específica de rayas capturadas por la flota ribereña del sur de Tamaulipas y norte de Veracruz.
Ecología Trófica del tiburón piloto <i>Carcharhinus falciformis</i> en la costa sur de Jalisco, México.
Edad y crecimiento del tiburón piloto <i>Carcharhinus falciformis</i> en la Costa Sur de Jalisco, México.
Especies de batoideos presentes en la costa del Pacífico ecuatoriano.
Evaluación de la actividad turística de avistamiento con tiburón ballena en la costa central de Nayarit y Bahía de La Paz, Baja California Sur, México: Una propuesta de estudio.
Modificando Paradigmas Sociales: Jóvenes Embajadores del Tiburón Ballena.
Pesca incidental de tiburones en la costa sur de Jalisco, México.
Reproducción de las rayas <i>Gymnura marmorata</i> , <i>Urotrygon chilensis</i> y <i>Narcine entemedor</i> en el Pacífico Ecuatoriano.
Reproducción y alimentación de <i>Urotrygon munda</i> en la costa sur de Jalisco, México.
Distribución de <i>Urotrygon chilensis</i> (Günther, 1872) (Myliobatiformes: Urolophidae) en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec, México.
Nivel trófico de <i>Squatina californica</i> (Ayres, 1859) mediante el uso de isótopos estables de nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) y carbono ($\delta^{13}\text{C}$) en Baja California Sur.

Índice

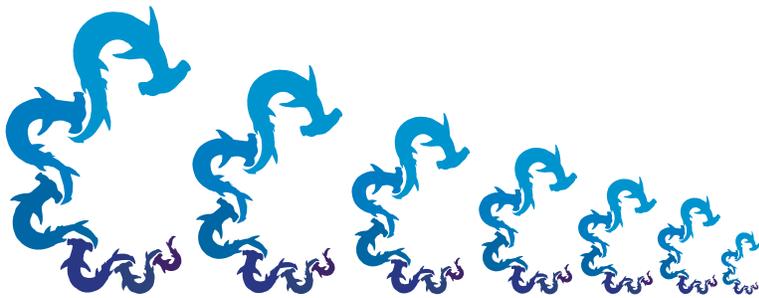
	Página
Presentación	I
Agradecimientos	II
Patrocinadores	III
Instituciones participantes	IV
Programa general	VII
Ponencias orales	
Pesquería artesanal de elasmobranquios en dos áreas marinas protegidas del Alto Golfo de California.	2
Evaluación de riesgo ecológico por efectos de la pesca del tiburón martillo <i>Sphyrna lewini</i> (Griffith & Smith, 1834) en el sur del Golfo de México.	5
Estimación de la vulnerabilidad del cazón de ley, <i>Rhizoprionodon terraenovae</i> , en las pesquerías del Banco de Campeche, México.	10
Morfología del condrocáneo de tiburón azul, <i>Prionace glauca</i> (Carcharhiniformes: Carcharhinidae).	14
Caracterización de la pesquería del tiburón en la Bahía de Paredón, Chiapas.	18
Estimación de la longitud total de <i>Carcharhinus falciformis</i> y <i>Sphyrna lewini</i> capturados en el este del Pacífico Tropical a partir de la longitud del tronco e interdorsal como una herramienta para el manejo pesquero.	21
Monitoreo de las capturas incidentales de elasmobranquios en las pesquerías artesanales en el extremo sur de Brasil.	24
Pesquería de rayas en la zona centro del estado de Campeche, México.	28
Evaluación preliminar de métodos de muestreo para investigar la ecología de neonatos y juveniles de <i>Sphyrna lewini</i> en zonas costeras.	32
Stomach content of three <i>Sphyrna lewini</i> shark captured in a reef system at the western Gulf of Mexico.	36
Traslapo trófico del tiburón azul (<i>Prionace glauca</i>) y tiburón mako (<i>Isurus oxyrinchus</i>) capturados en la costa occidental de Baja California Sur.	40
Variación en la dieta del tiburón <i>Rhizoprionodon longurio</i> y su relación con la presencia de fenómenos climáticos en el Sureste del Golfo de California.	45

Nivel trófico de <i>Squatina californica</i> (Ayres, 1859) mediante el uso de isótopos estables de nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) y carbono ($\delta^{13}\text{C}$) en Baja California Sur.	49
Hábitos alimentarios y relación trófica de tres especies de rayas bentónicas (Batoidea: Urolophidae y Narcinidae) en el Golfo de Tehuantepec.	54
Relaciones tróficas del tiburón blanco <i>Carcharodon carcharias</i> en las inmediaciones de Isla Guadalupe, México, inferidas mediante el análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno.	59
Ecología trófica de ocho especies del Orden Rajiformes en la costa sur del estado de Jalisco, México.	61
Estructura genética poblacional del tiburón blanco (<i>Carcharodon carcharias</i>) en el Pacífico Nororiental frente a las costas de Isla Guadalupe.	65
Estructura genética del tiburón toro (<i>Carcharhinus leucas</i>) en el Golfo y Caribe de México.	68
Filogeografía del tiburón martillo <i>Sphyrna zygaena</i> en el Océano Pacífico Oriental.	70
Geostatistical modeling of blacktip shark hotspots and essential habitat in the Gulf of Mexico.	73
Diseño de un Sistema de Información Geográfica de elasmobranquios con valor comercial para Baja California Sur, México.	78
Distribución espacio-temporal del tiburón ballena (<i>Rhincodon typus</i>) en la Reserva de la Biosfera del Tiburón Ballena en Cancún Quintana Roo.	82
Distribución espacial de rayas Urotrygonidae y Narcinidae con relación a variables ambientales en la costa sur de Jalisco y Colima: Implementación de SIG.	86
Influencia de factores ambientales sobre la distribución de la manta gigante (<i>Manta birostris</i>) en el Caribe mexicano.	91
Distribución y abundancia de juveniles de tiburones en la costa sur de Campeche y Tabasco.	95
Influencia de la fase lunar y el ciclo mareal en la capturabilidad de neonatos y juveniles de <i>Sphyrna lewini</i> en zonas costeras.	98
Composición isotópica ($\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$) durante el desarrollo ontogénico del tiburón piloto <i>Carcharhinus falciformis</i> (Müller & Henle, 1839) en la zona oceánica del Pacífico Oriental Tropical.	102
An adapted technique to detect sharks in moody waters.	106
Distribución y biología reproductiva de la raya guitarra <i>Rhinobatos leucorhynchus</i> Güther, 1867 en el Golfo de Tehuantepec.	109
Diferenciación morfométrica de rayas espinosas del género Urotrygon en el Pacífico Colombiano.	114
Análisis de las capturas incidentales de tiburón blanco (<i>Carcharodon carcharias</i>) como una herramienta complementaria en la determinación de áreas de crianza.	118

Tiburones en la CITES.	123
Carteles	
Anatomía microscópica de la glándula oviducal de la raya <i>Raja velezi</i> (Chondrichthyes: Rajidae) de la costa occidental de Baja California Sur, México.	127
Biología reproductiva de la raya <i>Raja velezi</i> (Chirichigno 1973) en la costa occidental de Baja California Sur.	131
Caracterización preliminar de la pesquería artesanal de elasmobranquios en Bahía, Tortugas, B.C.S., México.	135
Composición específica de rayas capturadas por la flota ribereña del sur de Tamaulipas y norte de Veracruz.	138
Ecología Trófica del tiburón piloto <i>Carcharhinus falciformis</i> en la costa sur de Jalisco, México.	141
Edad y crecimiento del tiburón piloto <i>Carcharhinus falciformis</i> en la Costa Sur de Jalisco, México.	146
Especies de batoideos presentes en la costa del Pacífico ecuatoriano.	150
Evaluación de la actividad turística de avistamiento con tiburón ballena en la costa central de Nayarit y Bahía de La Paz, Baja California Sur, México: Una propuesta de estudio.	154
Modificando Paradigmas Sociales: Jóvenes Embajadores del Tiburón Ballena.	160
Pesca incidental de tiburones en la costa sur de Jalisco, México.	163
Reproducción de las rayas <i>Gymnura marmorata</i> , <i>Urotrygon chilensis</i> y <i>Narcine entemedor</i> en el Pacífico Ecuatoriano.	166
Reproducción y alimentación de <i>Urotrygon munda</i> en la costa sur de Jalisco, México.	171
Distribución de <i>Urotrygon chilensis</i> (Günther, 1872) (Myliobatiformes: Urolophidae) en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec, México.	175



Ponencias Orales



Pesquería artesanal de elasmobranquios en dos áreas marinas protegidas del Alto Golfo de California

Aragón Noriega E. A.

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. aaragon04@cibnor.mx

INTRODUCCIÓN

Las rayas y tiburones son capturados en el Alto Golfo de California (AGC) por pescadores locales de tres comunidades; San Felipe en Baja California, El Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco en Sonora. Aunque ha aumentado el número de pescadores en pequeña escala, se han mantenido las capturas de elasmobranquios en $\sim 550 \text{ t año}^{-1}$.

El AGC y el adyacente Delta del Río Colorado son mundialmente conocidos por su alta productividad pesquera. Esta región es utilizada por especies comerciales y no comerciales para reproducción y crianza. Fue declarado reserva de la Biosfera en 1993 (Fig. 1). Sin embargo la presión por proteger a la vaquita marina y su hábitat obligo al gobierno federal a crear una zona marina protegida bajo el estatus de zona de refugio. Esta medida fue una declaración, en diciembre de 2005, de la zona de refugio de vaquita marina para limitar aún más las actividades de pesca en la zona de mayor avistamiento del cetáceo.

El objetivo fue analizar la situación actual de la pesquería comercial de elasmobranquios en el AGC y evaluar su sostenibilidad para sustentar las medidas de manejo pequero.

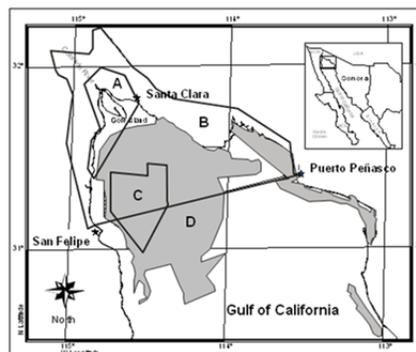


Figura 1. Distribución espacial de la pesca artesanal dentro de la reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California (junio de 1993) y área del refugio de la Vaquita (diciembre de 2005). A) zona núcleo; B) zona de amortiguamiento de la reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California; C) área de refugio de la Vaquita; D) toda zona de pesca.

METODOLOGÍA

De las tres comunidades pesqueras del AGC se obtuvo un total de 2554 avisos de arribo (informes de capturas de los pescadores artesanales). Los datos acopiados, que van desde 1995 hasta 2007, vinieron de las oficinas federales de pesca de cada comunidad. Se recopiló información adicional de una encuesta cerrada basada en entrevistas directas con 146 pescadores artesanales en estos tres puertos. Se obtuvo volúmenes de desembarques de tiburones y rayas declarados por los pescadores, información del sitio de captura, peso de los desembarques, y el precio del producto en playa. Esta información fue utilizada posteriormente para identificar sitios de pesca por medio de SIG. Se usaron los paquetes de software ArcView 3.2 y Conica Lambert 2002 para elaborar un mapa de los sitios de pesca de elasmobranquios. Se calculó un porcentaje de pesca dentro de la zona de refugio de la Vaquita y la zona de la reserva.

Las estimaciones para los periodos de pesca fueron analizadas mediante el índice de sus-

tentabilidad pesquera propuesta por [1] y que se describe en la ecuación:

$$SFI = \ln(C_{Xi} C_{Xmean}^{-1})$$

Donde: C_{Xi} = captura en el año i , C_{Xmean} = captura promedio del total del periodo

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante el índice de sustentabilidad pesquera se identificaron dos períodos de producción, uno de baja captura antes de 1999 con $\sim 567 \text{ t año}^{-1}$ y desde entonces un período de recuperación con más $768.85 \pm 260.83 \text{ t año}^{-1}$ (Fig. 2).

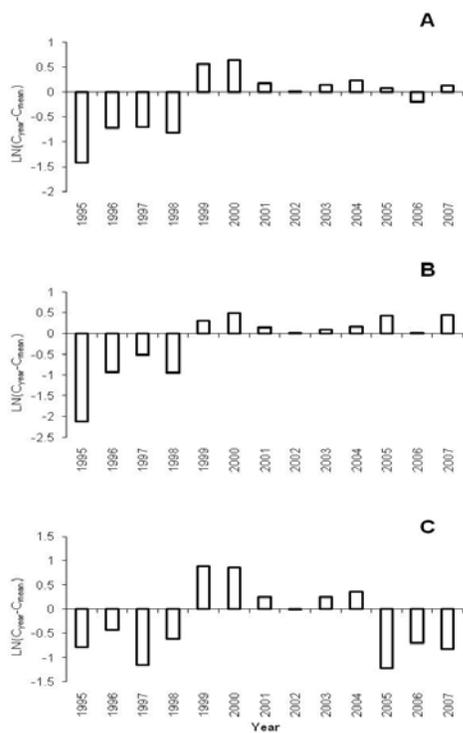


Figura 2. Índice de sustentabilidad pesquera de la captura de elasmobranquios en el Alto Golfo de California durante el periodo de 1995 a 2007. A) Captura de elasmobranquios totales, B) Captura de rayas, C) captura de tiburón. Datos de las oficinas federales de pesca de las tres comunidades en el Alto Golfo de California.

El mapa de áreas de pesca que se elaboró a partir de la encuesta a los pescadores reveló que el 53% de la pesquería de elasmobranquios del AGC se produce dentro de las áreas

marinas protegidas. Los pescadores de Puerto Peñasco capturan cerca de la costa de Sonora. Los pescadores de El Golfo de Santa Clara hacen toda su pesca dentro de las áreas marinas protegidas y en un pequeño sitio ubicado justo al sur de la reserva. La captura de los pescadores de San Felipe se hace cerca de la costa de Baja California, de la zona núcleo a Puertecitos, Ellos pescan en el 85% de la zona de refugio de la Vaquita. Sus capturas abarcan un 33% de la zona de la reserva de la Biosfera (Fig. 3).

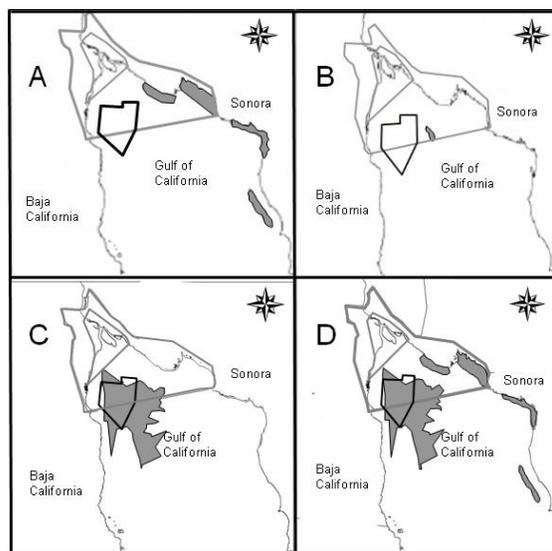


Figura 3. Distribución de la pesquería artesanal de elasmobranquios en el Alto Golfo de California por comunidad. A) Puerto Peñasco, B) Golfo de Santa Clara, C) San Felipe, D) todos los puertos de pesca.

Los elasmobranquios capturados en las áreas marinas protegidas generan un beneficio bruto de 343000 dólares americanos anualmente, con una tasa de retorno del 87%.

Debido a que la pesca de rayas y tiburones generan significativos ingresos para los pescadores artesanales, hay importantes desafíos para cumplir con los objetivos de la reserva y el área del refugio de la Vaquita. Por otra parte, el número de pangas que reportaron su captura a la oficina federal de pesca de cada comunidad es mayor que la recomendada por el refugio de la vaquita marina cuando fue

declarada en el año 2005, y más de los que están inscritos en el registro nacional de pesca.

Los costos de operaciones determinan en gran medida donde es realizada la pesca en el AGC, particularmente la distancia de los sitios de pesca en los puertos y la distribución estacional de los recursos. San Felipe es el puerto pesquero más cercano al recientemente declarado refugio de vaquita, y los pescadores de este puerto trabajan en esa zona durante todo el año. Aunque El Golfo de Santa Clara tiene el mayor número de permisos registrados y pangas, los pescadores de este puerto no pescan cerca del refugio debido a los altos costos de viajar. Igual ocurre con los pescadores de Puerto Peñasco quienes pescan cerca de la costa de Sonora para reducir los gastos operativos.

La captura de elasmobranquios en las áreas marinas protegidas mantienen altos niveles de producción con un significativo valor económico lo que es atractivo para los pescadores, independientemente de las recientes restricciones aplicadas a su actividad.

CONCLUSIONES

De los resultados del presente estudio, es evidente que hay una necesidad para la realización de una evaluación interdisciplinaria e intensiva de la pesquería de elasmobranquios en las áreas marinas protegidas, teniendo en cuenta la presencia de especies en peligro de extinción en la región, con el fin de formular un plan de manejo adecuado para la conservación sin repercusiones importantes para la subsistencia de los pescadores locales.

REFERENCIAS

[1] Ponce-Díaz, G., Arreguín-Sánchez, F. & Beltrán-Morales, L.F. (2006). Indicadores de sustentabilidad y pesca: casos en Baja California Sur, Mexico. In Desarrollo sustentable: ¿Mito o realidad? (Beltrán-Morales, L.F., Urciaga-García, J. & Ortega-Rubio, A., eds.), pp. 272. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C, La Paz. B.C.S. México.

Palabras clave: Índice de sustentabilidad pesquera.

Evaluación de riesgo ecológico por efectos de la pesca del tiburón martillo *sphyrna lewini* (griffith & smith, 1834) en el sur del Golfo de México

Mendoza-Treviño, A.¹ Pérez-Jiménez, J. C.² Méndez-Loeza, I.³ Sálazar-Cu, N. H.⁴

¹FESI-UNAM: adrianamendoza2802@hotmail.com

²⁻⁴Laboratorio de Pesquerías ECOSUR (unidad Campeche): jcperez@ecosur.mx

INTRODUCCIÓN

La pesca de tiburones en aguas mexicanas constituye principalmente una pesquería artesanal multiespecífica que opera de acuerdo con las abundancias estacionales de un número importante de especies [1]. Al menos 44 especies de tiburones son reportadas en las capturas comerciales de México, en donde 15 son las más frecuentes en las capturas del Golfo de México y el Caribe [2] [3]. En el Golfo de México, la mayoría de los tiburones capturados pertenecen al orden Carcharhiformes, siendo las familias más importantes: Carcharhinidae (tiburones grises) y Sphyrnidae (tiburones martillo) [4] [3].

Los tiburones del género *Sphyrna* se distribuyen en los mares tropicales y templados, sobre o junto a las plataformas continentales e insulares y en las montañas submarinas, desde la superficie hasta por lo menos 275 m de profundidad, a veces forman grandes grupos. La pesca dirigida y la captura incidental han disminuido sus poblaciones [5].

El tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) es una de las principales especies de tiburones pelágico-costeras del Pacífico y del Atlántico, siendo predominante en Tamaulipas, Tabasco y Campeche en la región del Golfo de México [6]. Esta especie es capturada con embarcaciones palangreras de mediana altura en la zona Pacífico Sur y con embarcaciones menores tipo lancha o “pan-

ga” [4] en la zona del Pacífico Norte, Sur, y en el Atlántico [6].

Se considera que al menos el 50% de las capturas de tiburones en el Golfo de México corresponde a organismos inmaduros [4]. Debido a la alta presión pesquera sobre las crías de tiburón martillo, y al ser una de las dos especies cosmopolitas pelágico-costeras, con una importante captura en ambos litorales de México, se ha incluido en la lista de las 26 especies de tiburones con prioridad de conservación, ya que en el Atlántico Norteamericano se han reducido sus capturas [7]. Catalogada por la Lista Roja de la IUCN como especie en peligro [8].

La falta de registros históricos de captura y esfuerzo para esta especie ha impedido el uso de modelos tradicionales de evaluaciones de poblaciones. Por ello, recientemente, las evaluaciones de riesgo ecológico por efectos de la pesca han tomado importancia a nivel mundial [9] [10] [11].

La evaluación de riesgo ecológico por efectos de la pesca, es un método que permite la rápida identificación de especies en riesgo de sobre-explotación debido a los efectos de la pesca y, provee la base sobre la cual se implementarán las acciones de manejo [12]. Es un análisis muy completo, dividido en tres niveles jerárquicos que permiten hacer un estudio cualitativo en el primer nivel, semicuantitativo en el segundo y cuantitativo en el

tercer nivel de manera eficaz y rápida. Este método, permite hacer la evaluación de las poblaciones con la información disponible de historia de vida y pesquerías de las especies. En este estudio, se realizó el segundo nivel, semi-cuantitativo llamado Análisis de Productividad y Susceptibilidad, con el que se estimó el riesgo ecológico o el riesgo de sobre-explotación.

METODOLOGÍA

- Caracterización de las pesquerías de tiburones

Se revisó la información generada en el periodo 2007-2013 por el Laboratorio de Pesquerías ECOSUR (unidad Campeche) sobre la pesca comercial de tiburones en el sur del Golfo de México: Tabasco, Campeche y Yucatán. Se realizaron registros de captura, esfuerzo y composición de las capturas (tallas, sexo y estadios de madurez) en los sitios de desembarque y se realizaron también entrevistas a pescadores y permisionarios o dueños de las bodegas y/o cooperativas en donde se obtuvieron datos complementarios relacionados con el tipo de pesquería, equipos y arte de pesca, zona y temporadas de pesca.

- Composición de las capturas de *S. lewini* en las diferentes pesquerías caracterizadas

Para determinar la composición de las capturas de *S. lewini*, se registró el sexo, las mediciones de los órganos reproductores, la longitud total (LT) y el estadio de madurez, siguiendo la metodología propuesta por Castro [13].

- Evaluación de riesgo ecológico por los efectos de la pesca de *S. lewini*.

Para la evaluación de riesgo ecológico por los efectos de la pesca (ERAEF) en el presente

proyecto se utilizó la mejor información disponible para *S. lewini*, a partir de la literatura y datos generados por el Laboratorio de Pesquerías ECOSUR (unidad Campeche) desde 2007.

El ERAEF contiene tres niveles jerárquicos de evaluación independientes: 1) Análisis de Escala de Intensidad y Consecuencias, utiliza información existente y conocimiento de expertos sobre una pesquería para identificar riesgos y consecuencias de las actividades de pesca; 2) Análisis de Productividad y Susceptibilidad, es aplicado a las especies que en el primer nivel de evaluación hayan sido catalogados con riesgo moderado o alto; y 3) Evaluación Cuantitativa, basada en un modelo, para determinar exhaustivamente los efectos de la pesca en poblaciones catalogadas con moderado o alto riesgo por el segundo nivel [14].

En el presente proyecto se aplicó el segundo nivel de evaluación (Análisis de Productividad y Susceptibilidad) del ERAEF. Lo anterior considerando que el riesgo de las poblaciones de elasmobranquios en la zona es alto para el primer nivel del ERAEF. El riesgo de sobre-explotación de *S. lewini* se determinó con base en su productividad biológica (PB) y la susceptibilidad de captura (SC) para cada equipo de pesca (tipo de pesquería) (Tabla 1) utilizando el programa PSA de la NOAA, versión 1.4 (Marzo, 2010). A los atributos para estimar la PB y SC se les asignó un peso del 1 al 4 (de menor a mayor nivel de importancia) para determinar cuáles atributos tienen el mayor efecto en el resultado de PB y SC. De la misma manera, a cada atributo, se le dio una calificación de calidad, tomando en cuenta la fuente de información [15].

Para el análisis de productividad biológica se evaluaron los atributos: r, edad máxima, talla

máxima, constante de crecimiento de von Bertalanffy (k), mortalidad natural (M), fecundidad, edad de madurez, nivel trófico, longitud promedio de madurez (L50) y ciclo reproductivo. Cada atributo recibió un valor de 3 (alto), 2 (medio) y 1 (bajo), del más alto al más bajo.

Para la estimación de susceptibilidad de captura, los atributos evaluados fueron: Estrategia de manejo, traslape horizontal (disponibilidad), concentración geográfica, traslape vertical (posibilidad de encuentro), migraciones estacionales, agregaciones y otras respuestas de comportamiento, la morfología afecta la captura, sobrevivencia post-captura; tamaño de la flota, estacionalidad de la pesquería, especie objetivo de la pesquería, y selectividad del equipo (CPUE). Cada atributo recibió un valor de 3 (alto), 2 (medio) y 1 (bajo), del más alto al más bajo.

Tabla 1. Pesquerías del sur del Golfo de México donde se captura *S. lewini*

TABASCO	
PESQUERÍA (Especie Objetivo)	EQUIPO
Bandera/Balá	Palangre anzuelo No. 7 y 8
Huachinango	Palangre anzuelo No. 9 y 11
Robalo	Red monofilamento 7" Luz de malla
Sierra	Red monofilamento 3" y 3.5" Luz de malla
Tiburón	Palangre/Cimbra anzuelo No. 4 y 6
CAMPECHE	
PESQUERÍA (Especie Objetivo)	EQUIPO
Sierra	Red monofilamento 3.25" y 4.5" Luz de malla
Robalo	Red monofilamento 6" y 7" Luz de malla
Cazón	Red seda 3.5" y 4.5" Luz de malla
Bandera/Balá	Palangre anzuelo No. 7 y 8
Raya/Tiburón	Red seda 12", 14", 16" y 17" Luz de malla
Tiburón	Red seda 14" y 16" Luz de malla
Chopa	Red monofilamento 8" Luz de malla
Cazón	Red monofilamento 4" y 4.5" Luz de malla
Multiespecífica	Red monofilamento/seda MI* 4.5" y 5" Luz de malla
Cazón	Red monofilamento 3", 3.5" y 4" Luz de malla
YUCATÁN	

PESQUERÍA (Especie Objetivo)	EQUIPO
Tiburón/Raya	Red seda 14" y 16" Luz de malla
Mero (MD**)	Palangre anzuelo No. 11 y 12
Carito/Cazón	Red monofilamento 4", 4.25", 5" y 6" Luz de malla
Tiburón (MD**)	Cimbra anzuelo No. 6

*(MI) Multiespecífica-Incidental, el objetivo de la pesquería se modifica dependiendo de la temporada.
 **(MD) Mediana Altura, tipo de embarcación.

Desde 2007 se han realizado monitoreos con registros de desembarcos y entrevistas en el sur del Golfo de México, encontrándose 34 puertos pesqueros en los estados de Tabasco, Campeche y Yucatán, en donde se ha documentado la captura de *S. lewini* en 19 diferentes pesquerías, por lo que se estimó el riesgo de sobre-explotación en cada una de ellas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron 2309 individuos de la especie *Sphyrna lewini* en el periodo 2007-2013 en 19 pesquerías del sur del Golfo de México, 2056 especímenes en Tabasco y 253 en Campeche.

De las 19 pesquerías en el sur del Golfo de México, *S. lewini* tiene riesgo medio en 12 y en 7 pesquerías tiene riesgo alto. *Sphyrna lewini* tiene un mayor grado de sobreexplotación en las pesquerías bandera/balá y sierra en Tabasco; sierra, cazón red seda, raya/tiburón y multiespecífica en Campeche; y carito/cazón en Yucatán (Figura 1).

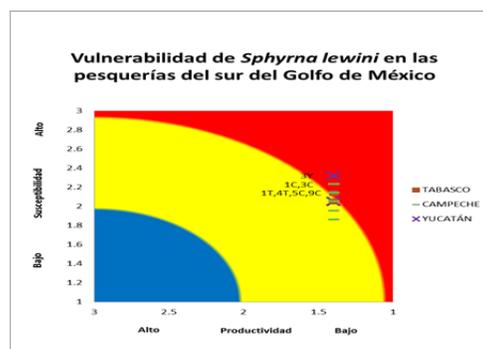


Figura 1. El gráfico está dividido en tres secciones: a) Azul, riesgo bajo, b) amarillo, riesgo medio y, c) rojo, riesgo alto.

Existen 7 pesquerías en la zona de riesgo alto (zona de SC alta y PB baja): Carito/cazón en Yucatán (3Y), sierra (1C) y cazón red seda (3C) en Campeche, y bandera/balá (1T) y sierra (4T) en Tabasco, con el mismo riesgo se encuentran las pesquerías raya/tiburón (5C) y multiespecífica (9C) en Campeche.

La productividad biológica de *S. lewini* es baja (1.4, en la escala de 1-3) y no cambia para las diferentes pesquerías, porque los atributos biológicos no son afectados por las mismas.

La productividad de las especies puede ayudar en evaluaciones de riesgo de sobreexplotación. Esto se debe a que la productividad permite determinar el tiempo que sería necesario para que una especie se pueda recuperar de la sobrepesca. Una productividad baja ocasiona que la recuperación de la población sea más lenta [16].

Kinney & Simpfendorfer [17] indican que para especies con baja productividad un grupo importante a cuidar son los subadultos, su alta captura podría reducir su productividad. En ninguna de las pesquerías de la región se captura con frecuencia subadultos; son más comunes los juveniles de alrededor de 100 cm en la pesquería de palangre en Tabasco y en la de redes de monofilamento en Campeche. Entre los adultos, los machos son comunes en la pesquería con palangre tiburonero en Tabasco, y en cambio, las hembras adultas son raras en todas las pesquerías de la región. Solo se cuenta con el registro de una hembra adulta en palangre tiburonero en Tabasco.

Dado que se obtuvieron valores de riesgo de medio a alto se recomienda realizar la evaluación cuantitativa (análisis demográfico) de la especie, y poner especial atención de las capturas de *S. lewini* en al menos las 7 pesquerías en donde se obtuvo un riesgo alto.

CONCLUSIONES

La evaluación de riesgo ecológico o de vulnerabilidad de sobreexplotación es una herramienta para las pesquerías con datos insuficientes o limitados.

Sphyrna lewini es un tiburón martillo con PB baja y SC alta en diferentes pesquerías, por lo que tiene un riesgo alto de sobrepesca.

REFERENCIAS

- [1] Castillo-Géniz, J. L. Márquez-Farías, J. F. Rodríguez de la Cruz, M. C. Cortés, E. Cid del Prado, A. 1998. The mexican artisanal shark fishery in the Gulf of Mexico: towards a regulated fishery. *Mar Freshwater Res.* 49: 611-20.
- [2] Bonfil, R. 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper 341*. FAO, Rome.
- [3] Bonfil, R. 1997. Status of shark of resources in the Southern Gulf of Mexico and Caribbean: implications for management. *Fisheries Research.* 29: 101-117.
- [4] INAPESCA. s/a. *La Pesquería de Tiburones del Golfo de México. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México*. Instituto Nacional de la Pesca. México. Pp. 533-558.
- [5] Compagno, L. Dando, M. Fowler, S. 2005. *Sharks of the World*. Princeton University Press. Hong Kong. 368 p.
- [6] CONAPESCA-INP. 2004. *Plan de Acción Nacional para el Manejo y Conservación de Tiburones, Rayas y Especies Afines en México*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca e Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural,

Pesca y Alimentación. Mazatlán, México. 80 p.

[7] Anislado, T. V. 2000. *Ecología Pesquera del Tiburón Martillo Sphyrna lewini (Griffith & Smith, 1834) en el Litoral del Estado de Michoacán, México*. Tesis Maestría en Ciencias (Biología de Sistemas y Recursos Acuáticos). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 145 p.

[8] IUCN 2012. *IUCN Red List of Threatened Species*. Versión 2012.1. Consultado en: www.iucnredlist.org el 25 de septiembre de 2012.

[9] Braccini, J. M. Gillanders, B. M. Walker, T. I. 2006. Hierarchical approach to the assessment of fishing effects on non-target chondrichthyans: case study of *Squalus megalops* in southeastern Australia. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 63: 2456–2466.

[10] Tovar-Ávila, J. Day, R. W. Walker, T. I. 2010. Using rapid assessment and demographic methods to evaluate the effects of fishing on *Heterodontus portusjacksoni* off far-eastern Victoria, Australia. *Journal of Fish Biology*. doi:10.1111/j.1095-8649.2010.02788.x

[11] Hobday, A. J. Smith, A. Webb, H. Daley, R. Wayte, S. Bulman, C. Dowdney, J. Williams, A. Sporcic, M. Dambacher, J. Fuller, M. Walker, T. 2007. *Ecological Risk Assessment for Effects of Fishing: Methodology*. Report R04/1072 for the Australian Fisheries Management Authority, Canberra.

[12] Walker, T. I. 2005. Management measures. In *Management techniques for elasmobranch fisheries*. Musick, J. A. & Bon-

fil, R. (Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations). Pp. 216-242. Cc

[13] Castro, J. I. 1993. The shark nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. *Environmental Biology of Fishes*. 38: 37-48.

[14] Cotter, J. & Lart, W. 2011. *A Guide for Ecological Risk Assessment of the Effects of Commercial Fishing (ERAEF)*. Prepared for the Sea Fish Industry Authority, Grimsby. 78 p.

[15] Patrick, W. S. Spencer, P. Ormseth, O. Cope, J. Field, J. Kobayashi, D. Gedamke, T. Cortés, E. Bigelow, K. Overholtz, W. Link, J. Lawson, P. (2009). Use of Productivity and Susceptibility Indices to Determine Stock Vulnerability, with Example Applications to Six U.S. Fisheries. Dep. Commer. *NOAA Tech. Memo. NMFS-F/SPO-101*, 90 p.

[16] Patrick, W. S. Spencer, P. Link, J. Cope, J. Field, J. Kobayashi, D. Lawson, P. Gedamke, T. Cortes, E. Ormseth, O. Bigelow, K. Overholtz, W. (2010). Using productivity and susceptibility indices to assess the vulnerability of United States fish stocks to overfishing. *Fishery Bulletin*. 108: 305-322.

[17] Kinney, M. J. & Simpfendorfer, C. A. (2009). *Reassessing the value of nursery areas to shark conservation and management*. *Conservation Letters* 2. Pp. 53–60.

Palabras clave: Productividad biológica, susceptibilidad, vulnerabilidad, juveniles, pesquerías, sobreexplotación.

Estimación de la vulnerabilidad del cazón de ley, *Rhizoprionodon terraenovae*, en las pesquerías del Banco de Campeche, México

Bravo-Zavala, Fátima G., Pérez-Jiménez J.C., Cu-Salazar, N. y Méndez-Loeza, I.

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.
heyfafy@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Los elasmobranquios presentan una serie de complicaciones para el manejo de su pesquería y medidas de conservación. Las características de sus historias de vida hacen de ellos un recurso frágil, muy susceptible a la sobre-explotación [1]. En México las pesquerías artesanales de tiburón han sido una importante fuente de alimento y empleo desde hace varias décadas. En el Golfo de México, esta pesquería está basada en la abundancia estacional de diversas especies de tiburones [2].

El cazón de ley o tutzun, *Rhizoprionodon terraenovae*, es el tiburón más abundante en el Golfo de México [3]. Esta especie es capturada con una gran variedad de equipos, incluyendo el palangre, redes de enmalle y redes de arrastre [4].

El análisis de riesgo ecológico es un método de evaluación rápida que identifica y prioriza los riesgos por los efectos de la pesca [5]. Este análisis se divide en tres niveles: El Análisis de Causas y Consecuencias (SICA) que utiliza datos cualitativos; el nivel 2 que es el Análisis de Productividad y Susceptibilidad (PSA) basado en datos semi-cuantitativos y finalmente el nivel 3 que implica análisis y modelos demográficos con datos cuantitativos [6].

Debido a que no se cuenta con los datos suficientes para realizar un análisis demográfico (nivel 3) de la población de *R. terraenovae*, en el presente estudio se realizó el Análisis de Productividad y Susceptibilidad.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo un muestreo en las principales comunidades pesqueras de los estados de Tabasco, Campeche y Yucatán desde 2007.

Se realizaron registros de desembarcos y entrevistas a los pescadores para identificar aquellas pesquerías en las que se captura *R. terraenovae*.

El análisis de Productividad y Susceptibilidad para *R. terraenovae* se realizó con base al método propuesto por Patrick et al., (2009) [7] modificado de Hobday et al., (2004) [8].

La productividad biológica fue estimada basada en los siguientes atributos: Tasa intrínseca de crecimiento (r), edad máxima, talla máxima, coeficiente de crecimiento de von Bertalanffy (k), mortalidad natural estimada, fecundidad, longitud promedio de madurez, ciclo reproductivo, edad de madurez y nivel trófico. Para determinar la susceptibilidad de captura los siguientes atributos fueron utilizados: Estrategia de manejo, traslape horizontal (disponibilidad), concentración geográfica, traslape vertical (posibilidad de encuentro), migraciones estacionales, agregaciones y otras respuestas de comportamiento, la morfología afecta la captura, sobrevivencia post-captura, tamaño de la flota, estacionalidad de la pesquería, objetivo de la pesquería y selectividad del equipo (CPUE).

Se elaboró una matriz donde a cada atributo se le asignó un valor de 1 a 3, de acuerdo a los intervalos establecidos donde (1) corresponde a un valor bajo, (2) un valor medio y (3) un valor alto. Posteriormente con el promedio de los valores de cada atributo se estimaron los índices de productividad y susceptibilidad de captura por pesquería para *R. terraenovae*.

El nivel de riesgo ecológico (vulnerabilidad) de *R. terraenovae* se calculó mediante la distancia Euclidiana al punto de origen en un gráfico de dispersión x-y (en este caso 3.0 a 1.0) este gráfico combinó P (productividad

biológica; eje X) y S (susceptibilidad de captura; eje Y) con la ecuación tomada de Patrick et al., (2009) [7]:

$$v = \sqrt{(P-3)^2 + (S-1)^2}$$

Las especies con un valor de productividad biológica bajo y un alto valor de susceptibilidad se considerarán las más vulnerables a la sobrepesca mientras que aquellas especies con una alta productividad y baja susceptibilidad serán las menos vulnerables [9].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 37 pesquerías identificadas para los estados de Tabasco, Campeche y Yucatán; *R. terraenovae* es capturado en 23. Cada una de estas pesquerías captura diferentes estadios de la población, desde neonatos hasta adultos.

La productividad biológica estimada para *R. terraenovae* fue de 2.4 lo que la coloca en un valor medio (2) de productividad [7] lo que explica porque puede soportar un nivel mayor de explotación [10] respecto a otras especies de tiburones de tallas más grandes.

En los valores estimados para la susceptibilidad de captura para el estado de Tabasco, la pesquería de Bandera/ balá (*Bagre marinus/Dasyatis americana*) con palangre, obtuvo el valor más alto (2.05) mientras que el valor más bajo (1.59) fue para la pesquería de Cintilla (*Trichiurus lepturus*).

En el estado de Campeche tres pesquerías fueron las que presentaron los valores más altos; la pesquería dirigida a Cazón con red de multifilamento con el valor más alto (2.32), seguida de la pesquería dirigida también a cazón pero con red de monofilamento (2.14), y por último la pesquería de Sierra (*Scomberomorus maculatus*) (2.05).

Para el estado de Yucatán la pesquería que presentó el valor más alto de susceptibilidad fue la de Carito/ cazón (*Scomberomorus cavalla/ R. terraenovae*) (2.23) con red de monofilamento, mientras que la más baja fue la

dirigida a Sardina (*Opisthonema oglinum*) (1.68).

Tabla 1.- Lista de las pesquerías donde se registran capturas de *R. terraenovae* y los valores de susceptibilidad y vulnerabilidad.

Pesquería	Equipo	S	V
Tabasco			
(T1) Bandera/ balá	Pal. anz. No 7 y 8	2.05	1.21
(T2) Huachinango	Pal. anz. No 9 y 11	1.86	1.05
(T3) Robalo	Red mono 7"	1.95	1.13
(T4) Sierra	Red mono 3" y 3.5"	1.86	1.05
(T5) Cintilla	Red mono 2.5" y 3"	1.59	0.84
Campeche			
(C1) Cazón	Red mono 4" y 4.5"	2.14	1.29
(C2) Camarón	Red mono y multi 2"	1.77	0.98
(C3) Sierra	Red mono 3.25" y 4.5"	2.05	1.21
(C4) Huachinango	Pal. anz. No 10 y 11	1.68	0.91
(C5) Robalo	Red mono 6" y 7"	1.77	0.98
(C6) Cazón	Red mono 4" y 4.5"	1.86	1.05
(C7) Cazón	Red multi 3.5" y 4.5"	2.32	1.45
(C8) Bandera/ balá	Pal. anz. No 7 y 8	1.77	0.98
(C9) Multiespecífica	Red mono 3.5", 4" y 5"	1.86	1.05
(C10) Chopa	Red mono 8"	1.59	0.84
(C11) Multiespecífica	Pal. anz. No 7 y 8	1.77	0.98
Yucatán			
(Y1) Mero	Pal. anz. No 8 y 10	1.95	1.13
(Y2) Carito/ cazón	Red multi y mono 4", 4.25", 4.5", 5" y 6"	2.23	1.37
(Y3) Sardina	Red mono 1.4" y 2.5"	1.68	0.91
(Y4) Mero (media-alta altura)	Pal. anz. No 11 y 12	1.86	1.05
(Y5) Robalo	Red mono 5" y 6"	1.77	0.98
(Y6) Cazón	Red mono 5"	1.86	1.05
(Y7) Multiespecífica	Pal. anz. No 7 y 9	1.77	0.98

Los valores más altos de vulnerabilidad fueron para la pesquería dirigida a Cazón (1.45) con red de multifilamento en el estado de Campeche, seguida de la pesquería de Carito/ cazón (1.37) en el estado de Yucatán; la pesquería de Cazón con red de monofilamento en Campeche (1.29), la dirigida a Bandera/ balá (1.21) con palangre en Tabasco y la de Sierra (1.21) con red de monofilamento en Campeche. Ninguno de estos valores superó el riesgo medio de vulnerabilidad.

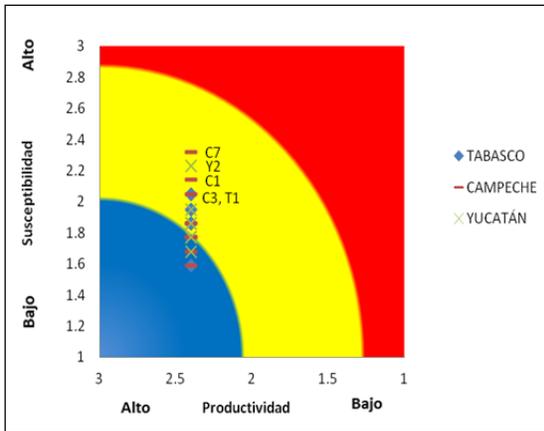


Figura 1.- Gráfico de la vulnerabilidad de *R. terraenovae* en las pesquerías del Sur del Golfo de México. Se resaltan las pesquerías que muestran los valores más altos, los códigos se encuentran en la Tabla 1.

De acuerdo a los resultados, las pesquerías mencionadas anteriormente representan el mayor riesgo para la especie; cabe mencionar que todas, a excepción de la pesquería en Tabasco para Banderá/ balá que usa palangre, utilizan redes de enmalle de mono o multifilamento, lo que indica que la especie presenta una selectividad más alta a este equipo.

Teniendo en cuenta estos resultados, una propuesta para disminuir el riesgo de sobreexplotación, es proponer tamaños mínimos o máximos de luz de malla, lo que ayudaría a reducir la captura de juveniles y adultos [11], particularmente en las pesquerías con riesgo más alto. Se recomienda que cualquier medida de manejo o estudios futuros sean enfocados principalmente a las pesquerías con el riesgo más alto.

La composición de las capturas de *R. terraenovae* en las pesquerías que presentaron los valores más altos para susceptibilidad y vulnerabilidad se conformó en su mayoría de juveniles y adultos, con una mayor proporción de machos; considerando que son las hembras adultas las que se encargan de dar continuidad a la población, se puede decir que esta especie podría seguir soportando los niveles de captura.

De cualquier manera, es importante señalar que se requiere de un análisis demográfico que permita determinar si el riesgo estimado en este estudio es suficientemente alto como para poner en peligro a la población. Por ello, los estudios futuros deben de enfocarse a estimar los parámetros reproductivos y de crecimiento necesarios para dicho análisis.

CONCLUSIONES

R. terraenovae es capturado en 23 de las 37 pesquerías identificadas para los estados de Tabasco, Campeche y Yucatán; estas pesquerías presentan una gran diversidad de equipos, zonas de pesca, temporadas y especies objetivo.

R. terraenovae presentó un nivel de productividad biológica medio (2.4).

De todas las pesquerías registradas, cinco arrojaron los valores más altos para la susceptibilidad de captura y vulnerabilidad; sin embargo, ninguno de estos valores sobrepasó el valor medio.

Los individuos presentes en las capturas son juveniles y adultos en su mayoría machos, lo que sugiere que el stock reproductivo permanece estable y esto le permite seguir soportando los niveles de captura.

A pesar de la relativamente alta productividad biológica de *R. terraenovae*, respecto a otros tiburones, y sus valores medios para susceptibilidad de captura y vulnerabilidad; deben tomarse medidas de manejo precautorias para asegurar que la pesca de esta especie siga siendo redituable y se mantenga sostenible. Estas medidas deben tener en cuenta a los pescadores que son quienes viven de este recurso.

REFERENCIAS

- [1] Bonfil R. *FAO Fisheries Technical Paper 341*. 1994. 119 p.
- [2] Castillo-Géniz J.L., Márquez-Farías J.F., Rodríguez de la Cruz M.C., Cortés E., Cid del Prado A. *Marine and Freshwater Research*. Volumen 49. 1998. 611-620 p.
- [3] Márquez-Farías J.F. & Castillo-Géniz J.L. *Fisheries Research*. Volumen 39. 1998. 183-198 p.
- [4] Simpfendorfer C.A. & Burgess G.H. *Northwest Atlantic Fisheries Organization*. 2002. Estados Unidos. 1-10 p.
- [5] Cotter J. & Lart W. *A Guide Prepared for the Sea Fish Industry Authority, Grimsby*. 2011. 79 p.

[6] Hobday A., Smith A., Webb H., Daley R., Wayte s., Bulman C., Dowdney J., Williams A., Sporcic M., Dambacher J., Fuller M. y Walker T. *Report to the Australian Fisheries Management Authority, Canberra, Australia*. 2007. 215 p.

[7] Patrick W.S., Spencer P., Ormseth O., Cope J., Field J., Kobayashi D., Gedamke T., Cortés E., Bigelow K., Overholtz W., Link J y Lawson P. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. 2009 NMFS-F/SPO-101, 90 p.

[8] Hobday A., Stobutzki I., Webb H., *Report to the Australian Fisheries Management Authority, Canberra, Australia*. 2004. 142 p.

[9] Patrick W.S., Spencer P., Link J., Cope J., Field J., Kobayashi D., Lawson P., Gedamke T., Cortes E., Ormseth O., Bigelow K. y Overholtz W. *Fishery Bulletin*. 2010. 305-322 p.

[10] Walker T.I. *Marine and Freshwater Research*. Volumen 49. 1998. 553-572.

[11] Carlson J.K. & Cortés E. *Fisheries Research*. Volumen 60. 2003. 405-414

[12] Pérez-Jiménez J.C., Méndez-Loeza I., Mendoza-Carranza M. y Cuevas-Zimbron E. 2012. *Recursos Acuáticos Costeros del Sureste*. Recorecos. México.

Palabras clave: Tutzun, productividad, susceptibilidad, riesgo, selectividad.

Morfología del condrocraáneo del tiburón picudo, *Carcharhinus brevipinna*.

Mendoza-Vargas, O. U., J. Terán-Martínez, A. Kobelkowsky-Díaz, E. F. Balart-Páez, I. H. Salgado-Ugarte.

Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. urielhf@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En tiburones y rayas el cráneo está compuesto por el condrocraáneo y el esplanocráneo [1]. El condrocraáneo, neurocráneo cartilaginoso, condroneurocráneo o endocráneo, es una caja que carece de suturas y da forma al componente primario del cráneo [2], se divide en tres regiones externas: la región etmoidal, que incluye el rostro y las cápsulas nasales; la región orbito-temporal formada por las orbitas separadas una de otra por la placa basal y el techo del cráneo y la región ótico-occipital conformada por las cápsulas óticas y el occipital [3]. El esplanocráneo incluye el arco mandibular, formado por un par de palatocuaadrados (superiores) y un par de cartílagos de Meckel (inferiores); el arco hioideo que incluye un par de hiomandibulares, un par de ceratohiales y un basihial; y los arcos branquiales [4]. El condrocraáneo se ha descrito e ilustrado a detalle en pocas especies de elasmobranquios [3]. El presente trabajo hace una descripción general del condrocraáneo y esplanocráneo del tiburón picudo *Carcharhinus brevipinna* (Müller y Henle, 1839). El tiburón picudo, también llamado puntas negras y punta de lápiz, se caracteriza por las puntas

negras de sus aletas, excepto las pélvicas, hocico largo y puntiagudo, ojos pequeños, prominentes surcos labiales, hendiduras branquiales largas [5]. En México se distribuye en el Golfo de México y probablemente en el Mar Caribe [5].

METODOLOGÍA

Se realizó la disección de un ejemplar juvenil de *C. brevipinna*, capturado con palangre en las costas de Veracruz, México. El organismo fue identificado a nivel específico con ayuda de las claves taxonómicas Compagno (1984) [6], Castro (2011) [7]. Se colectó la región cefálica, incluyendo los arcos branquiales y la cintura pectoral, se fijó con formaldehído al 10% y se conservó en alcohol etílico al 70%.

Para exponer el condrocraáneo se retiró la piel y la musculatura cefálica con ayuda de material de disección. Al retirar la piel se expuso la musculatura cefálica, branquial, hioidea y el tejido fibroso asociado a las ámpulas de Lorenzini. Posteriormente se retiraron los músculos y el tejido fibroso para exponer así el cartílago del condrocraáneo, el aparato hioideo, las

mandíbulas y los arcos branquiales. Se describe e ilustra de manera general las características de esta región desde las vistas dorsal, ventral y lateral. Las ilustraciones se realizaron mediante una *camera lucida* acoplada a un microscopio este-reoscópico marca Leica Wild M3Z. Las imágenes fueron editadas con Adobe Photoshop CS5. La terminología usada para las estructuras esqueléticas se basa en la propuesta por Compagno (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ejemplar de *Carcharhinus brevipinna*, fue identificado por las siguientes características: origen de la primera dorsal situado ligeramente detrás del margen posterior de la aleta pectoral, aletas angostas con ápices puntiagudos de color negro, aletas pélvicas sin coloración apical negra, pliegue interdorsal ausente.

Condrocráneo

Para propósitos descriptivos se divide el condrocráneo tres regiones y en siete áreas estructurales.

1. Región etmoidal.

1.1. Rostro.

Cartílago compuesto por tres unidades, uno medio rostral que se origina en la región medio ventral de las capsulas nasales y dos que surgen en el piso dorsal de las capsulas nasales, se fusionan en la región anterior, formando una fenestra rostral. Se encuentra en posición anterior

con respecto a la fontanela anterior. La longitud del cartílago medio rostral comprende 2.24 veces la longitud basonasal.

1.2. Capsulas nasales.

Estructuras pareadas que se encuentran por detrás del rostro, cada una comprende una cavidad nasal llamada foramen nasal, con el borde dorsal ondulado y con una abertura ventral. Dentro de la cavidad se encuentran los nostrilos o lamelas olfatorias en forma de peine y por encima del órgano olfatorio se encuentra un cartílago en forma de anillo llamado cartílago nasal que se une al techo de la fontanela nasal más cercano al borde externo.

2. Región orbital

En la región anterior, sobre la mitad posterior de las capsulas nasales, se encuentra la fontanela, con forma oval cubierta de tejido membranoso.

2.1. Orbitas.

Las orbitas están rodeadas por los procesos preorbitales, postorbitales y las crestas supraorbitales. Los procesos postorbitales presentan una bifurcación en la región anterior.

2.2. Placa basal

La placa basal es la parte ventral de la cavidad cerebral, se extiende desde las cápsulas nasales hasta el centro occipital.

2.3. Techo craneal

El techo del cráneo es la cubierta dorsal de la cavidad cerebral, abarca desde la fontanela anterior hasta la foseta parietal.

3. Región ótico occipital

3.1. Cápsulas óticas

Las cápsulas óticas son los contenedores pareados del oído interno, estructuras separadas por la parte posterior de la placa basal y del techo del cráneo, se articulan con la hiomandíbula a través de facetas hiomandibulares dentro de las cápsulas.

3.2. Occipital

Es la parte posterior del cráneo, donde convergen las cápsulas óticas, la placa basal y el techo del cráneo.

Esplacnocráneo

El esplacnocráneo incluye un arco mandibular, un arco hioideo y cinco arcos branquiales. El arco mandibular está compuesto de un palatocuadrado en la parte superior, y un cartílago de Meckel en la parte inferior, a cada lado de la mandíbula. El palatocuadrado o mandíbulas superior está asociado al condrocáneo anteriormente un proceso orbital o entopalatal (palatobasal) y posteriormente por un proceso ótico. El ceratobranquial y el hiomandibular son elementos del esplacnocráneo que sirven en la suspensión mandibular. Los arcos branquiales están formados por hipobranquiales, ce-reatobranquiales y epibranquiales.

El condrocáneo de *Carcharhinus brevipinna* sigue el patrón morfológico de la familia Carcharhinidae que consiste en tres cartílagos rostrales delgados y desarrollados. Esta se caracteriza por el proceso postorbital bifurcado anteriormente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Álvarez del Villar, J. 1994. *Anatomía Comparada Básica*. Ed. Trillas. México. 581 pp.
- [2] Compagno, J. L. V. 2003. *Sharks of the Order Carcharhiniformes*. The Blackburn Press. E. U. A. 486 pp + ilustraciones.
- [3] Cappetta, H. 1987. *Handbook of Paleoichthyology. Vol 3B: Chondrichthyes II, Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii*. Gustav Fischer Verlag-Stuttgart. Alemania. 193 p.
- [4] Ashley, L. M. y Chiasson, R. B. 1979. *Laboratory Anatomy of the Shark*. McGraw-Hill. E. U. A. 84 pp.
- [5] Compagno, J. L. V., Dando, M. y Fowler, S. 2005. *Sharks of the world*. Princeton University Press. U.S.A 368 pp.
- [6] Compagno, J. L. V. 1984. *FAO Species Catalogue, Vol. 4. Sharks of the World: an Annotated and Illustrated Catalogue of Shark Species Known to Date. Part 2 Carcharhiniformes*. FAO Fisheries

CONCLUSIONES

Synopsis (125) Vol.4, Parte 2. Roma. 251-655 pp.

[7] Castro, J. I. 2011. *Sharks of North America*. Oxford University Press. E.U. 613 p.

PALABRAS CLAVE: cráneo, cartílago, proceso, condrocráneo, esplanocráneo.

Caracterización de la pesquería de tiburón en la Bahía de Paredón, Chiapas, México.

Celaya Castillo C., J.P. Arias Aréchiga, J.M. López Vila.

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Campus del Mar Sede Tonalá.

sharkgirl.crissie.25@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La pesca es una actividad que ha representado en los últimos cinco años el 1.8 por ciento de la producción nacional, con 22 mil toneladas anuales, de las cuales 4 mil 500 han sido de camarón, 7 mil de escama marina y 3 mil de tiburón (Orozco-Gutiérrez, 2004).

La pesca es fuente importante de empleos, ingresos y alimentos de alto valor nutricional, de acuerdo con los resultados obtenidos con la realización del primer censo al sector pesquero por la Secretaría de Pesca en el año 2003, existen más de 23,000 pescadores, 14 mil 110 de ellos en la costa y 8 mil 922 en las aguas continentales o interiores, de estos, se tienen 12,558 pescadores registrados (Secretaría de Pesca del Estado, 2004).

Debido a las características de los ecosistemas marinos y costeros de México, existe una gran variedad de tiburones. Se han reconocido más de 200 especies de elasmobranquios; entre ellos tiburones, mantas y rayas, distribuidos a lo largo de aguas de jurisdicción federal (CONAPESCA-INP, 2004).

Actualmente se tiene gran interés por el estudio de los tiburones, aunado con el hecho de que cada vez se declaran más especies protegidas. En México entró en vigor la normatividad de pesca responsable de tiburón, (NOM-029) y especies a fines, la cual tiene como objetivo lograr el aprovechamiento sostenible de los tiburones, así como la conservación y protección de elasmobranquios (DOF-SAGARPA, 2007).

METODOLOGÍA

El Golfo de Tehuantepec se localiza entre las coordenadas de latitud Norte 96° 7' 30'' y 92° 14' 30'', y las de longitud Oeste 14° 30' 15'' y 16° 13'. Es una región tradicionalmente pesquera y altamente productiva desde el punto de vista ecológico, ya que presenta importantes procesos físicos durante el año, como lo son las surgencias, los aportes continentales de agua dulce y la dinámica ecológica de grandes sistemas lagunares, lo que determina una alta producción pesquera (Tapia-García, 1997).

La región tiene un clima templado subhúmedo, con lluvias en verano; dos estaciones climáticas marcadas, temporada de seca (noviembre a abril) y la estación lluviosa (mayo-acotubre). Los vientos del norte se presentan durante la estación de seca; y son conocidos como "Nortes", en el Golfo de México, y "tehuanos", "tehuantepecos" o "tehuantepecanos" (Tapia-García *et al.* 2007).

Dentro del Golfo de Tehuantepec se encuentra la bahía de Paredón, Chiapas; **localizado** en el Municipio Tonalá, del Estado de Chiapas, México y se encuentra en las coordenadas: Longitud 16°03'03"N. Latitud 93°52'00"O.

La localidad se encuentra a una mediana altura de 3 metros sobre el nivel del mar (fig 1).

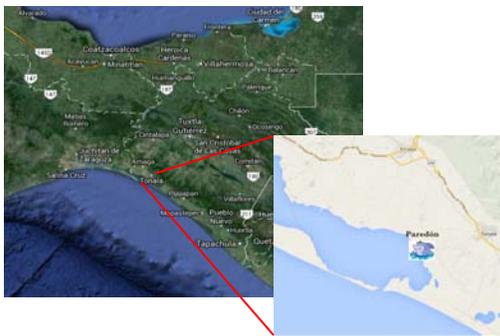


Fig. 1 Bahía de Paredón, Chiapas

Especie	M	H	T	Talla mínima (cm)	Talla máxima (cm)	Talla promedio (cm)
<i>Carcharhinus falciformis</i>	60	48	10	61	249	173.5
<i>Sphyrna lewini</i>	60	42	10	61	231	150
<i>Carcharhinus limbatus</i>	0	2	2	154	155	154.5

Los tiburones fueron muestreados de las capturas de las embarcaciones palangreras, en el punto de desembarque en Paredón, Chiapas.

Las especies se identificaron con ayuda de diferentes claves. Las tallas se obtuvieron midiendo los ejemplares con una cinta métrica, colocándolos en posición natural, con la aleta caudal extendida en línea recta sobre el eje del cuerpo. Las medidas que se tomaron en cuenta fueron: longitud total (LT), distancia comprendida desde la punta del hocico a la aleta caudal; longitud furcal (LF), distancia comprendida desde la punta del hocico furca caudal; y longitud orbito-furcal, distancia comprendida desde la parte trasera del ojo a la furca (Fig. 2).

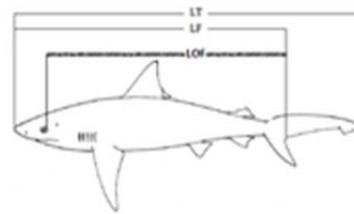


Fig. 2 Biometrías

El sexo se determinó mediante la observación de presencia de los gonopterigios o claspers en machos y ausencia de estos en las hembras y la madurez sexual en machos.

La madurez sexual se midió según la siguiente escala:

- (I) Indiferenciado
- (II) En reposo
- (III) De $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ de la cavidad abdominal
- (IV) De $\frac{3}{4}$ a toda la cavidad abdominal
- (V) Desovado

Y en los machos según la calcificación de las gonopterigios.

También se aplicaron encuestas a los pescadores para conocer, lo tipos de artes de pesca empelados en la captura de tiburones, horarios y lugar de pesca y tipo de carnada que utilizan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron un total de 212 organismos distribuidos en dos géneros y tres especies: *Carcharhinus falciformis*, *Sphyrna lewini* y *Carcharhinus limbatus*, obtenidos de las capturas de la flota palangrera de la Bahía de Paredón, Chiapas. El total de machos y hembras para cada especie, así como el promedio de tallas y la las tallas máxima y mínima se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Total de machos, hembras y tallas por especie

La localidad cuenta con 7 Sociedades Cooperativas, las cuales tienen un registro de 3,200 pescadores activos, de estos 400 se dedican a la pesca del tiburón. Las embarcaciones son de fibra de vidrio de 10 a 14 metros de eslora, cada una con un motor de 75 hp. El tipo de arte de pesca utilizado es el palangre, en el cual se utiliza una línea con 200 anzuelos, y se lo coloca barrilete (*Katsuwonus pelamis*) como carnada principal. Para capturar cazón se utiliza trasmallo de media agua o en su defecto palangre.

CONCLUSIONES

La pesca del tiburón es una actividad económica importante en la Bahía de Paredón, Chiapas.

El presente estudio describió dicha actividad pesquera, dando a conocer los tipos de artes de pesca que se utilizan, horarios de pesca, tipo de embarcaciones, temporadas en las que las capturas son más abundantes, tipo de carnada y la composición de las tallas de capturas por especie y abundancia de estas.

En general la mayoría de los organismos eran inmaduros y no se pudo encontrar organismos maduros ni hembras grávidas, ya que no fue posible obtener datos en los meses de mayo, junio y julio, puesto que estaba en vigor la veda

REFERENCIAS

CONAPESCA-INP, 2004. Plan de Acción Nacional para el Manejo y conservación de Tiburones, Rayas y Especies a fines en México. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca e Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Mazatlán, México. 85 p.

Orozco-Gutiérrez M. 2004. La pesca en Chiapas. Tonalá, Chiapas. Pp. 4 y 9.

SAGARPA. 2007 PROY-NOM-O29-PESC. Proyecto De Norma Oficial Mexicana. Pesca Responsable De Tiburones Y Rayas. Especificaciones

Para Su Aprovechamiento. Diario Oficial de la Federación.

Tapia-García, M. 1997. Estructura e interacciones ecológicas de las comunidades de peces de la plataforma continental y la Laguna Mar Muerto, en el Golfo de Tehuantepec al sur del Pacífico mexicano. Tesis de doctorado en Ciencias del Mar, Unidad Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado del Colegio de Ciencias y Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México.

Tapia-García, M., M.C. García-Abad, A. Carranza-Edwards y F. Vázquez-Gutiérrez. 2007. Environmental characterization of the continental shelf of the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Geofísica Internacional*. Vol. 46, No. 4:249-260.

PALABRAS CLAVE: Pesca, palangre, condrictios, Sociedad Cooperativa, Golfo de Tehuantepec.

Estimación de la longitud total de *C. falciformis* y *S. lewini* capturados en el Océano Pacífico Este Tropical a partir de la longitud del tronco e interdorsal como herramienta de manejo pesquero.

Polo-Silva C, S. Siu, G. Acevedo, M. Ixquiac, J. M. Carvajal, A. M. Suarez, V. Puentes

Oficina de Generación del Conocimiento y la Información, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, Bogotá, Colombia. carlos.polo@aunap.gov.co

INTRODUCCIÓN

En el este del Pacífico Tropical se encuentran áreas altamente productivas, las cuales albergan grandes depredadores como tiburones, atunes y picudos. Muchos de estos pelágicos mayores son especies objetivos en varias pesquerías o representan un alto porcentaje por pesca incidental, por ejemplo entre las especies más capturadas se encuentran el tiburón piloto *C. falciformis* y el tiburón martillo *S. lewini*. [1]. En Colombia estas especies han representado cerca de 54.3 t entre 1996 y 2005 [2, 3].

Información biológica de estas dos especies ha sido recopilada a través de varios estudios alrededor del mundo, incluyendo trabajos de reproducción, hábitos alimenticios y edad y crecimiento. Estudios de retrocálculo y relación de talla-peso han tomado un valor significativo en el manejo pesquero, específicamente cuando uno de los problemas asociados con las estadísticas pesqueras en muchos países latinoamericanos es el desembarco de especímenes sin cabeza y aletas, lo cual dificulta la identificación de las especies y la estimación de medidas morfométricas como la longitud total [3, 4]

El objetivo de este estudio fue proponer ecuaciones de conversión para determinar la longitud total (LT) del tiburón piloto y el tiburón martillo a partir de la longitud del tronco (LTr) e interdorsal (LI) como una herramienta para el monitoreo y estadística pesquera.

METODOLOGÍA

Los individuos fueron capturados en el Pacífico colombiano y en el Pacífico de Centro América entre 1994-1995, 2006, 2012 y 2013. A todos los especímenes, se les tomó la longitud total, longitud del tronco y longitud interdorsal. Adicionalmente se registró el peso de estos para poder estimar la existencia de una relación o no con la talla.

Para determinar la ecuación que permitiría estimar la longitud total de los individuos se utilizó una regresión lineal entre la LT vs LTr y la LT vs IL. [7]. Asimismo, se estimó la relación longitud peso para cada especie. Para estimar si existían diferencias significativas en la longitud total entre individuos capturados en Centro América y Colombia se utilizó la prueba no paramétrica de Mann Whitney.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La relación entre la LT vs LTr en *C. falciformis* y *S. lewini* fue significativa ($r^2 = 0.98$ y 0.55 respectivamente) (Fig 1). Previos estudios han estimado ecuaciones de retrocálculo para estas dos especies utilizando esta misma metodología [3], encontrando también una relación significativa aunque un poco menor ($r^2 = 0.66$) en el tiburón piloto que la encontrada en el presente estudio debido posiblemente al bajo número de muestras. En cuanto a *S. lewini* la relación fue más significativa en este estudio posiblemente debido a la presencia de individuos de diferentes tallas tanto inmaduros como maduros.

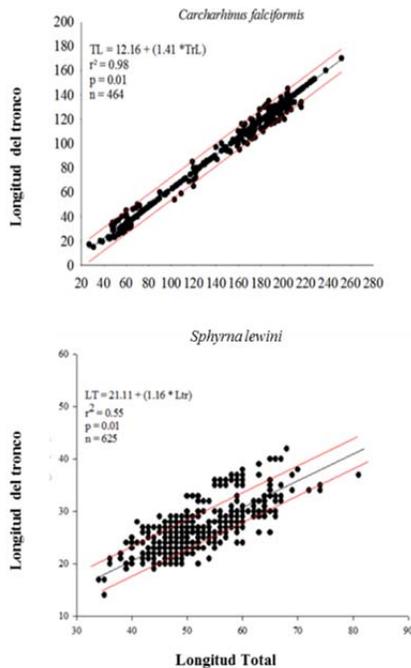


Figura 1. Relación entre la Longitud total y la longitud del tronco de *C. falciformis* y *S. lewini*

La relación de la LT vs LI fue también altamente significativa en las dos especies con valores de $r^2 = 0.69$ para *C. falciformis* y 0.96 para *S. lewini* (Fig 2). Sin embargo, en el tiburón piloto es notoria la formación de dos grupos sugiriendo la presencia de dos poblaciones diferentes en el área. Un reciente estudio genético ha demostrado una leve diferencia poblacional en esta especie para esta región, donde algunos grupos puedan provenir del este y otros del oeste [5]. Teniendo en cuenta lo anterior es probable que algunos de estos individuos se puedan acercar a las zonas costeras del Pacífico Central y Colombia.

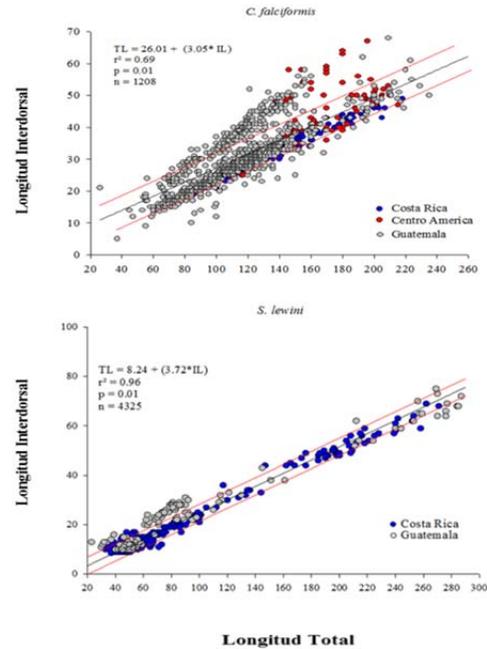


Figura 2. Relación entre la Longitud total y la longitud inter-dorsal de *C. falciformis* y *S. lewini*

La relación entre la longitud total y el peso también fue también significativa para el tiburón piloto y el tiburón martillo capturadas en el Pacífico central ($r^2 = 0.72, 0.59$). Sin embargo para el tiburón martillo capturado en aguas del Pacífico Colombiano los valores fueron más bajos ($r^2 = 0.40$). Asimismo, las dos especies mostraron un crecimiento alométrico, ya que el coeficiente de regresión estuvo por debajo de 3.

Existen diferentes factores que pueden afectar el peso en los elasmobranchios, entre los más frecuentes se encuentran: el contenido estomacal, el estado de madurez, el peso y tamaño del hígado, el cual influye directamente el factor de condición, generalmente individuos que presenten el hígado de mayor tamaño, tienen buenas reservas de energía para la flotación y para la búsqueda de sus potenciales presas [6, 7].

Los factores de conversión de longitud se convierten en una herramienta sencilla para estimar de una forma conservadora varias

mediciones morfológicas con información limitada. Algunas de las características morfométricas como longitud total son difíciles de obtener cuando los individuos son desembarcados sin cabeza y sin la aleta caudal. En esos casos, medidas de la longitud del tronco y la longitud interdorsal son fáciles de obtener y de esta forma mediante ecuaciones de conversión obtener la talla de los individuos y de esta forma de evitar la pérdida de información.

CONCLUSIONES

La estimación de tallas reales de captura, junto con otros trabajos de orden trófico y de reproducción, entre otros, permite tener información valiosa para el manejo pesquero, en especies como estas que son vulnerables a la sobreexplotación por las características de su historia de vida. Este análisis también puede dar elementos que permiten ver que hay diferencias entre poblaciones de un lugar y otro.

REFERENCIAS

- [1] Rojas, P., Giovanni P. y Puentes V. 2012. Cadenas de comercialización de productos pesqueros de especies pelágicas del pacífico colombiano en el marco del corredor marino del pacífico este tropical –CMAR En: Puentes, V. y Moncaleano, A. (Eds.). Sistema de Gestión Regional para el Uso Sostenible de los Recursos Pesqueros del Corredor Marino del Pacífico Este Tropical (CMAR). Resultados de Gestión en Colombia. Fundación Malpelo y otros Ecosistemas Marinos.
- [2] Navia, A.F., Mejía-Falla, P. A., Zapata, L. A., Bessudo, S., Soler, G., y Rubio, E.A. 2009. Estado del conocimiento de Tiburones y Rayas del Pacífico Colombiano. En: Puentes, V., Navia, A.F., Mejía-Falla, P. A., Caldas, J. P., Diazgranados, M.C., y Zapata, L.A. (Eds.) Avances en el conocimiento de tiburones, rayas y quimeras de Colombia. Fundación Squalus, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, Instituto Colombiano Agropecuario. Colciencias, Conservación Internacional, WWF: 131- 193.
- [3] Navia. 2011. Análisis de estadísticas pesqueras colectadas por el Estado. En; Mejía-Falla, P.A. y A.F. Navia (eds). Estadísticas pesqueras de tiburones y rayas en el Pacífico colombiano. Documento técnico Fundación SQUALUS No FS0111. 70 pp.
- [4] Bustamante Duarte. C. 2007. Espectro trófico del tollo vieja *Mustelus henlei* (Pisces:Triakidae), capturado incidentalmente con red de arrastre camaronero y mallador, en Buenaventura, Pacífico colombiano. Anteproyecto del trabajo de grado para optar al título de Biólogo Marino. Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- [5] Galván-Tirado, C., Díaz-Jaimes, P., García-de León, F. J., Galván-Magaña, F., & Uribe-Alcocer, M. (2013). Historical demography and genetic differentiation inferred from the mitochondrial DNA of the silky shark (*Carcharhinus falciformis*) in the Pacific Ocean. *Fisheries Research*, 147, 36-46..
- [6] Kohler, N.E., Casey, J.G. & Turner, P.A. 1995. Length-weight relationships for 13 species of sharks from the western North Atlantic. *Fish. Bull.*, 93, 412-418.
- [7] Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *J. Appl. Ichthyol.* 22, 241-253

PALABRAS CLAVE: Retrocalculo, tiburón, crecimiento alométrico.

Monitoreo de las capturas incidentales de elasmobranquios en las pesquerías artesanales de playa en el extremo sur de Brasil

Ivanoff, Rayd. Araújo, P.; dos Santos, P.; de Paula, C.; Oddone, M. C.; Velasco, G.

Laboratório de recursos pesqueiros artesanais - Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande/RS, Brasil.
raydnunes@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La playa Cassino está situada en el sur de Brasil ($32^{\circ}14'39.9''S$ e $52^{\circ}12'15.5''W$), en el estado de Rio Grande do Sul (RS). Debido a las condiciones oceanográficas y meteorológicas de esta zona del Atlántico Sur Occidental, la región tiene una alta productividad biológica, que se refleja en los buenos rendimientos de la pesca [1]. De este modo, los 250 Km de largo esta playa son utilizados regularmente por los pescadores artesanales que se valen de diferentes métodos de pesca en función de las especies objetivo. Las modalidades conocidas localmente como “lance de playa” (enmalle) y “arrastre de playa” (cerco) se encuentran entre las más utilizadas por los pescadores artesanales y se distinguen uno del otro por el equipo que utilizan y su forma de uso. En el “lance de playa” se utiliza una red de enmalle perpendicular a la costa, a la deriva pero con una punta controlada desde la playa, y el esfuerzo de pesca es dirigido a la Pescadilla real (*Macrodon atricauda*) y las Burriquetas (*Menticirrhus littoralis* y *M. americanus*), que se pescan principalmente entre los meses de mayo a agosto [2]. Por otro lado, la pesca de “arrastre de playa”, en la cual se cierra un cerco y se tira de los dos extremos de la red hacia la playa, tiene como especie principal la Corvina (*Micropogonias furnieri*), con mayores capturas entre los meses de agosto y noviembre [2]. Además de las modalidades mencionadas, en la playa de Cassino, también se lleva a cabo la pesca con redes de trasmallo fija, conocida localmente como “pesca con red de cabo”, y también la pesca con línea y anzuelo, ésta última considerada como pesca deportiva. En todas las pesquerías, los elasmobranquios son capturados incidentalmente, como *bycatch*, de manera que sus carcasas se encuentran frecuentemente descartadas en la playa. En esta región, los elasmobranquios constituyen

un componente importante de la fauna de peces marinos en términos de abundancia y biodiversidad [3]. Estudios de la ictiofauna realizados a través de monitoreo de la pesca artesanal de playa y de la pesca industrial de arrastre de fondo en la región interna de la plataforma continental, indican que las aguas costeras de RS son fundamentales para la reproducción de las poblaciones regionales de 21 especies de elasmobranquios, de acuerdo con la presencia de los neonatos en esa zona [4]. Este trabajo tiene como objetivo presentar los resultados del monitoreo de las capturas incidentales de elasmobranquios en las pesquerías artesanales de la playa Cassino y registrar la presencia de especies amenazadas de extinción, según la Lista Roja de la Unión Mundial para la conservación de la Naturaleza (UICN) [5].

MÉTODOS

En la pesca de lance y arrastre de playa, el desplazamiento de los pescadores se da por tierra, en esta playa que permite tránsito de vehículos, con un camión con un remolque que lleva la embarcación que se utilizará para lanzar las redes detrás de la línea donde rompen las olas. De este modo, fueron recorridos en promedio 100 Km de playa continua en cada salida de muestreo. La actividad pesquera se realiza entre la costa y a una profundidad máxima de 10 m. La duración total de toda la operación de pesca, desde el calado de la red hasta el recogimiento y despesca, tiene un promedio de 120 minutos. En el lance de playa las redes son de enmallar, con 750 m de longitud máxima, en promedio, 2 m de altura y apertura de malla entre 13 y 14 cm entre nudos opuestos, mientras que en el arrastre de playa la red tiene una longitud máxima media de 1000 m, 2 m de altura y 14 cm de la tamaño de malla en los

extremos (mangas) y 7 cm entre nudos opuestos en la porción media (sacador). En la pesquería con red de cabo, es utilizada una red con tres paños, los dos externos con tamaño de malla más grande, y el del medio con una apertura de malla menor. Su tamaño varía dependiendo de la especie objetivo. En las operaciones de pesca monitoreadas se registró fecha, local y tipo de pesca. Los elasmobranquios capturados se identificaron a nivel de género y, cuando posible, de especie. Fue registrado el sexo e el estadio de madurez sexual (Figura 1).



Figura 1: Despesca de un "lance de playa", efectuado en la playa de Cassino, municipio de Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil, con captura incidental de elasmobranquios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el período comprendido entre el 19/11/2012 y 10/01/2014 se realizaron 66 salidas de campo, con periodicidad semanal. En 32 salidas, 57 muestreos fueron posibles de las siguientes formas de pesca: pesca con línea (5), red de cabo (7); lance de playa (17), arrastre de playa (8), y descarte de carcasas (sin observación de la pesquería) (20). Los lances de playa se observaron entre el 06/04/2013 y 12/12/2013; y los arrastres de playa entre el 02 y el 06/12/2012 y del 29/10/2013 al 12/12/2013. Durante el último trimestre de 2013 se registró la pesca con las dos redes. La pesca con red de cabo, línea y anzuelo, y los descartes de carcasas fueron continuas durante todo el año de 2013. La captura incidental de elasmobran-

quios correspondió a 352 especímenes, incluyendo tres géneros de tiburones (Familia Sphyrnidae, Carcharhinidae y Squatinidae), y seis de rayas (Familia Myliobatidae, Torpedinidae, Rhinobatidae, Gymnuridae, Dasyatidae y Arhynchobatidae) (Tabla 1).

Tabla 1: Diversidad y número de elasmobranquios capturados incidentalmente en las pesquerías artesanales realizadas en la playa de Cassino, municipio de Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil, en las modalidades de pesca monitoreadas: Li = linha; R = Red de cabo; La = Lance de playa; A = Arrastre de playa; D = Descarte; GR = Grado de amenaza de especies según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Especies	GR	L i	R	L a	A	D
<i>Sphyrna spp</i>					3 0	
<i>Sphyrna lewini</i>	Endangered		3 0	1	1 3	2
<i>Sphyrna zygaena</i>	Vulnerable		2	1		
<i>Mustelus schmitti</i>	Endangered			1	1	
<i>Mustelus fasciatus</i>	Critically Endangered			1		
<i>Squatina spp</i>	- <i>S. argentina</i> : Endangered - <i>S.</i> guggenheim: Endangered - <i>S. occulta</i> : unknown			2 6		
<i>Myliobatis spp.</i>			2	2	2 9 2	4
<i>Myliobatis ridens</i>	not yet been assessed		1	2	1 7 5	4 7
<i>Myliobatis goodei</i>	Data Deficient		2	1 4	9 9	2
<i>Myliobatis freminvillei</i>	Data Deficient					2
<i>Narcine brasiliensis</i>	Data Deficient				1	
<i>Rhinobatos horkelii</i>	Critically Endangered		2		1 5	5
<i>Dasyatis hypostigma</i>	Data Deficient		1		2	
<i>Gymnura altavela</i>	Vulnerable				1	
<i>Sympterygia acuta</i>	Vulnerable			5		1 2
<i>Sympterygia bonapartei</i>	Data Deficient			2		1

La identificación a nivel de especie de los elasmobranquios capturados en estas pesquerías fue realizado en los siguientes casos: 1) cuando estaban enganchados en las redes y fueron liberados con vida, 2) cuando después de la despesca fueron depositados en la arena durante la extracción de los demás peces; 3) cuando se encontraron las carcasas enteras descartadas en la playa. Los individuos correspondientes a especies de amenazadas de extinción, cuya captura no es permitida por ley, fueron devueltos al mar inmediatamente. Registros fotográficos de este hecho fueron utilizados para la identificación a nivel de género. El lance de playa fue el tipo de pesca que capturó una mayor diversidad de elasmobranquios (al menos nueve especies, con exclusión de los géneros multiespecíficos). Por otro lado, el arrastre de playa fue la modalidad de pesca que capturó el mayor número de individuos ($n = 141$). Entre las rayas, el género *Myliobatis* fue el más representativo en todas las modalidades de pesca, presentando también el mayor porcentaje de descarte de la pesca. La captura incidental de tiburones martillo *Sphyrna lewini* y *S. zygaena* ocurrió en individuos con talla total entre 40 y 50 cm durante el verano con red de cabo (32) y arrastre de playa (13), y confirman que esta es un área de cría para esta especie. Se registraron capturas de *Mustelus schmitti* en la pesca de arrastre de playa, el 06/12/12, y lance de playa, el 12/12/2013, ambos con talla total próximo a 35 cm, o sea: juveniles. El otro gatazo, *Mustelus fasciatus*, fue registrado solamente una vez, con la captura de una hembra de 47,3 cm de talla total (también juvenil), capturada el 12/12/2013 en un lance de playa. Los angelitos *Squatina* spp. fueron pescados en lances de playa en 4/6/13, 16/6/13, 10/9/13 e 12/9/13, y los pescadores los soltaban rápidamente. Se obtuvieron registros fotográficos de individuos de diversos tamaños. Las tres especies de rayas *Myliobatis* se encontraron así: dos machos de *M. freminvilei* descartado el 11/6/13 y otro el 27/11/13; 87 *M. goodei* (58 hembras y 28 machos), y 97 *M. ridens* (69 hembras y 24 machos, mas 4 indeterminados) a lo largo de todo el año. Las capturas comprenden individuos con LD de neonatos a adultos. Se registro un individuo de pequeño porte de *Narcine*

brasiliensis en arraste de playa, el 6/12/12, rápidamente liberado en el mar. De la guitarra *Rhinobatos horkelli* se observaron: un neonato el 6/12/12, en pesca de arrastre de playa, tres descartados el 10/5/13, con LT entre 26,5 y 48 cm. Otra cabeza de adulto fue encontrada el 10/12/13. Los demás registros son de individuos capturados en arrastre e logo liberados con vida. *Dasyatis hypostigma*: también registro de una hembra preñada, pero que pudo ser muestreada por no estar viva. Fue pescada con línea y anzuelo, y tenía ancho de disco de 51,9 cm. Tres embriones a término fueron extraídos de la hembra, con ancho de disco entre 10,6 y 10,9 cm. Otras dos hembras fueron pescadas en un arrastre, el 12/12/13, y tenían 51,2 y 53 cm de LD, con embriones de 7,1 - 7,5 cm, y 8,4 - 9,1 cm la otra. Se registró una hembra preñada de *Gymnura altavela* en un arastre, el 12/12/13, y también fue liberada. *Sympterygia acuta*: el 10/5/13 descarte de 9 individuos con LT de 29 a 50 cm, y el 4/6/13 descarte de 4 con talla menor que 15 cm, en un lance de playa. *Sympterygia bonapartei*: dos descartadas el 4/6/13 en un lance de playa, siendo un macho adulto y una hembra adulta.

CONCLUSIONES

Varias especies de elasmobranquios resultaron ser vulnerables a la pesca artesanal que ocurre en la playa de Cassino a lo largo del año, tanto especies de tiburones como de rayas. A pesar de que no conocemos el impacto que esta pesca pueda tener sobre ellas, pues es necesario estimar captura y esfuerzo totales, es importante que estos monitoreos continúen siendo realizados durante un periodo extenso de tiempo, para que en el futuro ese impacto pueda ser correctamente cuantificado. No obstante, la captura predominante de individuos maduros indica que al menos en algunas especies logran llegar al estado adulto y reproducirse; pero la captura de hembras gestando embriones puede ser preocupante.

REFERENCIAS

[1] Odebrecht, C. & Castello, J. P., 2001, The convergence ecosystem in the southwest Atlantic. In Seeliger, U. & Kjerfve, B. (Eds.), *Coastal marine ecosystems of Latin America*. Ecological studies 144, Springer-Verlag, Berlin . 360 p.

[2] CEPERG 2014. Disponível em: <<http://www4.icmbio.gov.br/ceperg/inicio/home.php>>. Acesso em: 17/01/2014

[3] Vooren, C. M. 1998, Ambientes Costeiros e Marinhos e sua Biota, Elasmobrânquios Demersais. In: Seeliger, U.; Odebrecht, C.; Castello, J. P. (Eds.), *Os Ecossistemas Costeiro e*

Marinho do Extremo Sul do Brasil. Ecoscien-
tia, Rio Grande, p. 157 – 162.

[4] Vooren, C. M. e Klippel, S. 2005. *Ações para conservação de tubarões e raias no sul do Brasil*. Igaré. Brazil.

[5] IUCN 2014. *IUCN Red List* Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/amazing-species>>. Acesso em 17/01/2014

PALABRAS CLAVE: Tiburones, Rayas, *bycatch*, modalidade de pesca.

Pesquería de rayas en la zona centro del estado de Campeche, México

Martínez Cruz, L. E., J. L. Oviedo Pérez, J. L., L. I. Balan Che.

Centro regional de investigación pesquera en Lerma, Campeche. Instituto Nacional de Pesca.
luis.mcruz@inapesca.sagarpa.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La pesquería de rayas en el Estado de Campeche es una actividad importante, en los últimos 10 años es el principal productor de este recurso para el Golfo de México y Mar Caribe, con promedio de 1,178 Ton. Por año, mostrando una tendencia negativa a partir del 2004 pasando de 1,361 a 1,113 ton en el 2010. Para los habitantes de las zonas ribereñas, representa una fuente de alimento y empleo cuando otros recursos de mayor importancia económica escasean o se encuentran en veda.

A pesar de que en esta zona este recurso se captura desde hace mucho tiempo, existe poca información biológica pesquera, que permita conocer el estado actual de la pesquería. Por esta razón, se realizó el presente trabajo con el objetivo de caracterizar las pesquerías de rayas y proveer información biológico-pesquera que permita diseñar medidas que promuevan el aprovechamiento sustentable de este recurso.

METODOLOGÍA

Durante el 2013 se realizaron visitas mensuales a los puertos de Sabancuy, Champotón, Isla arena y Seybaplaya se registró la descarga de las embarcaciones que presentaron capturas de rayas ya sea como pesca objetivo o incidental.

Mediante entrevistas directas con los patrones de las embarcaciones a la hora de desembarco del producto se obtuvo información sobre el nombre del patrón, características y nombre de la embarcación, número de pescadores, pesca objetivo, zona de pesca, profundidad de captura, tipo de carnada, característica del equipo de pesca utilizado, horas de operación. La identificación de los organismos se realizó a nivel de especie con la ayuda de claves de campo. Con un ictiómetro de madera se registró el Ancho del Disco (AD). El sexo se determinó de manera visual, con la presencia o ausencia de los órganos reproductores (gonopteríngios), y determinado la madurez sexual. La información obtenida fue capturada en hoja de cálculo Excel para los análisis correspondientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo de estudio se obtuvieron registros de 148 viajes de pesca dirigidos a la captura de rayas y 58 viajes dirigidos al barge bandera y huachinango.

La pesca de rayas se realiza por embarcaciones de fibra de vidrio, de 7 a 8 m de eslora y motores fuera de borda de 45 a 75 H.P. de 2 y 4 tiempos, generalmente no tienen sistemas de conservación del producto; en su mayoría utilizan GPS (Sistema de Posicionamiento Global); operan en profundidades de 5 a 50 m y con tripulación de hasta cuatro pescadores.

El arte de pesca utilizado en la captura dirigida de rayas es la red de enmalle de hilo de

poliamida multifilamento y poliamida monofilamento, con luz de maya de 30 a 45 cm,

De manera incidental las rayas son capturadas por el palangre de fondo que tiene como objetivo el bagre bandera y el huachinango, estos equipos presentan una línea madre que puede ser de nylon monofilamento de 2 a 3 mm de diámetro o de nylon multifilamento, reinales con longitud 0.70 a 1 m, con separación entre reinal de 2.5 a 3 m, sin alambrada, calados a fondo, con un tiempo de reposo de 12 horas por noche, con 1800 a 2400 anzuelos curvos, tipo “garra de águila” de los números 6 y 7. Se utiliza carnada muerta la cual pueden ser trozos de aleta de calamar o pescado (bonito, cojinuda) y tentáculos de pulpo.

En total se contabilizaron 3,277 organismos de los cuales el 85 % se capturaron como pesca objetivo con la red rayera y el 15 % como incidental por el palangre de fondo. Se registraron 5 especies de rayas (Tabla 1), la más representativa fue la *Rhinoptera bonasus* (Raya chucha) con el 51.7%, *Dasyatis americana* (Bala) con 39.4 %, *Aetobatus narinari* (raya pinta) con el 7 %, mientras que las especies *Gymnura micrura*, *Himantura schmardae* y *Mobula hypostoma* aportaron el 1.8%.

Durante el presente estudio se pudo observar un cambio en la composición porcentual de las especies de rayas ya que *R. bonasus* registra los porcentajes más altos, Martínez-Cruz [2] reporta a *D. americana* y *A. narinari* como las especies con mayores registros en las capturas, este cambio en los porcentajes obedece al incremento en la demanda de *R. bonasus* y a su alta susceptibilidad de captura.

Tabla 1 Talla mínima, máxima y promedio del AD para las especies capturadas durante el presente estudio.

Especies	Min.	Max.	Prom.
<i>R. bonasus</i>	61	103	88.65
<i>D. americana</i>	39	136	63.53
<i>A. narinari</i>	60	175	102.43
<i>G. micrura</i>	62	83	71.18
<i>H. schmardae</i>	89	104	98.00

Para *R. bonasus* las tallas registradas para los machos fueron de 67 a 94 cm AD, media de 88 cm \pm 5.8 y en hembras de 61 a 103 cm AD con media de 90.25 \pm 9.2. La proporción de sexos fue de 1.5:1 (hembra:macho). Se encontró que el 74 % de las hembras registradas en el presente estudio superan la longitud de madurez (AD50%) de 89.1 reportada para la misma zona [3]. El macho adulto más pequeño fue de 85 cm AD.

Para *D. americana* las tallas registradas para los machos fueron de 40 a 88 cm AD, media de 57.27 cm \pm 5.75, en hembras de 39 a 136 cm AD con media de 70.32 \pm 16.09. La proporción de sexos fue de 0.92:1 (hembra:macho). Se encontró que el 41% de las hembras registradas en el presente estudio superan la longitud de madurez (AD₅₀) de 70 cm AD reportada por Aguilar [1] para la comunidad de Antón Lizardo, Veracruz. El macho adulto más pequeño fue de 40 cm AD.

Para *A. narinari* las tallas registradas para los machos fueron de 68 a 134 cm AD con media de 104.95 cm \pm 18.16, en hembras de 60 a 175 cm AD con media de 99.70 cm \pm 26.17. La proporción de sexos fue de 0.9:1 (hembra:machó).

La Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) promedio anual en la red rayera fue de 18.77 \pm 37.31 org/lance (Figura 1). Los meses con los mayores rendimientos de pesca fueron abril y septiembre con 55 y 36.7 organismos

por lance, mientras que los meses con los menores rendimientos fueron de junio a agosto con 9.7, 9.8, y 10.7 organismos por lance. La captura incidental por unidad de esfuerzo (CIPUE) en la pesca dirigida de rayas fue de 0.7 org/lance y el porcentaje de eficiencia fue de 96.6 %. En el palangre de fondo los valores de CPUE promedio anual para la captura incidental de rayas fueron de 4.9 ± 4.7 org/lance, octubre registro los valores más altos con una CPUE de 13 rayas por lance, mientras que el mes que reportó la menor CPUE fue noviembre con dos rayas por lance.

En la red rayera la *R. bonasus* registro una CPUE promedio anual de 11.25 ± 37.5 org/lance con los valores más altos de 55.2 y 33.3 en abril y septiembre, mientras que en el palangre de fondo la CPUE para esta especie fue de 0.45 ± 2.1 org/lance, registrándose los mayores registros en los meses de febrero y abril con 4.5 y 0.6 org/lance.

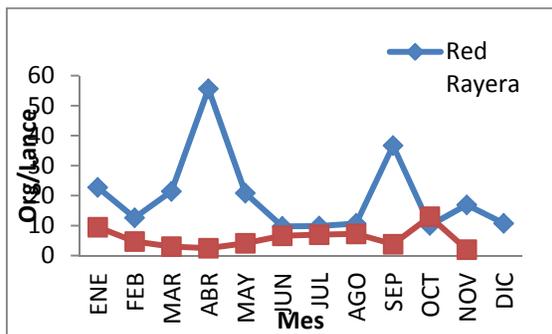


Figura 1. CPUE mensual para rayas en el estado de Campeche durante el 2013.

La raya *D. americana* presento una CPUE promedio anual en la red rayera de 5.7 ± 6.9 org/lance, los meses donde se observó una mayor abundancia fueron mayo y noviembre con 9.3 y 14 org/lance. En el palangre de

fondo la CPUE promedio anual fue de 4.2 ± 4.6 organismos por lance, los meses donde se observó una mayor abundancia fueron enero y octubre con 9.5 y 12.6 org/lance.

La raya pinta *A. narinari* registro una CPUE promedio anual en la red rayera de 1.5 ± 2.5 org/lance, los meses donde se observó una mayor abundancia fueron enero, agosto y octubre con 4.75, 2.28 y 2.21 org/lance. En el palangre de fondo los valores globales de CPUE para esta especie fueron de 0.09 ± 0.2 org/lance, el mes donde se observó la mayor CPUE fue octubre con 0.33 org/lance.

De Agosto a Diciembre se registró una disminución del esfuerzo dirigido a la captura rayas de un 75%, debido principalmente a que durante estos meses la veda de pulpo está abierta y muchos pescadores dirigen su esfuerzo a la captura de este recurso que es el de mayor importancia económica para las comunidades rivereñas en la zona.

CONCLUSIONES

La pesquería de rayas es ribereña artesanal realizándose durante todo los meses del año.

Las especies que sostienen la pesquería de rayas son *R. bonasus* y *D. americana* aportando el 91 % de la captura de rayas.

Las rayas *D. americana*, y *R. bonasus* forman parte de la captura incidental en las pesquerías de palangre de fondo dirigida al bagre bandera y huachinango.

La captura de *R. bonasus* y *D. americana* estuvo compuesta principalmente por organismos que superan la talla de primera madurez.

Los valores altos de CPUE para *R. bonasus* están relacionados con las agregaciones que

realiza lo que la hace muy susceptible a la pesca.

La apertura de veda del pulpo en la zona sirve como amortiguador en la pesca de rayas

REFERENCIAS

[1] Aguilar, C. G. “Análisis reproductivo de la raya blanca *Dasyatis americana* (Hilderbrand y Schroeder, 1928) en Punta Antón Lizardo, Alvarado. Veracruz. . 2007 Tesis para obtener grado de Maestra en Ciencias. México, D.F. 71 pp.

[2] Martínez-Cruz L.E, J.L. Oviedo-Pérez, L. González-Ocaranza, L.I. Balan-Ché. J.I. Maldonado-Martín. 2012. Caracterización de la pesquería de elasmobranquios en el estado de Campeche. Informe técnico 2011. SAGARPA/INAPESCAP/DGIPA-Veracruz. Informe interno.

[3] Pérez-Jiménez, J. C. 2011. Biología reproductiva de la raya *Rhinoptera bonasus* (Elasmobranchii) en el sureste del Golfo de México. *Hidrobiológica* 21(2): 159-167.

PALABRAS CLAVE: Pesca ribereña, pesca artesanal, red, palangre, dirigida.

Evaluación preliminar de métodos de muestreo para investigar la ecología de neonatos y juveniles de *Sphyrna lewini* en zonas costeras.

Corgos, A. y A. Rosende

Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras. Universidad de Guadalajara. V. Gómez Farías #82, 48980, San Patricio-Melaque, Jalisco; acorgos@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Durante trabajos previos con los pescadores artesanales de la costa Sur de Jalisco en investigaciones anteriores, observamos capturas accidentales de juveniles de muy pequeño tamaño de tiburón martillo (*Sphyrna lewini*), repitiéndose el patrón año tras año: las hembras grávidas se acercan a la zona costera a alumbrar a sus crías durante la época de lluvias (julio-noviembre), y los neonatos permanecen en la zona costera durante al menos unos meses. Este comportamiento ya fue descrito en diferentes partes del mundo, como Hawaii (Clarke, 1971) o en Florida (Carlson, 2000) y del Pacífico mexicano como Baja California (Kimley, 1987, Galván-Magaña, com. Pers.), Sinaloa (INAPESCA, 2009, Márquez-Farías, com. Pers.) y Oaxaca (Alejo-Plata et al., 2007). Debido a la madurez tardía y a su baja fecundidad (Compagno, 1984), *S. lewini* es una especie muy vulnerable a la sobreexplotación, y recientemente se han incorporado al Apéndice II (especies amenazadas) de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES, 2013). Las áreas de reproducción y cría son hábitats críticos de vital importancia para mantener el reclutamiento para los tiburones (Anislado & Robinson, 2001; Heupel & Simpfendorfer, 2002), por lo tanto, el conocimiento de las zonas de cría y la ecología de los juveniles es esencial para la conservación de la especie.

Para investigar la ecología de neonatos y juveniles es necesario un método de muestreo adecuado, esto es, el que permita una captura por unidad de esfuerzo óptima, que no dañe a los ejemplares capturados y los mantenga en buen estado de salud para marcarlos y liberar-

los con garantías de supervivencia. En estudios previos utilizaron palangre (Clarke, 1971) y línea de mano (Duncan & Holland, 2006). El palangre tiene la ventaja de obtener potencialmente más captura, pero tiene la desventaja que los ejemplares pueden morir si no se recuperan y liberan en un tiempo corto. La línea de mano tiene la ventaja de que se saca cada ejemplar de uno en uno y rápidamente, por lo que su estado de salud es inmejorable. Por el contrario la captura puede ser muy baja al tener muchos menos anzuelos en el mar. El objetivo de este trabajo es evaluar ambos métodos de captura para juveniles neonatos de tiburón martillo *S. lewini* con el fin de aplicar el más adecuado para realizar estudios de ecología mediante marcado-recaptura en la costa de Jalisco y Colima.

METODOLOGÍA

Se diseñó un palangre experimental, utilizando como base un palangre de superficie denominado “monofilamento automático” modificado para que trabaje cerca del fondo. La base del sistema es una línea madre de algodón-nylon tratado de Ø 4 mm que va bobinada en un carrete de accionamiento manual, sobre la que se fijaron (mediante clips) los anzuelos y los elementos flotantes en la largada y se desengancharon en la virada, simplificando su manejo y almacenamiento (Figura 1). Con el fin de que el largado, la recogida o revisión sea rápida, y para evitar la muerte de los ejemplares capturados, se decidió utilizar 30 anzuelos circulares del número 11/0 y sin barba o muerte montados sobre rendales de 4 metros de largo, monofilamento de Ø 1.2 mm y colocados a unos 10 metros de distancia entre sí (para evitar que dos ejemplares capturados en anzuelos contiguos se puedan enredar). Cada 5 anzuelos se colocó

una pequeña boya para mantener la estructura del aparejo debajo del agua. Los anzuelos circulares tienen la ventaja de que no se clavan al regresar por el tubo digestivo, con lo cual “a priori” se quedan enganchados en la boca causando daños mínimos. Al cortarles la barba o muerte se extraen con facilidad y se evitan lesiones. Durante las pruebas, el largado y la revisión del aparejo se realizó en un tiempo de 20 minutos, adecuado para que los organismos capturados permanezcan en vivos y en buen estado.



Figura 1. Carrete con línea madre y rendales con anzuelos utilizados en el palangre experimental.

El palangre trabajó en semi-deriva, ya que únicamente lleva fondeo en uno de los dos extremos, dejando que el otro se mueva con la corriente. Todas estas modificaciones fueron aplicadas con el fin de dañar lo menos posible a los ejemplares capturados, además de ofrecerles una mayor capacidad de movimiento, por lo que su supervivencia y estado de salud se espera que sea superior al de un palangre tradicional.



Figura 2. Anzuelo empleado en el palangre y línea de mano experimentales. Circular, tamaño 11/0 y sin barba.

La línea de mano o piola está compuesta únicamente por una línea madre de monofilamento de Ø 0.8 mm, un plomo de 50 g y un giratorio; desde este giratorio sale el rendal que lleva el mismo anzuelo circular que el palangre. Este método tiene la ventaja, a prio-

ri, de que cada ejemplar capturado será izado a bordo inmediatamente, por lo cual estarán en un estado de salud inmejorable (Holland et al. 1993; Lowe 2002). Por el contrario, tiene la desventaja de contar con muchos menos anzuelos y un radio de acción mucho menor que el palangre.

La operación del palangre consistió en largar el aparejo completamente utilizando como cebo barrilete (*Euthynnus lineatus*) y calamar (*Dosidicus gigas*) en anzuelos alternos, y proceder a revisarlo cada 20 minutos. Durante esos 20 minutos se fondeó la embarcación y se utilizaron dos líneas de mano cerca del fondeo del palangre (50-100 m) utilizando los dos tipos de cebo también. En la revisión del palangre se procedió a reponer el cebo en los anzuelos en que faltaba. Por esa razón se consideró cada revisada, con unos 30 minutos de pesca, como lance independiente y fue tomada en cuenta para la estimación de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE). La unidad de esfuerzo se estimó como horas de pesca y anzuelo. Por lo que la CPUE se estimó como capturas/hora/anzuelo. El empleo de diferente cebo también se realizó con fines comparativos, ya que en otros estudios se destacó la efectividad del calamar (Duncan y Holland, 2006). Se utilizó la prueba de chi cuadrada (tabla de contingencia con los índices de riesgo) en el caso de la normalidad y el test no paramétrico U de Mann-Witney en caso contrario (Sokal y Rohlf, 1995). Para evaluar el daño que produjo el anzuelo circular se utilizó como índice de supervivencia el porcentaje de ejemplares capturados y liberados vivos y en buen estado con respecto al total de individuos capturados. Se utilizó el n° de lances con captura/ n° de lances totales como índice de efectividad de cada método de muestreo. Se llevaron a cabo 11 jornadas de pesca entre octubre y diciembre de 2013 en cuatro estaciones de muestreo situadas en las inmediaciones de desembocaduras de los ríos Cuitzmala, estero El Tecuan, Purificación y Marabasco en la costa Sur de Jalisco y Norte de Colima.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período de muestreo se realizaron 60 lances de palangre y 56 de línea de mano (Tabla 1) en los que se capturaron un total de 17 ejemplares, de los cuales 16 (94.1%) se capturaron con palangre y 1 (5.9%) con línea de mano. La CPUE media fue muy similar (Tabla 1) entre ambos métodos de muestreo (debido a la gran cantidad de anzuelos que se utiliza el palangre), pero significativamente más elevada con el palangre que con la línea de mano (test U de Mann–Whitney, $p < 0.05$, ya que los datos de CPUE no presentaron normalidad). Duncan (2006) y Duncan y Holland (2006) utilizaron con éxito la línea de mano en una bahía de Hawaii, pero en este caso, los organismos están presentes en elevadas densidades y son bastante sedentarios (Duncan y Holland, 2006; Lowe, 2002). Estos autores afirman que en esta bahía los juveniles no encuentran suficiente alimento, por lo que su capturabilidad es más elevada todavía. En nuestro caso el índice de efectividad del palangre fue 10 veces superior al de la línea de mano (0.23 vs 0.02).

Tabla 1. Detalle de capturas (en n°) y captura por unidad de esfuerzo (CPUE, captura/hora/anzuelo) de *S. lewini* con palangre y línea de mano. Se muestra el número total de lances, anzuelos, tiempo de pesca total y por lance, así como la CPUE media con su desviación típica (DT). * indica diferencias significativas ($p < 0.05$, U-Mann-Whitney).

Método muestreo	Nº Lances	Tiempo pesca total (min)	Tiempo medio pesca/lance	Nº anzuelos total	Captura	CPUE media	DT
Palangre	60	2388	39.8	1800	16	0.015*	0.029
Línea	56	1515	27.1	112	1	0.015	0.115

El anzuelo circular causó pocas lesiones en la mayoría de casos, quedando enganchado en la boca (fig. 3), con un índice de supervivencia (y en buen estado) del 88.2%, sólo en dos casos el anzuelo llegó hasta el estómago y las branquias provocando lesiones que causaron la muerte. Otro ejemplar más murió en el palangre debido a que el tiempo de revisión

se alargó por enredarse el aparejo.



Figura 3. Operación del anzuelo circular, que se engancha en la mandíbula, minimizando el daño del neonato de *S. lewini*.

El 82.4% de las capturas se produjeron en anzuelos que tenían barrilete como cebo, por lo que *S. lewini* mostró una clara preferencia por este tipo de cebo. Duncan y Holland (2006) utilizaron con éxito la línea de mano en una bahía de Hawaii, pero como se citó anteriormente, la falta de alimento hace que estos juveniles no aprovechen cualquier cebo, y además estos autores no ofrecieron tipos de cebo alternativos para hacer una comparación. Es de destacar que las capturas de *S. lewini* se produjeron en un estrecho margen horario, de 2 h o menos en la mayoría de los casos, lo que nos hace suponer que los ejemplares son muy móviles, y llegan a la zona de muestreo a alimentarse y se van al poco tiempo, por lo que el tiempo de permanencia en el área de muestreo es corto.

CONCLUSIONES

Un palangre experimental pequeño con anzuelos circulares fue el método más efectivo para obtener una captura de *S. lewini* adecuada para estudios de ecología y marcado-recaptura. Con un tiempo de revisión no superior a 40 minutos los ejemplares se pueden liberar en buen estado de salud, lo que garantiza su supervivencia. El cebo más efectivo fue el barrilete *Euthynnus lineatus*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alejo-Plata, C.; Gómez-Márquez, J. L.; Ramos, S.; Herrera, E. 2007. Presencia de neonatos y juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1983) y del tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis* (Müller & Henle, 1839) en la costa de Oaxaca, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42(3): 403-413.
- Anislado, V., Robinson, C. 2001. Edad y crecimiento del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith 1834) en el Pacífico central de México. *Cienc. Mar.* 27(4): 501-520.
- Clarke, T. A. 1971. The ecology of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*, in Hawaii. *Pac. Sci.* 25:133-144.
- Carlson, J.F. 2000. Shark nurseries in the northeastern Gulf of Mexico. NOAA, National Marine Fisheries Service, Southeast Fisheries Science. Ciudad de Panamá, Panamá.
- CITES. 2013. Sixteenth meeting of the Conference of the Parties. Bangkok (Thailand). 3-14 March.
- Compagno, L. 1984. FAO. Species catalogue. Shark of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Rome, Italy. Vol. 4 Part 1. *FAO Fish synop.* (125) 4 (1&2). 665 pp.
- Duncan, K.M. 2006. Estimation of daily energetic requirements in young scalloped hammerhead sharks, *Sphyrna lewini*. *Environ. Biol. Fish.* 76: 139-149.
- Duncan, K.M., Holland, K.N. 2006. Habitat use, growth rates and dispersal patterns of juvenile scalloped hammerhead sharks *Sphyrna lewini* in a nursery habitat. *Marine Ecology Progress Series* 312: 211-221.
- Heupel, M., Carlson, J. & Simpfendorfer, C. 2007. Shark nursery areas: Concepts, definition, characterization and assumptions. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 337: 287-297.
- Holland, K.N., Wetherbee, B.M., Peterson, J.D. & Lowe, G.C. 1993. Movements and distribution of hammerhead shark pups on their natal grounds. *Copeia* 1993: 495-502.
- INAPESCA/WWF. 2009. Dinámica de la pesca ribereña palangrera de Teacapán (Sinaloa, México) al operar anzuelos circulares 13/0. 25 p.
- Klimley, A.P. 1987. The determination of sexual segregation in the scalloped hammerhead shark, *S. lewini*. *Env. Biol. Fish.* 18:27-40.
- Lowe, C.G. 2002. Bioenergetics of free-ranging juvenile scalloped hammerhead sharks (*Sphyrna lewini*) in Kāne'ohe Bay, O'ahu, HI. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.* 278, 141-156.
- Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. (1995). *Biometry* (3rd edn). WH Freeman and company: New York.

PALABRAS CLAVE: Tiburón martillo, área de cría, palangre, captura, anzuelo.

Stomach content of three *Sphyrna lewini* shark captured in a reef system at the western Gulf of Mexico

Avendaño-Alvarez O., H. Pérez-España and D. Salas-Monreal.

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Email: otilio.avendano@unicach.mx

INTRODUCTION

Due to the role of this top predator in a marine ecosystem (Wetherbee and Cortés, 2004; Heithaus, 2004; Compagno, 2005; Camhi *et al.*, 2008), the sharks species are considered endangered and protected organisms (Castro *et al.*, 1999; Lamilla *et al.*, 2005; Camhi *et al.*, 2008). The *Sphyrna lewini* shark is an organism with intra-continental migration (Compagno, 2005). In its migrations they use habitats like bays, reefs and estuaries to eat, wrought or reproduce, that kind of conduct produces segregation by size and ontogenic changes in its feeding behavior (Compagno, 2005; Heithaus, 2004).

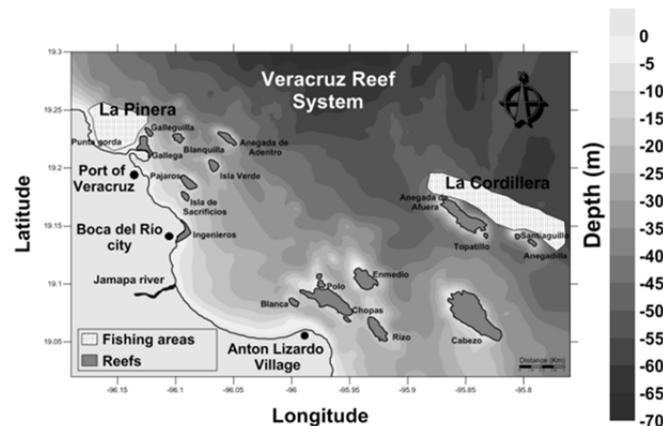
In places like the Veracruz Reef System (VRS) (Figure 1), the sharks are captured by local fishermen in a direct and bycatch way (CONAPESCA, 2004; Avendaño-Alvarez *et al.*, 2013), but there are not scientific records about the captures by species and abundance (DOF, 2007), despite the fact that, *S. lewini*

are one of the most common shark captured by the fisheries at the southwestern of the Gulf of Mexico (CONAPESCA, 2004).

To mitigate the lack of biological information to understand the ecological role of *S. lewini*, in this work is present the analysis of the stomach content, of the sharks captured by the fishermen of the Antón Lizardo Village, during February of 2007 in the VRS.

METHODOLOGY

Through monitoring the fisheries of Antón Lizardo Village, during February of 2008 and by direct interviews with fishermen, was registered the captured zone, total length (TL), precaudal length (PL), sex, and was extracted the stomach of three *S. lewini* sharks. The stomach content analysis was performance in the laboratory of the Institute of Marine Science and Fisheries of the Veracruz University, where was described each item prey to the less taxon possible.



To elucidate the specific importance of the trophic spectrum, the Index of Relative Importance of Pinkas *et. al.*, (1971) was developed and expressed in percentage (Cortés, 1997).

$$\%IRI_i = 100x(IRI_i / \sum_{i=1}^n IRI_i)$$

Whit the goal of known the feeding behavior of this top predator, a graphical representation of the stomach contend modified of Costello (1990) was performance (Cortés, 1997).

RESULTS

Three males of *S. lewini* was registered. Two young of 158 and 167 cm of TL respectively, captures at the north of the system, and one adult of 267 cm, captured at the south area, in the farthest side of the system. These two areas correspond whit “La Pintera and La Cordillera” zones, areas

described whit importance to the local fishermen to caught sharks in a direct way (Avendaño-Alvarez *et. al.*, 2013) (Figure 1).

A total of 63 items was founded in the stomach contend. Belonging to four groups, 21 families and 21 species. The Teleost was de most abundant group whit 87.3 % N, the Crustaceous have a 6.3 % N, the Cephalopods the 4.8 % N and the Chondrichthyes the 1.6 % N (Table 1). According to the % IRI the items prey whit most importance in the diet of *S. lewini* was *Cynoscion arenarius* (18.6 % IRI), *Paralichthys* sp. (14.9 % IRI), *Scomberomorus maculatus* (13.4 % IRI), *Haemulon aurolineatum* (11.4 % IRI) and *Selene vomer* (9.1 % IRI), but there is important note the presence of *Dasyatis americana* (6.1 % IRI), because is a Chondrichthyes like *S. lewini*, and a top predator in

Table 1. Trophic spectrum of *Sphyrna lewini* captured in the VRS at the southwester of the Gulf of Mexico, in numerical percentage (% N), percentage of weight (% W), percentage of frequency of occurrence (% FO) and percentage of index of relative importance (% IRI).

No.	Groups	Family	Prey	N	% N	% W	% FO	%IRI
1	Teleosts	Sciaenidae		17	27.0	21.9	3.8	18.6
2. <u>CYNOSCION ARENARIUS</u>								
2		Paralichthyidae	<i>Paralichthys</i> sp.	5	7.9	11.6	7.7	14.9
3		Scombridae	<i>Scomberomorus maculatus</i>	3	4.8	7.0	11.5	13.4
4		Haemulidae	<i>Haemulon aurolineatum</i>	5	7.9	7.1	7.7	11.4
5		Carangidae	<i>Selene vomer</i>	8	12.7	11.2	3.8	9.1
6		Serranidae	<i>Epinephelus adscensionis</i>	5	7.9	4.0	3.8	4.5
7		Muraenidae	<i>Gymnothorax funebris</i>	2	3.2	7.7	3.8	4.1
8		Engraulidae	<i>Anchoa hepsetus</i>	3	4.8	0.4	7.7	3.9
9		Triglidae	<i>Prionotus</i> sp.	1	1.6	2.3	3.8	1.5
10		Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	1	1.6	2.0	3.8	1.4
11		Lutjanidae	<i>Lutjanus</i> sp.	1	1.6	2.1	3.8	1.4
12		Synodontidae	<i>Synodus</i> sp.	1	1.6	1.9	3.8	1.3
13		Scorpaenidae	<i>Scorpaena plumier</i>	1	1.6	1.5	3.8	1.2
14		Elopidae	<i>Elops saurus</i>	1	1.6	1.6	3.8	1.2
15		Scaridae	<i>Sparisoma viride</i>	1	1.6	1.0	3.8	1.0
16	Chondrichthyes	Dasyatidae	<i>Dasyatis americana</i>	1	1.6	14.5	3.8	6.1
17	Crustaceous	Calappidae	<i>Calappa ocellata</i>	2	3.2	1.2	3.8	1.7
18		Gonodactylidae	<i>Neogonodactylus curacaoensis</i>	1	1.6	0.2	3.8	0.7
19		Cymothoidae	<i>Cymothoidae</i> NI	1	1.6	0.1	3.8	0.6

the marine systems.

According with the figure 2, the feeding behavior of *S. lewini* show tendency to be a generalistic predator with and opportunistic conduct in its feeding. The prey *Cynoscion arenarius* (1) was the item that showed a really importance in the diet, but, doesn't was too much frequent.

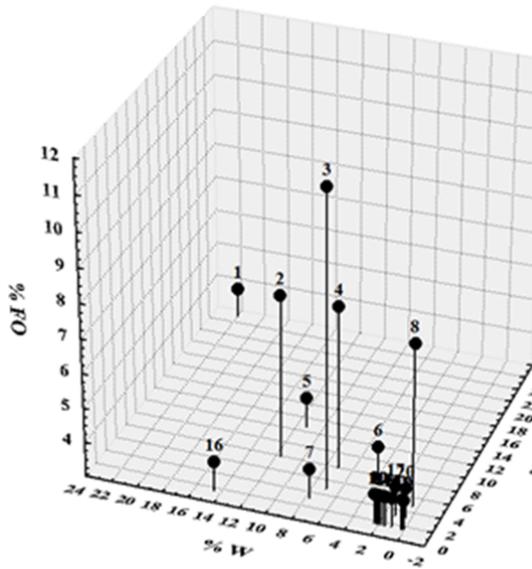


Figure 2. Graphical representation of the stomach content of *S. lewini*, captured in the VRS at the southwest of the Gulf of Mexico. The numbers correspond whit the number of each item prey showed in the table 1.

DISCUSSIONS

The wide trophic spectrum of *S. lewini* is evidence that this predator use of the VRS as a feeding zone, due to the items prey correspond mainly on benthic and pelagic organisms, whit coastal, arrecifal and oceanic habitats.

This kind of opportunistic behavior in its feeding behavior, has been described by Torres-Rojas *et al.*, (2010), Estupiñan-Montaña *et al.*, (2009) and Bush and Hollan (2002), were found that *S. lewini* eat mostly on teleost.

The presence of another top predator like *Dasyatis americana* (1.6 % IRI), in the diet, is important due if one species of elasmobranchs

branches appear in the diet of another, the indirect effects of a non-regulated fisheries could increase (Kitchell *et al.*, 2002; Heitainus, 2004).

BIBLIOGRAPHY

Avendaño-Alvarez J.O., H. Pérez-España, D. Salas-Monreal, E. García-Rodríguez. 2013. Captures and diet of three sharks species in the Veracruz Reef System. *Open Journal of Marine Science*. Vol. 3 No2. pp. 66-73. DOI: 10.4236/ojms.2013.32008.

Bush A. and K. Holland. 2002. Food limitation in a nursery area: estimates of daily ration in juvenile scalloped hammerheads, *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) in Kane'ohe Bay, O'ahu, Hawaii. *Experimental Marine Biology and Ecology*. Vol. 287. pp. 157-178.

Camhi M., E. Pikitch, E. Babcock. 2008. Sharks of the open ocean: Biology, fisheries and conservation. Blackwell science. UK. 502 pp.

Castro J., C. Woodley & R. Brudek. 1999. A preliminary evaluation of the status of sharks species. FAO, Roma. Fisheries Technical Paper. No. 308, pp. 72.

Compagno L., M. Dando and S. Fowler. 2005. A field Guide to the sharks of the world. Harper Collins publisher. London.

CONAPESCA-INP. 2004. Plan de Acción Nacional para el Manejo y Conservación de Tiburones, Rayas y Especies Afines en México. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca e Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Mazatlán, México, pp. 80.

Cortés E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranchs fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 726-738 pp.

Costello M.J. 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *J. Fish Biol.* 36: 261-263.

- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2007. NORMA Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento. SAGARPA. Miércoles 14 de febrero del 2007. Primera Sección, pp. 60-102.
- Estupiñan-Montaña C., L. G. Cedeño-Figueroa and F. Galvan-Magaña. 2009. Hábitos alimentarios de la cornuda común *Sphyrna lewini* (Griffit & Smith, 1834) (Chondrichthyes) en el Pacífico ecuatoriano, *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. Vol. 44 No. 2. pp. 379-386.
- Heithaus M. 2004. Predator prey interactions. in: Carrier, J.C., J. Musick and M. Heithaus (eds), *Biology of sharks and their relatives*. CRC press. Washington. pp. 487-521.
- Kitchell J., T. Essington, C. Boggs, D. Schindler and C. Walters. 2002. The role of sharks and longline fisheries in a pelagic Ecosystem of the Central Pacific. *Ecosystems*. Vol. 5. pp. 202-216.
- Lamilla J. E., E. Acuña, M. Araya, I. Kong, M. Olivia, S. Hernández, J. C. Villarroel, F. Concha, R. Vogler, G. Pequeño, and E. Mutschke. 2005. Lineamientos básicos para desarrollar el Plan de Acción Nacional de Conservación de Tiburones. Informe Técnico FIP/IT N° 2004-18. Vol. 1, 223 pp.
- Pinkas L.M., Oliphant S. and Iverson I.L.K. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters. *Calif. Fish Game*. 152: 1-105 pp.
- Torres-Rojas Y., A. Hernández-Herrera, F. Galván Magaña and V. G. Alatorre-Ramírez. 2010. Stomach contain analysis of juvenile, scalloped hammerhead shark *Sphyrna lewini* captured off the coast of Mazatlan, Mexico. *Aquat. Ecol.*, Vol. 44. pp. 301-308. [Doi 10.1007/s10452-009-9245-8](https://doi.org/10.1007/s10452-009-9245-8)
- Wetherbee B and E Cortés 2004. Food Consumption and Feeding Habits. En: Carrier J, J Musick & M Heithaus (eds). *Biology of sharks and their relatives*. pp 225-246. CRC Press. Washington.

KEY WORD: Trophic spectrum, *Sphyrna lewini*, Veracruz Reef System.

Traslado trófico del tiburón azul (*Prionace glauca*) y tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*) capturados en la costa occidental de Baja California Sur.

Maya Meneses C.I., Y.E. Torres Rojas, F. Galván Magaña, S. Aguiñiga García.

Universidad Autónoma de Baja California Sur claumaya88@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En la costa occidental de Baja California Sur (BCS) durante invierno-primavera, la pesquería de tiburón está representado en su mayoría por el tiburón azul (*Prionace glauca*) constituyendo el 63% de la captura total, seguido por el tiburón piloto (*Carcharhinus falciformis*) 16% y el 21% restante está integrado por el tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*), tiburones martillos (*Sphyrna lewini* y *Sphyrna zygaena*) y el tiburón zorro (*Alopias pelagicus*) [1].

En el caso específico del tiburón azul (*Prionace glauca*) y tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*), las capturas de estas dos especies se caracterizan por estar representadas por organismos juveniles, por lo que se ha sugerido que la costa occidental de Baja California Sur sea un área de crianza para estas dos especies [2, 3]. Además, es común ver la presencia de estas dos especies en un mismo arte de pesca, por lo que al estar presentes en las capturas de manera similar, se esperaría que mantengan algún tipo de interacción.

El estudio del traslape trófico permite conocer la competencia o repartición de los recursos alimentarios [4] con el fin de comprender las interacciones entre las especies de tiburones en las redes alimenticias y evaluar su papel en las comunidades marinas. Por lo general, los estudios sobre traslapes tróficos se basan principalmente en el análisis del contenido estomacal, lo que ofrece una evaluación instantánea por ser la última comida del depredador [5]. Sin embargo; en ocasiones el análisis de contenido estomacal presenta ciertas limitantes como son: 1) Acumulación de estructuras duras como otolitos y aparatos mandibulares, 2) Estado de digestión avanzado de presas, lo que ocasiona un resultado erróneo de un posible traslape en las interacciones tróficas entre los depredadores.

Una alternativa es el análisis de isotopos estables ($\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$), ya que permite evaluar el hábitat en el cual ha asimilado a sus presas, durante un periodo de integración que va desde pocos días (en la sangre e hígado) hasta toda la vida (en estructuras duras como vertebras y otolitos) de los individuos, dependiendo del tejido analizado [6]. Lo anterior basado en el hecho de que $\delta^{15}\text{N}$ refleja las contribuciones relativas constantes (3.1‰ en tiburones) entre cada nivel trófico [7, 8] mientras que $\delta^{13}\text{C}$ (0 a 1‰) indica la fuente de nutrición autotrófica (costera vs oceánica) en la base de la red trófica [9], por lo tanto, la combinación de estos dos isótopos puede ser usada para examinar las interacciones tróficas de una comunidad.

En este contexto, el presente trabajo evaluará el traslape trófico a partir de la variación isotópica de carbono ($\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$) en el músculo del tiburón mako (*I. oxyrinchus*) y tiburón azul (*P. glauca*), para inferir posibles preferencias en alimentación y distribución espacial en la zona de captura, con el fin de determinar el uso del hábitat que le dan ambas especies de tiburones, así como las posibles interacciones que mantienen entre ellos en la costa occidental de Baja California Sur.

METODOLOGÍA

Los muestreos se realizaron a lo largo de la costa occidental de Baja California Sur, teniendo dos puntos de muestreo: Punta Lobos (23° 24' 27'' N; 110° 13' 58'' W) y San Lázaro (24° 45' 07'' N; 112° 8' 50'' W) durante los meses de Diciembre y Mayo del 2009 y en Marzo del 2011. Una vez identificados, a cada organismo se le registro sexo y talla (longitud total "LT" cm). Se colecto músculo dorsal de las dos especies de tiburones, el cual fue colocado en bolsas de plástico, una vez obtenidas y etiquetadas con nombre y fecha, las muestras fueron congeladas y trasladadas al Centro Interdis-

ciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

En el laboratorio, las muestras fueron procesadas de la siguiente manera: 1) los músculos dorsales fueron colocados en viales de vidrio y deshidratados mediante el uso de un horno a una temperatura promedio de 60° C por 48 horas. 2) Una vez deshidratada la muestra, se procedió al macedado con la ayuda de un mortero de ágata hasta obtener un residuo fino y homogéneo (cabe mencionar que el mortero se lavó entre cada muestra procesada con una solución 1:1 de cloroformo y hexano para evitar una posible contaminación entre muestras), 3) se tomó una submuestra de 800 µg con una micro balanza analítica (Mettler TOLEDO pro-fat MXS) con precisión de ±0.0001 g, y se colocó en micro capsulas de estaño (8 x 5 mm), y 5) las muestras se analizaron en un espectrómetro de masas (DELTA VPLUS isotope ratio MS) de flujo continuo acoplado a un analizador elemental (Elemental Combustion System Costech Instruments) en el laboratorio de química orgánica del CICIMAR-IPN.

En el análisis de datos, se graficó los valores de $\delta^{13}\text{C}$ contra la relación C: N para determinar la posible presencia de lípidos en el tejido. Esta prueba sirve para evaluar si el tejido analizado contiene urea (C: N <2.5) o lípidos (C: N >3.5) [10]. Esto es importante ya que la presencia de alguna de estas dos sustancias alteraría el análisis isotópico (valores más negativos de $\delta^{13}\text{C}$), lo que pudiera ocasionar llegar a conclusiones erróneas [11].

Considerando que no se cumplieron los principios de normalidad y de homogeneidad de varianzas en los análisis isotópicos, se utilizaron test no paramétricos Kruskal-Wallis y Mann-Whitney [12, 13] con el fin de detectar diferencias significativas en las razones de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ entre los grupos definidos para las dos especies (sexos, tallas, localidades, años y entre especies). Además se consideró como medida de dispersión asociado a valores promedio de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ a la desviación estándar (± DE), a menos que se especifique lo contrario.

La posición trófica relativa mediante isótopos estables se estimó usando la siguiente ecuación [14], la cual fue aplicada a nivel individual:

$$PT = \lambda + \frac{(\delta^{15}\text{N}_{\text{Depredador}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{Base}})}{\Delta_n}$$

Dónde:

λ : Posición trófica del material orgánico particulado "MOP"

Δ_n : Valor teórico de enriquecimiento en ^{15}N por nivel trófico (3.1‰) [15].

$\delta^{15}\text{N}_{\text{Depredador}}$: Promedio del valor de $\delta^{15}\text{N}$ en *I. oxyrinchus* y *P. glauca*

$\delta^{15}\text{N}_{\text{Base}}$: Determinación de $\delta^{15}\text{N}$ del MOP (9.3 ‰) [16].

Para la amplitud del nicho trófico, una variabilidad intraespecifica alta de $\delta^{15}\text{N}$ (mayor a 1‰) corresponde un comportamiento generalista; mientras que una menor variabilidad (menor a 1‰) del $\delta^{15}\text{N}$ indica mayor especialización trófica [16]. Para el traslape trófico, se aplicó los supuestos de, donde la presencia de diferencias significativas en el $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ indica que los depredadores están haciendo uso de áreas y presas diferentes para alimentarse, lo que sugeriría un traslape trófico bajo y viceversa [17].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron 35 organismos de *I. oxyrinchus* con tallas entre los 80 y 203 cm (LT) con un promedio de 129.48 (± 37.63 DE) y 39 organismos de *P. glauca* con tallas entre 95 a 240 cm (LT) con un promedio de 173.91 (± 40.39 DE). La relación C: N, el musculo dorsal de *P. glauca* presento un valor promedio de 2.9 (± 0.01 DE), mientras que *I. oxyrinchus* presentó un valor promedio de 2.93 (± 0.01 DE), lo cual indica que no presentan grandes cantidades de urea y lípidos que afecten la interpretación isotópica y por ende los valores isotópicos son reflejo de la dieta y del comportamiento alimenticio del depredador.

A nivel intraespecífico, el valor promedio de $\delta^{15}\text{N}$ fue 18.50‰ y $\delta^{13}\text{C}$ de -16.40‰ para *I. oxyrinchus*. No presentó diferencias significativas en $\delta^{15}\text{N}$ entre sexos, localidades y años ($U = 53.00$, $P = 0.27$). Conside-

rando que $\delta^{15}\text{N}$ es reflejo de lo que el depredador consume, la falta de diferencia sería reflejo de una dieta similar. Al respecto, se ha reportado una alta similitud en la dieta entre sexos de *I. oxyrinchus*, donde la presa principal en el área es el pez *Prionotus albirostris* [18]. Sin embargo, se encontraron diferencias en $\delta^{13}\text{C}$ ($U = 26.00$, $P = 0.01$), donde machos presentaron un valor promedio de $-16.86 \pm 0.41\text{‰}$; mientras que en las hembras un promedio de $-16.21 \pm 0.60\text{‰}$, lo cual indica que a pesar de que se alimentan de especies presas similares, estas son consumidas en diferentes áreas. Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ cerca de la costa tienden a ser menos negativos con relación a los valores de $\delta^{13}\text{C}$ en una zona oceánica [19]. Por lo que se puede mencionar que las hembras se alimentan en zonas más costeras que los machos.

En el caso de *P. glauca*, $\delta^{15}\text{N}$ fue de 17.00‰ y $\delta^{13}\text{C}$ de -17.00‰ . No presentó diferencias entre sexos, lo cual indica que se encuentran en la misma zona y se están alimentando de presas similares. Esto ha sido previamente reportado a partir de contenido estomacal [20]. Sin embargo, si se encontraron diferencias entre estados de madurez, localidades y años tanto en $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$. Las diferencias encontradas indican cambios ontogénicos en el comportamiento alimenticio y en la distribución, lo cual ha sido previamente reportado [21].

Se ha reportado que a medida que un organismo consume más presas, presentaría valores isotópicos más altos; mientras que los que consumen menos especies presas presentarían valores más bajos de $\delta^{15}\text{N}$ [22]. En el presente estudio, los juveniles presentaron valores de $\delta^{15}\text{N}$ mayores que los adultos, debido principalmente al número de especies presas consumidas en cada estado de madurez. En el caso de *P. glauca*, los organismos juveniles consumen alrededor de 26 categorías presa; mientras que los adultos consumieron 16 diferentes categorías presas [19], por lo que coincide con lo encontrado con isótopos estables.

En el caso de $\delta^{13}\text{C}$, las diferencias encontradas están relacionadas a la conducta del tiburón, dicha segregación podría estar relacionada a la presencia de un posible caniba-

lismo [19], este comportamiento ha sido observado en otras especies como *S. lewini*. Lo que explicaría las diferencias encontradas en los valores isotópicos.

En cuanto a la posición trófica, *P. glauca* presentó un valor general de 3.4, mientras que *I. oxyrinchus* presentó un valor general de 3.8 (Tabla 1), por lo que ambos presentan características de un consumidor terciario.

Tabla 1.- Posición trófica calculados para *I. oxyrinchus* y *P. glauca* a partir de isótopos estables (Post, 2002), con base en material orgánico particulado (MOP) (9.3 ‰, Altabet et al., 1999) valor de Δ ($\Delta = 3.1\text{‰}$, Vanderklift y Ponsard, 2003) (DE).

Especie	Categoría	n	PT mínima	PT máxima	PT promedio
<i>Isurus oxyrinchus</i>	Machos	7	3.4	4.2	3.7 (0.3)
	Hembras	25	3.3	4.2	3.9 (0.3)
	Adulto	0	x	x	x
	Juvenil	32	3.0	4.7	3.8 (0.3)
	Sn Lázaro	23	3.0	4.7	3.8 (0.4)
	Pta. Lobos	9	3.3	4.2	3.8 (0.2)
<i>Prionace glauca</i>	Machos	20	3.1	3.9	3.4 (0.1)
	Hembras	15	2.9	3.7	3.4 (0.2)
	Adulto	15	2.9	3.9	3.3 (0.2)
	Juvenil	20	3.1	3.7	3.5 (0.1)
	Sn Lázaro	17	2.9	3.9	3.3 (0.2)
	Pta. Lobos	18	3.3	3.7	3.5 (0.1)

La amplitud trófica, la variabilidad isotópica (DE) de $\delta^{15}\text{N}$ en *I. oxyrinchus* fue de 1.13, mostrando una conducta generalista. En la costa occidental de Baja California Sur, *I. oxyrinchus* presenta una estrategia generalista-oportunista, ya que consume un alto número de especies presas [18].

En el caso de *P. glauca* fue de 0.60, lo cual indica una estrategia especialista. En la costa occidental de Baja California Sur, trabajos previos han reportado que *P. glauca* presenta una estrategia especialista [19] lo cual podría estar relacionado con un alto consumo de especies que presentan grandes cardúmenes (langostilla y calamares), por lo que la especialización de *P. glauca* dependerá de las abundancias de sus presas.

Para el caso del traslapo trófico a partir de los isótopos estables, la presencia de dife-

rencias significativas en $\delta^{13}\text{C}$ ($U = 85.00$, $P = 0.001$) y $\delta^{15}\text{N}$ ($U = 174$, $P = 0.28$; Fig. 1), lo cual indica que los depredadores están haciendo uso de áreas y presas diferentes para alimentarse, lo que sugiere un traslapeo trófico bajo [21].

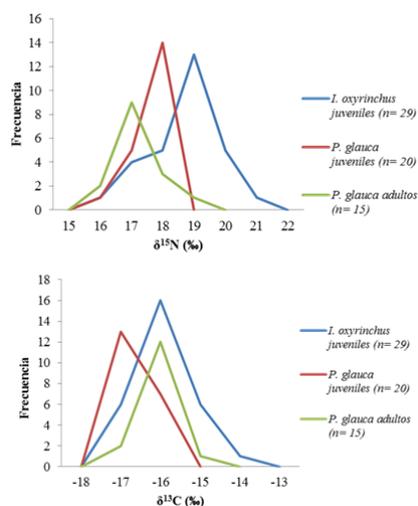


Figura 1.- Traslapeo trófico entre *I. oxyrinchus* y *P. glauca* capturados en la costa occidental de Baja California Sur

Trabajos previos basados en contenido estomacal indican que en la costa occidental de Baja California Sur las especies presas principales reportadas para *I. oxyrinchus* son *Prionotus albirostris*, *Dosidicus gigas*, *Scomber japonicus* [22]; mientras que para *P. glauca* son *Pleuroncodes planipes*, *Gonatus californiensis*, *Argonauta* spp. [19]. Además, otro punto que apoya la distribución espacial diferencial de estas dos especies observadas a partir de isotopos estables, es la registrada a partir de marcadores satelitales donde se ha observado que *P. glauca* tiende a realizar movimientos hacia aguas oceánicas (valores más negativo); mientras que *I. oxyrinchus* hace movimientos rápidos pero cortos en aguas costeras (valores menos negativos;) [23].

CONCLUSION

- El traslapeo trófico del tiburón mako (*I. oxyrinchus*) y azul (*P. glauca*) a partir de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ fue bajo, debido al consumo de especies presas y una distribución espacial diferente, donde *I. oxyrinchus* se alimenta en zonas pelágicas costeras, mientras que *P. glauca* en zonas pelágicas oceánicas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las siguientes instituciones: Programa de Becas Posdoctorales en la UNAM, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por los apoyos académicos y económicos.

REFERENCIAS

- [1] Galván-Magaña. F. 2009. La pesquería de tiburones en Baja California Sur. Págs. 227-244. En: Urciaga G.J, Beltrán M.L.F y Lluch B.D. (Eds.). Recursos marinos y servicios ambientales en el desarrollo regional. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, México. 351 pp
- [2] Carrera-Fernández M. 2004. Biología Reproductiva del Tiburón Azul *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) en la costa Occidental de Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN, 67pp.
- [3] Conde-Moreno M, Galván-Magaña G. 2006. Reproductive Biology of mako shark *Isurus oxyrinchus* on the south-western coast of Baja California, México. *Cybiu*. 30(4): 75-83.
- [4] Vandermeer JH. 1972. Niche theory.- *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 3, 107 p.
- [5] Malpica Cruz L. 2009. Evaluation of Trophic Levels and Feeding Grounds of Northeastern Pacific Sharks as a function of Ontogeny Based on Stable Isotope Analysis Tesis de Maestría CICESE B.C.71 pp.
- [6] Peterson BJ, Fry B. 1987. Stable isotopes in ecosystems studies. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 18:293-320.
- [7] Polis GA. 1991. Complex trophic interactions in deserts: an empirical critique of food-web theory. *The American Naturalist* 138:123-155.
- [8] Vander Zanden MJ, Casselman JM, Rasmussen JB. 1999. Stable isotope evidence for the food web consequences of species invasion in lakes. *Nature* 401, 464-467.
- [9] DeNiro MJ, Epstein S. 1981. Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 45:341-351.
- [10] Kim SL, Koch PL. 2011. Methods to collect, preserve, and prepare elasmobranch

- tissues for stable isotope analysis. *Environ Biol Fish* DOI 10.1007/s10641-011-9860-9
- [11] Torres-Rojas YE. 2006. Hábitos alimenticios y la razón de isotopos estables de carbono y nitrógeno del tiburón *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith 1834) capturado en el área de Mazatlán, Sinaloa, México. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 107 pp.
- [12] Torres-Rojas, Y., A. Hernández Herrera, S. Ortega-García & M. Domeier, 2013. Stable isotope differences between blue marlin (*Makaira nigricans*) and striped marlin (*Kajikia audax*) in the southern Gulf of California, México. *Bulletin of Marine Science* 89(2): 421–436.
- [13] Torres-Rojas, Y., A. Hernández-Herrera & F. Galván-Magaña, 2006. Feeding habits of the scalloped hammerhead *Sphyrna lewini*, in Mazatlán waters, southern Gulf of California, México. *Cybiurn* 30(4): 85–90.
- [14] Post DM. 2002. Using stable isotopes to estimate trophic position models, methods, and assumptions. *Ecology*. 83 (3): 703–718.
- [15] Vanderklift MA, Ponsard S 2003 Sources of variation in consumer-diet ^{15}N enrichment: a meta-analysis. *Oecologia*. 136: 169–182.
- [16] Altabet MA, Pilskaln C, Thunnell R, Pride C, Sigman D, Chavez F, Francois R. 1999. The nitrogen isotope biogeochemistry of sinking particles from the margin of the eastern North Pacific. *Deep Sea Res Part I*. 46:655–679.
- [17] Bearhop S, Adams CE, Waldron S, Fuller RA, Macleod H. 2004 Determining trophic niche width: a novel approach using stable isotope analysis. *Journal of Animal Ecology* 73:1007–1012
- [18] Newsome SD, Koch PL. 2006. Using carbon and nitrogen isotope values to investigate maternal strategies in northeast pacific otariids. *Marine Mammal Science*, 22(3): 556–572
- [19] Galindo Rosado MA. 2011. Posición Trófica de Juveniles de Tiburón Mako (*Isurus oxyrinchus*) capturado en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis de Licenciatura UABCS. 91pp.
- [20] France R. 1995. Critical examination of stable isotope analysis as a means for tracing carbon pathways in stream ecosystems. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 651–656.
- [21] Hernández Aguilar SB. 2008. Espectro Trófico del Tiburón Azul *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) en la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. *CICIMAR-IPN*. 79 pp.
- [22] Graham BS, Grubbs D, Holland K, Popp BN. 2007. A rapid ontogenetic shift in the diet of juvenile yellowfin tuna from Hawaii. *Mar. Biol.* 150: 647–658.
- [23] Newsome SD, Koch PL. 2006. Using carbon and nitrogen isotope values to investigate maternal strategies in northeast pacific otariids. *Marine Mammal Science*, 22(3): 556–572
- [24] Velasco Tárelo PM. 2005. Hábitos alimenticios e isótopos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{14}\text{N}$ del tiburón mako *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1810) en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis de Maestría *CICIMAR-IPN*. 97pp.
- [25] Sippel T, Wraith JS, Kohin V, Taylor J, Holdsworth M, Taguchi H, Matsunaga Yokawa K. 2011. A summary of the blue shark (*Prionace glauca*) and shortfin mako shark (*Isurus oxyrinchus*) tagging data available from the North and Southwest Pacific Ocean. Working document submitted to the ISC Shark Working Group Workshop, 28 November – 3 December, NOAA Southwest Fisheries Science Center, La Jolla, California U.S.A. ISC/11/SHARKWG-2/04.

PALABRAS CLAVE: Isotopos, Relación C: N, Traslado trófico, costa occidental de B.C.S, tiburón.

Variación en la dieta del tiburón *Rhizoprionodon longurio* y su relación con la presencia de fenómenos climáticos en el Sureste del Golfo de California.

Torres-Rojas Y.E., V.G. Alatorre-Ramírez, F. Galván-Magaña, F. Páez-Osuna.

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología - Universidad Nacional Autónoma de México (ICMYL-UNAM). Av. Joel Montes Camarena s/n Co. Playa Sur. Mazatlán, México. Correo electrónico: yassirtorres@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El tiburón bironche (*Rhizoprionodon longurio*) es una especie costera que se distribuye desde California hasta Perú. Habita en fondos arenosos y lodosos a una profundidad aproximada de 27 m [1]. La talla de nacimiento varía entre los 30 y 37 cm, mientras que la talla máxima reportada es de 120 cm [2]. Se ha reportado que la talla de primera madurez para machos es de 93 cm, mientras que para hembras de 83cm [3, 4].

En el Sureste del Golfo de California, *R. longurio* es capturado principalmente por la pesquería artesanal [5], donde las mayores abundancias de captura se presentan durante invierno (diciembre, enero y febrero) y primavera (marzo, abril y mayo). En el área de Mazatlán, esta especie constituye el 45% de la pesca de tiburón, sin embargo, existe evidencia de un decremento en las capturas reportadas a través de los años [6].

La reducción en las capturas de elasmobranchios ha sido asociada con el impacto de las pesquerías [7], sin embargo otro punto a considerar es el efecto que tiene la presencia de fenómenos climáticos como el El Niño (ENOS) y La Niña. Ambos fenómenos consisten en un cambio en los patrones de movimiento de las corrientes marinas provocando, en consecuencia, una modificación de la temperatura (aguas cálidas en el caso del niño y aguas frías en el caso de la niña) con respecto al historial climático [8].

La temperatura del agua ha sido señalada como uno de los factores que determinan la distribución y abundancia de los organismos [9]. Por otra parte, a partir de la dieta de un depredador se puede determinar las interacciones que mantiene con sus presas en un ecosistema a través de los años. La dieta de *R. longurio* está conformada por peces de las

familias Clupeidae, Muraenidae, Triglidae, Sphyraenidae y Ophichthidae), así como de algunos cefalópodos (e.g. *Loliolopsis diomedae*) y crustáceos, siendo catalogado como un depredador oportunista [2].

En este contexto, al ser *R. longurio* un depredador oportunista nos permite utilizarlo como indicador de cambios en la estructura del ecosistema. Por medio del análisis de las variaciones en la dieta a través de los años se puede evaluar cómo la presencia de fenómenos climáticos influye en la distribución de sus especies presas y el posible efecto que tenga en la distribución de este tiburón. Por lo tanto, el presente trabajo tiene por objetivo analizar la dieta de *R. longurio* en dos periodos con características ambientales diferentes (año niño vs año niña).

METODOLOGÍA

Los tiburones fueron obtenidos de muestreos mensuales de la captura desembarcada por la flota de pesca artesanal en Mazatlán Sinaloa (23° 130' N 160° 24' 38'' W). Se tomaron muestras de *R. longurio* durante dos periodos de pesca: Diciembre 2000-Febrero 2001 (periodo I) y Octubre 2003-Marzo 2004. Cada tiburón fue identificado, se midió la longitud total en centímetros (LT) y se registró el sexo. Se extrajeron los contenidos estomacales, los cuales fueron congelados (-20° C) hasta su posterior análisis.

Análisis de la dieta

En el laboratorio, dependiendo del estado de digestión de las presas, se utilizaron diferentes claves en la identificación de peces [10, 11], crustáceos [12] y cefalópodos [13, 14]. Posteriormente fueron analizados cuantitativamente mediante el índice compuesto, denominado Índice de Importancia Relativa (IIR), el cual determina la importancia de cada componente alimenticio dentro del espectro trófico [15]:

$$IIR = (\%G + \%N) * \%FA$$

Dónde:

IIR = índice de importancia relativa.

%G = porcentaje en peso.

%N = porcentaje en número

%FA = porcentaje de frecuencia de aparición.

Los valores del IIR se pueden reportar en porcentaje [16] para una interpretación más sencilla con la siguiente ecuación:

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

Donde

n = número total de categorías alimenticias considerada en un nivel taxonómico dado.

Se realizó un análisis de similitud (ANOSIM) para evaluar las diferencias dentro y entre cada categoría (sexo, estado de madurez y periodos de pesca), mediante el paquete estadístico PRIMER 6 (v.6.1.6). La R global ($0 \leq R \leq 1$) es una medida comparativa del grado de separación (medida de similitud de Bray-Curtis). Cuando R es cercano a cero, H_0 no se puede rechazar, es decir, no hay separación entre los grupos. Los valores de ANOSIM entre 0,2 y 1 indican que la hipótesis nula puede ser rechazada, y que los organismos probablemente no tienen la misma dieta [17].

Análisis de series de tiempo del ENOS.

Con la finalidad de detectar cambios en la dieta del *R. longurio* relacionados con posibles cambios en la temperatura en el área de estudio, se utilizó una serie histórica de eventos del ENOS (1950-2012) a partir del índice multivariado del ENOS (por sus siglas en inglés MEI) disponible en la página de la NOAA (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/table.html>). Se construyeron series de tiempo, patrones anuales y series de anomalías de temperatura superficial del mar correspondiente al área de influencia de la Corriente de California, ubicada entre 98-105°W y 12-20° N. Posteriormente, se contrastaron gráficamente los patrones anuales de temperatura superficial del mar y variación en el %IIR.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se muestrearon un total de 98 organismos con un intervalo de talla de 47 a 170 cm (LT) y un tamaño promedio de 92,1 cm (22,4 DE). Las hembras midieron entre 61 y 170 cm LT con un tamaño promedio de 96,2 cm (22,7 DE); mientras que los machos presentaron tallas entre los 47 y 160 cm (LT), con un longitud promedio de 88,7 cm (SD = 21,6).

La presencia de organismos con tallas cercanas a los 47 cm (LT) y hembras grávidas de *R. longurio* en el presente estudio indica que la costa de Mazatlán es utilizada como un área de crianza al igual que el norte del Golfo de California y la costa de Sonora, las cuales han sido consideradas como áreas de crianza importantes para la población de *R. longurio* en el Pacífico Mexicano [2, 3, 4].

Del total de muestras de *R. longurio* (40 durante el período de pesca I y 58 durante el período de pesca II), 63 estómagos (64%) presentaron alimentos y 35 (36%) estaban vacíos. En ambos períodos, se obtuvo el mayor número de muestras en febrero (24 con comida, 15 vacío) y diciembre (15 con comida, 7 vacío). A pesar del bajo número de organismos colectado en presente estudio ($n = 98$), los resultados coinciden con lo reportado en trabajos previos [2] quienes mencionan que la presencia de *R. longurio* en el Golfo de California es durante invierno y primavera.

El espectro trófico estuvo compuesto por cuatro especies de cefalópodos, 3 especies de crustáceos y 13 especies de peces. El análisis de similitud (ANOSIM) indicó una composición de dieta similar entre sexos ($R = 0.04$, $p = 0.01$) y estado de madurez ($R = 0.02$, $p = 0.02$), pero se encontraron diferencias entre temporadas ($R = 0.23$, $p = 0.01$; Figura 1). De acuerdo al %IIR, las especies más importantes en el periodo de pesca I fueron *Scomber japonicus* (23.7%) y *Mugil cephalus* (5.7%), mientras que en el periodo de pesca II fueron *Echiophis brunneus* (35.8%) y *Opisthopterus dovii* (29.7%).

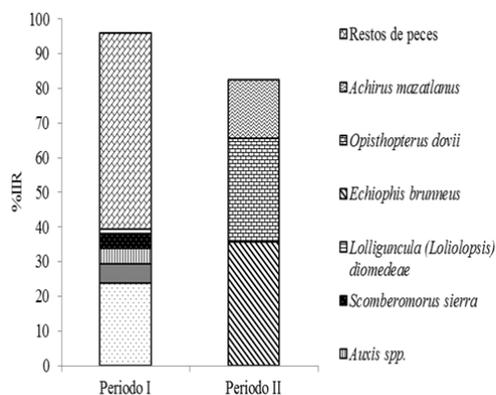


Figura 1. Variación del Índice de Importancia Relativa (%IR) entre periodos de pesca para *Rhizoprionodon longurio* capturado en la costa de Mazatlán, Sinaloa, México.

En cuanto a la serie de tiempo del ENOS, se detectó una anomalía negativa durante 2000 y 2001 (año niña), mientras que durante el periodo 2003-2004 se observó una anomalía positiva (año niño). (Figura 2).

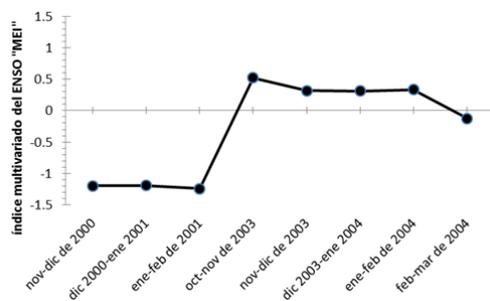


Figura 2.- Serie de tiempo del ENOS durante dos periodos de captura del *Rhizoprionodon longurio* en la costa de Mazatlán, Sinaloa, México. (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/table.html>)

La presencia de especies presas tanto pelágicas como bentónicas muestra que *R. longurio* realiza migraciones en la columna de agua, mientras que las diferencias encontradas entre los periodos de pesca muestran un cambio en la estructura del ecosistema en las costas de Mazatlán. En el caso de *Scomber japonicus*, es una especie considerada como subtropical, mientras que en el caso de *Echiophis brunneus* es una especie tropical.

Al analizar las preferencias de las presas de *R. longurio* por un determinado hábi-

tat (tropical vs subtropical) con la presencia de fenómenos climáticos, se observó una alta relación, ya que la mayor abundancia de presas subtropicales se dio durante el año niña (2000-2001), mientras que las mayores abundancias de presas tropicales durante año niño (2003-2004). Estas variaciones temporales en la dieta de diferentes tiburones han sido documentadas en diferentes partes del mundo [16, 18, 19]. Sin embargo, su relación con la presencia de fenómenos climáticos ha sido poco analizada hasta la fecha.

CONCLUSIONES

Al igual que otros tiburones, *R. longurio* puede ser considerado como una especie indicadora de cambios en un ecosistema, donde a partir del análisis de la dieta y su relación con la presencia de diferentes fenómenos climáticos, nos permitirá establecer escenarios futuros en relación a temas de interés como el cambio climático y poder conocer posibles medidas de adaptación en la explotación de ciertos recursos que pueden ser considerados de importancia comercial.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las siguientes instituciones: Programa de Becas Posdoctorales en la UNAM, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Proyecto PAPIIT IN208813, CONACYT por los apoyos académicos y económicos.

REFERENCIAS

- [1] Compagno L.J.V. (1990) Systematics and body form. In Hamlett W.C. (ed.) Sharks, skates and rays, the biology of elasmobranch fishes. Baltimore, MD: The Johns Hopkins University Press, pp. 1-42.
- [2] Marquez-Farias J.F., Corra-Espinosa D. and Castillo-Geniz J.L. (2005) Observations on the biology of the Pacific sharpnose shark, *Rhizoprionodon longurio* (Jordan & Gilbert, 1882), captured in southern

- Sinaloa, Mexico. *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science* 35, 107–114.
- [3] Compagno L.J.V. (1984) Sharks of the world: an annotated and illustrated catalogue of the shark species known to date. Part 2. Carcharhiniformes. In *FAO Species Catalogue. Volume 4, FAO Fisheries Synopsis No. 125*. Rome: FAO, pp. 251–655.
- [4] Bizzarro J.J., Smith W.D., Jones E.J. and Cailliet G.M. (2000) The artisanal elasmobranch fishery of Baja California Norte (Gulf of California, México). In 80th Annual Meeting of the American Society of Ichthyologists and Herpetologists & 16th Annual Meeting of the American Elasmobranch Society. (eds) American Elasmobranch Society, 14-20 June 2000. La Paz, Baja California Sur, México.
- [5] Castillo-Géniz J.L. (1990) Contribución al conocimiento de la biología y pesquería del cazón bironche, *Rhizoprionodon longurio*, (Jordan y Gilbert, 1882) (Elasmobranchii, Carcharhinidae), del sur de Sinaloa, México. B.Sc. thesis. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- [6] Castillo-Géniz J.L. (1992) Diagnóstico de la pesquería del tiburón en México. Instituto Nacional de la Pesca, Secretaria de Pesca, México. 76 pp.
- [7] Borrell, A., Cardona, L., Kumarran, R. P., and Aguilar, A. 2011. Trophic ecology of elasmobranchs caught off Gujarat, India, as inferred from stable isotopes. – *ICES Journal of Marine Science*, 68: 547–554.
- [8] Crowley, T. J. & North, G. R. (1988). Abrupt climate change and extinction events in Earth history. *Science* 240, 996-2002.
- [9] Hedgepeth, J. W. (1957). Sandy beaches. En J. W. Hedgepeth (Ed.), *Treatise on Marine Ecology and Palaeoecology* (pp. 587-608).
- [10] Allen G.R. and Robertson D.R. (1994) *Fishes of the Tropical Eastern Pacific*. University of Hawaii Press.
- [11] Clothier C.R. (1950) A key to some Southern California fishes based on vertebral characters. *Fishery Bulletin* 79, 1-83.
- [12] Brusca R.C. (1980) *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*. University of Arizona Press.
- [13] Wolff G.A. (1984) Identification and estimation of size from the beaks of 18 species of cephalopods from the Pacific Ocean. NOAA Technical Report, NMFS: 17, 50 pp.
- [14] Clarke M.R. (1986) *A handbook for the identification of cephalopod beaks*. Clarendon Press.
- [15] Pinkas L., Oliphant M.S., and Iverson L.K. (1971) Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Fishery Bulletin* 152, 1-105.
- [16] Cortés E. (1997) A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54, 726-738.
- [17] Clarke K.R. and Warwick R.M. (2001) *Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. 2nd edition. PRIMER-E Ltd, Plymouth, England.
- [18] Stillwell C.E. and Kohler N.E. (1982) Food, feeding habits, and estimates of daily ration of the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) in the northern Atlantic. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 39, 407–414.
- [19] Torres-Rojas Y.E., Hernández-Herrera A., Galván-Magaña F. and Alatorre-Ramírez V.G. (2009) Stomach content analysis of juvenile scalloped hammerhead shark *Sphyrna lewini* captured off the coast of Mazatlán, México. *Aquatic Ecology* 44(1), 301-308.

Nivel trófico de *Squatina californica* (Ayres, 1859) mediante el uso de isótopos estables de nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) y carbono ($\delta^{13}\text{C}$) en Baja California Sur

Valdivia-Mesinas, M. A., Escobar-Sánchez, O. & Galván-Magaña, F.Á.

Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel. Valdivia_08@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los tiburones son depredadores tope y se ha comprobado que al estar en los niveles más altos de la cadena trófica marina, su ausencia puede causar aumentos drásticos en las poblaciones de sus presas, alterando de manera significativa el equilibrio de ecosistemas marinos [1]. Además, en las últimas décadas las poblaciones de tiburones en México se han visto impactadas de forma negativa a causa de diversas actividades antropogénicas como la pesca, la contaminación marina, los cambios climáticos y por la perturbación de grandes extensiones de litorales [2].

Dentro del grupo de los elasmobranquios se encuentra el género *Squatina* que contiene alrededor de 23 especies nominales cuya distribución se localiza en zonas templadas y subtropicales del océano mundial, desde la costa hasta 1000 m de profundidad [3] [4].

Uno de los aspectos importantes de la biología básica de una especie, es el conocimiento de las cadenas tróficas de las que forma parte, ya que los mecanismos de selección de presas por parte de los depredadores es una vía para seguir el flujo de energía y de nutrientes en el sistema [5]. Una alternativa para los estudios tróficos, es el uso de técnicas bioquímicas como el análisis con isótopos estables, principalmente carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$).

El análisis con isótopos estables permite hacer inferencias acerca del alimento asimilado en un periodo de tiempo más prolongado, dependiendo de la tasa de recambio del tejido que se analice [6] [7]. La mayor ventaja que presenta el análisis de isótopos estables es que aporta información del alimento que el organismo realmente está asimilando en un determinado periodo de alimentación y no solo del ingerido durante el último viaje alimenticio. El periodo de alimentación del que

se puede obtener información depende del tejido que se analice, ya que las tasa de recambio de los isótopos estables varían de acuerdo a la tasa metabólica del tejido y de los individuos. En el caso del músculo, estos periodos van de 3 meses a más de un año [8] [9].

METODOLOGÍA

Los campos pesqueros donde se obtuvieron las muestras para el estudio fueron: Chester Rock ($27^{\circ}41'$ y $27^{\circ}47'$ N y los $114^{\circ}39'$ y $115^{\circ}04'$ W) que se localiza en Bahía Tortugas, BCS y El Portugués ($24^{\circ}47'$ $38''$ N y $110^{\circ}39'$ $39''$ W) que se encuentra en la Bahía de La Paz, BCS (Fig. 1).



Fig. 1 Área de estudio. Localización de los campos pesqueros Chester Rock y El Portugués en Baja California Sur, México.

En el campo pesquero Chester Rock se recolectó una muestra de músculo de 29 tiburones (24 hembras y 5 machos), esto se realizó durante el mes de Agosto del 2011. Debido a que los tiburones angelitos eran destazados antes del arribo en la playa de Bahía Tortugas, fue imposible obtener los

contenidos estomacales para acceder a las presas de importancia en su dieta, por lo tanto, se obtuvieron 52 estómagos de tiburón angelito en el campo pesquero El Portugués (Suroeste del Golfo de California).

Las presas principales se determinaron de acuerdo a lo reportado por [10] Escobar-Sánchez *et al.* (2006). Para ello, solo se utilizó el músculo dorsal de presas con un nulo estado de digestión. Se realizó un corte de la parte interna de la muestra de músculo del tiburón y de las presas, para evitar la parte exterior que podría estar contaminada por arena o por cualquier sustancia no deseable. La porción de músculo limpio se colocó en tubos eppendorf esterilizados y se pusieron en un congelador a -53°C y posteriormente en una liofilizadora marca LABCONCO a -45°C a una presión de 24 a 27×10^{-3} mbar para extraer la humedad de las muestras durante 24 horas. Las muestras liofilizadas se maceraron en un mortero de ágata. Se tomó una submuestra del músculo pulverizado de $\pm 0.001\text{g}$, la cual fue pesada en una balanza analítica y se almacenó en cápsulas de estaño (8 x 5 mm).

Las muestras encapsuladas fueron enviadas a las instalaciones de isótopos estables del Berry Biodiversity Conservation Center de la Universidad de Wyoming, Estados Unidos. Los cálculos para obtener los valores de las concentraciones fueron realizadas por los especialistas del Berry Biodiversity Conservation Center de la Universidad de Wyoming, Estados Unidos. Por lo que se trabajó con valores ya normalizados.

Ya que se tenían los valores de las concentraciones se prosiguió a comparar gráficamente los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ del presente estudio con los valores isotópicos presentados en el trabajo de [20] Escobar-Sánchez (2004), esto con la finalidad de observar el comportamiento de las poblaciones distribuidas en la costa occidental de Baja California Sur y en el Golfo de California (Suroeste del Golfo de California).

Para los datos de ambas localidades, se probó la normalidad de los datos por medio de la prueba de Kolmogorov-Smirnov, y se utilizó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (KW) para determinar si existían diferencias significativas en los valores de

$\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ entre sexos. Esto se realizó con ayuda del programa Sigmaplot 12. Se asumió un nivel de significancia de 0.05. Igualmente se compararon los valores obtenidos de nivel trófico de las 2 poblaciones. El nivel trófico (TL), se calculó mediante la fórmula propuesta por [11] Post (2002).

$$\text{TL} = \lambda + (\delta^{15}\text{N}_{\text{consumidor}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{base}}) / \Delta n$$

Donde λ es el nivel trófico de la presa utilizada para $\delta^{15}\text{N}_{\text{base}}$, y Δn es el enriquecimiento en $\delta^{15}\text{N}$ por nivel trófico. En este caso, 2.3‰ $\delta^{15}\text{N}$ [12]. La presa utilizada fue *Etrumeus teres* ya que esta fue la especie más abundante en el contenido estomacal, a esta especie se le atribuyó un nivel trófico de 3.5 según [4] Froese & Pauly (2012).

RESULTADOS

Se analizaron 11 biopsias de músculo de las presas principales en la dieta del tiburón angelito; ocho para *Etrumeus teres* y uno para *Porichthys analis*, *Decapterus macrosoma* y *Scomber japonicus*. Los valores isotópicos se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de las presas principales de *Squatina californica*.

Especie	$\delta^{13}\text{C}$ ‰ media \pm DE	$\delta^{15}\text{N}$ ‰ media \pm DE
<i>Etrumeus teres</i>	-17.57 ± 0.70	17.25 ± 1.09
<i>Porichthys analis</i>	-17.65	17.88
<i>Decapterus macrosoma</i>	-17.31	16.88
<i>Scomber japonicus</i>	-18.38	17.53

Al realizar la comparación de los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de *S. californica* para la costa occidental de Baja California Sur y el Golfo de California, el estadístico de prueba Kruskal-Wallis incluye valores de $H_{(1,67)} = 11.16$ y $P = 0.0008$ para el $\delta^{15}\text{N}$; así como para el $\delta^{13}\text{C}$ con valores de $H_{(1,67)} = 14.99$ y $P = 0.0001$, por lo que, se podría mencionar que existen diferencias significativas en los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ para los organismos de la costa occidental de Baja

California Sur y el Golfo de California (Fig. 2).

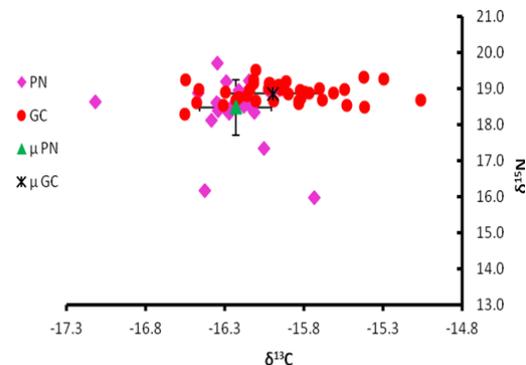


Fig. 2. Valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ del tiburón ángelito *Squatina californica* en la costa occidental de Baja California Sur y Golfo de California, representando la media y desviación estándar de los isótopos estables.

El nivel trófico de *S. californica* de la costa occidental de Baja California Sur determinado a partir de la razón isotópica de $\delta^{15}\text{N}$ fue de $\mu = 4.03 \pm 0.33$. Las hembras obtuvieron un NT de $\mu = 4.07 \pm 0.29$; mientras para los machos fue de $\mu = 3.85 \pm 0.50$; por otro lado los juveniles obtuvieron valores de $\mu = 4.08 \pm 0.09$ y los adultos $\mu = 4.02 \pm 0.37$. Para *S. californica* del Golfo de California se obtuvieron valores de NT de $\mu = 4.21 \pm 0.11$ (Tabla 2); estos valores se obtuvieron utilizando como base la concentración isotópica del músculo de *Etrumeus teres* ($\delta^{15}\text{N} = 17.25\text{‰}$). Se utilizó un enriquecimiento (Δn) de 2.3‰ en los valores de $\delta^{15}\text{N}$.

Tabla 2. Valores isotópicos del nivel trófico tanto general (Gral.) como para hembras (H) y machos (M) de *Squatina californica* de la costa occidental de Baja California Sur y Golfo de California.

Área	Gral.	H	M
Presa base: <i>Etrumeus teres</i>			
PN	$\mu = 4.03 \pm 0.33$	$\mu = 4.07 \pm 0.29$	$\mu = 3.85 \pm 0.50$
GC	$\mu = 4.21 \pm 0.11$	$\mu = 4.21 \pm 0.11$	$\mu = 4.21 \pm 0.12$

DISCUSIÓN

Con la aplicación del análisis de isótopos estables de Carbono y Nitrógeno y los métodos convencionales (contenidos estomacales), los investigadores han podido obte-

ner una mejor estimación acerca de las interacciones tróficas de los organismos en la comunidad. Ambas técnicas sirven para vincular la ecología alimentaria de varias especies con diferentes hábitats, así como sus preferencias en la dieta [13].

Comparando los promedios de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ de *S. californica* de la costa occidental de Baja California Sur (18.05 ± 0.77 para el $\delta^{15}\text{N}$ y -16.2 ± 0.22 para el $\delta^{13}\text{C}$) y la del Golfo de California (18.90 ± 0.27 para el $\delta^{15}\text{N}$ y -15.94 ± 0.34 para el $\delta^{13}\text{C}$) no se encontraron diferencias significativas, ya que estas fueron menores a 1‰ , lo que según [14] Conde-Moreno (2009) no es biológicamente significativo. Sin embargo, al realizar el estadístico de prueba Kruskal-Wallis se encontraron diferencias significativas en los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ para los organismos de la costa occidental de Baja California Sur y Golfo de California.

Esto concuerda con lo mencionado por [15] Díaz-Gamboa (2006) que dada la gran variedad de hábitats del Golfo de California y la complejidad diferencial de los ambientes oceanográficos presentes (frentes, remolinos, corrientes), es de esperarse que los valores de $\delta^{15}\text{N}$ en la base de la cadena trófica no sean similares en las diferentes zonas, ya que el Golfo de California es una zona con grandes procesos de surgencias, entradas de masas de agua, remolinos, frentes y la descarga de agua y sedimentos del río Colorado, estas características propician que haya un mayor enriquecimiento de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$, por lo que es de esperarse que los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ del Golfo de California no sean similares a los de Bahía Tortugas.

El nivel trófico (NT) es una forma de clasificar a los animales de acuerdo con sus relaciones alimenticias en un ecosistema. Al fitoplancton y las algas se les asigna NT de 1; mientras que a los consumidores de plantas o detritos NT de 2, y para los carnívoros el NT está entre 3 y 5 como es el caso de la mayoría de elasmobranquios, los cuales ocupan niveles tróficos altos (>4) por ser depredadores tope de los ecosistemas marinos, compartiendo este nivel con otros grupos de vertebrados como mamíferos marinos y peces óseos [16] [17] [18] [19].

[11] Post (2002) desarrolló una ecuación por medio de la cual es posible determinar el nivel trófico de los consumidores, esto con la utilización de los isótopos estables de C y N. [20] Estrada *et al.* (2003) utilizaron esta ecuación para determinar el nivel trófico de cuatro especies de tiburones y al compararlo con los resultados obtenidos por contenidos estomacales no encontraron diferencias significativas entre ambos métodos.

De la misma forma, [21] Barranco-Servin (2008) calculó el nivel trófico para el tiburón piloto, *C. falciiformis*, el cual fue de 4.3, encontrando que no se presentan diferencias significativas entre los dos métodos. *S. californica* es un depredador tope con un nivel trófico alto (NT= 4.1). Esto concuerda con los niveles tróficos reportados para algunas especies de tiburones, cuyos valores oscilaron entre 3.6 y 4.6 atribuyéndose los valores más altos a especies que se alimentan principalmente de peces, como es el caso de *S. californica* [18] [20] [19].

Este alto valor de NT se debe a que los peces son las presas de mayor importancia en el tiburón *S. californica*, peces que a su vez consumen invertebrados como copépodos y crustáceos que ocupen niveles trófico inferiores. [22] Escobar-Sánchez (2004) reporta valores isotópicos entre 18.49‰ y 19.52‰, para *S. californica* del Golfo de California, calculando un nivel trófico de 4.2, el cual es similar a lo encontrado en el presente estudio en el cual se obtuvo un nivel trófico de 4.1, esto coincide con lo reportado por [18] Cortés (1999) el cual menciona que *S. californica* se encuentra en un Nivel trófico promedio de 4.1 considerándolo como un consumidor terciario. Además concuerda con el nivel trófico promedio determinado para los tiburones: consumidores terciarios (NT>4), y por lo tanto, depredador tope en su hábitat bentónico.

CONCLUSIONES

El análisis de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ indica que *Squatina californica* es un depredador tope (Nivel trófico= 4.1). La presa base determinada para el cálculo del nivel trófico del tiburón

angelito *S. californica* fue *Etrumeus teres*, la cual presentó una mayor abundancia en la dieta. No se encontraron diferencias en el nivel trófico de las poblaciones de *S. californica* del Pacífico Norte y del suroeste del Golfo de California.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Myers, A., J. K. Baum, T. D. Shepherd, S. P. Powers & C. H. Peterson. *Science*, 315, 2007, 1846-1850.
- [2] Castillo-Géniz, J. L. 1992. *Diagnóstico de la pesquería del tiburón en México*. INP, Secretaría de Pesca, México.
- [3] Compagno, L. J. V. 1984. *Sharks of the World*. FAO, Rome.
- [4] Froese, R. & D. Pauly. 2012. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (10/2012). Editors Froese & Pauly.
- [5] Rau G.H., A.J. Mearns, D.R. Young, R.J. Olson, H.A. Schafer & I.R. Kaplan. *Ecology*, 64, 1983, 1314-1318.
- [6] Dawson, T. E., S. Mambelli, A. H. Plamboeck, P. H. Templer & K. P. Tu. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33, 2002, 507-559.
- [7] DeNiro, M. J. & S. Epstein. *Science*, 197, 1977, 261-263.
- [8] Hobson, K. A., M. D. Schell, D. Renouf & E. Noseworthy. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53, 1996, 528-533.
- [9] MacNeil, M. A., K. G. Drouillard & A. T. Fisk. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63, 2006, 345-353.
- [10] Escobar-Sánchez, O., L. A. Abitia-Cárdenas & F. Galván-Magaña. *Cybiurn* 30, 2006, 91-97.
- [11] Post, D. M. *Ecology* 83, 2002, 703-718.
- [12] McCutchan, J. H. Jr., W. M. Jr. Lewis, C. Kendall & C. C. McGrath. *OIKOS* 102, 2003, 378-390.
- [13] Zhao, L., M. A. Castellini, L. M. Tamara, S. J. Trumble. *Polar Biology*, 27, 2004, 368-373.
- [14] Conde-Moreno, M. 2009. Ecología trófica del tiburón bironche, *Rhizoprionodon longurio* (Jordan & Gilbert, 1882), en dos áreas del pacífico mexicano. Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, México.

- [15] Díaz-Gamboa, R. E. 2006. Influencia del ciclo biogeoquímico del nitrógeno sobre la variabilidad del $\delta^{15}\text{N}$ de la base de la cadena alimenticia (en el contexto de los diferentes ambientes oceanográficos del Golfo de California). Ensayo predoctoral. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, México.
- [16] Hobson, K. A. & H. E. Welch. *Marine Ecology Progress Series*, 84, 1992, 9-18.
- [17] Pauly, D., V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Froese & F. Jr. Torres. *Science*, 279, 1998, 860-863.
- [18] Cortés, E. *ICES Journal of Marine Science*, 56, 1999, 707-717.
- [19] Ebert, D. A. & J. J. Bizarro. *Environmental Biology of Fishes*, 80, 2007, 221-237.
- [20] Estrada, J. A., A. N. Rice, M. E. Lutcavage & G. B. Skomal. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 83, 2003, 1347-1350.
- [21] Barranco-Servin, L. M. 2008. Hábitos alimenticios y nivel trófico del tiburón *Carcharhinus falciformis*, Müller & Henle 1841 (Elasmobranchii. Carcharhinidae) en el Golfo de Tehuantepec, México por medio del análisis del contenido estomacal e isótopos estables de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$. Tesis de licenciatura. Universidad del Mar. México.
- [22] Escobar-Sánchez, O. 2004. Hábitos alimentarios del tiburón ángel *Squatina californica* (ayres, 1859) en el suroeste del Golfo de California, México. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, México.

PALABRAS CLAVES: Presas, Bahía Tortugas, depredador tope, consumidor terciario, contenido estomacal.

Hábitos alimentarios y relación trófica de tres especies de rayas bentónicas (Batoidea: Urolophidae y Narcinidae) en el Golfo de Tehuantepec

Díaz-Carballido, P. L., F. X. Chiappa-Carrara, A.M, Torres-Huerta.

Unidad Académica Sisal. UNAM. luis25-carb@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Una de las relaciones más complejas y multidireccionales que establecen los organismos con su ambiente es a través del alimento, ya que de esta interrelación dependen los constantes intercambios y transformaciones de energía necesaria para los procesos de crecimiento, reproducción y supervivencia [1]. El conocimiento de los hábitos alimentarios, traslape, nivel trófico, las relaciones intra e interespecíficas y las adaptaciones de una especie con su medio permite determinar su estatus en la comunidad [2]. La depredación y la competencia por los recursos son algunos de los factores de mayor influencia en la estructura de una comunidad, ya que el número de especies depende de la amplitud de nicho de diversas especies y el alto grado en que sus nichos se superponen [3].

Cuando las especies comparten varios rasgos comunes, como la misma morfología, tamaños, conductas y espacio, la teoría ecológica predice que los organismos despliegan estrategias de repartición de recursos, ya sea de forma espacial, temporal o de nivel trófico. Esto permite eludir la competencia entre especies, si es que la hubiera, o incrementar la tolerancia de traslape de nicho reduciendo la presión de competencia entre especies facilitando la coexistencia en una comunidad [4, 5, 6]

El presente estudio tiene como objetivo determinar las estrategias que permiten la coexistencia de las rayas bentónicas *Urotrygon*

chilensis, *Urotrygon rogersi* y *Narcine vermiculatus*, cuantificar el traslape de las dietas y el nivel trófico de estas especies que presentan varios rasgos en común.

METODOLOGÍA

Se realizaron 11 estaciones de muestreo en agosto de 2013, los organismos se capturaron mediante arrastres de fondo con redes camaroneras en el Golfo de Tehuantepec. De cada organismo se tomaron medidas morfométricas y sexo. Los estómagos se obtuvieron mediante una disección ventral del organismo y se conservaron en congelación (-14°C). Se calculó el tamaño mínimo de muestra necesario para caracterizar la dieta, con una curva acumulativa de diversidad de especies mediante la ecuación de Clench [7]. Se determinó la relación isométrica entre el ancho de disco (cm) y el peso (g) de los organismos [8] y la cantidad de estómagos llenos y vacíos por periodo de tiempo [diurno (8:00 h – 19:59 h) y nocturno (20:00h – 7:59h)] dependiendo de la hora de captura de los organismos. El espectro trófico se determinó con la identificación taxonómica de presas al menor nivel posible y se cuantificaron mediante el índice de importancia relativa (IIR) [9]. La estrategia alimenticia se determinó para las tres especies en los dos periodos de tiempo establecidos y se interpretó mediante la gráfica de Costello (1990). Se realizó un análisis CLUSTER y un análisis ANOVA, por especie y periodo de alimentación, para corroborar la similitud o disimilitud estadística y gráfica de las dietas. Para las tres especies se calculó la diversidad de componentes alimenticios con el índice de Shan-

non-Wiener (H^r), la amplitud de nicho trófico por el método de Levin, el traslape trófico utilizando el índice de Pianka y el nivel trófico mediante la ecuación y categoría trófica de presas propuesto por Cortés (1999) [10].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron 135 organismos. La estructura de tallas abarcó el intervalo de 14.4 cm a 29 cm (\bar{x} =23.14) en *U. rogersi*, de 9 cm a 20 cm (\bar{x} = 15.16) en *U. chilensis* y de 7 a 11.1 cm (\bar{x} =9.62) en *N. vermiculatus*. La proporción de sexos no difirió significativamente de la unidad, excepto en *U. rogersi* que fue de 5:1.

Las relaciones peso – longitud mostraron coeficientes de determinación (R^2) de 0.9 en todas las especies. Las pendientes no presentaron diferencias significativas respecto al coeficiente de alometría de 3, presentándose entonces un crecimiento isométrico respecto al peso.

Las curvas de acumulación de las presas presentes en los estómagos analizados de las tres especies sugieren un buen ajuste al modelo de Clench [7] y aunque no alcanzan la asíntota y solo se obtuvo un inventario de 67%, requiriendo un valor >70% como mínimo, el modelo sugiere que el número de estómagos es suficiente para caracterizar el espectro trófico en las tres especies.

En general, para las tres especies, se obtuvo una cantidad de 112 (82.09%) estómagos con alimento y 23 (17.03%) vacíos. El periodo diurno presentó 66.6% de 49 estómagos con alimento y 33.4% vacíos y el periodo nocturno presentó 86 estómagos (93.9%) con alimento y 6.1% vacíos. Esto puede deberse a que algunos batoideos presentan mayor actividad durante la noche o en horas cercanas a la puesta del sol; razón por la cual presentan mayor cantidad de presas y menos estómagos vacíos durante horas con ausencia de luz [11]. Así mismo,

estas diferencias podrían deberse a la variabilidad espacial, conducta, y hábitos de las presas dentro de la comunidad bentónica [12].

El espectro trófico de *U. chilensis* presentó 14 tipos de presas (H^r =1.6) incluidas en tres grupos taxonómicos (crustáceos, poliquetos y moluscos). Los crustáceos representaron una mayor importancia relativa en su dieta (75.8%), siendo las especies *Coifmanniella johnsoni* y *Leptochela serratorbita* las presas más representativas de este grupo. El grupo menos representado en la dieta de esta especie fueron los moluscos (Fig. 1)

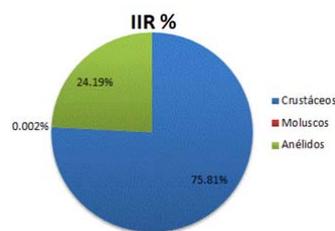


Figura 1. Grupos de presas presentes en la dieta de *U. chilensis*, de acuerdo al índice de importancia relativa (IIR%).

Urotrygon rogersi presentó en su dieta 11 especies presa (H^r =1.3) pertenecientes a cuatro grupos taxonómicos. El grupo más representativo, de acuerdo al índice de importancia relativa, es el de los crustáceos (72.15%), presentándose en mayor cantidad el carídeo *L. serratorbita*. El grupo de los peces representó el segundo lugar de importancia relativa (27.61%), mientras que el grupo de los moluscos y los anélidos representaron menos del 1% de importancia (Fig. 2).

Estos resultados corresponden con lo obtenido para la especie en el Pacífico colombiano [13], donde también se presentó la dominancia de los crustáceos en la dieta, sin embargo no se ha reportado que los peces sean un componente importante en la dieta de las rayas del género *Urotrygon*.

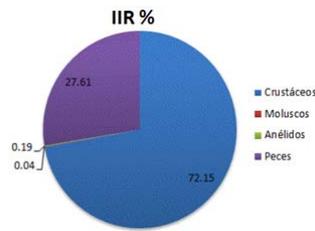


Figura 1. Grupos de presas presentes en la dieta de *U. rogersi*, de acuerdo al índice de importancia relativa (IIR%).

La dominancia de crustáceos en la dieta de esta especie, corresponde a otros estudios donde se menciona que este tipo de presas son el primer o segundo ítem de importancia en la dieta [14, 15].

La raya *Narcine vermiculatus* presentó solo 7 tipos de presa ($H^I=1.5$) y, de acuerdo al índice de importancia relativa, los poliquetos son el grupo principal de la dieta (97.1%) y el poliqueto *Onuphis sp.* la presa más representativa de este grupo taxonómico (Fig. 3).

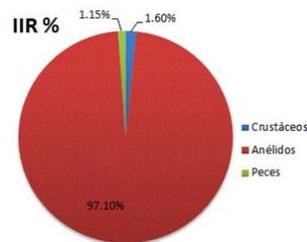


Figura 1. Grupos de presas de la dieta de *N. vermiculatus*, de acuerdo al índice de importancia relativa (IIR%).

Para esta especie solo existe un estudio previo en el que se menciona que su alimentación se constituye principalmente de poliquetos según el índice de importancia relativa [14]; así mismo, en un estudio para una especie del mismo género se corrobora la dominancia de poliquetos en la dieta [11].

Las tres especies de batoideos presentaron presas que forman parte del bentos, esto se relaciona a su tipo de hábitat, forma y posición de la boca [16]; por ejemplo se ha descrito que las rayas del género *Narcinidae* obtienen su alimento proyectando la mandíbula y generando presión oral para succionar las presas dentro de la boca [11]. Razón por la cual posiblemente *N. vermiculatus* presentó mayormente poliquetos en su alimentación.

De acuerdo al análisis de estrategia alimenticia *U. chilensis* durante el periodo diurno se alimenta en mayor proporción de poliquetos (eunicidos) y en el periodo nocturno en mayor proporción de crustáceos (*C. johnsoni*).

La estrategia en el periodo nocturno de *U. rogersi* consiste en alimentarse con una frecuencia de 30% a 35% de crustáceos (*L. serratorbita*) y peces de la Familia Ophichtidae. La estrategia de *N. vermiculatus* en el periodo diurno fue el consumo de anélidos (Onuphidae) mientras que en el periodo nocturno la alimentación es en la misma frecuencia para todas sus presas.

Este análisis de estrategia, en las tres especies, mostró una especialización de las presas que consumen dependiendo del periodo del día. Al respecto se ha mencionado que la elevada densidad de presas potenciales favorece la existencia de las especies minimizando así la competencia interespecífica, permitiendo a las especies que compartan una misma área [17].

El análisis ANOVA indicó que el espectro trófico no presenta diferencias significativas entre especie ($F= 0.4$, $n= 135$, $p=0.6$) y por periodos de tiempo (diurno ($F= 0.00$, $n= 84$, $p=0.1$) y nocturno ($F= 0.00$, $n= 51$, $p=0.9$).

A pesar de que el índice de importancia relativa mostró que el consumo de grupos

taxonómicos se da en las tres especies en diferente proporción, se observa una similitud entre las dietas de las rayas del género *Urotrygon* (40%), respecto a la similitud con las presas de *N. vermiculatus* (20%) (Fig. 4).

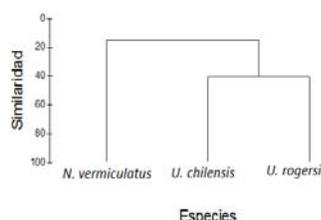


Figura 4. Dendrograma de los valores de %IR de cada presa en las tres especies de estudio.

La amplitud de nicho tuvo un valor de $B^i=0.3$ en las rayas del género *Urotrygon* y $B^i=0.4$ en *N. vermiculatus* lo cual sugiere que estas especies son depredadores especialistas y consumen pocos tipos de presas. Estos resultados corresponden a lo obtenido por otros autores para éstas especies en otras latitudes que mostraron también una conducta especialista [11, 12]. Al respecto, se menciona que los depredadores tienden a ser generalistas capturando el recurso más abundante y se convierten en especialistas cuando éste aumenta de forma evidente su abundancia en el entorno [18].

El análisis de traslape de nicho (O_{jk}) entre las tres especies presentaron valores menores al 0.6 (Tabla 1) y una proporción de traslape menor al 50%. Esto indica que las amplitud de las dietas de las tres especies no presentan traslape trófico.

Tabla 1. Valores de traslape trófico entre las tres especies. (*U. chilensis*, *U. rogersi* y *N. vermiculatus*)

Índices	<i>N.v - U.ch</i>	<i>U.r-N.v</i>	<i>U.ch-U.r</i>
Traslape trófico	0.5	0.1	0.4
Porcentaje de traslape	41%	18.6%	35%

El nivel trófico obtenido fue para *U. chilensis* y *N. vermiculatus* de 3.5 (consumidor secundario), mientras que para *U. rogersi* el

nivel trófico es de 4.2 (consumidor terciario). El nivel trófico obtenido en este estudio corresponde a lo descrito para otras especies de batoideos que ocupan niveles tróficos entre 3.48 y 4.22, en una escala de 1 a 5 [19].

CONCLUSIONES

Las rayas de este estudio presentan una dieta carnívora de presas bentónicas, incluidas en cuatro grupos taxonómicos (crustáceos, anélidos, peces y moluscos).

La cantidad de estómagos llenos en periodo diurno, respecto al nocturno muestra una relación directa a la mayor actividad de los batoideos descrita para este periodo.

Se considera que los batoideos estudiados son depredadores especialistas que se alimentan de ciertos grupos de especies presa.

Las tres especies presentan el mismo espectro trófico consumiendo las mismas presas, sin embargo una de las estrategias para alimentarse en la misma zona es; alimentarse de ellas en diferente cantidad y en diferente periodo de tiempo.

REFERENCIAS

- [1] Saborido, F. y S. Junquera. 2000. *Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblaciones de peces marinos*. Curso doutoramento do bienio 2001-2003. Universidad de Vigo 72 p.
- [2] Stevens, J. D., R. Bonfil, K. Dulvy 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.
- [3] Santoyo-Brito, E. 2009. *Ecología de la herpetofauna del cañón de Chinipas Chihuahua*. Tesis de Maestría. Posgrado de Recursos Genéticos y Productividad Ganadería. Texcoco, Estado de México. 90p.

- [4] Flores Ortega, J.R., E. Godínez Domínguez, J.A. Rojo Vázquez, A. Corgos, V.H. Galván Piña y G. González Sansón. 2010. *Interacciones tróficas de las seis especies de peces más abundantes en la pesquería artesanal en dos bahías del Pacífico Central Mexicano*. Revista de Biología Tropical. v.58 n.1.
- [5] Navarro-González, J.A., J. Bohórquez-Herrera, A. F. Navia, V. H. Cruz-Escalona. 2012. *Composición trófica de batoideos en la plataforma continental frente a Nayarit y Sinaloa, México*. Ciencias Marinas, 38(2): 347–362.
- [6] Papastamatiou, Y. P., B. M. Wetherbee, C. G. Lowe y G. L. Crow. 2006. *Distribution and diet of four species of carcharhinid shark in the Hawaiian Islands: evidence for resource partitioning and competitive exclusion*. Marine Ecology Progress Series. Vol. 320: 239–251.
- [7] Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. *Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos*. 8(31), 2003.151-161.
- [8] Cortés, E. *Standardized diet compositions and trophic levels of sharks*, 56, 1999,707 – 717.
- [9] Pinkas, L. Oliphant, S. M and Iverson, I. L. *Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters*, 152, 1-105.
- [10] Krebs, C. J. 1999. *Ecological methodology*. Educational Publishers, Inc. California, USA.
- [11] Moreno, F. Acevedo K. Grijalva-Benedek, M. Polo-Silva, C. y A.P. Acero. *Espectro trófico de la raya eléctrica *Narcine bancroftii* (Griffith y Smith 1834) (Elasmobranchii, Narcinidae) en playa Salguero, Santa Marta, Caribe Colombiano*. 4(4), 2009. 413-422.
- [12] Navia, A.F. *Hábitos alimentarios, relaciones tróficas e importancia ecológica de *Urotrygon rogersi* (elasmobranchii: batoidea) en la zona Tapia-García, M. 1998. El Golfo de Tehuantepec. El Ecosistema y sus recursos*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México.
- [13] Torres-Bustos, E. A. 2008. *Hábitos alimentarios y ecología trófica de la raya espinosa *Urotrygon rogersi* en el Pacífico Vallecaucano, Colombia*. Tesis de Licenciatura en Biología. Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Ciencias, Bogotá, Colombia. 70 p.
- [14] Valadez-González, C. *Hábitos alimentarios de las rayas (Chondrichthyes: Rajiformes) capturadas en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México Septiembre 1997- Agosto de 1998*. Tesis de maestría. 2000. Colima, México.
- [15] Navia, A.F., A. Torres, P. A. Mejía-Falla y A. Giraldo. 2011. *Sexual, ontogenetic, temporal and spatial effects on the diet of *Urotrygon rogersi* (Elasmobranchii: Myliobatiformes)*. Journal of fish Biology, The Fisheries Society of the British Isles, 78, 1213-1224.
- [16] De la Rosa-Meza. 2010. *Ecomorfología mandibular y dietas de batoideos en el golfo de California*. Tesis de doctorado en Ecología Marina. Centro de Investigación Científica de Educación Superior de Ensenada (CICESE) 337 p.
- [17] Guzmán-Castellanos A. B. 2010. *Estudio del contenido estomacal de la raya *Urotrygon chilensis* (Günther, 1871) (Myliobatiformes:Urolophidae) en el Golfo de Tehuantepec, México*. Tesis de Maestría, Instituto Politecnico Nacional, Oaxaca. 82 p.
- [18] Pinkas L., S. M. Oliphant y I. L. K. Iverson. 1971. *Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters*. Fish Bulletin, 152:105 p.
- [19] Bizarro, J. J., H. J. Robinson, C. S. Rinewalt & D. A. Ebert. 2007. *Comparative feeding ecology of four sympatric skate species off central California, USA*. Environmental Biology of Fishes, 80: 197-220.

PALABRAS CLAVE: Alimento, coexistencia, competencia, nivel trófico, traslape.

Relaciones tróficas del tiburón blanco *Carcharodon carcharias* en las inmediaciones de Isla Guadalupe, México, inferidas mediante el análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno

Mario Jaime Rivera

carcharodonmaritus@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La composición isotópica de los tejidos de los depredadores tope en el ambiente marino provee información sobre su ecología trófica y su comportamiento migratorio [1]. El objetivo de este estudio fue describir los hábitos tróficos y migratorios de los tiburones blancos de Isla Guadalupe realizando un análisis de isótopos estables de su dermis y músculo.

METODOLOGÍA

Del 2007 al 2011 se obtuvieron muestras de piel y músculo de tiburón blanco mediante biopsias *in situ*. Se evaluaron tres diferentes sistemas para tomar biopsias de tiburón blanco. El dardo utilizado a partir del diseño de Reeb y Best (RB) [2], fue el mejor para obtener músculo. De cada tejido se midieron los valores isotópicos de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) en un espectrómetro de masas de flujo continuo. Se consideró un pequeño grupo de muchos posibles taxa que los tiburones pudieron haber comido a lo largo de su migración: pinnípedos, calamares y atunes. Estas presas fueron agrupadas en cinco áreas focales: Golfo de California, Isla Guadalupe, Costa de California, SOFA (Área de alimentación del tiburón blanco en el centro del Pacífico) y Hawái.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los promedios del valor isotópico de la dermis del tiburón blanco fueron $\delta^{13}\text{C}$ (-14.5‰) y $\delta^{15}\text{N}$ (19.1‰). Los promedios del valor isotópico de la dermis transformada para semejar músculo fueron $\delta^{13}\text{C}$

(-16.6 ‰) y $\delta^{15}\text{N}$ (21.2 ‰). Los promedios del valor isotópico del músculo del tiburón blanco fueron $\delta^{13}\text{C}$ (-15.9‰) y $\delta^{15}\text{N}$ (19.2‰). La dermis del tiburón blanco podría tener una tasa de recambio más lenta que el músculo.

Se realizaron modelos de mezclas con las ecuaciones del balance de las masas. Se construyeron modelos de mezcla, mediante el uso del programa SIAR (Stable Isotope Analysis en R). Para comparar las fuentes se obtuvo el valor promedio de las señales isotópicas de cada una de ellas y se integraron en un polígono junto con el valor promedio del tiburón blanco. Los pinnípedos de Isla Guadalupe tuvieron la contribución más grande para el músculo de tiburón blanco mientras que el calamar de Humboldt tuvo la contribución más grande para la dermis. Para la dermis transformada en músculo, los pinnípedos de Isla Guadalupe aportaron la mayor contribución. (Figura 1).

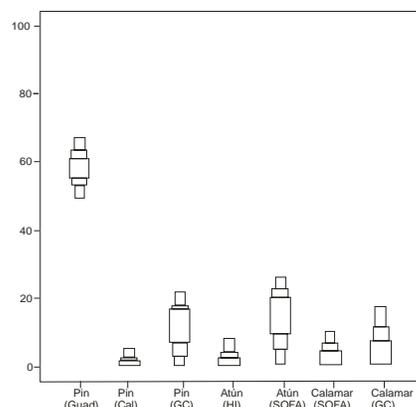


Figura 1. Contribución estimada más probable de las FIP a la dermis del tiburón blanco transformada en valores isotópicos de músculo utilizando el modelo de mezcla SIAR. La anchura de las cajas representa los intervalos de certeza de 25%, 75% y 95%.

CONCLUSIONES

Los resultados confirmaron la hipótesis propuesta; la dermis y el músculo reflejaron diferentes contribuciones de presas probables al tiburón blanco muestreado en Isla Guadalupe. El análisis isotópico de estos tejidos indica el uso trófico en los movimientos de áreas costeras a áreas oceánicas que realizan estos tiburones.

REFERENCIAS

[1] Hussey, N.E., S.F.J. Dudley, I.D. McCarthy, C. Jeremy & A.T. Fisk. (2011). Stable isotope profiles of large marine predators: viable indicators of trophic position, diet, and movement in sharks. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 68, 2029-2045. Proceedings, memorias, memorias en extenso.

[2] Reeb D. y P.B. Best. 2006. A biopsy system for deep-core sampling of the blubber of southern right whales *Eubalaena australis*. *Marine Mammal Science* 22: 206-213.

PALABRAS CLAVE: Isótopos estables, tiburón blanco, ecología trófica.

Ecología trófica de ocho especies del Orden Rajiformes en la costa sur del estado de Jalisco, México

*Flores-Ortega, JR, E, Godínez-Domínguez, G, González-Sansón, C. Aguilar-Betancourt.

Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras, Universidad de Guadalajara. V. Gómez Farías 82, San Patricio-Melaque, Jalisco, México. 48980.

TEL: 315 355 6330 Fax: 315 355 6331

* percebes5@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Las rayas son depredadores importantes de peces e invertebrados de los sistemas bentónicos [5, 1, 8], y desempeñan un papel importante en las redes tróficas marinas y en los flujos de energía entre los ambientes pelágicos y demersales. En las costas del Pacífico Central Mexicano, las mayores abundancias y biomásas de rayas se encuentran en ambientes costeros [10, 7]. En las costas de Jalisco los estudios realizados en la comunidad de Rajiformes están relacionados con la distribución y abundancia de los organismos y los aspectos tróficos de cada una de las especies, sin embargo, son escasos los estudios que integran el comportamiento alimentario de varias especies, influenciadas por patrones estacionales y sus interacciones tróficas. El objetivo de este trabajo es conocer la composición de la dieta y las interacciones tróficas de las ocho especies de rayas (*Narcine brasiliensis*, *Narcine entemedor*, *Narcine vermiculatus*, *Rhinobatos glaucostigma*, *Urolophus halleri*, *Urotrygon munda*, *Urotrygon rogersi* y *Zapteryx xyster*) de mayor abundancia en la costa de Jalisco, México.

METODOLOGÍA

Las especies de Rajiformes fueron capturadas en arrastres de pesca con redes tipo camarero en la costa sur del estado de Jalisco, México (playa El Coco, Bahía de Navidad, Bahía de Tenacatita y Bahía de Chamela). La captura de los organismos fueron realizadas por medio de arrastres nocturnos con una duración de 30 minutos, a una velocidad promedio de dos nudos. El total de la captura fue colocada en hielo y se transportó al laboratorio para ser procesado. Las especies de rayas fueron separadas del resto de la captura para determinar la longitud total (cm) y peso (gr), y además extraer, etiquetar y congelar los estómagos hasta su posterior análisis en el

laboratorio. Los estómagos de las rayas fueron agrupados por épocas de año (época cálida (C) de julio a diciembre y época fría (F) de enero a junio). Los componentes alimentarios encontrados fueron contados, pesados (g) e identificados al taxón mínimo posible con la ayuda de claves especializadas para cada grupo, y agrupados en categorías alimentarias para análisis posteriores. Los componentes alimentarios encontrados en los estómagos se cuantificaron de acuerdo con los métodos tradicionales como el Numérico ($\%N = N_i / N_t$, donde N_i es el número de organismos encontrados de una categoría i y N_t es el número total de organismos encontrados de todas las categorías); Gravimétrico ($\%G = G_i / G_t$, donde G_i es el peso de la categoría i y G_t es el peso total de todas las categorías encontradas); Frecuencia de Ocurrencia ($\%FO = N_o / N_s$, donde N_o es el número de ocurrencias de la categoría i y N_s es el número total de estómagos analizados) y el Índice de Importancia Relativa ($IIR = (\%N + \%G) * \%FO$) [15] que permite valorar la importancia de cada categoría alimentaria en la dieta y es expresado en porcentaje [4]. Además se estimó el Índice de Smith (1982) para conocer la amplitud del subnicho trófico y la estrategia alimentaria de la especie. Como una medida de la superposición de las dietas, se utilizó el índice de Pianka [14]. Cuando los valores oscilan entre el 0.00 y 0.29 la superposición se considera baja, de 0.30 a 0.60 es considerada media, y mayores de 0.60 la superposición de la dieta se considera alta [11]. Estos cálculos se realizaron con el programa Ecológica Methodology 7.0. Para analizar gráficamente el patrón de asociación de presas de acuerdo a la especie y temporada del año, se utilizó el método de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS, por sus siglas en inglés) [3], y se utilizó el índice de Bray-Curtis [2] como medida de similitud. Este

análisis se realizó con los valores porcentuales de peso (W%) con que contribuye cada uno de los grupos de presas en la dieta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción general

Se analizaron en total 1486 estómagos de las ocho especies de rayas consideradas en este estudio, sin embargo solo en el 74.4% (1077 estómagos) fueron encontradas presas. En total se identificaron 29 categorías alimentarias que utilizan las especies de Rajiformes capturadas en la zona de estudio, 26 se presentaron en la época cálida (C) y solo 22 en la época fría (F).

Descripción de las dietas

N. brasiliensis: se analizaron en total 86 estómagos de esta especie, pero solo en 46 fueron encontradas presas. En el contenido estomacal de esta especie se identificaron 10 categorías alimentarias, en las que destacan dos categorías que alcanzan más del 98% del IIR en la dieta. Estas dos categorías alimentarias son los poliquetos de la Familia Serpullidae (38.61%N, 70.13%G, 49.18%FO, 74.95%IIR) y los carídeos de la Familia Ogyrididae (45.54%N, 19.49%G, 26.23%FO, 23.91%IIR).

N. entemedor: de los 57 estómagos analizados solo en 46 se encontraron presas. La dieta de esta especie se conformó por 8 categorías alimentarias, de las cuales cuatro conforman más del 97% del IIR de la dieta total. Las categorías alimentarias de mayor importancia para esta especie son los carídeos de la Familia Ogyrididae (44.62%N, 5.89%G, 37.14%FO, 44.89%IIR), los poliquetos de la Familia Serpullidae (24.62%N, 32.08%G, 28.57%FO, 38.77%IIR), carídeos de la Familia Processidae (18.46%N, 7.71%G, 14.29%FO, 8.95%IIR) y los restos de peces no identificados (3.08%N, 35.31%G, 5.71%FO, 5.25%IIR).

N. vermiculatus: 209 estómagos se analizaron para describir la dieta de esta especie, sin embargo solo en 101 estómagos se encontraron presas. La dieta se conforma de 13 categorías alimentarias, de las cuales los carídeos de la Familia Ogyrididae (68.63%N, 31.05%G, 41.73%FO, 65.64%IIR) y los poliquetos de la Familia Serpullidae (17.25%N, 43.65%G, 33.86%FO, 32.54%IIR) son los de

mayor importancia en la dieta ya que alcanzan más del 98% del IIR total de la dieta.

R. glaucostigma: en 10 de los 12 estómagos analizados se encontraron presas. La dieta se conformó de 9 categorías alimentarias y tres de ellas son las de mayor importancia ya que tienen el 89% del IIR total de la dieta. Las principales categorías alimentarias son carídeos de la Familia Processidae (47.29%N, 12.72%G, 27.27%FO, 48.49%IIR) y Ogyrididae (32.56%N, 7.30%G, 13.64%FO, 16.11%IIR), y camarones de la Familia Penaeidae (4.65%N, 55.79%G, 13.64%FO, 24.42%IIR).

U. halleri: para esta especie se analizaron en total 219 estómagos de los cuales solo en 196 se encontraron presas. La dieta se conformó de 20 categorías alimentarias, sin embargo tres son las de mayor importancia en la dieta ya que alcanzan más del 92% del IIR total de la dieta y estas son los carídeos de la Familia Processidae (84.33%N, 44.71%G, 19.11%FO, 80.36%IIR), los cangrejos de la Familia Portunidae (2.93%N, 10.69%G, 14.65%FO, 6.51%IIR) y las larvas de braquiuros (5.62%N, 6.84%G, 14.65%FO, 5.95%IIR).

U. munda: 540 estómagos para describir la dieta de esta especie, de los se analizaron cuales solo en 418 estómagos se encontraron presas. En la dieta se cuantificaron 25 categorías alimentarias, de las cuales los carídeos de la Familia Processidae (62.06%N, 37.48%G, 29.64%FO, 66.98%IIR) y Ogyrididae (31.37%N, 22.23%G, 23.94%FO, 29.02%IIR) son las de mayor importancia en la dieta ya que tienen el 96% del IIR total de la dieta de esta especie.

U. rogersi: de los 338 estómagos analizados solo 265 presentaron contenido, en donde se identificaron 21 categorías alimentarias. Las categorías de mayor importancia en la dieta son los carídeos de la Familia Processidae (57.27%N, 43.54%G, 23.42%FO, 62.17%IIR) y Ogyrididae (33.85%N, 17.81%G, 22.89%FO, 31.14%IIR), que juntos alcanzan el 93% del IIR total de la dieta de esta especie.

Z. xyster: de los 25 estómagos analizados para esta especie solo se encontraron presas en 17 estómagos, donde se identificaron 10

categorías alimentarias destacando en la dieta los camarones de la Familia Penaeidae (25.71%N, 54.81%G, 14.29%FO, 45.88%IIR), los carideos de la Familia Processidae (22.86%N, 13.62%G, 14.29%FO, 20.79%IIR), las larvas de estomatópodos (11.43%N, 2.86%G, 19.05%FO, 10.86%IIR) y los camarones de la Familia Sicyonidae (11.43%N, 9.47%G, 9.52%FO, 7.94%IIR), que conforman el 85% del IIR total de la dieta.

Las principales categorías alimentarias en las dietas de las ocho especies son camarones carideos (Processidae y Ogyrididae), camarones peneidos (Penaeidae), poliquetos (Serpullidae) y cangrejos portunidos (Portunidae), un patrón alimentario similar a las especies de rajiformes [12, 18, 7, 13]. La abundancia en el medio de categorías alimentarias (crustáceos) en la época cálida es mayor que en la época fría (Godínez-Domínguez y González-Sansón 1998), por lo cual determina una mayor disponibilidad de presas en una temporada del año para los depredadores. Los depredadores tienen la capacidad de cambiar el tipo de alimento en respuesta a la abundancia de recursos alimentarios en el medio, más que a la preferencia alimentaria que tiene cada organismo y las especies de rayas no son la excepción [16].

De acuerdo a los valores obtenidos del índice de Smith (0.64-0.79), las ocho especies de rayas analizadas presentan una estrategia alimentaria de tipo generalista (Fig. 1).

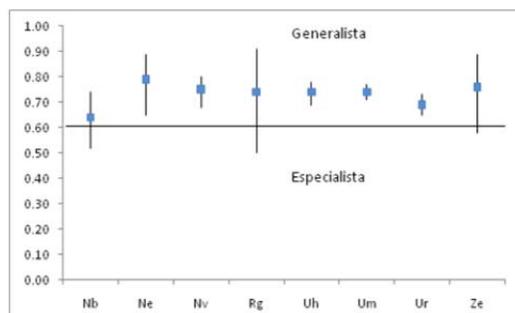


Figura 1. Valores del índice de Smith (\pm 95% intervalo de confianza) para cada una de las ocho especies de rayas analizadas.

Entre las especies de Rajiformes se presentan casos de estrategias alimentarias de tipo especialista, donde la preferencia por una categoría alimentaria como camarones carideos, poliquetos o moluscos, es marcada y además

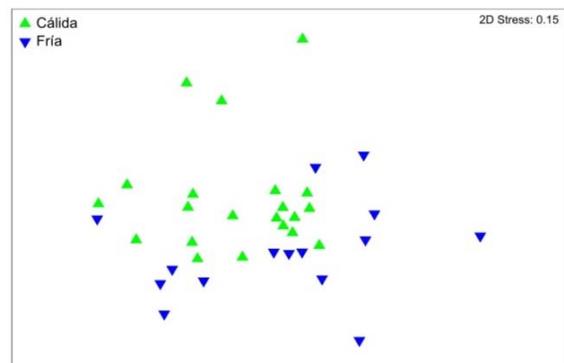
están relacionados con la clase de talla o con el sexo de los organismos [5, 13], sin embargo este tipo de estrategia alimentaria podría estar reflejando la abundancia y disponibilidad de las categorías alimentarias en el medio y no preferencia alimentaria de las especies. La superposición de dietas entre las especies de rayas fue mayor durante la época cálida que en la fría, y los mayores valores de superposición en la dieta se dieron en dos grupos de especies, el primer grupo fueron *N. brasiliensis*, *N. vermiculatus*, *N. entemedor* y *R. glaucostigma*, y el segundo grupo fueron *U. halleri*, *U. munda* y *U. rogersi*.

De acuerdo a los valores de similitud de Bray-Curtis y el nMDS se observa un patrón de asociación estacional entre las especies de rayas, patrón reportado para tres de las ocho especies (*U.*

halleri, *U. munda* y *U. rogersi*) en la misma área [7]. Este patrón puede estar relacionado con la afinidad de las especies por consumir los recursos alimentarios de mayor abundancia en la temporada.

CONCLUSIONES

Las ocho especies de rayas analizadas se alimentan principalmente de invertebrados bentónicos como camarones, poliquetos y cangrejos. Las especies de rayas en general muestran un amplio subnicho trófico y una estrategia alimentaria de tipo generalista. La superposición en la dieta es alta en la época cálida y entre las especies del mismo género. Entre las especies de rayas analizadas se ob-



servó un patrón de asociación de acuerdo a la temporada de estudio.

Figura 2. Resultados del nMDS de acuerdo a la temporada de estudio de las ocho especies de rayas analizadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Bizarro J.J., Robinsosn H.J., Rinewalt C.S. & Ebert D.A. 2007. Comparative feeding ecology of four sympatric skate species off central California, USA. *Environ. Biol. Fish* 80: 197-220.
- [2] Clarke K.R. & Warwick R.M. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. PRIMER-E, Plymouth Laboratory, UK.
- [3] Clarke K.R., 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.* 18, 117-143.
- [4] 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
- [5] Ebert D.A., Cowley P.D. & Compagno L.J.V. 1991. A preliminary investigation of the feeding ecology of skates (Batoidea: Rajidae) off the best coast of southern Africa. *S Afr. J Marine Sci.* 10: 71-81.
- [6] Ebert D.A. & Cowley P.D. 2003. Diet, feeding behaviour and habitat utilisation of the blue stingray *Dasyatis chrysonota* (Smith, 1828) in South African waters. *Mar. Freshwater Res.*, 54, 957-965.
- [7] Flores-Ortega J.R., Godínez-Domínguez E., González-Sansón G., Rojo-Vázquez J. A., Corgos, A., & Morales-Jáuregui M. Y. 2011. Feeding habits of three round stingrays (Rajiformes: Urotrygonidae) in the central Mexican Pacific. *Cienc. Mar.*, 37(3), 279-292.
- [8] Follesa M.C., Mulas A., Cabiddu S., Portu C., Deiana A.M. & Cau A. 2010. Diet and feeding habits of two skates species, *Raja brachyura* and *Raja miraletus* (Chondrichthyes, Rajidae) in Sardinian waters (central-western Mediterranean). *Ital. J. Zoo.* 77: 53-60.
- [9] Godínez-Domínguez E. & González-Sansón G. 1998. Variación de los patrones de distribución batimétrica de la fauna macrobentónica en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Cienc. Mar.* 24: 337-351.
- [10] González-Sansón G., Aguilar-Palomino B., Arciniega-Flores J., Garcia de Quevedo-Machain, R., Godínez-Domínguez E., Landa-Jaime V., Mariscal-Romero J., Michel-Morfin J.E., Saucedo-Lozano M. 1997. Variación espacial de la abundancia de la fauna de fondos blandos en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México (Primavera, 1995). *Cien. Mar.* 23: 93-110.
- [11] Langton R.W. 1982. Diet overlap between Atlantic cod, *Gadus morhua*, silver hake, *Merluccius bilinearis*, and fifteen other northwest Atlantic finfish. *Fish. Bull.*, 80: 745-759.
- [12] Navia A.F., Mejía-Falla P.A. & Giraldo A. 2007. Feeding ecology of elasmobranch fishes in coastal waters of the Colombian Eastern Tropical Pacific. *BMC Ecology* 7: 8,1-10.
- [13] Payan L. F., Navia A. F., Rubio E. A. & Mejia Falla P. A. (2011). Biología de la raya guitarra *Rhinobatos leucorhynchus* (Günther, 1867) (Rajiformes: Rhinobatidae) en el Pacífico colombiano. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 39(2), 286-296.
- [14] Pianka E.R. 1973. The structure of lizard communities. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 4: 53-74.
- [15] Pinkas L.M., Oliphant, S., and Iverson, I.L.K. 1971. *Calif. Fish Game*, 152: 1-105.
- [16] Rinewalt C.S., Ebert D.A. & Cailliet G.M. 2007. The feeding habits of the sandpaper skate, *Bathyraja kincaidii* (Garman, 1908) in central California: seasonal variation in diet linked to oceanographic conditions. *Environ. Biol. Fish.* 80:147-163.
- [17] Smith E.P. 1982. Niche breadth, resource availability, and inference. *Ecology* 63: 1675-1681.
- [18] Treloar M.A., Laurenson L.J.B., Stevens J.D. 2007. Dietary comparisons of six skate species (Rajidae) in south-eastern Australian waters. *Environ Biol. Fish* 80: 181-196.

Estructura genética poblacional del tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) en el Pacífico Nororiental frente a las costas de Isla Guadalupe.

Sánchez-Hernández X.E., P. Díaz-Jaimes, M. Uribe-Alcocer, E.M. Hoyos-Padilla y P. Blanco.

Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología.

sanchez.hernandez.x@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*, Linneus 1758) es una especie vivípara aplacentaria, con camadas entre 7-9 crías [1]. Tiene una distribución mundial con preferencia por aguas frías y templadas cercanas a la costa [1,2]. Generalmente se localizan cerca de la superficie entre 16 y 32 metros de profundidad [3].

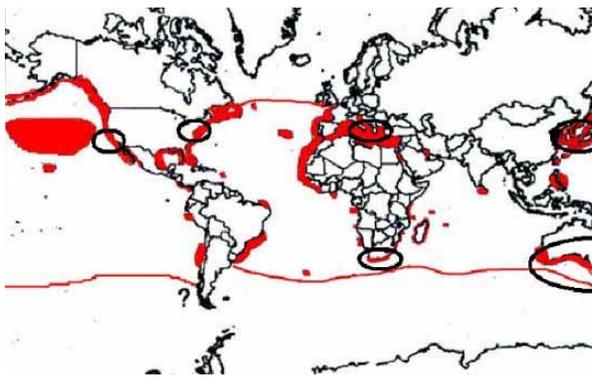


Figura 1. Mapa de distribución de *Carcharodon carcharias*, mostrando en los círculos negros los principales puntos de agregación (Tomada de la FAO Fergusson et al. 2004)

Los centros de abundancia conocidos (incluyendo áreas de nacimiento y probablemente de reproducción) incluyen: Estados Unidos (la costa oeste de California, y la costa este desde Nueva Inglaterra a los estados medios del Atlántico), México (Baja California y Golfo de California), Mar Mediterráneo, costa este de Sudáfrica, sur de Australia, Nueva Zelanda y Japón [2].

El tiburón blanco está considerado como una especie amenazada debido a varios factores, incluida la evidencia de un declive en sus poblaciones [4], su tasa de natalidad relativamente baja y una lenta maduración [5,6]. Esto hace que especie sea vulnerable a la explotación. Además se ha documentado la presencia de tiburón blanco (*Carcharodon*

carcharias) en las capturas dirigidas e incidentales de varias pesquerías ribereñas e industriales [7]. Como resultado su estatus de conservación es incierto, esto es evidente para la Lista Roja de clasificación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza IUCN, por sus siglas en inglés, donde aparece como vulnerable [5], y el Apéndice II del Convenio CITES lo incluye en el estatus de vulnerable. En México se encuentra catalogada como "especie amenazada no endémica" y protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2001 y su pesca está prohibida por la NOM-029-PESC-2007 y la Carta Nacional Pesquera (2006).

El declive mundial en especies de tiburones en tiempos recientes [8,9,10] hace evidente la importancia de entender los movimientos a gran escala y zonas de agregación para incrementar el conocimiento de su historia de vida y sus relaciones con los factores físicos y bióticos. El reto es conocer los parámetros demográficos para estimar el riesgo de extinción y poder hacer un buen manejo de las poblaciones de tiburón blanco [11]. Existen estudios de marcaje acústico y satelital que proveen valiosa información respecto a la historia de vida de la especie [12,13,14] sin embargo son costosos, además de la dificultad del trabajo en el ambiente marino y lo elusivo de la especie. Este estudio evalúa la estructura genética poblacional y el nivel de variabilidad genética del tiburón blanco en la Isla Guadalupe, California y Sudáfrica, empleando marcadores moleculares mitocondriales (Región control del DNAm) con el fin de identificar si la población del Pacífico Nororiental representa un linaje divergente

que justifique ser considerado dentro de un régimen de conservación especial.

METODOLOGÍA

Se obtuvieron 50 biopsias de tejido muscular y aleta de organismos vivos de isla Guadalupe del 2003 al 2012 y 30 biopsias de aleta de Sudáfrica. Estas se preservaron en viales con alcohol etílico al 70% y mantenidas en congelación hasta su análisis [15] en el Laboratorio de Genética de organismos acuáticos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) de la UNAM. Además se obtuvieron aproximadamente 60 muestras de dientes momificados de Bahía Vizcaino en Baja California. Se utilizarán las secuencias de California, Australia y Sudáfrica del gen bank. Las muestras pertenecientes a Sudáfrica se utilizarán como grupo externo para poder hacer comparaciones respecto a las diferencias genéticas esperadas entre grupos distantes.

Mediante el protocolo de precipitación por sales con el kit de Promega se extrajo el ADN, se amplificó la región control D-loop empleando los primers universales Elasmof: 5'-TTG GCT CCC AAA GCC AAR ATT CTG-3' y Elasmor: 5'-CCC TCG TTT TWG GGG TTT TTC GAG-3' [16]. El protocolo fueron 94 °C por 5'. Y 94 °C por 30'', posteriormente 59°C por 45'' y finalmente 72°C por 15'', con una elongación final de 72°C por 10'.

Se calculó la diversidad haplotípica y nucleotídica, así como el número de haplotipos con el programa en DNAsp 4.0. Se realizó la comparación pareada de Fst's mediante el programa computacional Arlequín 2.0 [17]. Este análisis es determinado comparando valores a una distribución nula de 100 muestras generadas permutando los haplotipos entre poblaciones. Se realizó el análisis de Mistmaches y las pruebas de neutralidad de Tajima y de Fu y Li; además se calculó la red de haplotipos y la edad a la expansión poblacional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La diversidad haplotípica y nucleotídica resultó muy similar entre Isla Guadalupe y las momias de Bahía Vizcaino; comparado con las secuencias de California estas últimas tienen mayores niveles de diversidad así como un mayor número de haplotipos únicos, aunque comparten varios haplotipos con las secuencias de Isla Guadalupe. Los valores de diversidad de Isla Guadalupe y Bahía Vizcaino son similares a los encontrados por Jorgensen [13]. Para el análisis de FST's no se obtuvo diferencia entre Isla Guadalupe y Vizcaino identificándolo como un solo grupo, mientras que California sí mostró diferencias significativas con respecto de Isla Guadalupe y Bahía Vizcaino.

CONCLUSIONES

Existe diferencia entre la población de Isla Guadalupe y la de California, aunque es necesaria la comparación con marcadores nucleares para corroborar estas diferencias en un tiempo más reciente.

REFERENCIAS

- [1] Compagno LJV (1984) FAO species catalogue, volume 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 1. Hexanchiformes to Lamniformes. FAO Fisheries Synopsis, (125), 4, Part 1, 238–241.
- [2] Compagno, L. J. V., 2003. Sharks of the order Carchariniiformes. The Blackburn Press. 362-372 pp.
- [3] Goldman, K. J., Anderson, S. D., McCosker, J. E. & Klimley, A. P. (1996). Temperature, swimming depth, and movements of a white shark at the South Farallon Islands, California. In Great White Sharks: The Biology of Carcharodon carcharias (Klimley, A. P. & Ainley, D. G., eds), pp. 111–120. New York: Academic Press Inc.
- [4] Bruce, B. D. (1992). Preliminary observations on the biology of the white shark, *Carcharodon carcharias*, in South Australian wa-

ters. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 43, 1–11.

[5]Compagno LJV, Marks MA, Fergusson IK (1997) Threatened fishes of the world: *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758). *Environmental Biology of Fishes*, 50, 61–62.

[6]Klimley AP, Anderson SD (1996) Residency patterns of white sharks at the South Farallon Islands, California. In: Klimley AP, Ainley DG (eds) *Great white sharks: the biology of Carcharodon carcharias*. Academic, San Diego, pp 365–373

[7]Márquez-Farías, J. F., Rodríguez Valencia, J. A. and Cisneros-Mata, M. A. 2006. Distribución y migración de tiburones pelágicos en el Golfo de California y sus zonas adyacentes. Reporte técnico parcial de investigación conjunta entre el Instituto Nacional de la Pesca y el Programa Golfo de California de WWF-México.

[8]Baum JK, Myers RA, Kehler DG et al. (2003) Collapse and conservation of shark populations in the Northwest Atlantic. *Science*, 299, 389–392.

[9]Myers RA, Worm B (2003) Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature*, 423, 280–283.

[10]Myers RA, Baum JK, Shepherd TD, Powers SP, Peterson CH (2007) Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science*, 315, 1846–1850.

[11]Stevens, J., R. Bonfil, N Dulvy & P, Walker. 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimeras (Chondrichthyan), and applications for marine ecosystems. *ICES journal of marine Science* 57: 476–494 pp.

[12]Domeier ML, Nasby-Lucas N (2007) Annual re-sightings of photographically identified white sharks (*Carcharodon carcharias*) at an eastern Pacific aggregation site (Guadalupe Island, Mexico). *Mar Biol* 150:977–984.

[13]Jorgensen SJ, Reeb CA, Chapple TK, Anderson SD, Perle C, Van Sommeran SR, Fritz-Cope C, Brown AC, Klimley AP, Block BA (2010) Philopatry and migration of Pacific white sharks. *P Roy Soc B-BiolSci* 277:679–688

[14]Hoyos-Padilla, M. E. 2009. Patrones de movimiento del tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) en Isla Guadalupe, México. Ph.D. dissertation. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR). Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S. 149 p.

[15] Grijalva-Chon, J.M., A. Kaichi, K. Numachi. 2003. Baja variabilidad genética en dos muestras de tiburón angelito (*Squatina californica*) del Pacífico. Reporte técnico. 1-17 pp.

[16]Stoner, D. S., Grady, J. M., Priede, K. A y Quattro. 2003. Amplification primers for the mitochondrial control region and sixth intron of the nuclear-encoded lactate dehydrogenase A gene in elasmobranch fishes. *Conservation Genetics*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 4: 805–808 pp.

[17]Sche Scheneider, S., D. Roessli, L. Excoffier. 2000 Arlequin. 2.000: A software of population genetic data analysis. Genetics and Biometry laboratory. University of Geneva, Switzerland.

PALABRAS CLAVE: ADN mitocondrial, migración, conservación, Baja California, marcaje.

Estructura genética del tiburón toro (*Carcharhinus leucas*) en el Golfo y Caribe de México.

Sandoval- Lurrabaquio Alvarado N., P. Díaz Jaimes, A. Douglas, M. Uribe Alcocer.

Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología.

s_inadia@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

El tiburón toro (*Carcharhinus leucas*) es una especie ampliamente distribuida en regiones costeras tropicales y subtropical que puede ser encontrado en ambientes estuarinos y riverieños [1] que usualmente utiliza como áreas de crianza [2].

En la especie se ha reconocido comportamiento de Filopatría en poblaciones del océano Atlántico y a zonas de crianza australianas, gracias a los resultados obtenidos mediante el análisis de la variación genética en el ADN mitocondrial y regiones microsateelitales [3][4], encontrándose diferenciación genética significativa con el primer marcador y baja o nula con el segundo entre las muestras analizadas, atribuyendo dichos resultados a la supuesta fidelidad de las hembras a determinadas zonas

En la región de Florida, E.U.A., se han reconocido áreas de crianza para la especie mediante métodos de observación directa y marcaje [2], no obstante, la interacción de los individuos juveniles, así como la existencia de flujo genético entre dichas áreas se desconoce, y por tanto, la existencia de filopatría estas áreas. En México, se ha inferido la existencia de zonas de crianza en el Golfo de México y el Caribe debido a la incidencia de juveniles [5] y a diferencia de Florida, no existen estudios de ningún tipo que lo confirmen o hayan estudiado la estructura genética en la zona.

METODOLOGÍA

Mediante secuencias de ADN mitocondrial, se evaluó la existencia de filopatría en el tiburón toro entre dos zonas consideradas de crianza de Florida E.U.A. y se determinó la

estructura genética entre poblaciones de esta zona, Campeche y Caribe en México .

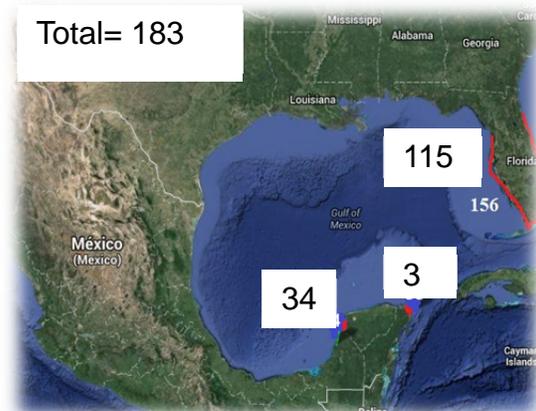


Figura 1. Zona de estudio, indicando el total de muestras analizadas y su distribución por zonas. Se señala con rojo los sitios de muestreo

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al compararse las secuencias individuos juveniles y neonatos de tiburón toro provenientes de dos áreas de crianza ubicadas en las costas oriental y occidental de Florida, respectivamente, se encontraron valores significativos para las pruebas de divergencia realizadas, similar a lo reportado por Tillet y colaboradores, en el 2012 en zonas de crianza adyacentes de Australia [4].

Por otro lado entre las comparaciones realizadas entre adultos, procedentes de Florida, Golfo de México e Isla Mujeres no se encontró evidencia de estructura genética

El resultado de divergencia genética ente juveniles de tiburón toro, sugiere la existencia de filopatría a las diferentes áreas de crianza muestreadas, y se respalda con los datos de marcaje realizados en la zona que indican que la especie estudiada tiende a presentar una movilidad restringida dentro de su zona de

nacimiento, pudiendo pasar en este sitio sus primeros cuatro años de vida [6]., mientras que el no encontrar señales de diferenciación entre adultos, puede deberse a la amplia movilidad de la especie, como se ha determinado mediante datos de marcaje y al hecho de que en su fase adulta, una vez que sale de las áreas de crianza, las poblaciones de zonas cercanas tienden a formar una población homogénea.

Esos resultados son importantes para la conservación de la especie, debido a que nos ayudan a conocer el uso de hábitat de la especie en la zona de estudio.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos entre juveniles y nenatos señalan la posible existencia de filopatría a dos zonas consideradas áreas de crianza en Florida para el tiburón toro, no obstante, nuestros resultados de estructura genética entre individuos adultos, sugieren la existencia de una población homogénea entre las localidades analizadas (Golfo de México y caribe). Ambos resultados deben ser analizados con mayor detalle, mediante el empleo de otro marcaor molecular, como pudieran ser los microsatélites, para respaldar los resultados obtenidos en este estudio..

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Simpfendorfer C.A., Freitas G.G., Wiley T.R., y M.R. Heipel. (2005). Distribution and habitat partitioning of immature bull sharks (*Carcharhinus leucas*) in a Southwest Florida estuary. *Estuaries*, 28(1): 78-95

[2] Curtis T.H., Adams D.H. y G.H. Burgess. (2011). Seasonal Distribution and habitat associations of bull sharks in the Indian River Lagoon, Florida: A 30-year synthesis. *Transactions of the American Fisheries Society*, 140: 1213-1226.

[3] Karl, S. A., Castro, A. L. F., Lopez, J. A., Charvet, P., & Burgess, G. H. (2011). Phylogeography and conservation of the bull shark (*Carcharhinus leucas*) inferred from mitochondrial and microsatellite DNA. *Conservation Genetics*, 12(2), 371-382.

[4] Tillett B.J., Meekan M.G., Field I.C., Thorburn D.C. y J.R. Ovenden. (2012). Evidence for reproductive philopatry in the bull shark *Carcharhinus leucas*. *Journal of Fish Biology*

[5] Bonfil, R. (1997). Status of shark resources in the Southern Gulf of Mexico and Caribbean: implications for management. *Fisheries Research*, 29(2), 101-117.

[6] Thorburn, D. C., Rowland, A. J. (2008). Juvenile bull sharks' *Carcharhinus leucas* (Valenciennes, 1839) in northern Australian rivers. *Beagle: Records of the Museums and Art Galleries of the Northern Territory*, The, 24, 79.

PALABRAS CLAVE: Áreas de crianza, Filopatría, ADN mitochondrial, Florida, divergencia genética

Filogeografía del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en el Océano Pacífico

Oriental

Bolaño Martínez N, Díaz Jaimes P, Uribe Alcocer M y Galván Magaña F.

Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México.

sphymazygaena@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La pesquería de tiburones aumenta anualmente a nivel mundial. En las últimas décadas se ha reportado el descenso de poblaciones en varias regiones alrededor del mundo [1, 2, 3, 4, 5, 6] atribuidas a pesca incidental y dirigida, de las cuales casi no se tiene información biológica y poblacional. *Sphyrna zygaena* es una de estas especies en el Océano Pacífico Oriental [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11] ha sido considerada como especie vulnerable desde el 2010 por la UICN, aunado a lo anterior y las características biológicas de los elasmobranchios, muestra la necesidad de realizar estudios que permita obtener información que nos ayude en un futuro a la preservación de esta especie de tiburón martillo, con la aplicación de marcadores moleculares, debido a su eficacia y utilidad en la definición de subpoblaciones y flujo genético [12, 13, 14,] debido al impacto que puede tener la actividad pesquera en la variabilidad genética de esta especie [15, 16].

METODOLOGÍA

Se obtuvieron 301 muestras de tejido muscular de diferentes zonas de distribución de *S. zygaena* a lo largo del OPO: Baja California Sur (58), Nayarit (36), Colima (33), Chiapas (3) en el norte. Santa Rosa (65), Manta (29), Máncora (31) y Caldera (46) al sur del OPO (figura 1 y 2).

La extracción de DNA se realizó con el Kit de purificación de Promega. La amplificación de la región control (CR) del DNA mitocondrial se emplearon los primers Elasmocr15642F: 5'-TTG GCT CCC AAA GCC AAR ATT CTG-3' y Elasmocr16638R:5'-CCC TCG TTT TWG GGG TTT TTC GAG-3' [17].

Obtenidos los productos deseados con la PCR, se enviaron a MacroGen para la secuenciación. Las secuencias fueron revisadas, editadas y alineadas en el programa BIO-EDIT para su análisis. La información de diversidad, Análisis de varianza AMOVA, análisis demográfico de las poblaciones, valores del test de neutralidad, se obtuvieron el programa Arlequín. Se construyó una red de haplotipos en el programa Network.



Figura 1. Sitios de colecta de *Sphyrna zygaena* en el Océano Pacífico Oriental Norte.

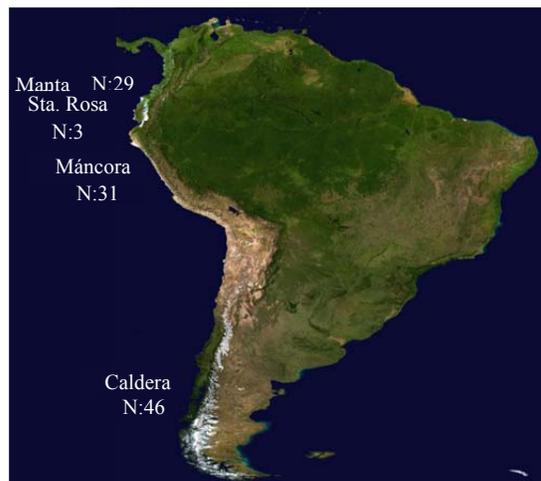


Figura 2. Sitios de colecta de *Sphyrna zygaena* en el Océano Pacífico Oriental Sur.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron 301 secuencias de 690 pb de longitud, identificándose 16 haplotipos en las poblaciones de *S. zygaena* en el OPO. Se identificaron dos poblaciones una al Norte y otra en la zona Sur, la diversidad haplotípica (h) y nucleotídica (π) en dichas poblaciones fueron: 0.0608 ± 0.0291 ; 0.5701 ± 0.0361 y 0.000089 ± 0.000214 ; 0.001203 ± 0.000956 respectivamente. Los valores obtenidos en la diversidad haplotípica en la población sur son valores intermedios en relación a los reportados para *S. zygaena* (h : 0.83) y especies cercanas como *S. lewini* (h : 0.8), *S. mokarran* (h : 0.65) por Duncan [18] y para *Rhizoprionodon* (h : 0.82) [19]. Por otra parte Naylor reporta poca variación en los haplotipos de *S. zygaena* que incluyen muestras de diferentes partes del mundo [20].

De acuerdo a los análisis de los estadísticos F ; se observó un nivel de variación asociado a las diferencias entre grupos ($\Phi_{CT} = 0.705$, $P=0.003$). En *S. lewini* se ha reportado que existe diferenciación de las poblaciones entre los océanos [6]. Los análisis de m en ambas poblaciones mostraron una distribución unimodal, y los valores P de la D de Tajima y F de Fu fueron valores estadísticamente significativos.

CONCLUSIONES

Se identificaron dos poblaciones en el OPO una Norte y otra al Sur.

El flujo génico entre las poblaciones Norte y Sur es prácticamente nulo.

La mayor diversidad genética se obtuvo en la población sur.

Los análisis demográficos sugieren que las poblaciones han sufrido una reciente expansión.

REFERENCIAS

[1] Bonfil, R. Overview of world elasmobranch fisheries. FAO. Fish Tech. Pa. 1994. 341: 1- 119 pp.

[1] Stevens, J., R. Bonfil, N Dulvy & P, Walker. The effects of fishing on sharks, rays, and chimeras (Chondrichthyans), and d aplicatioos for marine ecosystems. ICES journal of marine Science. 2000. 57: 476-494 pp.

[2] Baum, J.K., Myers, R.A; Kehler, D.G. Worm, B; Harley, S.J. and Doherty, P.A. Collapse and conservation of shark populations in the northwest. Atlantic. Science. 2003. 299: 389-392.

[3] Ferretti, F., Myers, R.A.; Serena, F. and Lotze, H.K. Loss of large predatory sharks from the Mediterranean Sea. Conservation Biology. 2008. 22:952-964. doi:10.1111/j.1523-1739.2008.00938.x.

[4] Robbins, W.D., Hisano, M.; Connolly, S.R. and Choat, J.H. Ongoing collapse of coral-reef shark populations. Current Biology. 2006. 16: 2314-2319.

[5] Robbins, W.D., Peddemors, V.M. and Kennelly, S.J.. Assessment of permanent magnets and electropositive metals to reduce the line-cased capture of Galapagos sharks, *Carcharhinus galapagensis*. Fisheries Research. 2011. 109: 100-106 p.

[6] Clarke, S.C. A status snapshot of key shark species in the western and central Pacific and potential management options. Scientific Committee Seventh Regular Session, August 9-17, 2011, Federated States of Micronesia. Western and Central Pacific Fisheries Commission. 2011. WCPFC-SC7-2011/EB-WP-04.

[7] Martínez-Ortiz J & F Galván-Magaña (eds) Tiburones en el Ecuador: Casos de estudio / Sharks in Ecuador: Case studies. EPESPO - PMRC. Manta. 2007. Ecuador. 98 p.

[8] Bolaño-Martínez, N., Álvarez, H. y Galván-Magaña, F. Pesquería de tiburones en Santa Rosa, Ecuador. III Simposio nacional de tiburones y rayas. Facultad de Ciencias. UNAM. 2008. México. 249: 181-183 p.

[9] Maté, L. Análisis de la situación de la pesca en los Golfos de Chiriquí y Montijo.

The Nature Conservancy. Instituto Smithsonian de Investigaciones tropicales. 2005. 89 p.

[10] Zanella, I. Resultados preliminares: Ecología pesquera del tiburón martillo, *Sphyrna lewini*, en el litoral Pacífica de Costa Rica. Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Universidad Nacional. Costa Ricas. 2007. 7 p.

[11] TCN. Proceso Metodológico para la Evaluación marina en Mesoamerica. Ecorregiones Bahía de Panamá, Islas del Coco y Nicoya en el pacífico Tropical Oriental, y Caribe Suroccidental de Costa Rica y Panamá. Programa Regional de Ciencias, Región Mesoamerica y Caribe. The Nature Conservancy, San José, Costa Rica. 2008. 110 pags.

[12] Avise, J. C.; Arnold, J.; Ball, R. M.; Bermingham, E.; Lamb, T.; Neigel, J. E.; Reeb, C. A. and Saunders, N. C.. Intraspecific phylogeography: The mitochondrial bridge between population genetics and systematics. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 1987. 18: 489–522 pp.

[13] Brooks, D. R. and D. A. McLennan. 1993. Historical ecology: Examining phylogenetic components of community ecology. In R. E.

[14] Avise, J. C. 1994. Molecular Markers, Natural History, and Evolution. Chapman and Hall, New York.

[15] Chapman, D, Prodohl, A, Gelsleichter, J, Manire, C y Shivji, M. Predominance of genetic monogamy by females in a hammerhead shark, *Sphyrna tiburo*: implications for shark conservation. *Molecular Ecology*. 2004. 13: 1965-1974 pp.

[16] Castillo, E. Estructura poblacional de dos tipos de tiburones (*Carcharhinus falciformis* y *Sphyrna lewini*) del pacífico Mexicano. Tesis de maestría en ciencias biológicas. Universidad Nacional Autónoma de Mexico (UNAM). 2005. 98 p.

[17] Stoner, D. S., Grady, J. M., Priede, K. A y Quattro. Amplification primers for the mitochondrial control region and sixth intron of the nuclear-encoded lactate dehydrogenase A gene in elasmobranch fishes. *Conservation Genetics*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 2003. 4: 805-808 pp.

[18] Duncan, K. M.; Martin, A. P.; Bowen, B. W. and De Couet, H. G. Global phylogeography of the scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*). *Molecular Ecology*. 2006. 15: 2239–2251 pp.

[19] Fernandes Mendonça, F.; Oliveira, F.; Fazzano Gadig, O. B. and Foresti, F. Populations analysis of the Brazilian Sharpnose Shark *Rhizoprionodon lalandii* (Chondrichthyes: Carcharhinidae) on the São Paulo coast, Southern Brazil: inferences from mt DNA sequences. *Neotropical Ichthyology*. Sociedade Brasileira de Ictiologia. 2009. 7(2):213-216.

[20] Naylor, G., Caira, J., Jesen, K., Rosana, K., White, W. y Last, P. A DNA Sequence-Based approach to the Identification of shark and ray species and its implications for global elasmobranch diversity and parasitology. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 2012. 367. 262 pp.

Palabras claves

Haplotipos, Poblaciones, Diversidad genética, AMOVA.

Geostatistical Modeling of Blacktip Shark Hotspots and Essential Habitat in the Gulf of Mexico

Hedrick-Hopper, Tiffany L., Neahr, Todd, Miller, Jennifer, Grace, Mark A., Diamond, Sandra L

Texas Tech University

tiffany.hedrick@ttu.edu

INTRODUCTION

Sharks are an iconic species in the world today, and shark conservation has moved to the forefront of conservation issues for many people. Many countries have enacted regulations to manage shark fishing, by restricting shark finning, reducing overfishing, and rebuilding stocks. The blacktip shark, (*Carcharhinus limbatus*), is one of the most important commercial shark species in the southeastern US and Mexico [1]. In the US, fishing regulations have been successful in managing the blacktip shark fishery so that blacktip sharks are not currently considered to be overfished and overfishing is not occurring [2]. However, degraded habitat, pollution, climate change, hypoxia, and oil spills are still looming threats to blacktip sharks and other coastal shark species.

Identification of essential habitat is fundamental for conservation of natural resources such as the blacktip shark [3]. Essential fish habitat (EFH) can be defined as critical areas and waters deemed necessary to fish for spawning, breeding, feeding, or growth to maturity for the sustainment of fish populations through their full life cycle [4]. However, pinpointing what habitat is actually 'essential' and what makes it essential can be very problematic. For instance, although many shark species aggregate to feed, mate, give birth, or mature [5, 6, 7, 8], other species or life stages use many habitats spread over broad spatial scales, often occurring in low densities throughout their range [9]. Habitats can also shift with differences in life stage,

season, or sex. Obtaining an understanding of what environmental conditions or parameters are important components of preferred or essential habitat has been elusive. In addition, obtaining the quality of data required to determine EFH can be complicated.

Usually, the first step in identifying essential habitat is locating 'hotspots', or areas where shark abundance is consistently high over time. Most recent studies aiming to locate hotspots or essential habitat have used GIS (geographic information systems) methods, but many of these studies have limitations that make them unsatisfactory for various reasons. First, many studies have mapped field collection data without any understanding of the importance of geostatistical analysis. For instance, the Gulf of Mexico Fishery Management Council considers the entire nearshore area of the Gulf of Mexico (GOM) to be essential habitat for blacktip sharks [10], which effectively renders the concept meaningless. The inclusion of all habitat as essential habitat came about because blacktip sharks were found across the entire area when the sample data were mapped. However, simply plotting where sharks were caught on a map using GIS methods ignores the fact that the resulting maps are estimates of the distribution of the population, and not the locations of the population itself. As a result of the lack of geostatistical analysis, most currently used methods also do not include error estimates or confidence intervals around hotspots or estimated EFH locations, although these estimates should include measures of uncertainty, just as non-spatial

estimates would. Second, studies of shark hotspots and essential habitat have often combined datasets that used different methods or covered different geographic ranges, and combining these datasets in a way that takes these differences into account has proven challenging. For example, some studies have failed to account for the differences in the types of datasets used, such as fishery-independent datasets, which have true zero values when a species is not found in an area, compared to tagging datasets, where only positive sightings are recorded and there are no true zero values. In addition, because shark data are usually collected with a nested sampling structure, pseudoreplication is introduced when the hierarchical nature of the sampling design is lost. Even within a single dataset, there is no way to compare absolute abundances from year to year due to interannual variability in abundances, so relative measures must be used.

Because of the limitations of previous studies of essential habitats for sharks, we created a new method for identifying essential shark habitat, based on the methods used by Diamond et al. [11] to identify hotspots of juvenile red snapper abundance. The method uses both presence/absence data and abundance data to provide estimates of hotspot locations. Our objective was to apply this new method to understanding what areas serve as EFH for blacktip sharks in the Gulf of Mexico while addressing many of the shortcomings of current EFH methods.

METHODS

Fishery-independent datasets used in this study included the NMFS shark longline data and gill net and longline data from the state agencies in Texas, Louisiana, Mississippi, and Florida. Fishery-independent datasets were sought because the sampling methods and gear are standardized from year to year,

so that estimates of catch-per-unit-effort (CPUE) provide an index of abundance over time. Species identifications are also very reliable. In addition, it is clear from the data when species were and were not caught, so that true zero catches can be separated from missing data. Each data source was researched carefully so that all definitions and limitations were understood.

In each fishery-independent dataset, data were collected at specific locations called stations. Station locations were randomly chosen each year within set ranges of latitude and longitude. Spatial interpolation techniques in GIS as described below were used to estimate data values between the sampled station locations, creating maps with continuous surfaces. These techniques allowed comparisons of annual maps despite the differences in sample locations each year.

Although there are several techniques that can be used for spatial interpolation, kriging is one of the most commonly used methods of interpolation in ecology and natural sciences. Kriging is an unbiased estimation method that utilizes an iterative procedure to find the optimal set of sample weights for the stations that minimizes the variance equation [12, 13]. Kriging works by using a distance-weighting function called a variogram to derive the covariances that are used in the variance equation. Distance weighting functions describe how the variance in the estimates of the response variable changes as the distance from the station increases [12, 13]. In kriging, there is an assumption that points are spatially autocorrelated, meaning that points close together in space are more alike than points farther apart. The values of the unsampled points are therefore based on the weighted values of nearby points. Kriging increases the accuracy of basic interpolation both by allowing the variance of the known data to be rep-

representative of the variance of the whole region and by adjusting the interpolated weights according to this variance.

Shark catch data are highly zero-inflated, meaning that no sharks were caught at a large proportion of the stations in each dataset and year, while a large number of sharks were caught at a very small proportion of stations. This catch distribution does not conform to a traditional normal or Poisson distribution, rather the distribution is skewed, with a long tail to the right. If the data were not tied to actual spatial locations, then the data could be transformed using log or square root transformations to better approximate a normal distribution. However, mapping transformed data changes the location of hotspots. To better compensate for the high level of zero inflation, we used a 2 step delta-lognormal modeling process. Data on shark catches were split into two pieces. First, a field for presence or absence of each shark species was created for each sampled station. These data were interpolated using individual variograms. For stations where blacktip sharks were caught, a second field was created reflecting the abundance of the sharks at that station. Abundance was measured in catch per unit effort (CPUE), and these data were also modelled using individual variograms. For each dataset, the presence-absence and CPUE data were then combined to make a single interpolated layer of shark abundance and distribution.

Different thresholds of abundance were chosen to define areas that qualified as 'hotspots', as well as 'coldspots'. Hotspots were defined as areas where the abundance was more than one standard deviation above the mean abundance. Coldspots, or areas of lower than average abundance were also chosen as a contrast. The hotspots from each year were then overlapped and divided by the number of

years the given area was sampled to make composite maps that show the probability of every pixel on the map being a hotspot.

For each dataset, the maps from different years were then overlapped on 'composite maps' to provide an indication of how persistent the hotspots and coldspots were over time. In each composite map, the number of years that each pixel was found to be a hotspot or coldspot was compared to the number of years the survey was conducted, and converted to a proportion, indicating the probability that the area was a hotspot or coldspot. Composite maps from different surveys could then be compared despite differences in CPUE or the number of years each survey was conducted.

RESULTS AND DISCUSSION

Overlapping the geographic areas surveyed by the five different datasets used in this study provided between 1 and 33 years of survey coverage along the Gulf coast. The resulting composite map of hotspots revealed that the areas with at least a 75% probability of being a hotspot area for blacktip sharks were off the coast of Tabasco in Mexico, near Matagorda Bay in Texas, along the Texas coast between Galveston and Port Arthur, and a few patches along the Louisiana coast

(Figure 1). The region with a 50-75% chance of being a high abundance area for blacktip sharks started near Galveston, Texas and stretched along the majority of the Louisiana coast. Areas with a greater than 75% chance of being a coldspot were located along the northern coast of Cuba, the majority of the Mexican coast, and areas offshore of the state of Florida on the US coast.

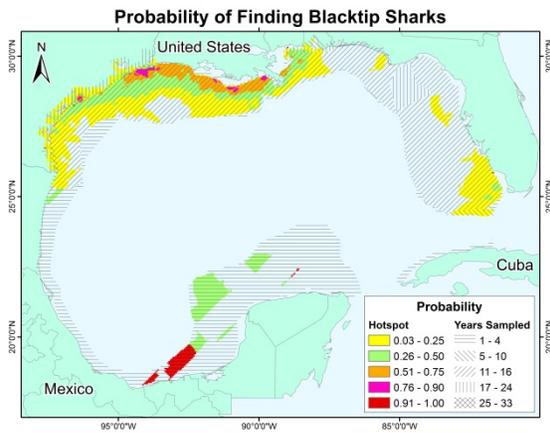


Figure 1. Composite map of hotspots of high abundance data for blacktip shark using 2-stage sampling and geostatistical methods. The colors represent the probability of being a hotspot. The hatch pattern shown the number of years of sampling data for each area.

It is important to note that not all areas were sampled an equal number of years. On average, the majority of the US coast had 11-16 years of surveys included in this study. However, the datasets used contained a maximum of four years worth of surveys along the Mexican coast, whereas some inshore areas along the Texas coast had up to 33 years of sampling data. It is possible that areas of persistently high shark abundances exist that were not identified due to low sampling frequency in some of the datasets used in this study. Continuing forward, acquiring more surveys of currently data-poor areas is a priority to identify any such missed area of high abundance as well as to improve the overall reliability of the maps.

This method for identifying areas of persistently high abundances of blacktip sharks addresses several shortcomings of current methods for identifying essential habitat. Each year of each dataset is individually modeled using geostatistical techniques, meaning the unique structure of each year of each dataset can be taken into account. The two-stage modeling process allows us to ac-

count for the true zeros present in fishery-independent datasets and more accurately model the highly zero-inflated shark catch data. Using the probabilities of a given location being a hotspot rather than using the actual value of abundance allows these different datasets to be compared without losing the data structure or any necessary differences in treatment of the fishery-independent versus fishery-dependent data or tagging data.

CONCLUSIONS

Overall, the use of this method allows the identification of areas most commonly used by blacktip sharks in the Gulf of Mexico without many of the shortcomings of currently used methods.

Although at this time only data from fishery-independent datasets have been analyzed, this study is being expanded to include fishery-dependent databases (e.g. MRFSS survey and commercial landings data), sightings or tagging data, and information from studies and experiments conducted by individual researchers and research teams. This additional data will help increase confidence that areas identified as having a high probability of being hotspots do have these high shark abundances. Additional data will also help better identify high probability hotspots in areas where the current study had little data coverage.

After these interpolated maps have been created, we will next use geostatistical methods such as geographic weighted regressions to look for relationships between abundance and environmental parameters such as temperature, salinity, dissolved oxygen, and depth. We will also look for region-wide datasets such as currents, El Niño events, and sea surface height to use as further potential explanatory variables with which to build habi-

tat suitability models. These statistical and geostatistical models will help us to have a more mechanistic understanding of the features of habitat that make it "essential".

REFERENCES

- [1] Castro, J. I. 1996. Biology of the Blacktip Shark, *Carcharhinus limbatus*, off the Southeastern United States. *Bulletin of Marine Science*. 59(3):508-522.
- [2] NMFS. 2003. Final amendment 1 to the fishery management plan of the Atlantic tunas, swordfish and sharks. U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration. Silver Spring, MD, USA, 412 p.
- [3] SEDAR. 2012. SEDAR 29 Stock Assessment Report: HMS Gulf of Mexico Blacktip Sharks. SEDAR, North Charleston, SC, pp 415.
- [4] Stoner, A. W. 2003. What constitutes essential nursery habitat for a marine species? A case study of habitat form and function for queen conch. *Marine Ecology Progress Series* 257:275-289.
- [4] DOC. 1997. Department of Congress. Magnuson-Stevens Act Provisions: Essential Fish Habitat (EFH). *Federal Register* 62(244):66531-66559.
- [5] Castro, J. I. 1993. The shark nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. *Environmental Biology of Fishes* 38:37-48.
- [6] Heyman, W. D., R. T. Graham, B. Kjerfve, and R. E. Johannes. 2001. Whale sharks *Rhincodon typus* aggregate to feed on fish spawn in Belize. *Marine Ecology Progress Series* 215:275-282.
- [7] Domeir, M. L. and N. Nasby-Lucas. 2007. Annual re-sightings of photographically identified white sharks (*Carcharodon carcharias*) at an eastern Pacific aggregation site (Guadalupe Island, Mexico). *Marine Biology* 150:977-984.
- [8] Venegas, R., R. Hueter, J. Cano, J. Tyminski, J. Remolina, M. Maslanka, A. Ormos, L. Weight, B. Carlson, and A. Dove. 2001. An unprecedented aggregation of whale sharks, *Rhincodon typus*, in Mexican coastal waters of the Caribbean Sea. *PLoS ONE* 6(4):1-8.
- [9] Froeschke, J., G. W. Stunz, and M. L. Wildhaber. 2010. Environmental influences on the occurrence of coastal sharks in estuarine waters. *Marine Ecology Progress Series* 407:279-292.
- [10] GMFMC. 2005. Generic Amendment 3. Addressing essential fish habitat requirements, habitat areas of particular concern, and adverse effects of fishing in the FMPs of the Gulf of Mexico. National Oceanic and Atmospheric Award No. NA03NMF4410028.
- [11] Diamond, S.L., K. Kleisner, D. E. Duursma, and Y. Wang. 2010. Using marine reserves to reduce bycatch of mobile species: a case study of juvenile red snapper bycatch in Gulf of Mexico shrimp trawls. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 67:1335-1349.
- [12] Burrough, P.A., and R.A. McDonnell. 1998. Principles of Geographical Information Systems, 2nd Ed. Oxford U Press, USA. 356 p.
- [13] Myers, J.C., 1997. Geostatistical Error Management: Quantifying Uncertainty for Environmental Sampling and Mapping. John Wiley & Sons, USA. 571 p.

KEY WORDS: kriging, delta-lognormal modeling, 2-step models, coastal sharks, GIS analysis

Diseño de un sistema de información geográfica de elasmobranquios con valor comercial para Baja California Sur, México.

Castro Garibay, H., P., Fuentes Mata, E., Márquez García

Facultad de Ciencias, UNAM. sirenito@ciencias.unam.mx

INTRODUCCIÓN

Los elasmobranquios son un grupo grande de peces cartilaginosos con 937 especies, de los cuales 403 son tiburones y 534 rayas [1]. Son considerados como depredadores tope, teniendo un rol ecológico sumamente importante, siendo los que regulan el balance de las cadenas alimenticias, así una disminución en sus poblaciones afectará gravemente los ecosistemas en general teniendo efectos directos sobre los diferentes niveles tróficos [2], [3].

Contrario a su éxito evolutivo, muchas especies están amenazados como consecuencia directa de las actividades antropogénicas, principalmente la pesca excesiva, sin embargo, esta actividad también genera valiosas fuentes de alimento, empleo y divisas para el país, ya que es un producto relativamente estable; la carne es aprovechada en las comunidades costeras e incluso sustituye a carnes de primera, la piel tiene gran demanda en la industria peletera internacional por su resistencia y calidad, mientras las aletas de tiburón, son exportadas al mercado oriental [4]. Por tal motivo es importante conocer la ictiofauna de una zona y de esta forma poder evaluar el potencial de las actividades pesqueras y turísticas, así como establecer diversos planes de manejo pesqueros para su mejor aprovechamiento evitando su sobreexplotación.

El estado de Baja California Sur (B.C.S.), México, ocupa el primer lugar en extensión de litorales con 2,220km y según los datos de CONAPESCA (2011) ocupó el tercer lugar en peso de desembarco representando el 9%

de la producción nacional. Además de su importancia pesquera la costa de Baja California Sur cuenta con una diversidad de ecosistemas marinos que lo hacen único a nivel mundial, su costa occidental está influenciada por la corriente de Baja California con características templadas, y por la Corriente Norecuatorial con características tropicales, por ende, es una zona de transición templado-tropical donde existe un gradiente estacional importante dado la influencia de ambas Corrientes; por otra parte, en su costa oriental encontramos el Golfo de California, la cual es una zona que presenta características principalmente tropicales, con surgencias de origen topográfico y vientos que en conjunto le confieren una alta productividad [5].

Reconociendo la importancia de los elasmobranquios y del estado, en este proyecto se construyó un Sistema de Información Geográfica, mismo que ha sido definido por la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura[6] como: “un sistema computarizado de almacenamiento, elaboración y recuperación de datos con equipo y programas específicamente designados para manejar los datos espaciales de referencia geográfica y los correspondientes datos cualitativos o atributos”.

El resultado esperado es una herramienta que facilite la forma de organizar y manejar la información, al mismo tiempo el diseño de una visualización en programas accesibles a cualquier usuario, en el cual se desplegarán las principales capas espaciales y atributos de la zona haciendo posible los análisis integrales de las pesquerías y los patrones de distribución de elasmobranquios.

MÉTODOLOGÍA

Este estudio se dividió en dos partes. La primera fue una revisión actual de la riqueza total de elasmobrancos en B.C.S, mediante el uso de listados faunísticos, bases de datos de colecciones, y literatura referente al tema. Se utilizaron únicamente especies mencionadas en las localidades específicas del Estado. Posteriormente se hizo una revisión de la situación comercial de cada una de las especies, para lo cual se analizaron datos del Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) y de la Comisión Nacional de Pesca (CONAPESCA). Por especie se elaboró una ficha técnica, misma que contiene los siguientes rubros: familia, nombre científico, nombre común, localidades reportadas, biología, comercio y artes con la que se captura.

La segunda parte consistió en el diseño e integración de un SIG, mismo que integró los datos obtenidos en la investigación previa y se añadieron datos socioeconómicos, geográficos y ambientales disponibles; con la finalidad de sistematizar y vincular espacialmente la información disponible. Los datos fueron manejados con el programa ArcMap 9.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la revisión se encontraron: 105 especies con distribución muy probable en las costas de B.C.S. de las cuales 89 tenían al menos un registro positivo.

Como resultado se genera un archivo *kmz* que puede ser visualizado en *Google Earth*, este contiene información actualizada de la distribución de cada especie con un registro positivo en la zona (Fig.1), muestra fichas técnicas para las especies de valor comercial (Fig.2), permite desplegar información poblacional relevante a nivel estado, municipio y localidad (Fig.3); al mismo tiempo tiene la

capacidad de visualizar información ambiental a través de imágenes RASTER (Fig.4), muestra un panorama general de la captura e ingresos a través de las diferentes Oficinas de Pesca (CONAPESCA) (Fig.5).

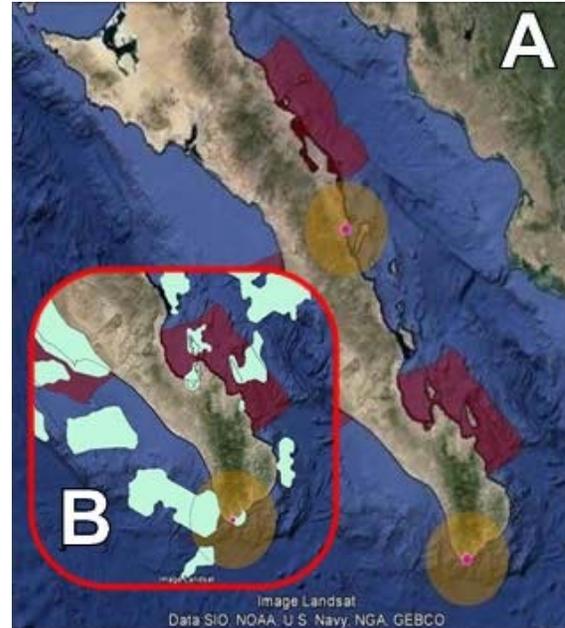


Figura 1: A) Se muestra la distribución por región (rojo) y por campo pesquero (naranja) de la especie *Aetobatus narinari*. B) Se muestra además la capacidad de visualizar dos capas al mismo tiempo: distribución de la especie y regiones prioritarias según CONABIO.

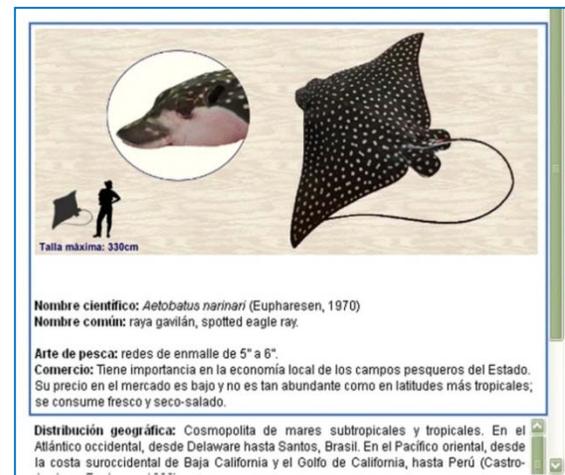


Figura 2: Muestra un ejemplo de las especificaciones técnicas de la especie *Aetobatus narinari*.



Fig. 3: Se muestra como ejemplo información desplegable del INEGI respecto a municipios

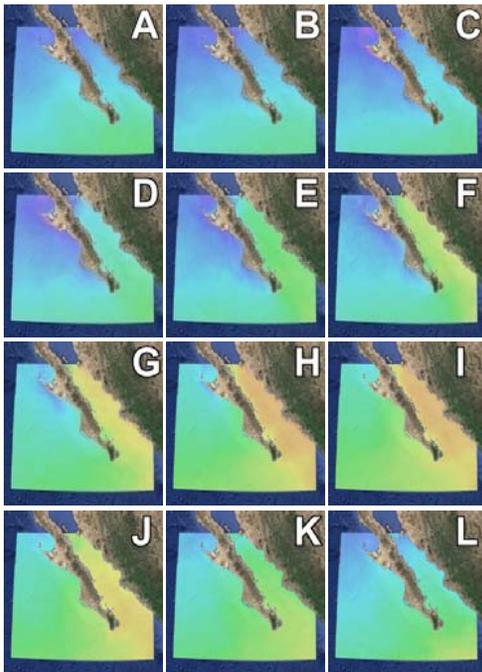


Figura. 4: Se muestran las capas de temperatura superficial por mes modificadas de CONABIO: A) Enero, B) Febrero, C) Marzo, D) Abril, E) Mayo, F) Junio, G) Julio, H) Agosto, I) Septiembre, J) Octubre, K) Noviembre, L) Diciembre.

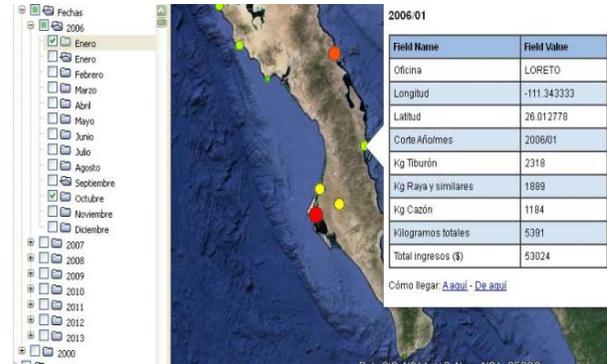


Fig. 5: Se muestra un ejemplo de visualización del SIG en el cual se observa el total de kg del recurso (tiburón, cazón y rayas y similares) por mes y oficina, al mismo tiempo se observa información desglosada de la pesca en sus tres diferentes categorías y el ingreso obtenido del mismo.

CONCLUSIONES

Los SIG son herramientas útiles y accesibles que integran diferentes campos de información. Dichos sistemas facilitan el análisis comparativo de los patrones de distribución de las especies, su variación espacio-temporal e importancia económica en la cadena productiva local, regional e internacional, por tanto el diseño del SIG aportará las bases sobre el manejo de pesquerías de peces marinos en Baja California Sur e incidirá en la toma de decisiones para las autoridades pesqueras en forma oportuna.

Una de las zonas sobresalientes fue el Sistema Lagunar Magdalena-Almejas y su zona Adyacente. Ya que cuenta con una alta producción promedio y una alta riqueza específica.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Nelson, J. S. 2006, *Fishes of the World*, 4th ed. WILEY, New Jersey, p. 601.
- [2] Villavicencio-Garayzar, C. J. 1996, *Pesquería de tiburón y cazón, en Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur*, M. Casas Valdez y G. Ponce Díaz, Eds. Distrito Federal, México, pp. 305–316.

[3] Stevens, J. D., Bonfil, R., y. Dulvy, N. K., *The effects of fishing on sharks, rays y chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems*, ICES J. Mar. Sci., vol. 57, pp. 476–494, 2000.

[4] Castillo-Géniz, J. L., 1992, *Diagnostico de la pesquería de tiburón en México*. INAPESCA, México, pp. 76.

[5] Casas Valdez, M., Ponce Díaz, G., Hernández Llamas, A., González Ojeda, M., Galván Magaña, F., Guzmán Vizcarra, E., Hernández Vázquez, A., Vélez Barajas, S. y Sui-Qui, A., 1996 *Recursos Pesqueros y Acuícolas de Baja California Sur: Estado Actual y Perspectivas de Aprovechamiento y Desarrollo*, en: *Estudio del Potencial Pesquero y Acuicola de Baja California Sur*, M. Casas Valdez y G. Ponce Díaz, Eds. Distrito Federal, México, pp. 1–14.

[6] FAO, 1999. *Sistemas de Información Geográfica para un Desarrollo Sostenible*, disponible en: <http://www.fao.org/sd/spdirect/gis/eigis000.htm>

PALABRAS CLAVE: Pesca, tiburones, rayas, mantas, distribución.

Distribución espacio-temporal del tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en la Reserva de la Biosfera del Tiburón Ballena en Cancún, Quintana Roo

Becerra-Vega, EA, Nene-Preciado, AJ, Remolina-Suarez, FG, Galván-Piña, VH, Aguilar-Palomino, B, Rodríguez-Matus, A, Hermosillo-Corona, JD, Barajas-Calderón, AV, y Briones-Hernández, S. A.

Universidad de Guadalajara.
erickbecerra17@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En la región donde se ubica la Reserva de la Biosfera Tiburón Ballena se presenta la transición del Golfo de México y del Mar Caribe, la cual se destaca por su diversidad biológica. La existencia de un importante sistema de surgencias proveniente de las corrientes profundas del Canal de Yucatán, con una alta producción de plancton, mantiene diversas comunidades marinas compuestas por moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, aves, mamíferos marinos y, principalmente, asociaciones de peces de importancia comercial, deportiva y sobre todo, grandes grupos de tiburón ballena [1].

Por su gran tamaño y docilidad, nadar al lado de un tiburón ballena se ha convertido en un atractivo para buzos deportistas y ecoturistas. El interés socioeconómico y científico por el tiburón ballena ha incrementado en las dos últimas décadas debido a que es el centro de una industria ecoturística altamente lucrativa en sitios donde se congrega de manera estacional [3][8].

Durante los meses de junio a septiembre del 2004 se reportaron más de 1,100 avistamientos en el área [1]. Donde se han contado en sobrevuelos 420 tiburones, que es el conteo máximo reportado en un solo día para cualquier sitio en el Planeta. [12].

El tiburón ballena se caracteriza por estar presente entre temperaturas superficiales de 21 y 25 °C, y salinidades entre 34 y 34.5 ups

[6], condiciones óptimas también para las presas potenciales como el zooplancton [5].

Para las temporadas del 2009 y 2010, se dio una situación inusitada, que los tiburones estuvieran afuera de la zona en que se les encontró durante las temporadas anteriores (de 2003 a 2008) (al este de Isla Mujeres y Contoy) [12].

Generando el aumento o disminución de los tiburones ballena en un solo sitio, puede ser el reflejo de cambios en la distribución de la población en las diferentes localidades de agregación más que cambios en la abundancia total de la población [9]. Por lo que es difícil definir los límites exactos de un AMP, debido a que hay especies que realizan migraciones a gran escala, por lo que se necesita conocer los patrones de movimiento de las especies destinadas a la protección [2].

Entre los propósitos de las Áreas Marinas Protegidas está conservar el hábitat y la biodiversidad de las especies y crear conciencia sobre el mantenimiento sustentable de las poblaciones de especies.

METODOLOGÍA

El área de estudio es la Reserva de la Biosfera Tiburón Ballena (Fig. 1), la cual comprende la transición del Golfo de México y del Mar Caribe (21° 6' 13.64"N, y longitud 87° 46' 26.23"O, y 22° 0' 33.26"N y longitud 85° 55' 37.32"O).

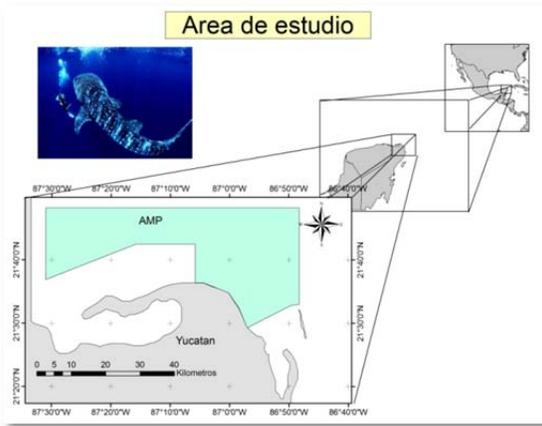


Figura 1. Área de estudio.

Recolección de datos

Se recopilaron datos de avistamientos de embarcaciones de servidores turísticos que desempeñaban actividades recreativas en base a la interacción con el tiburón ballena. Los datos registrados son la talla aproximada del organismo y las coordenadas del avistamiento. El periodo analizado corresponde a las campañas de los años 2007, 2009 y 2010.

Análisis de datos

Los datos obtenidos fueron analizados con ayuda de un Sistema de Información Geográfica (GIS) el programa ArcView 3.3 y el programa ArcGIS 9.3 para la realización de un análisis espacial, en base a los avistamientos. Se obtuvieron variables de temperatura y clorofila-a para el área de estudio de los meses avistados en los distintos años a través de la página de la NOAA [10]. Se elaboraron mapas de distribución espacial de la abundancia, temperatura y clorofila-a superficial del agua en el área de estudio para los meses de avistamiento de tiburones durante los años 2007, 2009 y 2010, se realizaron análisis de correlación espacial con las variables ambientales, la abundancia y el sitio de avistamiento mediante el GIS, también se elaboraron mapas de incidencia para los tres años.

RESULTADOS

Se encontraron diferencias en la distribución del tiburón ballena entre las tres campañas anuales. Presentando una marcada disminución en los avistamientos dentro de la Reserva de la Biosfera del tiburón ballena. Durante 2007 el 89% de los avistamientos fueron dentro de la reserva, mientras que para el 2009 y 2010 el 5% y 4% de los avistamientos fueron dentro de la reserva, respectivamente (Figura 2).

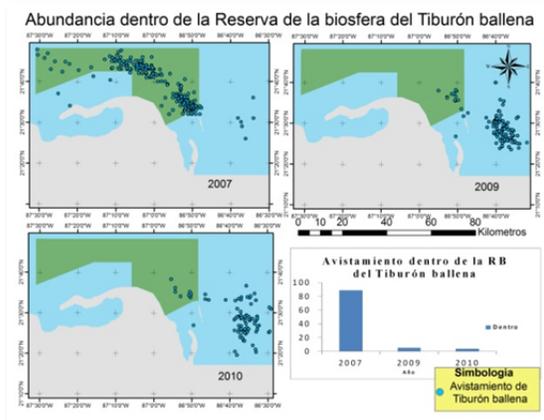


Figura 2. Distribución espacio-temporal del tiburón ballena dentro de la Reserva de la Biosfera del Tiburón ballena.

La temperatura superficial no mostró diferencias significativas entre los años comparados, registrando alrededor de 27°C dentro de la reserva y aproximadamente 30°C fuera de ésta. Los resultados no muestran correlación entre la temperatura y la abundancia del tiburón ballena ($p= 0.06969$). Esto debido a que en 2007 los tiburones se encontraban en zonas con temperaturas cercanas a los 27°C, a diferencia de los años 2009 y 2010 donde se ubicaban en temperaturas alrededor de 30 °C (Fig. 3).

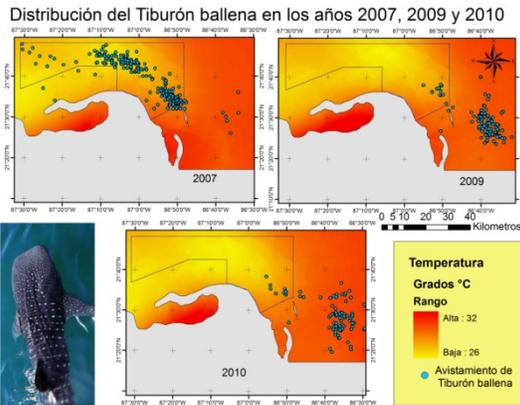


Figura 3. Distribución espacio-temporal del tiburón ballena en relación a la temperatura superficial del agua.

La clorofila-a no presentó diferencias significativas entre los años, registrando valores alrededor de los 2 mg/m^3 dentro de la reserva y cercano a 0 mg/m^3 fuera de la reserva. Los resultados de la correlación ($p= 0.08219$) tampoco indican una relación entre los valores de clorofila-a y la abundancia del tiburón ballena. Esto debido a que en 2007 los tiburones se encontraban en zonas con clorofila-a alrededor de los 6 mg/m^3 , a diferencia de los años 2009 y 2010 donde se les encontró en sitios con valores casi nulos (Figura 4).

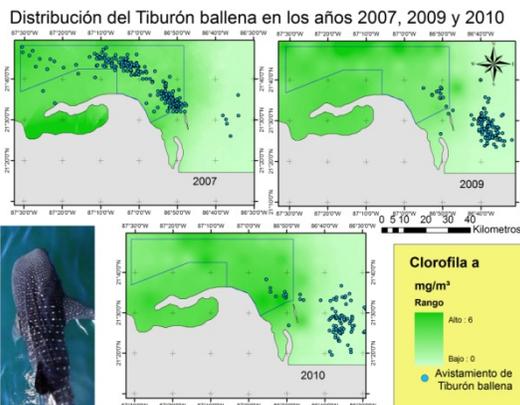


Figura 4. Distribución espacio-temporal del tiburón ballena en relación a la clorofila a.

DISCUSIÓN

Durante las temporadas de avistamiento del tiburón ballena las temperaturas superficiales del mar se mantuvieron cercanas a los 27°C dentro de la reserva, al igual que se indica para los años 2005 y 2006 de 27.8°C [4]. Para la clorofila-a el promedio para las temporadas 2007 y 2010 fue cercano a 2 mg/m^3 , similar al mencionado para los años 2005 y 2006 de 1.53 mg/m^3 [3]. La falta de correlación entre las variables ambientales (temperatura y clorofila-a) y la abundancia espacial del tiburón ballena dentro de la Reserva, sugiere que la temperatura y la clorofila-a no son factores determinantes o importantes en el uso del hábitat. Para los años 2009 y 2010 la protección brindada por la reserva no ha sido de gran utilidad tal como ocurrió en el caso del mero gigante (*Epinephelus itajara*) en la Reserva Marina Jardines de la Reina [7], donde el mero fue pescado fuera de la reserva, debido al gran patrón de migración con el que cuentan estas especies.

CONCLUSIÓN

La aplicación del GIS resultó ser adecuada para analizar y explicar de forma clara y sencilla datos espaciales de variables ambientales y biológicas. Para el caso del tiburón ballena, con características altamente migratorias, es más recomendable realizar una protección global y no solo limitar su cuidado a un área en particular. Para la creación de Áreas Naturales Protegidas es necesario presentar un diseño de investigación tipo BACIP [11], para evaluar la eficiencia del área.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. 2011. Monitoreo de la población de tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en la Reserva de la Biosfera Tiburón ballena y el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

[2] Austerhühle S. 2004. Áreas marinas protegidas: el futuro de la costa peruana. Mun. Azu. 44.

[3] Cardenas N, Herrera J, Reyes O. 2010. Distribución espacio-temporal de variables fisicoquímicas y biológicas en el hábitat del tiburón ballena *Rhincodon typus* (Orectolobiformes: Rhincodontidae) al norte del Caribe Mexicano. Rev. Biol. Trop. 58: 399-412

[4] Cárdenas-Tórres, N., R. Enríquez & N. Rodríguez -Dowdell. 2007. Community-based management through ecotourism in Bahía de los Angeles, México. Fish. Res. 84: 114-118.

[5] Colman J. 1997. A review of the biology and ecology of the whale shark. Fish. Biol. 51: 1219-1234.

[6] Iwasaki Y. 1970. On the distribution and environment of the whale shark, *Rhincodon typus*, in skipjack fishing grounds in the Western Pacific Ocean. J. Coll. Mar. Sci. Tech., Tokay University 4: 37-51

[7] Pina F, González G. 2009. Movement patterns of goliath grouper *Epinephelus itajara* around southeast Cuba: implications for conservation. Endag. Species. Res. 7: 243-2477

[8] Quiros, A. 2007. Tourist compliance to a code of conduct and the resulting effects on whale shark (*Rhincodon typus*) behavior in Donsol, Philippines. Fish. Res. 84: 102-108.

[9] Ramírez Macías, Deni; Estructura Genética del Tiburón Ballena (*Rhincodon Typus*) a Escala Global (Pacífico, Índico y Atlántico) y Estimación de Abundancia en Isla Holbox y el Golfo de California. Tesis, Doctorado en

Ciencias en Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales, Orientación en Biología Marina, Programa de Estudios de Posgrado Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.; La Paz, Baja California Sur, Julio de 2011.

[10] National Oceanic and Atmospheric Administration. (s.f.) Temperatura superficial del mar. Recuperado el 25 de septiembre del 2013, de <http://las.pfeg.noaa.gov/oceanwatch/oceanwatch.php>.

[11] Sale, P.F., R.K. Cowen, B.S. Danilowicz, G.P. Jones, J.P. Kritzer, K.C. Lindeman, S. Planes, N.V.C. Polunin, G.R. Russ, Y.J. Sadovy, and R.S. Steneck. 2005. Critical science gaps impede use of no-take fishery reserves. Trends in Ecology and Evolution 20:74–80

[12] De la Parra, R., Hueter, R., González, J., Tyminski, J., Remolina, J.F.G., Maslanka, M., Ormos, A., Weigt, L., Carlson, B., Dove, A. (2011) An Unprecedented Aggregation of Whale Sharks, *Rhincodon typus*, in Mexican Coastal Waters of the Caribbean Sea. PLoS ONE 6(4): e18994. doi:10.1371/journal.pone.0018994

PALABRAS CLAVE: ANP, BACIP, GIS, migración.

Distribución espacial de rayas Urotrygonidae y Narcinidae con relación a variables ambientales en la costa sur de Jalisco y Colima: Implementación de SIG

Briones-Hernández, SA, Galván-Piña, VH, Aguilar-Palomino, B, Galván-Magaña, F, Rodríguez-Matus, A, Barajas-Calderón, AV, Hermosillo-Corona, JD, Becerra-Vega, EA.

Universidad de Guadalajara

sbriones10@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El ambiente es el principal factor que regula la distribución de las especies marinas. Temperatura, salinidad y oxígeno disuelto son algunas de las variables más relacionadas con distribución de especies demersales [1]. La literatura que relaciona la distribución espacial y variables oceanográficas trata sobre teleósteos [2, 3, 4, 5], sin embargo existe poca información al respecto al en elasmobranquios; trabajos existentes abordan los efectos de variables ambientales en elasmobranquios para *Squalus acanthias* [6], *Squatina guggenheim* [7], *Triakis semifasciata*, *Mustelus henlei*, *Myliobatis californica* [8] y *Raja clavata* [9].

Los elasmobranquios presentan diferencias con los peces óseos que resaltan la importancia de estudiar el efecto del ambiente sobre ellos. En general son especies de lento crecimiento, se alimentan en los niveles altos de la red trófica [10], y a pesar de su abundancia baja representan una parte importante de la biomasa total del sistema [11]. El uso de compuestos nitrogenados para mantenerse hiperosmóticos ante el ambiente los hace susceptibles a salinidades bajas [12]. Es conocido que algunas especies de elasmobranquios soportan condiciones de hipoxia durante distintas escalas de tiempo [13]; existen variaciones importantes en las concentraciones de oxígeno disuelto en el fondo de sistemas costeros con cambios estacionales y batimétricos [14] que pudieran afectar la distribución de batoideos. Por último gran parte de elasmobranquios son ectotermos, la temperatura en el ambiente es transferida al cuerpo influyendo en diversos procesos fisiológicos, principalmente en el metabolismo [15].

Se han empleado distintos métodos para este tipo de estudios, en los últimos años particu-

larmente se han empezado a utilizar técnicas basadas en sistemas de información geográfica (SIG) para el análisis de datos espaciales, y modelación de la distribución en base a gradientes ambientales [7, 9].

Las familias Urotrygonidae y Narcinidae presentan la mayor abundancia en fondos blandos someros de la costa sur de Jalisco y Colima, los estudios realizados abordan listados taxonómicos [16], variación espacial [11] y alimentación principalmente [17, 18, 19]. No se encontraron trabajos sobre relaciones entre las variables ambientales y abundancia y biomasa de rayas en fondos blandos someros para la zona de estudio. La aplicación de SIG se considera como un enfoque novedoso para analizar la distribución espacial de organismos demersales.

El objetivo de este trabajo es determinar la relación espacial y temporal entre las variables ambientales, profundidad, temperatura de fondo y oxígeno disuelto de fondo en la distribución y abundancia de las familias Urotrygonidae y Narcinidae en tres bahías de la costa sur de Jalisco y Colima.

METODOLOGÍA

Recolección de datos

Se realizaron cinco campañas de muestreo de junio 1995 a noviembre 1996, se utilizaron redes de arrastre camaronero de tipo semiportuguesa con una abertura de trabajo de aproximadamente 6.9 m y una luz de malla de 38 mm, los arrastres se realizaron en cuatro estratos batimétricos (20, 40, 60 y 80 m) con una duración aproximada de 30 minutos a una velocidad de 2 nudos, estos se llevaron a cabo durante la noche en tres sitios: Bahía de Tenacatita, Bahía de Navidad y Bahía de Manzanillo. Previo a cada arrastre se registraron las variables ambientales, temperatura, salini-

dad y oxígeno disuelto del fondo mediante una botella Niskin y un CTD, la profundidad se registró mediante ecosonda.

Análisis de datos

Se utilizó un SIG, *ArcGis10*, para el procesamiento de los datos, se realizaron interpolaciones *Spline* [20] para la distribución espacial de temperatura de fondo (TF), oxígeno disuelto de fondo (O₂), abundancia (N) y biomasa (W). Se corrieron correlaciones espaciales entre las variables para medir su influencia. La información generada se utilizó para la elaboración de mapas e interpretación de los datos.

RESULTADOS

La TF y O₂ mostraron fluctuaciones estacionales importantes en las tres bahías estudiadas, particularmente la TF tuvo un rango de 20 a 26° C en junio 1996 y de 14 a 21° C en marzo 1996. El O₂ presentó valores mínimos en noviembre 1996 (0.4 – 4.11 mg/l) y máximos en junio 1996 (1.99 – 5.76 mg/l). En ambas variables los valores menores se registraron en los estratos profundos de 60 y 80 m.

La familia Urotrygonidae con 877 organismos y una biomasa de 165.2 kg fue la más abundante durante los cinco periodos y en las tres bahías mientras que la familia Narcinidae mostró 452 organismos y una biomasa de 136.4 kg. En general las dos familias fueron más abundantes en los estratos someros (20 y 40 m).

De acuerdo a los análisis de correlación espacial, en la mayoría de los casos, la TF mostró una alta correlación positiva con la abundancia y biomasa, de igual forma se mostraron altas correlaciones de abundancia y biomasa con la distribución de O₂. Para la profundidad, en algunos casos no fue posible realizar la correlación, sin embargo, en los casos posibles se obtuvo una correlación negativa importante con la abundancia (Tabla 1) y biomasa.

De acuerdo a los modelos espaciales de TF se observa que las rayas se encuentran distribuidas principalmente en las isotermas entre 21 y

29° C (Figura 1), ampliando su distribución batimétrica en función de las mismas. Cambios similares en la distribución fueron observados con la variación del O₂ en el fondo pero en menor proporción.

La abundancia y biomasa relacionada presentaron cambios temporales, diciembre 1995 mostró valores bajos de abundancia con alta biomasa, mientras que noviembre 1996 presentó altas abundancias con una biomasa baja. También se observó este comportamiento en junio 1996, alta abundancia y baja biomasa en 20 m de profundidad y abundancias bajas y alta biomasa en 40 m de profundidad (Figura 1).

Tabla 1. Valores de correlación espacial entre abundancia y variables ambientales. FA: Factor ambiental, TF: temperatura de fondo, Prof: profundidad, O₂: Oxígeno disuelto de fondo

Bahía de Navidad			
Fecha	FA	Narcinidae	Urotrygonidae
Jun-95	TF	0.81	0.78
	Prof.	-	-
	O ₂	-	-
Dic-95	TF	0.97	0.69
	Prof.	-	-
	O ₂	-	-
Mar-96	TF	0.82	0.36
	Prof.	-	-0.91
	O ₂	0.88	0.41
Jun-96	TF	0.88	0.76
	Prof.	-0.72	-0.70
	O ₂	0.92	0.64
Nov-96	TF	0.80	0.82
	Prof.	-0.68	-0.72
	O ₂	0.89	0.91

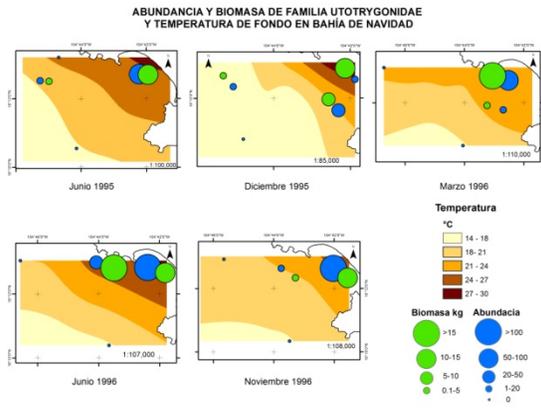


Figura 1. Abundancia y biomasa de familia *Urotrygonidae* relacionada con temperatura de fondo de Bahía de Navidad.

DISCUSIÓN

Los resultados indicaron que la TF es el factor ambiental más determinante en la distribución espacial de las familias *Urotrygonidae* y *Narcinidae* en las bahías estudiadas. Este patrón es consistente con resultados de otros trabajos realizados con elasmobranquios [7, 8, 9]. Las correlaciones altas con oxígeno disuelto de fondo y la profundidad se explican por coincidencias en el comportamiento de ambas variables respecto a la temperatura de fondo, en situaciones donde las isotermas superiores a 21° C se extendieron en el gradiente batimétrico (20-80 m), la distribución de ambas familias de rayas se extendió igualmente a pesar de las condiciones hipóxicas, sugiriendo que el O₂ no es un factor determinante en el comportamiento espacial de las rayas.

La alimentación o la disponibilidad de presas es un factor relacionado con la distribución espacial de algunas especies de peces bentónicos [21]. La familia *Urotrygonidae*, representada en este estudio por *Urotrygon munda* y *U. rogersi*, se alimentan principalmente de crustáceos carideos, de la familia *Processidae* y el orden *Stomatopoda* [19]. Estos grupos son más abundantes en los estratos someros [22]. Es posible que la disponibilidad de alimento juegue un papel importante en la distribución espacial de las rayas y junto con la temperatura de fondo sean los factores más importantes en la estructura espacial de las especies estudiadas.

Se ha demostrado que la salinidad de fondo en conjunto con la temperatura de fondo juega un papel importante en la distribución de algunas especies de elasmobranquios, debido a que tienden a acercarse a las bocas de los estuarios para parir a sus crías [6, 7, 8]. A pesar de que no se dispone de información sobre la dependencia estuarina como hábitat de crianza para las especies estudiadas en el presente trabajo, los datos disponibles sobre la composición de tallas de las especies estudiadas permiten inferir que el hábitat es utilizado por adultos y juveniles. Lo anterior también se evidencia con el comportamiento espacial de las abundancias y biomasa, donde bajas abundancias se corresponden a altas biomasa y viceversa. La falta de información limita relacionar estos acontecimientos con eventos reproductivos. El comportamiento descrito fue registrado con las dos familias de rayas en las tres bahías, con excepción de *Urotrygonidae* en Bahía de Tenacatita.

Es necesario investigar la relación de la salinidad-temperatura y su efecto en la distribución espacial y estacional de rayas en la costa sur de Jalisco y Colima.

Los arrastres camaroneros tienden a sobrestimar la abundancia de organismos pequeños con poca capacidad de natación, y subestima adultos más móviles [11], otros trabajos sugieren el uso de palangres como una forma de complementar y reducir el sesgo [8] por lo que es necesario recurrir a las tallas de los organismos para identificar segregación por sexo y talla.

Si bien el uso de SIG presenta un crecimiento acelerado en las investigaciones ecológicas en la actualidad, es recomendable ser prudentes en la interpretación de los datos, se requiere utilizar métodos robustos de validación de los modelos predictivos creados mediante este tipo de herramientas [5]. Este trabajo representa una primera aproximación sobre la relación entre las variables ambientales y la distribución espacial de batoideos costeros en la costa sur de Jalisco y Colima, es necesario tener un mayor conocimiento sobre la biología de las familias estudiadas, el comportamiento espacial y temporal de las variables

ambientales y la abundancia de rayas en las bahías estudiadas. En este sentido se sugiere un diseño de muestreo que permita tener información más adecuada, tomar mayor cantidad de variables continuas y georreferenciadas, esto último permitiría que los modelos tengan más información para hacer las predicciones.

CONCLUSIONES

La TF es la variable con mayor influencia en la distribución de las familias Narcinidae y Urotrygonidae en la costa sur de Jalisco y Colima.

El O₂ del fondo no es un factor limitante para la distribución espacial de rayas de la familia Urotrygonidae y Narcinidae.

Los SIG son una herramienta adecuada para analizar el comportamiento espacial y las relaciones de variables ambientales y biológicas.

REFERENCIAS

- [1] Chatfield, BS, Van Niel, KP, Kendrick, GA, Harvey, ES. *Combining environmental gradients to explain and predict the structure of demersal fish distributions. Journal of Biogeography*, 37, 2010, 593-605.
- [2] Araújo, FG, Costa de Acevedo, MC, Araújo-Silva, M, Machado-Pessanha, AL, David-Gomes, I, Gomes da Cruz-Filho, A. *Environmental Influences on the Demersal Fish Assemblages in the Sepetiba Bay, Brazil. Estuaries*, 25, 2002, 441-450.
- [3] Jaureguizar, AJ, Menni, R, Guerrero, R, Lasta, C. *Environmental factors structuring fish communities of the Río de la Plata estuary. Fisheries Research*. 66, 2004, 195-211.
- [4] Jaureguizar, AJ, Menni, R, Lasta, C, Guerrero, R. *Fish assemblages of the northern Argentine coastal system: spatial patterns and their temporal variations. Fisheries Oceanography*. 15, 2006, 326-344.
- [5] Valavanis, VD, Graham, JP, Zuur, AF, Palialexis, A, Saveliev, A, Katara, I, Wang, J.

Modelling of essential fish habitat based on remote sensing, spatial analysis and GIS. Hydrobiologia, 612, 2008, 5-20.

[6] Shepherd, T, Page, F, Macdonald, B. *Length and sex-specific associations between spiny dogfish (Squalus acanthias) and hydrographic variables in the Bay of Fundy and Scotian Shelf. Fisheries Oceanography*, 11, 2002, 78-89.

[7] Vögler, R, Milessi, AC, Quiñones RA. *Influence of environmental variables on the distribution of Squatina Guggenheim (Chondrichthyes, Squatinidae) in the Argentine-Uruguayan common fishing zone. Fisheries Research*, 91, 2008, 212-221.

[8] Hopkins, TE, Cech, JJ, Jr. The influence of environmental variables on the distribution and abundance of three elasmobranchs in Tomales Bay, California *Environmental Biology of Fishes*, 66, 2003, 279-291.

[9] Maxwell, DL, Stelzenmüller, PDE, Rogers, SI. *Modelling the spatial distribution of plaice (Pleuronectes platessa), sole (Solea solea) and thornback ray (Raja clavata) in UK waters for marine management and planning. Journal of Sea Research*, 61, 2009, 258-267.

[10] Navarro-González, JA, Bohórquez-Herrera, J, Navia, AF, Cruz-Escalona, VH. *Diet composition of batoids on the continental shelf off Nayarit and Sinaloa, Mexico. Ciencias Marinas*, 38, 2012, 347-362.

[11] González-Sansón, G, Aguilar-Palomino, B, Arciniega-Flores, J, García de Quevedo-Machain, R, Godínez-Domínguez, E, Landa-Jaime, V, Mariscal-Romero, J, Michel-Morfin, JE, Saucedo-Lozano M. *Spatial variation of the abundance of the soft-bottom fauna on the continental shelf off Jalisco and Colima, Mexico (spring 1995). Ciencias Marinas*, 23, 1997, 93-110.

[12] Ballantyne, JS, Robinson, JW. *Freshwater elasmobranchs: a review of their physiology and biochemistry. Journal of Comparative Physiology B*, 180, 2010, 475-493.

- [13] Jorgensen, SJ, Klimley, AP, Mulhia-Melo, AF. *Scalloped hammerhead shark Sphyrna lewini, utilizes deep-water, hypoxic zone in the Gulf of California*. *Journal of Fish Biology*, 74, 2009, 1682-1687.
- [14] Breitburg D. *Effects of hypoxia, and the balance between hypoxia and enrichment, on coastal fishes and fisheries*. *Estuaries*, 25, 2002, 767-781.
- [15] Nelson, JS. 2006. *Fishes of the World*. John Wiley and Sons. United States of America.
- [16] Aguilar-Palomino, B, Mariscal-Romero, J, González-Sanzón, G, Rodríguez-Ibarra, LE. *Soft-bottom demersal ichthyofauna from the continental shelf off Jalisco and Colima, Mexico, During spring 1995*. *Ciencias Marinas*, 22, 1996, 469-481.
- [17] Valadéz-González, C, Aguilar-Palomino, B, Hernández-Vázquez, S. *Dieta de la raya (Narcine entemedor) en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México*. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 34, 2000, 1-20.
- [18] Valadéz-González, C. *Hábitos alimentarios de la raya Urotrygon asterias en la costa de Jalisco y Colima, México*. *Biología Pesquera*, 29, 2001, 7-14.
- [19] Flores-Ortega, JR, Godínez-Domínguez, E, González-Sansón, G, Rojo-Vázquez, JA, Corgos, A, Morales-Jáuregui, MY. *Feeding habits of three round stingrays (Rajiformes: Urotrygonidae) in the central Mexican Pacific*. *Ciencias Marinas*. 37, 2011, 279-292.
- [20] Harder, RL, Desmarais, RN. *Interpolation using surface splines*. *Journal of Aircraft*. 9, 1972, 189-191.
- [21] Jaworski, A, Ragnarsson, SA. *Feeding habits of demersal fish in Icelandic waters: a multivariate approach*. *ICES Journal of Marine Science*, 63, 2006, 1682-1694.
- [22] Godínez-Domínguez, E, Franco-Gordo, MC, Rojo-Vázquez, JA, Silva-Bátiz, FA, González-Sansón, G. 2010. *Ecosistemas marinos de la costa sur de Jalisco y Colima*. Universidad de Guadalajara. México.
- PALABRAS CLAVE:** Myliobatiformes, Torpediniformes, GIS, Pacífico, Oriental.

Influencia factores ambientales sobre la distribución de la manta gigante (*Manta birostris*) en el Caribe Mexicano

Martínez Urrea, Daniel Alejandro

CICIMAR-IPN. Apartado postal 592. La Paz, Baja California Sur, México, C.P. 23096. damtzu@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Dentro de los elasmobranquios, las mantas de la familia mobulidae, se clasifican en dos géneros y once especies. En los últimos años se definieron dos especies de este género *Manta* (*Manta birostris* y *Manta alfredi*) las cuales se diferencian por sus patrones de coloración, morfología, hábitos migratorios y distribución geográfica. Además, se menciona la presencia de una posible tercera especie (*Manta* cf. *birostris*) en el mar Caribe (Marshall *et al.*, 2009; Couturier *et al.*, 2011; Adnet *et al.*, 2012).

Las mantas se consideran de los peces marinos más grandes, llegando a medir hasta 7 m de ancho de disco (AD) y pesar cerca de 1400 kg (Dewar *et al.*, 2008; Luiz *et al.*, 2009). Debido a las características de su historia de vida como la baja tasa reproductiva (una cría cada dos años), periodo de gestación largo (12 meses), maduración sexual tardía (3.37 metros y 2.80 metros de AD en hembras y machos de *M. alfredi* respectivamente) (Deakos, 2012) y crecimiento lento, además de factores como la depredación, la pesca incidental o dirigida (Notarbartolo di Sciara y Hillyer, 1989; Duffy y Abbott, 2003; IUCN, 2007) y el uso de sus branquias en la medicina tradicional oriental (Alava *et al.*, 2002) las poblaciones de mantas se encuentran diezmadas.

A nivel internacional se encuentra protegida por la IUCN (Marshall *et al.*, 2011) y la Convención sobre Especies Migratorias de los Animales Salvajes (CMS) la menciona en sus apéndices I y II (Graham *et al.*, 2012). Por su parte, México incluyó a *Manta birostris* como especie amenazada dentro del Plan de Acción para el Manejo y Conservación de Tiburones, Rayas y Especies Afines debido a la poca información biológica, y en la NOM-029-PESC- 2006 dentro de principio precautorio (CONAPESCA-INP 2004; DOF, 2007).

Las mantas son organismos filtradores que se les puede encontrar formando grandes grupos o solitarios en zonas de alta productividad primaria y con una biomasa de zooplancton elevada (como en el Caribe mexicano) para satisfacer sus necesidades alimenticias. La búsqueda del alimento es una de las razones por la que estos grandes elasmobranquios realizan migraciones extensas (Cárdenas-Palomo *et al.*, 2010; Couturier *et al.*, 2011).

Las migraciones estacionales de tiburones y mantas se han asociado a las diferentes condiciones oceanográficas, tanto biológicas como físicas (corrientes oceánicas, fronteras térmicas, transporte y abundancia de fuentes de alimento, etc.), que generalmente juegan un papel importante en la distribución, movimientos y agregaciones de los grandes filtradores (Sims *et al.*, 2003; Couturier *et al.*, 2011).

Una de las maneras de evaluar las condiciones oceanográficas es a través de la percepción remota, técnica que permite medir la productividad primaria (PP) mediante el "color del océano" que producen los pigmentos fotosintéticos del fitoplancton (principalmente clorofila *a*) y la temperatura superficial del agua (TMS) (González-Rodríguez, 2008). La mayoría de los estudios que tratan de explicar los sitios de afinidad o de agrupación de las mantas mencionan áreas de alimentación, estaciones de limpieza, sitios de reproducción y rutas migratorias (Couturier *et al.*, 2011).

Sin embargo, no existen estudios en el Caribe mexicano de como podrían afectar (directa o indirectamente) las condiciones ambientales a la distribución de la *M. birostris*, lo cual es necesario para generar la suficiente información para el diseño de estrategias adecuadas de manejo y conservación de las especies (Cárdenas-Palomo *et al.*, 2010).

METODOLOGÍA

Se tiene la base de datos de avistamientos mensuales de mantas realizados durante los meses de mayo a septiembre (temporada de avistamiento) de 2008 y 2010 en la zona marítima que corresponde al Área de Protección de Flora y Fauna de Yum Balam y la Reserva de la Biosfera Tiburón Ballena e Isla Contoy, Quintana Roo. Se utilizaron embarcaciones tipo “panga” de 27 pies de eslora con motores fuera de borda para efectuar transectos aleatorios en “zigzag”. Una vez que se localizaba un grupo de mantas, se registraba la posición geográfica con un GPS, se tomaba video de la zona dorsal y ventral de los organismos para su posterior identificación y para determinar su sexo (Martínez-Urrea, 20013). La identificación se realizó con el software *Interactive Individual Identification System* (I³S) (Pierce, 2007). Adicionalmente, durante los años 2007 al 2011 se realizaron censos aéreos de tiburón ballena (*Rhincodon typus*) y manta gigante por parte del proyecto “DOMINO” de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), como información complementaria a los censos realizados desde las embarcaciones (Cárdenas-Palomo *et al.*, 2010; Martínez-Urrea, 2013)

Las variables oceanográficas se obtendrán a partir de imágenes satelitales disponibles gratuitamente en internet, principalmente en la página *Ocean-color* como archivos HDF (Hierarchical Data Format). Se descargarán y analizarán las imágenes semanales y mensuales del sensor Aqua MODIS para la TSM (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>), PPN (<http://www.science.oregonstate.edu/ocean.productivity/custom.php>) y límite de la zona eufótica (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cqi/l3>) en la zona de estudio con una resolución espacial de entre 4 km y 1 km. El periodo de tiempo considerado será del 2007 al 2011 para los meses de las temporadas de avistamiento (mayo-septiembre) y ausencia (octubre-abril) de mantas definidas por Cárdenas-Palomo *et al.* (2010).

Se realizaran mapas mensuales de los parámetros oceanográficos (TSM, PP, límite de la zona eufótica y corrientes geostroficas) para describir patrones anuales durante las

temporadas de avistamiento y no avistamiento. De igual manera se realizarán mapas mensuales de la distribución espacial de las mantas durante la temporada de avistamientos.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizarán análisis de varianza o de ser necesario su alternativa no paramétrica (Kruskal-Wallis) con el fin de explorar el efecto de las variables ambientales sobre la abundancia de la manta o bien con su presencia/ausencia.

Se utilizaran Modelos Aditivos Generalizados (GAM), los cuales son técnicas estadísticas no lineales que utilizan dos tipos de variables (respuesta y predictivas) y que no están limitadas por algún supuesto estadístico y puede ser utilizado para mejorar las decisiones de manejo (Martínez-Rincón, 2012).

Para la modelación estadística de la distribución de *M. cf. birostris*, la variable de respuesta será la presencia/ausencia de individuos (1/0) y las variables predictivas serán: longitud, latitud, TSM, PPN, corrientes geostroficas y el mes. De manera ilustrativa el modelo que se ajustaría es el siguiente:

$$\text{Log}(E[\text{Individuo}]) = f_1(\text{Longitud, latitud}) + f_2(\text{TSM}) + f_3(\text{PP}) + f_5(\text{corrientes}) + f_4(\text{mes})$$

En esta ecuación las f_i son las funciones suavizadoras de las variables predictivas. Dada la naturaleza de los datos de presencia ausencia la función de enlace que se utilizará en la modelación es la distribución binomial (0-1) (Wood, 2006).

REFERENCIAS

- Adnet, S., H. Cappetta, G. Guinot y G. Notarbartolo di Sciara. 2012. Evolutionary History of devil rays (Chondrichthyes: Myliobatiformes) from fossil and morphological inference. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 166:132-159.
- Alava, M.N. R., E. R. Z. Dolumbaló, A. A. Yaptinchay y R. B. Trono. 2002. Fishery and trade of whale sharks and manta ray in the Bohol Sea, Philippines. En: S. L. Fowler, T. M Reed y F. A. Dipper (Eds.) *Elasmobranch biodiversity, conservation and management*. IUCN. Information Press. Oxford. UK.
- Cárdenas-Palomo, N., J. Herrera-Solveira y O. Reyes. 2010. Distribución espacio-

- temporal de variables fisicoquímicas y biológicas en el hábitat del tiburón ballena *Rhincodon typus* (Orectolobiformes: Rhincodontidae) al norte del Caribe Mexicano. *Rev. Biol. Trop.* 58(1): 399-412.
- CONAPESCA-INP. 2004. Plan de Acción Nacional para el Manejo y Conservación de Tiburones, Rayas y Especies Afines en México. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca e Instituto Nacional de Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Mazatlán, México. 85 pp.
- Couturier, L. I. E., F. R. A. Jaine, K. A. Townsend, S. J. Weeks, A. J. Richardson y M. B. Bennett. 2011. Distribution, site affinity and regional movements of manta ray *Manta alfredi* (Krefft, 1868), along the east coast of Australia. *Marine and freshwater research.* 62: 628-637.
- Deakos, M. H. 2012. The reproductive ecology of resident manta rays (*Manta alfredi*) off Maui, Hawaii, with emphasis on body size. *Environ. Biol. Fish.* 94: 443-456
- Dewar, H; P. Mous, M. Domeier, A. Muljadi, J. Pet y J. Whitty. 2008. Movements and site fidelity of the giant manta ray, *Manta birostris*, in the Komodo Marine Park, Indonesia. *Marine Biology* 155:121-133.
- Diario Oficial de la Federación. 14 de Febrero del 2007. Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento.
- Duffy C.A. J. y D. Abbott. 2003. Sightings of mobulid rays from northern New Zealand, with confirmation of occurrence of *Manta birostris* in New Zealand Waters. *Marine Freshwater Research* 37:715-721.
- González-Rodríguez, E. 2008. Variabilidad de la productividad primaria en el golfo de Ulloa, costa occidental de Baja California. Tesis de Doctorado. CICIMAR-IPN. 155 pp.
- Graham, R. T., M. J. Witt, D. W. Castellanos, F. Remolina. S. Maxwell, B. J. Godley y L. A. Hawkes. 2012. Satellite tracking of manta rays highlights challenges to their conservation. *Plosone* 7 (5):1-6.
- IUNC Shark Specialist Group. 2007. Review of migratory chondrichthyan fishes. UNEP/CMS. Convention of Migratory Species. Bonn, Germany. 68 pp.
- Luiz, O. J., A. P. Balboni., G. Kodja., M. Andrade y H. Marum. 2009. Seasonal occurrences of *Manta birostris* (Chondrichthyes, Mobulidae) in southeastern Brazil. *Ichthyological Research* 56:96-99.
- Marshall, A. D., L. J. V. Compagno y M. B. Bennett. 2009. Redescription of genus *Manta* with resurrection of *Manta alfredi* (Krefft, 1868) (Chondrichthyes; Myliobatoidei; Mobulidae). *Zootaxa* 2301:1-28.
- Marshall, A. D., Bennett, M.B., Kodja, G., Hinojosa-Alvarez, S., Galvan-Magana, F., Harding, M., Stevens, G. y Kashiwagi, T. 2011. *Manta birostris*. In: IUCN 2011 (A). IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 02 April 2012. (<http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/198921/0> revisado el 02/03/2012)
- Martínez-Rincón, R. O. 2012. Efecto de la variabilidad ambiental en la distribución de las capturas incidentales de pelágicos mayores en el Océano Pacífico Oriental. Tesis de Doctorado. CICIMAR-IPN. 100 pp.
- Martínez-Urrea, D. A. 2013. Foto Identificación de manta gigante (*Manta birostris*; Walbaum, 1792) en las áreas naturales protegidas del Caribe mexicano. Tesis de Licenciatura. UABCS. 71 pp.
- Notarbartolo di Sciara, G y E. V. Hillyer. 1989. Mobulid rays off Eastern Venezuela (Chondrichthyes, Mobulidae). *Copeia.* 1989:607-614
- Pierce, S. J. 2007. Processing photographic identifications of whale sharks using the interactive individual identification system (disponible en http://www.reijns.com/i3s/download/I3S_download.html).

Sims, D. W., E. J. Southall, A. J. Richardson, P. C. Reid y J.D. Metcalfe. 2003. Seasonal movements and behavior of basking sharks from archival tagging: no evidence of winter hibernation. *Marine Ecology Progress Series*. 248: 187-196.

Wood, S. 2006. Generalized Additive Models, An Introduction with R. Chapman & Hall/CRC. Florida. EUA

PALABRAS CLAVE: Temperatura superficial del agua, productividad primaria, Reserva de la Biosfera Tiburón Ballena, imágenes satelitales, zona de alimentación

Distribución y abundancia de juveniles de tiburones en la costa sur de Campeche y Tabasco

Wakida-Kusunoki, A.T., D. De Anda-Fuentes y C. Moreno-Miranda

Instituto Nacional de Pesca, Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera. armandowakida@yahoo.com.mx.

INTRODUCCIÓN

La pesca artesanal del estado de Tabasco en México, es de gran importancia socioeconómica debido a sus volúmenes y a la gran cantidad de personas que se encuentran involucradas en la actividad. Por su volumen de captura, Tabasco ocupa el tercer lugar en la producción pesquera en el litoral del Golfo de México.

En Tabasco, se capturan de forma comercial 19 especies diferentes de tiburón [1] y el esfuerzo de pesca hacia la captura de éstos solo se dirige de manera esporádica, por lo que la mayoría se captura de manera incidental en la pesca de bandera y otras especies que se realiza con palangre de fondo y redes de enmalle, las cuales capturan en su mayoría organismos juveniles como resultado de las características del arte y zonas de pesca [2].

En el caso de las especies capturadas por la flota menor existen escasas medidas de manejo y el conocimiento de su distribución temporal y espacial, además de brindar índices de abundancia independientes a la pesca, conlleva a proponer mejores medidas de manejo. La reciente implementación de periodos de veda para la pesca de tiburones en el Golfo de México, hacen que este tipo de estudios sea cada vez más necesarios.

Una parte importante del estudio de tiburón es la determinación de índices de abundancia independientes a la pesca, lo cuales son muy necesario ante la falta de estadísticas de captura separadas por especie en Mexico [2].

En el presente trabajo se pretende determinar las zonas y temporalidad de presencia de juveniles de tiburón en la zona costeras localizada entre Frontera y la Península de Atasta, además de iniciar la construcción de un indicador de abundancia independiente a la pesca.

METODOLOGÍA

Área de estudio

La zona de estudio abarca el área costera del sur del estado de Campeche, y costas de Tabasco. Específicamente desde un punto cercano a la desembocadura del río Grijalva hasta la Boca del Carmen. Esta zona está fuertemente influenciada por la laguna de Términos y la desembocadura de los ríos Grijalva y San Pablo y San Pedro.

En el año hay tres periodos climáticos: el primero, corresponde a la estación seca (marzo-mayo); el segundo, a la temporada de lluvias (junio-septiembre); y el tercero (octubre-febrero) a la época de los nortes. Las condiciones imperantes en cada uno de ellos modifican las características ecológicas de la laguna (Yáñez-Arancibia y Day, 2005).

Muestreo

Para la evaluación de la presencia de juveniles de tiburón en la zona localizada entre la desembocadura del río Griljalva, Tabasco y la Península de Atasta, Campeche, se siguieron los métodos de Carlson and Brusher, (1999) y Bublely and Carson (2012). Se realizaron muestreos mensuales de julio a noviembre con apoyo de redes de enmalle con tamaño de malla 3, 3.5, 4, 4.5 y 5 pulgadas con calibre de 0.55.

Estas redes se colocaron de manera perpendicular a la playa poniendo las redes de menor tamaño de malla hacia menor profundidad. Se

colocaron durante una hora en cada uno de los puntos.

Las capturas obtenidas se separaron y cada organismo se le midió su longitud total, así como su peso total

En cada uno de los puntos de muestreo se tomaron parámetros como la profundidad, la transparencia del agua, tipo de fondo, temperatura, salinidad y conductividad. Estos tres últimos parámetros se tomaran con apoyo de un multiparametros Hanna.

La determinación de las especies de los tiburones se realizó por medio de las claves de identificación [6] [7].

Análisis de la información.

Con la información obtenida se determinó se las zonas con mayor presencia de tiburones, se elaboraran mapas de distribución de rendimiento de tiburones, dado en número de organismos capturados por lance. Esto permitirá determinar zonas o puntos con mayor presencia de tiburones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante las campañas de muestreo se encontraron dos especies de tiburón, el cazón ley *Rhizoprionodon terranovae* y el cazón chata *Sphyrna tiburo*.

Los mayores valores de abundancia para ambas especies de tiburón se encontraron en julio.

Esto coincide con un estudio realizado en la zona donde se menciona que para el cazón chata su mayores abundancias se encuentran en abril y julio [8]

El cazón ley se capturó en julio y agosto a diferencia del cazón chata que se encontró de julio a septiembre.

La distribución de las especies de tiburón nos muestran que en julio se encontraba en todo el área de estudio pero con mayor presencia en la zona de San Pedro y la Colonia, para agosto se mantuvo las zonas de San Pedro y La Colonia, lo cual no ocurrió en septiembre,

donde presento su valor máximo en una zona cercana a la boca del Carmen (Fig.1)

El cazón ley presenta una distribución amplia en julio, pero con mayores densidades hacia una zona frente a la comunidad denominada Colonia Emiliano Zapata, Campeche. Para agosto, la distribución se concentró en una zona entre San Pedro, Tabasco y la Colonia Emiliano Zapata.

Durante julio, el cazón chata se presentó en la zona comprendida entre San Pedro y La Colonia, para agosto los valores máximos se encuentran dentro de la zona de la Colonia. Por ultimo en septiembre se presentó en un área cercana a la Boca del Carmen.

La ausencia de organismos neonatos o juveniles de otras especies de tiburón tal vez se debió posiblemente al calibre de hilo utilizado que fue de 055, este hilo es grueso y excluye una parte importante de los organismos. Carlson and Brusher [5] mencionan que este calibre de hilo es utilizado en los muestreos de tiburón en E.U. debido a que evita una gran cantidad de captura incidental.

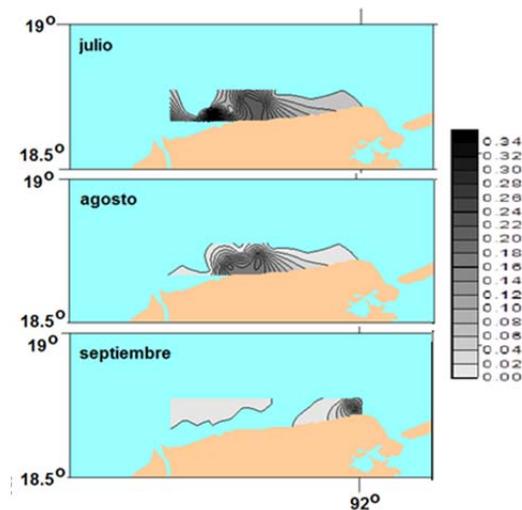


Fig. 1. Distribución de tiburones encontrados de julio a septiembre, en octubre y noviembre no fueron capturados ningún tiburón

CONCLUSIONES

1.- Durante el muestreo se encontraron solo dos especies de tiburón *R. terranovae* y *S. tiburo*.

2.- El mes con mayor valor de abundancia de tiburón fue julio

3.- La zona de mayor presencia de tiburón se encontró en la zona enfrente de la población denominada La Colonia (Colonia Emiliano Zapata, Campeche).

REFERENCIAS

[1] Wakida-Kusunoki, A. T., D. De Anda-Fuentes. Es la pesca de tiburones una pesquería? El caso de Tabasco. Memorias del VI Foro Científico de Pesca Ribereña. 2012. México. 2010.

[2] Hernández-Lazo, C. C. 2009. Aspectos de la pesquería artesanal de tiburones en el puerto de San Pedro, Centla, México. Tesis de licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

[3] Bonfil, R. *Marine Fisheries Review*, 29, 1997, 109-117

[4] Yañez- Arancibia A. y J. W. Day. 2005. Ecosistemas vulnerables, riesgo ecológico y el record 2005 de huracanes en el Golfo de Mexico y Mar Caribe. <http://www.ine.gob.mx/download/huracanes2005.pdf>

[5] Carlson J.K. and J. H. Brusher. *Marine Fisheries Review* 61(3) 1999, 37-45

[5] Buble, W. and J.K. Carlson. 2012. Relative abundance of blacktip shark based on a fishery-independent gillnet survey off Texas. SEDAR29-WP-12. SEDAR, North Charleston, SC.

[6] Compagno L. J. V. (2001) *Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. 2. Bullhead, Mackerel and carpet sharks (Hetero-*

dontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). FAO species Catalogue for fisheries Purposes 1,2, 1-269.

[7] Compagno, L.J.V. (2002) *Lamnidae. Mackerel sharks, makos, white sharks, porbeagles*. p. 433-441. In K.E. Carpenter (ed.) FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes, and chimaeras

[8] Marquez-Farías, F., J. L. Castillo-Géniz y M. C. Rodríguez de la Cruz. *Ciencias Marinas* 24(1), 1998, 13-34

PALABRAS CLAVE: Cazón, *Rhizoprionodon terranovae*, *Sphyrna tiburo*, sureste de México, Indicador independiente.

Influencia de la fase lunar y el ciclo mareal en la capturabilidad de neonatos y juveniles de *Sphyrna lewini* en zonas costeras.

Corgos, A. y A. Rosende

Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras. Universidad de Guadalajara. V. Gómez Farías #82, 48980, San Patricio-Melaque, Jalisco.
acorgos@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Las hembras grávidas de tiburón martillo, *Sphyrna lewini*, se acercan a la zona costera a alumbrar a sus crías durante la época de lluvias (julio-septiembre), y los neonatos permanecen en la zona costera durante unos meses. Este fenómeno fue descrito en diferentes partes del océano Pacífico mexicano, como Baja California (Kimley, 1987, Galván-Magaña, com. Pers.), Sinaloa (INAPESCA, 2009, Márquez-Farías, com. Pers.) y Oaxaca (Alejo-Plata et al., 2006). Debido a la madurez tardía y a su baja fecundidad (Compagno, 1984), *S. lewini* es una especie muy vulnerable a la sobreexplotación, y las áreas de reproducción y cría son hábitats críticos de vital importancia para mantener el reclutamiento para los tiburones (SEMARNAP, 2000a; Anislado & Robinson, 2001; Heupel & Simpfendorfer, 2002; Heupel et al., 2007), por lo tanto, el conocimiento de las zonas de cría y la ecología de los juveniles es esencial para la conservación de la especie.

También se ha demostrado que las fases lunares y el ciclo mareal afectan a la actividad, y por tanto, a la capturabilidad de los peces, tanto óseos como cartilagosos (Cuevas et al., 2013; Lowry et al., 2007; Poisson et al.,

2010; Reis-Filho et al 2011). Para investigar la ecología de neonatos y juveniles de *S. lewini* necesitamos un método de muestreo adecuado que permita una captura por unidad de esfuerzo óptima, que no dañe a los ejemplares capturados y los mantenga en buen estado de salud para marcarlos y liberarlos con garantías de supervivencia. El objetivo de este trabajo es analizar la influencia de las fases lunares y el ciclo mareal en la capturabilidad de neonatos y juveniles de *S. lewini* en zonas costeras, con el fin de afinar la metodo

logía de captura para realizar estudios de ecología mediante marcado-recaptura en la costa de Jalisco y Colima.

METODOLOGÍA

Se utilizaron dos métodos para capturar juveniles de *S. lewini*, un palangre experimental y líneas de mano. El palangre consistió en una línea madre de algodón-nylon tratado de Ø 4 mm bobinada en un carrete de accionamiento manual sobre la que se fijaron (mediante clips) los rendales y los elementos flotantes en la largada y se desengancharon en la virada, simplificando su manejo y almacenamiento (Figura 1). Con el fin de que el largado, la recogida o revisión sea rápida, y para evitar la muerte de los ejemplares capturados, se utilizaron 30 anzuelos circulares del número 11/0 y sin barba o muerte montados sobre rendales de 4 metros de largo, de monofilamento de Ø 1.2 mm colocados a 10 metros de distancia entre sí (para evitar que dos ejemplares capturados en anzuelos contiguos se puedan enredar). Cada 5 anzuelos se colocó una pequeña boya para mantener la estructura del aparejo debajo del agua. Los anzuelos circulares tienen la ventaja de que aunque el animal se los trague no se clavan al regresar por su tubo digestivo, con lo cual “a priori” se quedan enganchados en la boca causando daños mínimos. Al cortarles la barba o muerte se extraen con facilidad y se evitan lesiones.

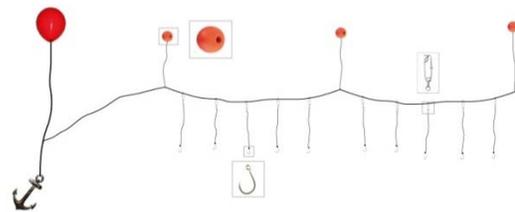


Figura 1. Esquema del palangre experimental utilizado en el presente trabajo.

Todas estas modificaciones fueron aplicadas con el fin de dañar lo menos posible a los ejemplares capturados, además de ofrecerles una mayor capacidad de movimiento, por lo que su supervivencia y estado de salud se espera que sea superior al de un palangre tradicional.

La línea de mano consistió en una línea de monofilamento de \varnothing 0.8 mm, un plomo de 50 g y un giratorio; desde este giratorio sale el rendal que lleva el mismo anzuelo circular utilizado en el palangre.

La operación del palangre consistió en largar el aparejo al atardecer utilizando como cebo barrilete (*Euthynnus lineatus*) y calamar (*Dosidicus gigas*) en anzuelos alternos, y proceder a revisarlo cada 20 minutos. Durante esos 20 minutos se fondeó la embarcación y se utilizaron dos líneas de mano cerca del fondeo del palangre (50-100 m) utilizando los dos tipos de cebo también. En la revisión del palangre se procedió a reponer el cebo en los anzuelos en que faltaba. Por esa razón se consideró cada revisada, con unos 30 minutos de pesca, como lance independiente y fue tomada en cuenta para la estimación de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

Se llevaron a cabo 11 jornadas de pesca entre octubre y diciembre de 2013 en cuatro estaciones de muestreo situadas en las inmediaciones de desembocaduras de los ríos Cuitzmala, estero El Tecuan, Purificación y Marabasco en la costa Sur de Jalisco y Norte de Colima. Durante estos días se muestreó durante todas las fases del ciclo lunar y los horarios de las mareas también fueron variables. Para las fases lunares se consideraron cuatro categorías (llena, nueva y cuarto creciente y cuarto menguante), considerándose la correspondiente fase cuando el día de muestreo y captura coincidió con dicha fase \pm 3 días. Se registró la hora de captura y se estimó la diferencia horaria con la pleamar o bajamar más próxima para asignar la captura a una categoría de marea. Se establecieron tres categorías (pleamar, bajamar y media marea) y se asignaron las capturas a cada categoría si la hora de captura estuvo dentro del punto de marea \pm 2 horas.

La unidad de esfuerzo se estimó como horas de pesca y anzuelo. Por lo que la CPUE se estimó como capturas/hora/anzuelo. Se estimó la CPUE en cada fase del ciclo lunar. Para compararla la CPUE entre fases lunares se utilizó la prueba de chi cuadrada (tabla de contingencia con los índices de riesgo) en el caso de la normalidad y el test no paramétrico Kruskal-Wallis en caso contrario (Sokal y Rohlf, 1995). Se utilizó el n° de lances con captura/n° de lances totales como índice de efectividad de captura en cada fase lunar. La captura con línea de mano fue muy baja, siendo ceros en la mayoría de los casos y metería mucho ruido en los análisis, por lo que se decidió no incluirla en los análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período de muestreo se realizaron 60 lances de palangre (Tabla 1), con un total de 2388 minutos de tiempo efectivo de pesca y 1800 anzuelos largados. La CPUE presentó diferencias significativas según la fase del ciclo lunar (test Kruskal-Wallis, $p < 0.05$, ya que la CPUE no presentó normalidad), siendo inferior en los cuartos, mientras que entre las fases de luna llena y nueva no hubo diferencias significativas (CPUE de 0.024 y 0.027 ejemplares/hora/anzuelo respectivamente). El porcentaje de captura más elevado en luna llena que en luna nueva (56.3% vs 31.3%, tabla 1), aunque también hubo mayor esfuerzo. El índice de efectividad fue ligeramente superior en la luna llena 0.41 vs 0.36 que en luna nueva. Durante los cuartos el esfuerzo fue importante y la captura muy baja, por lo que parece clara la preferencia de *S. lewini* con el ciclo lunar.

Tabla 1. Detalle de capturas con palangre (en n°) y captura por unidad de esfuerzo media (CPUE, captura/hora/anuelo) con su desviación típica (DT) de *S. lewini* según la fase lunar. Las categorías de la fase lunar indican las capturas en esa fase ± 3 días. Se muestra el número total de lances, anzuelos, y tiempo de pesca total.

Fase lunar	Lances	Tiempo pesca (min)	Anzuelos	Captura	%	CPUE	DT
Llena	22	897	660	9	56.3	0.024	0.033
Nueva	11	399	330	5	31.3	0.027	0.042
Cuartos	27	1092	810	2	12.5	0.003	0.011
Total	60	2388	1800	16	100	0.015	0.029

En otros trabajos se observó la tendencia contraria, con capturas muy bajas durante la luna llena (Cuevas et al., 2013, Lowry et al., 2007; Poisson et al., 2010) pero en el primer caso se trata de rayas y en el segundo y tercero de grandes pelágicos, que viven en otro hábitat muy diferente, y la presencia de luz determina la capacidad de detección por parte de los depredadores, lo que debe condicionar su comportamiento. Sin embargo, en organismos costeros Reis-Filho et al. (2011) también capturaron mayor biomasa durante la luna llena.

Las mareas también presentaron un efecto significativo, ya que el 56.3 % de las capturas se produjeron durante la pleamar (Tabla 2) o las dos horas próximas a ella. El tiempo medio de captura con respecto a la pleamar fue de 61 minutos, oscilando entre 7 y 159 minutos (Tabla 2). Durante la bajamar se capturaron el 31.3% de las capturas. El tiempo medio de captura con respecto a la bajamar fue de 67 minutos, oscilando entre 2 y 120 minutos (Tabla 2), mientras que en el punto medio de marea las capturas fueron muy bajas. Con estos datos, *S. lewini* mostró un claro patrón de actividad/capturabilidad en función del ciclo lunar y las mareas, siendo esta superior durante las lunas llena y nueva y dos horas antes o después de la pleamar o bajamar.

Tabla 2. Detalle de capturas (en n° y porcentaje) según el ciclo mareal. Se muestra el tiempo promedio (en minutos) de captura tras la pleamar y bajamar con su desviación típica.

Ciclo mareal	Captura	%	T promedio	DT
Pleamar ± 2 horas	9	56.3	61	31
Bajamar ± 2 horas	5	31.3	77	48
Medio ± 2 horas	2	12.5		

En peces pelágicos la influencia de la marea depende de la especie, por ejemplo, el pez espada prefiere los días de mareas muertas y entre mareas (Poisson et al., 2010), pero en zona costera se observó una preferencia de planctívoros durante la marea alta y demersales durante la baja (Reis-Filho et al. 2011). Esto podría explicar la preferencia de *S. lewini* por la marea alta, ya que sería depredador de pequeños peces planctívoros.

Es de destacar que las capturas de *S. lewini* se produjeron en un estrecho margen horario, de 2 h o menos en la mayoría de los casos, aunque la mayoría de los días se trabajó más de 4 horas, lo que nos hace suponer que los ejemplares son muy móviles, y llegan a la zona de muestreo a alimentarse en el punto de marea preferido y se van al poco tiempo, por lo que el tiempo de permanencia en el área de muestreo es corto.

CONCLUSIONES

La capturabilidad de los juveniles y neonatos de *S. lewini* fue superior durante los tres días previos y posteriores a la luna llena y nueva y durante las dos horas previas y posteriores a la pleamar y bajamar, mientras que en los cuartos y durante el tiempo entre mareas las capturas y CPUE fueron muy bajas. Esto es muy útil para planificar los muestreos para hacer estudios de ecología y marcado-recaptura, ya que de esta manera se puede maximizar la captura planeándolos en fechas y horas en las que coincidan estas fases lunares y mareas, y descartando días en los que la luna esté en cuartos y las horas entre pleamar y bajamar.

REFERENCIAS

Alejo-Plata, C., Medina-González, G., Cerdanés, G. 2006. La pesca de tiburón en la costa chica de Oaxaca, México, 2000-2003. *Memorias Conferencia de Pesquerías Costeras en Latinoamérica y el Caribe: Evaluando, Manejando y Balanceando Acciones*. COASTFISH 2004, México.

Anislado, V., Robinson, C. 2001. Edad y crecimiento del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith 1834) en el Pacífico

central de México. *Cienc. Mar.* 27(4): 501–520.

Compagno, L. 1984. FAO. Species catalogue. Shark of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Rome, Italy. Vol. 4 Part 1. FAO Fish synop. (125) 4 (1&2). 665 pp.

Cuevas, E., Pérez, J.C. & Méndez, I. 2013. Efecto de factores ambientales y la asignación del esfuerzo pesquero sobre las capturas de la raya *Aetobatus narinari* (Rajiformes: Myliobatidae) en el sur del Golfo de México. *Rev. Biol. Trop.* 61 (3): 1341-1349

Heupel, M., Carlson, J. & Simpfendorfer, C. 2007. Shark nursery areas: Concepts, definition, characterization and assumptions. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 337: 287–297.

Klimley, A.P. 1987. The determination of sexual segregation in the scalloped hammerhead shark, *S. lewini*. *Env. Biol. Fish.* 18:27-40.

Lowry, M., Williams, D. & Metti, Y. 2007. Lunar landings—Relationship between lunar phase and catch rates for an Australian game-fish-tournament fishery. *Fisheries Research*, 88: 15-23

Poisson, F., Gaertner, J.C., Taquet, M., Durbec, J.P. & Bigelow, K. 2010. Effects of lunar cycle and fishing operations on longline-caught pelagic fish: fishing performance, capture time, and survival of fish. *Fish. Bull.* 108:268–281

Reis-Filho, J.A., Barros, F., De Anchieta, J. Santos-Sampaio, C. L. & Barros, G. 2011. Moon and tide effects on fish capture in a tropical tidal flat. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 91(03): 735-743.

SEMARNAP. 2000a. Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación, 3 de julio de 2000, segunda sección, 43 pp.

Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. (1995). *Biometry* (3rd edn). WH Freeman and company: New York.

PALABRAS CLAVE: tiburón martillo, condiciones ambientales, capturabilidad, área de cría, palangre

Composición isotópica ($\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$) durante el desarrollo ontogénico del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Müller & Henle, 1839) en la zona oceánica del Pacífico Oriental Tropical

Galindo Rosado M.A., Y.E. Torres Rojas, F. Galván Magaña.

Centro Interdisciplinario De Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN) mantonieta86@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Dentro del género *Carcharhinus* se encuentra el tiburón piloto (*Carcharhinus falciformis*), el cual es una de la especies más capturada en los palangres de las pesquerías artesanales del mundo. En el Pacífico Mexicano, este tiburón ocupó en promedio el 51% de las capturas de elasmobranchios [1, 2, 3].

A nivel internacional, *C. falciformis* ha sido catalogado como una especie vulnerable y casi amenazado en el Océano Pacífico [4], donde ha tenido un decremento de un 50% entre 1993 y 2004 [5]. Por ello la convención sobre comercio internacional de especies en peligro (CITES) aprobó una resolución donde se propusieran y establecieran programas para recolectar la información necesaria sobre captura y esfuerzo, así como estudios que aporten al conocimiento de los aspectos biológicos. En años recientes, la composición isotópica ($\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$) de un organismo ha sido considerada como reflejo del comportamiento trófico de una especie, esto debido a que a partir de $\delta^{15}\text{N}$ se puede estimar el nivel trófico, dado que presenta un enriquecimiento constante (aproximadamente de 3.1‰) entre el depredador y su presa, mientras que el enriquecimiento de $\delta^{13}\text{C}$ (0-1‰) permite conocer cuál es la fuente original de carbono en la cadena alimenticia [6]. En este contexto, mediante el uso de isótopos estables de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$), el presente trabajo tiene por objetivo conocer la dinámica trófica de *C. falciformis* en el Pacífico Oriental Tropical y sus posibles cambios en las diferentes etapas ontogénicas.

METODOLOGÍA

Las muestras fueron colectadas por técnicos de la Comisión Interamericana de Atún Tropical (CIAT) en la zona oceánica del Pacífico Oriental Tropical. Cada tiburón fue identificado [7], se midió la longitud total en centímetros (LT) y se registró el sexo. Se extrajo músculo dorsal de cada organismo colectado, los cuales fueron conservados en congelación (-20° C) hasta su posterior análisis.

En el laboratorio, se cortó una porción de músculo (1grm) y fue sometido al siguiente procedimiento: 1) se eliminó la humedad mediante el uso de un horno de laboratorio a 50° C por 48 hrs, 2) se maceraron en un mortero de ágata hasta obtener un residuo fino y homogéneo, 3) se pesó aproximadamente 0.001gr del músculo pulverizado en una balanza analítica y fue almacenado en cápsulas de estaño (8 x 5mm). Las muestras se enviaron al laboratorio de Biogeoquímica de Isótopos Estables del Instituto Andaluz de Ciencias de La Tierra (CSIC-URG) Los valores de δ se obtuvieron mediante la siguiente fórmula [8]:

$$\delta X (\text{‰}) = [(R_{\text{muestra}}/R_{\text{estándar}})-1] \times 1000$$

Donde X es la proporción en unidades delta relativa a un estándar y R_{muestra} y $R_{\text{estándar}}$ son las proporciones isotópicas absolutas de la muestra y el estándar. Al multiplicar por 1000 los valores son expresados en partes por mil (‰). El estándar para el $\delta^{13}\text{C}$ fue el PDB (Pee Dee Belemnita); mientras que para el $\delta^{15}\text{N}$ fue el N_2 atmosférico.

Para el análisis de datos, se realizaron gráficas (x, y) con los valores isotópicos $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$, combinando factores como sexo y estado de madurez. Por otra parte, dado que se cumplieron los principios de normalidad y homogeneidad, se aplicó un ANOVA de una

vía para los valores isotópicos de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ por distintas categorías, mediante el lenguaje de programación R versión 2.15.2. Para la amplitud y traslape de nicho trófico se utilizó el método SIBER en el paquete SIAR de R [9]. Con este método se obtiene una elipse corregida, que no subestima el área en el caso de muestras pequeñas; así como la estimación bayesiana del área y el traslape entre las elipses, considerando para este último caso los valores cercanos a 1 como un traslape alto. En la estimación de la posición trófica de *C. falciformis* y sus posibles variaciones en cuanto a sexos y etapas ontogénicas se aplicó la siguiente ecuación [10]:

$$PT = \lambda + (\delta^{15}\text{N}_{\text{Depredador}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{Base}}) / \Delta_n$$

λ : posición trófica de la presa. Δ_n : valor teórico de enriquecimiento en ^{15}N por nivel trófico (3.1‰, [11]). $\delta^{15}\text{N}_{\text{Depredador}}$: $\delta^{15}\text{N}$ para el depredador. $\delta^{15}\text{N}_{\text{Base}}$: determinación de $\delta^{15}\text{N}$ para la presa. Para el valor del λ y $\delta^{15}\text{N}$ base se utilizó el valor promedio para el zooplancton de la zona de estudio [12].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor promedio de $\delta^{13}\text{C}$, en hembras adultas fue de -16.79 ($\pm 0.44\%$), en juveniles de -16.19 ($\pm 0.43\%$) y neonatos de -16.23 ($\pm 0.30\%$). En el caso de machos, los adultos presentaron valores de -16.46 ($\pm 0.55\%$), juveniles de -16.35 ($\pm 0.50\%$) y neonatos de -16.47 ($\pm 0.64\%$). Por otra parte, el valor promedio de $\delta^{15}\text{N}$, en hembras adultas fue de 15.12 ($\pm 0.44\%$), en juveniles de 14.78 ($\pm 0.43\%$) y neonatos de 13.94 (± 0.92). En el caso de machos, los adultos presentaron valores de 13.22 ($\pm 0.30\%$), juveniles de 13.87 ($\pm 0.50\%$) y neonatos de 13.73 ($\pm 0.90\%$) (Fig. 1).

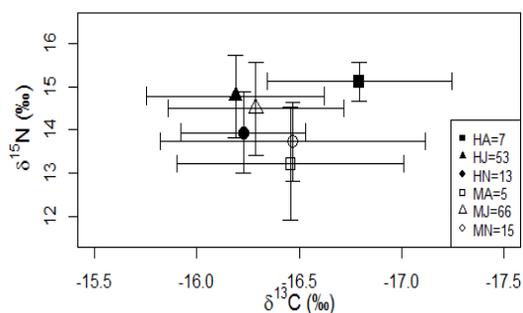


Figura 1. Valores promedio y desviaciones estándar de los valores $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de músculo del tiburón piloto (*C. falciformis*) por sexo y estado ontogénico (Hembras Adultas= HA, Hembras Juveniles= HJ, Hembras Neonatos= HN, Machos Adultos= MA, Machos Juveniles= MJ, Machos Neonatos= MN).

Actualmente se sabe que el patrón general de las presas de origen costero o bentónico, se encuentra más enriquecido (menos negativo) en isótopos de carbono, comparado con las presas oceánicas pelágicas (más negativas) [13]. Se tiene registrado que en el Golfo de Tehuantepec, *C. falciformis* capturados cerca de la costa presenta valores de -15.63 [14], mientras que en la costa occidental de Baja California Sur, los valores isotópicos de *C. falciformis* están entre los -18.5 a -17‰ [15], los cuales estuvieron relacionadas con las presas principales de origen oceánico (*Scomber japonicus*, *Dosidicus gigas* y *Pleuroncodes planipes*). Por lo que en el presente trabajo se observa que *C. falciformis* presenta una composición isotópica similar a organismos capturados en aguas oceánicas.

En cuanto a las diferencias entre estados ontogénicos, la prueba estadística ANOVA ($F = 5.47$, $p = 0.000118$) detectó diferencias significativas en $\delta^{15}\text{N}$ (Tabla 1).

Tabla 1. Diferencias en $\delta^{15}\text{N}$ entre categorías a partir del ANOVA

Categorías	Valor de p
Hembras juveniles vs Machos neonatos	0.005
Hembras juveniles vs Machos adultos	0.012
Hembras adultas vs Machos adultos	0.017
Hembras adultas vs Machos neonatos	0.033

Varios autores señalan que la composición isotópica varía entre organismos de diferentes clases de edad y también estacionalmente entre organismos de la misma edad [16, 17].

Para los valores de $\delta^{15}\text{N}$ entre sexos se encuentran diferencias significativas lo que puede indicar que existe una segregación sexual al momento de alimentarse, lo cual ha sido previamente reportado en el Pacífico Mexicano [14, 15].

A partir de SIBER, se detectó que organismos adultos tienen una amplitud de nicho mayor que los juveniles y neonatos (Fig. 2). En cuanto al traslape del nicho trófico, adultos y neonatos presentaron un traslape alto (0.99), mientras que juveniles y adultos presentaron un traslape medio (0.65).

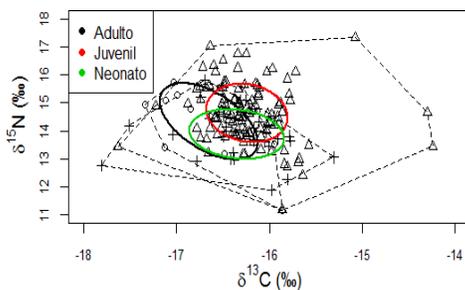


Figura 2. Diagrama de amplitud y nicho trófico entre estados ontogénicos (negro= Adulto, rojo= Juvenil y verde= Neonato) mediante los valores $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de músculo del tiburón piloto (*C. falciformis*).

En el caso de la amplitud y traslape trófico en relación a los estados ontogénicos, se puede mencionar que los juveniles ocupan una mayor área de alimentación y hay un traslape mayor en adultos y neonatos, esto puede deberse a que los neonatos todavía se encuentran en una zona de alumbramiento donde están los adultos y todavía no tienen mucha capacidad natatoria para alejarse de la zona, como ha sido reportado para otras especies de tiburones.

La posición trófica de *C. falciformis* en la zona fue de 3.7, siendo catalogado como consumidor terciario (Tabla 2).

Tabla 2. Valores de posición trófica calculados para tiburón piloto a partir de isótopos estables en la zona del Pacífico Oriental Tropical.

Posición Trófica	Promedio	DE
Machos	3,6	0,36
Hembras	3,8	0,36
Neonatos (ambos sexos)	3,5	0,28
Juveniles (ambos sexos)	3,7	0,33
Adultos	3,8	0,28

La posición trófica observada en el presente estudio es menor a lo reportado en trabajos previos (4.34) a partir de $\delta^{15}\text{N}$ [18]. Las diferencias observadas en las posiciones tróficas entre trabajos pueden estar relacionadas a factores como 1) tasas de enriquecimiento diferentes a las registradas y 2) longitud de las cadenas tróficas entre zona pelágica y costera. En el caso del factor de enriquecimiento, en el presente estudio se utilizó la reportada para organismos que excretan urea (3.11) como es el caso de los tiburones, sin embargo, se ha reportado que los elasmobranchios pueden presentar factores menores a los establecidos [19] (alrededor de 2.7 ‰). Si bien un posible ajuste en el factor de enriquecimiento ayudaría a reducir las diferencias entre posiciones tróficas, cabe resaltar que los valores de $\delta^{15}\text{N}$ fueron menores en relación con otros trabajos. La combinación de valores bajos de $\delta^{15}\text{N}$ y posición trófica son reflejo de cadenas tróficas oceánicas [20] donde existe una menor diversidad de presas en comparación con una zona costera. Por lo tanto, los valores de *C. falciformis* son reflejo de un depredador oceánico con funciones de un consumidor secundario, lo cual estaría en función de la longitud de la cadena trófica.

CONCLUSIÓN

La composición isotópica del músculo dorsal de *C. falciformis* es característico de un depredador con hábitos oceánicos. Por estado ontogénico se encontró una probable variación en $\delta^{15}\text{N}$ lo que refleja cambios en el consumo de presas. Lo anterior podría indicar que hay una segregación por estado ontogénico. En cuanto a amplitud y traslape trófico, los adultos tienen una mayor amplitud de

nicho y las categorías con un mayor traslazo son los adultos con neonatos. Para las hembras y sus estados ontogénicos hay diferencias en cuanto a la amplitud de nicho y el traslazo es bajo, a diferencia de las categorías de los machos. La posición trófica fue similar entre sexos y entre estados ontogénicos, presentando un valor promedio característico de un consumidor terciario en el Océano Pacífico Oriental Tropical.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

[1]FAO. 1998. Report of the Consultation on the Management of Fishing Capacity, Shark Fisheries and Incidental catch of Seabirds in Longline Fisheries. FAO Fish. Rep. No. 593.

[2]Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). 2003. Introducción: Biodiversidad y Hábitat. Centro de cooperación del Mediterráneo. VI, 37pp.

[3]Diario Oficial de la Federación (DOF). 2004. Tiburón: segunda edición. Lunes 15 de Marzo de 2004. 126 pp.

[4] Litvinov, F. F. 1993. Sharks and tuna fisheries. Southern Scientific Research Institute of Marine Fisheries & Oceanography. Resources of tunas and related species in the world ocean and problems of their rational utilization. 30-32 pp

[5]Minami, M., C. E. Lennert-Cody y M. Román-Verdesoto. 2007. Modeling shark bycatch: the zero-inflated negative binomial regression model with smoothing. Fisheries Research. 84:210–221.

[6]DeNiro, M. J. y S. Epstein. 1981. Influence of diet on the distribution of nitrogen in animals. Geochim. Cosmochim. Acta. 45: 341-351.

[7]Compagno, L. J. V. y Cook, S. F., 1995, The exploitation and conservation of freshwater elasmobranchs: status of taxa and prospects for the future. Journal of Aquaculture and Aquatic Sciences, 7:62-90

[8]Park, R. & S. Epstein. 1961. Metabolic fractionation of ^{13}C and ^{12}C in plants. Plant Physiology. 36: 133-138 pp.

[9]Jackson, A., Inger, R., Parnell, A. y S. Bearhop. 2011. Comparing isotopic niche widths among and within communities: SIBER - Stable Isotope Bayesian Ellipses in R. J. Anim. Ecol., 80(3), 595–602. doi:10.1111/j.1365-2656.2011.01806.x

[10]Post, D.M. 2002. Using stable isotopes to estimate trophic position models, methods, and assumptions. Ecology. 83(3): 703-718.

[11]Vanderklift, M.A. y Ponsard, S. 2003. Sources of variation in consumer-diet delta N-15 enrichment: a meta-analysis. Ecología. 136: 169-182.

[12]López Ibarra, G.A., 2008. Estructura trófica de los copépodos pelágicos en el Océano Pacífico Oriental Tropical. Doctorado en Ciencias Marinas Thesis, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, B.C.S.

[13]Hobson, K. A. 1999. Tracing origins and migration of wildlife using stable isotopes: a review. Oecologia. 120 : 314 – 326.

[14]Cabrera, Ch-C, A. 2000. 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. Tesis de Licenciatura. UNAM. México. 63 pp.

[15]Cabrera Chávez-Costa, A. 2003. Hábitos alimenticios del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 110 pp.

[16]Hesslein, R.H., K.A. Hallard & P. Ramlal. 1993. Replacement of sulfur, carbon, and nitrogen in tissue of growing broad whitefish (*Coregonus nasus*) in response to a change in diet traced by $\delta^{34}\text{S}$, $\delta^{13}\text{C}$, and $\delta^{15}\text{N}$. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50:2071–2076.

[17]Overman, N.C. & D.L. Parrish. 2001. Stable isotope composition of walleye: $\delta^{15}\text{N}$ accumulation with age and area-specific differences in $\delta^{13}\text{C}$. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 58: 1253–1260.

[18]Barranco, S., L.M. 2008. Hábitos alimenticios y nivel trófico del tiburón *Carcharhinus falciformis* Müller y Henle 1841 (Elasmobranchii: Carcharhinidae) en el Golfo de Tehuantepec, México por medio del análisis del contenido estomacal e isótopos estables de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$. Tesis de Maestría. Universidad del Mar, Oaxaca, México. 86 pp.

[19]Kim SL, Koch PL. 2011. Methods to collect, preserve, and prepare elasmobranch tissues for stable isotope analysis. Environ Biol Fishes. DOI 10.1007/s10641-10011-19860-10649

[20]Vander Zanden MJ, Shuter BJ, Lester NP, Rasmussen JB. 2000. Within-and among population variation in the trophic position of the pelagic top predator, lake trout. Can J Fish Aquat Sci. 57: 725-731.

PALABRAS CLAVE: Posición Trófica, Traslazo trófico, SIAR, pesca de tiburón, depredador, compartamiento trófico.

An adapted technique to detect sharks in moody waters

Martínez-Serrano, I.¹, D. Canales-Espinosa, J.M. Vargas-Hernández, J.L. Sánchez-Castro, M. Hoyos-Padilla.

¹ Museo de Zoología, Facultad de Biología. Universidad Veracruzana.

ibimartinez@uv.mx

INTRODUCTION

In Central America, sharks are an important economic resource and a protein source for local communities. As in many other countries, the shark fishery in Nicaragua had faced a strong pressure since the Asian market is demanding more fins and because of the increase in the meat consumption in USA and Europe [1]. As a consequence, in the Cocibolca Lake, a collapse in the fishery of bull sharks (*Carcharodon leucas*) and sawfish (*Pristis pristis*) was declared in the 80's decade [2]. However, some bull shark had been observed (Centeno, *comm. pers.*), presuming the return of pregnant females to this body of water. So, it is important to verify if the species had come back into the lake and how does the shark use it. An aggregation site such as the Cocibolca Lake, have the potential to become in an important monitoring site for shark populations, particularly if the individuals can be recognized and if the conditions allow the scientific research development [3]. In this sense, the authors in collaboration with the Nicaragua government are developing a sustainable and not expensive monitoring program, in order to carry out in developing countries. The latter, through the standardization of different methodologies such as the side-scan sonar, used in moody waters for other species such as crocodiles and manatees [4], but not tested yet with sharks.

METHODS

The side-scan sonar system allows to find animals and objects under the water, plus to know the bottom type, depth, and geographic position among other features. We conduct the experiments in both captive and semi-captive environments in order to compare results. The captive-environment experiment was developed in the Interactive Aquarium facilities at Cancun, México. The shark tank had 20 m long by 10 m wide, and a 4 m depth in the sampling section. The sonar transponder was situated in one of the tank extremes, near the acrylic window to the visitor zone. The sonar was installed 2 m away the tank in order to train the observer avoiding any visual contact with the sharks. The calibration process is described below:

1. Three observers had different roles in the calibration process: the first one held the transponder and notified when a shark was swimming underneath it, identifying the species as well. The second one made the side-scan sonar lectures and took the pictures; and finally, the third one recorded data.
2. Several exercises were done adjusting the side-scan sonar configuration in three features: broadband, kHz frequency and beam frequency. Also training exercises were performed in order to recognize each species of shark in the tank.
3. Finally, lectures were made with different positions of the transponder in relation to the water surface plane.

The semi-captive environment experiments were developed at “Dolphin Discovery” facilities situated in Isla Mujeres, Quintana Roo, Mexico. The methodology was the same one as in the captive environment, unless some modifications to the transponder in order to register the sharks of the 10 m diameter and 3 m depth tank.

RESULTS AND DISCUSSION

During captive environment, three species of sharks were identified: bull shark (one male and one female), nurse shark (*Ginglymostoma cirratum*) and blacktip shark (*Carcharhinus limbatus*). Thirty-five sonar-pictures were taken, of which 50% were for the female bull shark, 11% for the male, and 8% both female and male in the same picture. These images were useful to identify corporal masses and sizes. Bull sharks always showed more corporal mass in the side-scan sonar (colors red and yellow; figure 1a), meanwhile, the blacktip shark showed green color and the nurse shark blue color, indicating less size and weight.

One of the reasons why we could not appreciate completely the organisms was the presence of the acrylic, which was very close to the transponder. This situation could make “noise” in the signal and consequently, in the quality of the images.

During the semi-captive environment, eight bull sharks were recorded: three males and five females. Eighty-four pictures were taken, of which, 43 were for bull sharks, 10 from unidentified rays and 31 from nurse shark. In general, we obtained better pictures in the semi-captive environment, recognizing both body masses and shapes or contours, as was our objective (Figure 1b).

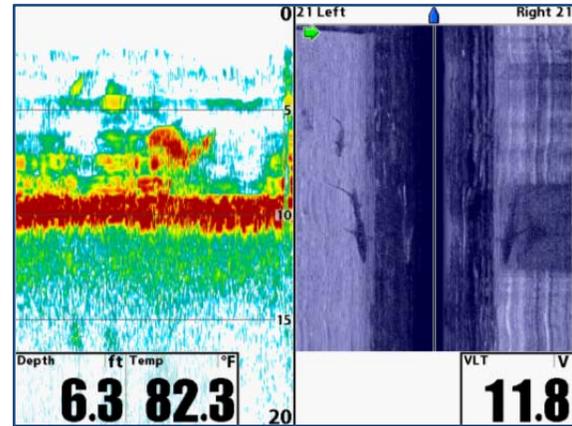


Fig. 1. Bull shark identified with the side-scan sonar. The left hand of the picture (a) shows the density identifier, indicating the corporal mass of the shark in red and yellow colors. The right hand of the picture (b) shows the perfect contour of the shark.

We proposed that the improvement in the quality of images was due to the absence of interfering objects between the transponder and the animals sampled. However, the rays and nurse sharks were less probable to see through the side-scan sonar. Also, we corroborated that sharks also detects the signal, being curious and testing the transponder with their mouths.

Nowadays, the research methods more used in sharks included ultrasonic, satellite tags and acoustic telemetry; these have been essential tools to describe the sharks' movements and their use of habitat around the world [5]. However, the side-scan sonar could be an alternative tool in prospective studies, and less expensive than the tags, especially if these studies are conducted in developing countries.

CONCLUSIONS

Based on our results, this tool could be very useful in low-budget research programs and where the visibility conditions are not the best for diving. That is the case of Cocibolca Lake and the San Juan River in Nicaragua, which

travels from the Caribbean to the lake for about 200 km, and reported as a suitable habitat for bull sharks. We recommend to adjust the beam frequency, and the broadband to the maximum in order to have more sensibility and be able to detect both pelagic and benthonic sharks.

REFERENCES

- [1] Camhi M., Fowler, S., Musick, J., Bräutigam, A. and Fordham S. 1999. Shark and their Relatives: Ecology and Conservation. *IUCN Species Survival Commission, Occ. Pap.* 20, 39 pp.
- [2] Rojas J. R., Campos, J., Segura, A., Mug, M., Campos, R. and Rodríguez, O. 2000. Shark fisheries in Central America: A review and update. *Uniciencia* 17: 49-56.

[3] Domeier M. L. and Nasby-Lucas, N. 2007. Annual re-sightings of photographically identified white sharks (*Carcharodon carcharias*) at an eastern Pacific aggregation site (Guadalupe Island, Mexico). *Marine Biology* 150: 970–984.

[4] González-Sokoloske, D. and Olivera-Gómez, D. 2012. Gentle giants in dark waters: using side-scan sonar for manatee research. *The Open Remote Sensing Journal*, 5: 1-14.

[5] Klimley, A.P., Le Boeuf, B.J., Cantara, K.M., Richert, J.E., Davis S.F., and Van Sommeran, S. 2001. Radio-acoustic positioning as a tool for studying site-specific behavior of the white shark and other large marine species. *Marine Biology* 138: 429–446.

KEYWORDS: Bull shark, Cocibolca Lake, Nicaragua, Side-scan sonar.

Distribución y biología reproductiva de la raya guitarra *Rhinobatos leucorhynchus* Güther, 1867 en el Golfo de Tehuantepec

Carrasco-Bautista, P. E., A. M. Torres-Huerta & I. H. Salgado-Ugarte.

Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
cipactli.biopcb@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los peces batoideos son depredadores o presas de otros organismos [1]; sin embargo, son vulnerables a la extracción pesquera debido a sus características intrínsecas (fertilización interna, largos períodos de gestación, lentas tasas de crecimiento y número reducido de crías); dando como resultado tasas bajas de crecimiento poblacional [2]. Aunado a esto, existe un desconocimiento de la biología de estas especies, su distribución y explotación a la que han sido sometidas; sin olvidar que juegan un papel importante en el mantenimiento del equilibrio ecológico marino [3]. Los batoideos se han adaptado a una amplia diversidad de hábitats que incluye aguas someras templadas y tropicales y algunas especies se distribuyen hasta 3,000 m de profundidad [4]; y por su amplia distribución es común encontrarlos en la captura incidental de la pesquería de camarón [3].

En el Golfo de Tehuantepec se han registrado 24 especies de batoideos [5] y la mayoría de estas especies no tienen importancia económica, aunque son explotadas de manera incidental por la pesquería de camarón que se lleva a cabo en la zona. Entre las especies que se capturan se encuentra la raya de trompa blanca *Rhinobatos leucorhynchus*. Cabe destacar que el Golfo de Tehuantepec, es un área de importancia pesquera y ecológica, ya que es una zona de alta productividad, por lo que es importante establecer una línea base en cuanto a la distribución y biología de *R. leucorhynchus* para proponer planes de manejo en la zona.

METODOLOGÍA

El área de estudio comprende la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec, se localiza en la porción Tropical-Oriental del Pacífico con una extensión de 125,000 km² aproximadamente. Se ubica entre Puerto Ángel, Oaxaca y Puerto Madero, Chiapas. Presenta dos épocas climáticas correspondientes a la época de secas que comprende de noviembre a mayo, y la época de lluvias que va de junio a octubre [6]. En la época de secas se presentan los “Tehuano” que son vientos que alcanzan una velocidad máxima de ~25 m s⁻¹ [7].

Las rayas trompa blanca se obtuvieron como parte de la fauna de acompañamiento de arrastres camaroneros realizados durante los meses de diciembre 2009, marzo y junio 2010; por el barco de la Universidad del Mar (UMAR) en el Golfo de Tehuantepec. Los arrastres fueron realizados con redes de fondo, los arrastres fueron de los 15 a 50 metro de profundidad, se registró velocidad, tiempo de cada arrastre, y se registró el inicio y término del mismo utilizando el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS). Se calculó el área barrida y se estandarizó la abundancia y biomasa a un área muestreada de 10,000 m². Se llevó a cabo la disección de hembras y machos, y se obtuvieron los siguientes estados de madurez [8]: hembra inmadura (HI), hembra en maduración (HEM), hembra madura con ovocitos (HO), hembra madura con embriones (HE), machos inmaduros (MI), machos en maduración (MEM), machos maduros (MM).

Para la evaluación de patrones de distribución de *R. leucorhynchus*, se utilizó el software PRIMER y se realizó un análisis de cluster a partir de una matriz de similitud calculada mediante el índice Bray-Curtis (presencia/ausencia). Para evaluar la relación de las

agrupaciones por estado de madurez, se realizó un Análisis de Escalamiento Multidimensional (MDS), y se determinó si existían o no diferencias significativas en la composición de las agrupaciones por estado de madurez mediante un Análisis de Similitud (ANOSIM) de una vía. Para la realización de los mapas de distribución se utilizó el software ArcGis y la aplicación ArcMap. Los mapas se realizaron con base en los datos obtenidos del análisis de ordenación por cluster, MDS y ANOSIM.

Se estableció la relación entre la longitud total y el peso por sexos mediante la ecuación modificada de Ricker (1975). Los parámetros a y b se estimaron mediante el análisis de regresión no lineal y lineal para la expresión logarítmica. Para conocer el tipo de alometría por sexos se utilizó la prueba de t-Student en la regresión lineal con un nivel de confianza del 95%. Se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA) para determinar si existen diferencias significativas entre machos y hembras. Se calculó la talla de nacimiento, la talla de primera madurez; así como la talla en la que el 50% de los organismos son sexualmente maduros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recolectaron un total de 401 guitarras trompa blanca, de las cuales 209 fueron hembras y 192 machos. Para hembras, los organismos inmaduros representaron el 65.0% de la abundancia y la mayor biomasa estandarizada promedio se presentó en hembras adultas con embriones ($34.2/h^{-1}$). El intervalo de tallas para hembras fue de 16.6 a 65.0 cm longitud total (Lt). Para machos, el 98% de la abundancia estuvo representado por organismos inmaduros. Los organismos en maduración ($21 kg/h^{-1}$) obtuvieron la mayor biomasa estandarizada promedio. El intervalo de tallas fue de 11.3 cm a 47.7 cm de Lt.

Para la recolecta de diciembre 2009, el análisis de conglomerados identificó cuatro grupos (30% de similitud): El primer grupo representado por organismos juveniles, el segundo grupo por juveniles y machos en maduración. El tercer grupo por hembras inmaduras y en maduración. El último formado por hembras

en maduración, maduras y machos en maduración. En marzo de 2010, se identificaron cuatro grupos (30% de similitud). El primer grupo caracterizado por presentar juveniles, el segundo por hembras en maduración y maduras. El tercer grupo presentó hembras inmaduras, hembras y machos en maduración. Finalmente, el grupo representado por machos en maduración. En junio de 2010, se identificaron cinco grupos (30% de similitud). El primero formado por machos en maduración, el segundo por machos en maduración y maduros. El tercer grupo formado por hembras juveniles, el cuarto grupo presentó hembras y machos juveniles y en maduración. El último grupo formado por hembras en maduración, maduras (sin y con embriones) y machos maduros.

El análisis de ordenamiento multidimensional (MDS), confirmó la existencia de estas agrupaciones en cada una de las recolectas realizadas. El ANOSIM para las recolectas (diciembre de 2009, marzo y junio de 2010), denota que existen diferencias significativas en la composición de los grupos formados ($p < 0.001$).

De acuerdo a los grupos obtenidos para la recolecta de diciembre de 2009, se observó que la agrupación dominante y con mayor amplitud en cuanto a distribución estuvo representada por los organismos juveniles (HI y MI) y machos en maduración (MEM) los cuales se distribuyeron a través de la costa desde el Mar Muerto (MM) hasta Chantuto-Panzacola. También se observó un grupo de organismos juveniles (HI y MI) frente a Boquerón (BO), siendo éste el de menor amplitud de distribución (Fig. 1a). Las hembras inmaduras (HI) y en maduración (HEM) formaron agrupaciones aisladas frente del Mar Muerto (MM), La Joya-Buenavista (LJB), Boquerón (BO) y Chantuto-Panzacola. Finalmente, las hembras en maduración, maduras y machos en maduración (MEM) se encontraron frente al Mar Muerto (MM), Barra Tonalá, La Joya-Buenavista (LJB), Boquerón (BO) y, Chantuto-Panzacola (CP). En marzo de 2010, se observó que el grupo de mayor dominancia en cuanto a distribución fue el de organismos juveniles (HI y MI), los cuales se localizaron frente a La Joya-Buenavista

(LJB). Las hembras en maduración (HEM), hembras maduras se localizaron frente a la costa de la Laguna Superior (LS), y entre la costa de La Joya-Buenavista y Santa Cruz. Las hembras inmaduras (HI) y en maduración (HEM) y machos en maduración (MEM) se localizaron frente a Santa Cruz (Fig.1b). Para junio 2010, se detectaron dos agrupaciones principales; la primera fue la de organismos juveniles (HI y MI), y organismos en maduración (HEM y MEM), los cuales se distribuyeron de manera uniforme desde las costas de Salina Cruz, hasta Puerto Madero. La segunda agrupación fue la de hembras en maduración (HEM), maduras y machos maduros (MM), que se localizaron frente la costa de Salina Cruz, Laguna Superior (LS), entre Barra Tonalá, La Joya-Buenavista (LJB) y Santa Cruz. La agrupación de machos en maduración (MEM) se presentó de manera aislada frente a la costa de Puerto Madero; mientras que, machos en maduración (MEM) y maduros (MM) se encontraron frente a las costas del Mar Muerto (MM), La Joya-Buenavista (LJB) y Chantuto-Panzacola (CP). Las hembras juveniles (HI) se localizaron frente al Mar Muerto (MM) (Fig.1c). Se observaron hembras con embriones con avanzado estado de madurez y neonatos en la recolecta de diciembre 2009. Las hembras con embriones se localizaron distribuidas de manera uniforme a través de la costa desde el Mar Muerto (MM) hasta Puerto Madero (Fig. 1d); sin embargo, no se presentaron frente a Santa Cruz. Los neonatos tuvieron una dominancia en cuanto a la distribución entre La Joya-Buenavista y Santa Cruz, de igual manera coincidieron en presencia con las hembras con embriones frente al Mar Muerto (MM) y Barra de Tonalá. Y se observaron dos agrupaciones aisladas, la primera frente al Boquerón, y la otra entre Chantuto-Panzacola y Puerto Madero.

R. leucorhynchus presenta una distribución restringida en aguas costeras, esto debido a que la región occidental del Golfo de Tehuantepec se encuentra expuesta a grandes fluctuaciones estacionales de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la capa superficial del mar (50 m) debido a la presencia de los vientos Tehuanos, el ciclo anual de radiación

y la circulación costera [6,7]. En diciembre y marzo se presenta, a 50 m de profundidad, la concentración de oxígeno disuelto promedio más bajo debido a las altas tasas de sedimentación y degradación de la materia orgánica [6], por lo que muy probablemente al disminuir la temperatura, y por lo tanto la concentración de oxígeno disuelto, *R. leucorhynchus* busque intervalos óptimos de tolerancia a menor profundidad; la cual estuvo presente durante el mes de diciembre y ausente durante marzo.

Se registró el peso de 130 hembras de 12.1 a 752.4 gr y 63 machos de 13.5 a 301.2 gr. La relación longitud total-peso total para hembras arrojó un valor de la pendiente de 3.13 ($r^2=0.9944$, $F_{(2,128)}=11380$, $p<0.001$) y para machos de 3.05 ($r^2=0.998$, $F_{(2,61)}=15441$, $p<0.001$). La prueba t indicó que existen diferencias significativas entre las pendientes resultantes tanto para hembras ($t=2.53$, $gl=129$, $p<0.001$) como para machos ($t=1.40$, $gl=62$, $p=0.16$) indicando una relación de tipo alométrica positiva para hembras e isométrica para machos. Lo que muestra que las hembras aumentan más en peso total que en longitud total, mientras que los machos aumentan de manera proporcional tanto en peso total como longitud total. El análisis de covarianza aplicado para determinar diferencias entre las pendientes de la ecuación de machos y hembras indicó que existen diferencias significativas ($F=1005$, $gl=1,192$, $p<0.001$), de igual manera con la prueba de F para comprobar dos funciones potenciales también nos indicó que existen diferencias significativas ($r^2=0.9945$, $F_{(2,191)}=17396$, $p<0.001$).

Las hembras presentaron un mayor tamaño y peso en relación a los machos [9, 10]; dentro de la familia Rhinobatidae es común encontrar hembras con tallas mayores que machos como dimorfismo sexual, lo cual concuerda con lo encontrado en el presente trabajo [11, 12, 13]. Esto también puede ser debido a que las hembras necesitan un mayor tamaño para albergar a las crías que tienen de manera ovovivípara [14], esto puede ser para poderles dar el espacio y el alimento necesario para su desarrollo.

La talla de nacimiento para la raya trompa blanca fue de 14.0 cm Lt, debido a que el

embrión de mayor tamaño registrado midió 16.8 cm Lt y el neonato de vida libre registrado fue de 11.3 cm Lt. Se registró que la talla de primera madurez en hembras es a los 36.6 cm y para machos a los 35.6 de Lt. Se observó el desarrollo ovárico de 128 hembras, donde las hembras de 16.6 a 36.0 cm de Lt fueron inmaduras con glándulas oviducuales indiferenciadas o en diferenciación con un ancho menor a 0.5 cm. Las hembras con tallas de 36.6 cm a 65.0 cm de Lt fueron maduras con gónadas diferenciadas y ancho de glándula oviducal fue de 0.55 a 1.4 cm, y algunas presentaron embriones. De acuerdo al modelo logístico indicó que a los 39.13 cm de Lt el 50% de hembras alcanzan la madurez sexual ($X^2=141.24$, $g.l.=127$, $p<0.001$, $r^2=0.7982$). La talla de media madurez sexual difiere mucho a lo reportado para el pacífico Colombiano [15] donde registran una Lt de 61.0 y 65.1 cm. De los 182 machos analizados, se observó que los organismos inmaduros presentaron tallas menores a los 35.6 cm de Lt, con mixopterigios de 1.1 a 6.5 cm sin calcificar. Los machos maduros con tallas de 36.0 a 47.7 cm de Lt presentaron mixopterigios calcificados y con longitudes de 5.9 a 8.0 cm. El modelo logístico indicó que a los 42.1 cm de Lt el 50% de los machos son maduros sexualmente ($X^2=47.34$, $g.l.=181$, $P<0.001$, $r^2=0.4369$).

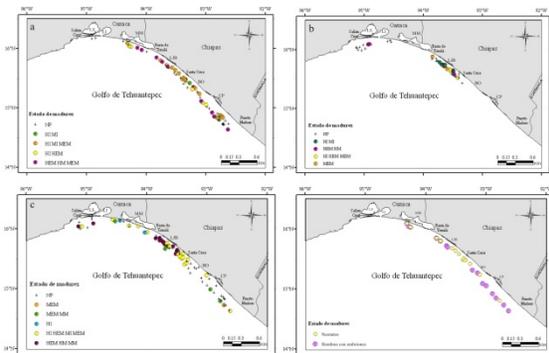


Figura 1. Se observan las agrupaciones por estado de madurez de *R. leucorhynchus* en el Golfo de Tehuantepec. a) Diciembre 2009, b) marzo 2010 y, c) junio 2010; d) Se observan las estaciones donde se localizaron a las hembras con embriones y a los organismos neonatos (corresponde a la recolecta del mes de diciembre, 2009). NP: No presente la raya de trompa blanca, HI: Hembras inmaduras, HEM: hembras en maduración, HM: hembras sin embriones y con embriones, MI: Machos inmaduros, MEM: Machos en maduración y MM machos maduros. LS: Laguna Superior, LI: Laguna Inferior, MM: Mar Muerto, LJB: La Joya-Buenavista, BO: Boquerón y CP: Chantuto-Panzacola.

CONCLUSIONES

Rhinobatos leucorhynchus forma parte de la fauna de acompañamiento de la pesquería de camarón.

La distribución espacio-temporal de *R. leucorhynchus* presentan variación en función de la dinámica del Golfo de Tehuantepec.

El tipo de crecimiento que se presenta en hembras y machos es característico en la familia Rhinobatidae.

REFERENCIAS

[1] Compagno, L. J. V; F. Krupp y W. Schneider. 1995. Tiburones. Vol. II: 648-746. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H Niem (eds.) *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental*.

[2] Hamlett W. C. 2005. Reproductive biology and phylogeny of chondrichthyes. *Science Publisher*. USA. 562 p.

[3] Stevens, J., R. Bonfil, N. Dulvy y P. Walker. 2000. The effects of fishing on sharks, rays and chimaeras (Chondrichthyes), and the implications for marine ecosystems. *J. Mar. Sci.*, 57:476-494.

[4] McEachran, J. D. y N. Aschliman. 2004. Phylogeny of batoida. In: Carrier, J. C., Musick, J. A., Heithaus, M. R. (Eds.), *Biology of Sharks and their Relatives*. CRC Press, Boca Raton, FL. 79-114 p.

[5] Torres-Huerta AM, Carrasco-Bautista PE, Cruz-Martínez A (2013). Presence of the denticled roundray *Urotrygon cimar* in the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Marine Biodiversity Records* 6,e21,1-4.

[6] Tapia-García, M., M. C. García-Abad, A. Carranza-Edwards y F. Vázquez-Gutiérrez. 2007. Environmental characterization of the continental shelf of the Gulf of Tehuantepec,

Mexico. *Geofísica Internacional*. 46 (4): 249-260.

[7] Trasviña A. & E. D. Barton. 1997. Los "Nortes" del Golfo de Tehuantepec: la circulación costera inducida por el viento. Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía 3, *Unión Geofísica Mexicana*.

[8] Grijalba-Bendeck, L. M., A. Acero P. & E. González. 2008. Biología reproductiva de *Rhinobatos percellens* (Walbaum, 1972) (Batoidea: Rajiformes) en el Caribe colombiano. *Rev. Biol. Mar. y Oceanogr.*, 43 (3): 469-481.

[9] Capapé, C. & J. Zaouali. 1994. Distribution and reproductive biology of the Blackchin guitarfish, *Rhinobatos cemiculus* (Pisces: Rhinobatidae), in Tunisian Waters (Central Mediterranean). *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 45: 551-61.

[10] Braccini, J. M. & G. E. Chiaramonte. 2002. Biología de la raya *Psammobatis extenta* (Garman, 1913) (Batoidea: Rajidae). *Rev. Chil. Hist. Nat.* 75: 179-188.

[11] Soler, G. M. 2006. Técnicas para la observación y conteo de bandas vertebrales y estimación de edad y crecimiento de la raya guitarra *Rhinobatos leucorhynchus* (PISCES: ELASMOBRANCHII). Tesis de Licenciatura. Universidad del Valle. Santiago de Cali, Colom. 57 pp.

[12] Villavicencio-Garayzar, C. J. 1995. Biología reproductiva de la guitarra pinta, *Zapteryx exasperata* (Pisces: Rhinobatidae), en bahía Almejas, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas*. 21: 141-153.

[13] Ismen, A., C. Yigin, & P. Ismen. 2007. Age, growth, reproductive biology and feed of the common guitarfish (*Rhinobatos rhinobatos* Linnaeus, 1758) in Iskenderun Bay, the eastern Mediterranean *Sea. Fish. Res.* 84: 263-269.

[14] Ebert, D. A. 2005. Reproductive biology of skates, *Bathyraja* (Ishiyama) along the

eastern Bering Sea continental slope. *J. Fish. Biol.* 66: 618-649.

[15] Payán-Perea, L. F. 2006. Aspectos taxonómicos y biológicos de la raya guitarra *Rhinobatos leucorhynchus* (Pisces: Elasmobranchii) del Pacífico Colombiano. Tesis de Licenciatura. Universidad del Valle. Santiago de Cali, Colom. 68 pp.

PALABRAS CLAVE: Batoideos, raya trompa blanca, madurez, Pacífico Tropical-Oriental.

Diferenciación morfométrica de rayas espinosas del género *Urotrygon* en el Pacífico Colombiano

Torres-Palacios, Katherine, P.A. Mejía-Falla, E.A. Rubio

Centro Interdisciplinario de Investigaciones Marinas, Av. Instituto Politécnico Nacional s/n Col. Playa Palo de Santa Rita Apdo. Postal 592. Código Postal 23096. La Paz, B.C.S. México.

kathetorresp@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Históricamente, la clasificación y diferenciación taxonómica de los organismos, así como la comprensión de la diversidad biológica y los estudios evolutivos, han estado basados en la descripción de las morfologías de los organismos [1][2][3].

Para describir la morfología, se tienen en cuenta características como la forma del cuerpo, tamaño, patrones de pigmentación, disposición de aletas, entre otras características externas que sirven para su reconocimiento. A su vez, estas características pueden ser descriptivas, merísticas o morfométricas, siendo complementarias para la diferenciación taxonómica de peces, incluyendo los batoideos [4].

El estudio cuantitativo de la forma de los organismos, o bien la morfometría en sentido amplio, permite realizar comparaciones y detectar diferencias a nivel inter e intra específico, mediante análisis estadísticos y/o modelos matemáticos complejos. De manera particular, las especies de rayas del género *Urotrygon* presentan inconvenientes para su identificación y diferenciación, debido a que existe traslape en las descripciones, en las claves de identificación y en las medidas de las especies [5][6].

De esta manera, se realizó un estudio con miras a comparar y diferenciar taxonómicamente individuos del género *Urotrygon* en el Pacífico colombiano, a partir de la morfometría tradicional y la morfometría geométrica características morfométricas.

METODOLOGÍA

Los individuos de *Urotrygon* fueron obtenidos por la Fundación Squalus, a través del acompañamiento a faenas de pesca de arrastre de camarón de aguas someras realizadas por flota industrial y por pescadores artesanales durante los años 2007, 2008 y 2009 en el Pacífico colombiano.

Posterior a su captura, las rayas fueron congeladas y en el laboratorio, los individuos fueron rotulados, sexados, fotografiados, medidos e identificados taxonómicamente usando diferentes claves o guías disponibles.

Para el método tradicional (MT) se tomaron 36 medidas (14 dorsales, 20 ventrales y dos en la aleta caudal), las cuales fueron analizadas mediante análisis de componentes principales y análisis discriminante.

Para el método de morfometría geométrica (MG), se definieron 29 puntos y 4 semipuntos anatómicos y se realizaron análisis de Procrustes y de componentes relativos, usando los programas del paquete TPS. Las diferencias estadísticas entre los grupos fueron evaluadas mediante Manova y entre las variables se usó análisis discriminante.

Las especies capturadas y analizadas en el estudio correspondieron a la raya panámica o raya redonda de cola espinosa (spiny tail roundray) *Urotrygon aspidura*, a la la raya espinosa de Roger *Urotrygon rogersi*, y otros individuos presentaron características disímiles a las especies mencionadas anteriormente y a aquellas confirmadas para Colombia [7], lo que llevó a considerarlas a priori como *Urotrygon* sp.

ellas no es clara, siendo esto evidente en aquellas muy cercanas y ubicadas en una misma zona y en las seis medidas que coinciden en la punta del hocico, pues tienen como referencia un mismo punto, llevando a una dependencia, colinealidad y por tanto redundancia de variables, siendo esto desventajoso en términos prácticos, para ejercicios de identificación [8][9][10].

Las funciones de clasificación del análisis discriminante para cada grupo, generadas a partir de las variables morfométricas indicaron que las variables que aportan a la separación entre *U. rogersi* y *U. aspidura* corresponden a la distancia interespiracular (DIE), a la distancia de las primeras hendiduras branquiales (DPHB) y a la longitud total (LT) teniendo valores altos pero opuestos. Por su parte, *Urotrygon* sp. se diferencia de *U. rogersi* por la forma del disco (AD y LD) y de *U. aspidura* por la longitud total y la distancia interespiracular (DIE). El porcentaje de correcta asignación de individuos de *Urotrygon* capturados en el Pacífico colombiano, fue alto para los tres grupos evaluados, representando más del 90% de aciertos (91.52% para *Urotrygon* sp., 97.63% para *U. aspidura* y 97.64% para *U. rogersi*).

Por el método geométrico se obtuvieron 54 deformaciones relativas, y la primera y la segunda aportaron el 50.56% de la variación total de la muestra (29.53% y 21.03%, respectivamente), mientras que las siguientes no alcanzaron el 7.50%. Con este análisis se resalta la contribución respectiva de cada punto anatómico al análisis general, con un alto aporte (> 0.14), a la diferenciación y cambio de las configuraciones de los especímenes en los puntos 10 y 13, correspondientes a los extremos laterales de los ojos, y a los puntos 14 y 15 correspondientes a los extremos anteriores de los espiráculos

El análisis multivariante de varianza (MANOVA) confirmó que existen diferencias estadísticamente significativas (λ Wilk's = 0.019, $F=61.92$, $p<0.001$) entre los grupos comparados. El análisis discriminante permitió una mejor observación y evaluación de las

diferencias entre las especies con relación a su forma, mostrando una separación significativa entre los grupos, con una distancia de Mahalanobis alta (95.95) entre *U. rogersi* y *Urotrygon* spp. ($F=125.40$ $p<0.001$), una intermedia (47,36) entre *Urotrygon* spp. y *U. aspidura* ($F=55.44$, $p<0.001$) y una menor (40,69) entre *U. rogersi* y *U. aspidura* (40.69, $F=131.48$, $p<0.001$). Tales distancias sugieren que *U. aspidura* tiene una forma intermedia y que las otras dos especies son más disímiles con relación a esta. En congruencia con las distancias de Mahalanobis, la gráfica de la dispersión de los individuos, obtenida del análisis discriminante, permitió observar una separación total de *U. rogersi* con respecto a *U. aspidura* y *Urotrygon* spp., teniendo a su vez, estas dos últimas algunos individuos reasignados. Otra prueba de dicha separación es la cuantificación de la correcta asignación de los individuos por parte del análisis geométrico, obteniéndose el 100% de la agrupación en *U. rogersi*, seguido de *U. aspidura* con un 99.48% y *Urotrygon* spp. con el 94.91%.

Ambos métodos, tradicional y geométrico, sugirieron tres grupos taxonómicos *U. rogersi*, *U. aspidura* y *Urotrygon* spp. y demostraron ser herramientas útiles en la identificación y discriminación taxonómica, mediante diferencias y similitudes en las medidas y en la forma de los individuos. Las dos técnicas coincidieron con mayor eficacia y notoriedad en la diferenciación de *U. rogersi* y *U. aspidura*, siendo total, estadísticamente, en el geométrico. Sin embargo, los métodos difieren en la solidez de evidencia de la variación con respecto a *Urotrygon* spp. debido posiblemente al bajo número de ejemplares.

Aunque las interpretaciones provenientes de las variaciones de la forma de los grupos entre los métodos son distintas, coinciden en la variación en los ojos y espiráculos y en que las variables asociadas a estas estructuras tienen mayor peso estadístico para la discriminación.

CONCLUSIONES

El método tradicional redujo el número de variables a considerar y sugirió 21 medidas que permitieron la discriminación de los tres taxa, siendo: el ancho del disco (AD), longitud del ojo (LO), distancia interespiracular (DIE), distancia interorbital (DIO), la distancia entre las primeras hendiduras branquiales (DPHB) y el margen posterior de la aleta pélvica (MPP) las variables más relevantes en su discriminación.

El método geométrico permitió de manera más clara y precisa la diferenciación de las especies, teniendo en cuenta los 29 puntos anatómicos. Las principales variaciones en *Urotrygon rogersi* se concentraron en un alargamiento en la parte distal del disco y el acortamiento de hocico y de la aleta caudal; en *Urotrygon aspidura* el disco tiende a una disminución proporcional con alargamiento de la cola y del hocico, y en *Urotrygon* spp. se presenta ensanchamiento de disco y alargamiento de hocico, sugiriendo formas más similares entre las dos últimas especies.

Los dos métodos morfométricos son herramientas útiles para la discriminación de las especies del género *Urotrygon*. Aunque las ventajas del método geométrico son mayores, se recomienda complementarla con el método tradicional, para abordar con más detalle la estimación de la variación de las especies y obtener una mejor interpretación y diferenciación de las especies o grupos de estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Wimberger, P. H. 1992. Plasticity of fish body shape. The effects of diet, development, family and age in two species of *Geophagus* (Pisces: Cichlidae). *Biological Journal of the Linnean Society*. 45: 197 – 218.
- [2] Adams, D. C., F. J. Rohlf & D. E. Slice. 2004. Geometric morphometrics: ten years of progress following the 'revolution'. *Italian Journal of Zoology*. 71: 5 – 16.
- [3] Van Der Molen, S., N. Martínez & R. González. 2007. Introducción a la morfometría geomé-

trica: Curso teórico-práctico. Centro Nacional Patagónico, Universidad de Barcelona. 82p.

[4] Strauss, R.E. & C.E. Bond. 1990. Taxonomic methods: morphology. Págs. 109–140 en: *Methods for fish biology* (P. Moyle and C. Schreck, eds.). American Fisheries Society, Special Publication.

[5] Chirichigno, N. F. y M. Cornejo 2001. Catálogo comentado de los peces marinos del mar del Perú. Callao-Perú: Instituto del Mar Perú. 314 p.

[6] Miyake, T. & J. McEachran. 1988. Three new species of the stingray genus *Urotrygon* (Myliobatiformes: Urolophidae) from the eastern Pacific. *Bulletin of Marine Science*. 42(3): 366 – 375.

[7] Mejía-Falla, P. A., Navia A. F., Mejía L. M., Acero A. & Rubio, E. A. 2007. Tiburones y rayas de Colombia (Pisces: Elasmobranchii): Lista actualizada, revisada y comentada. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras. INVEMAR*. Santa Marta, Colombia.

[8] Bookstein, F. L., Chernoff B., Elder R. L., Humphries J. M., Smith G. R. & R. E. Strauss 1985. Morphometrics in evolutionary biology: The geometry of size and shape change, with examples from fishes. *The Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 277p.

[9] Parsons, K. J., Robinson B. W. & T. Hrbek. 2003. Getting into shape: An empirical comparison of traditional truss-based morphometric methods with a newer geometric method applied to New World cichlids. *Environmental Biology of Fishes*. 67: 417 – 431.

[10] Zelditch, M.L., Sweiderski D.L., Sheets H.D. & W.L. Fink. 2004. *Geometric Morphometrics for Biologists: A Primer*. Elsevier Academic Press. 443p.

[11] Humphries, J.M., Bookstein F. L., Chernoff B., Smith G.R. Elder R. L. & S. G. Poss. 1981. Multivariate discrimination by shape in relation to size. *Systematic Zoology*. 30(3): 291 – 308.

PALABRAS CLAVE: Puntos anatómicos, forma, análisis multivariante, taxonomía, Batoidea.

Análisis de las capturas incidentales de tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) como una herramienta complementaria en la determinación de áreas de crianza

Oñate-González, EC, O Sosa-Nishizaki y O Santana-Morales

CICESE (Centro de Investigaciones Científicas y Educación Superior de Ensenada) eonate@cicese.edu.mx

INTRODUCCIÓN

El concepto de área de crianza para tiburones ha sido recientemente redefinido por Heupel *et al.* (2007), estableciendo que se deben de cumplir tres criterios principales: 1) los tiburones deben encontrarse comúnmente en esa área más que en otras áreas; 2) los tiburones deben estar en esa área o regresar a ellas durante largos períodos de tiempo; y 3) estas áreas se han utilizado de la misma manera por mucho tiempo.

El tiburón blanco es una especie que está globalmente reconocida como vulnerable a la sobreexplotación debido a su baja fecundidad y fertilidad, así como su tardía edad de madurez (Cailliet *et al.* 1985; Francis 1996; Pratt 1996; Compagno 2001; Smith *et al.* 2009). En México está catalogado como “amenazado” por la Norma Oficial Mexicana “NOM-059-SEMARNAT-2001” (DOF 2002, ratificada en 2010), y desde 2006 se prohíbe su captura y retención así como la comercialización de su carne o cualquier parte de su cuerpo (DOF 2007). Sin embargo, la captura incidental de esta especie sigue ocurriendo en México y otros países, generando la necesidad de conocer el estado poblacional y encontrar zonas importantes de su ecología para un manejo eficiente.

La distribución del tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) ha sido estudiada en el Pacífico Noreste utilizando marcas acústicas y satelitales (Domeier y Nasby Lucas, 2008, 2012 y 2013; Jorgensen *et al.* 2012), pero el

área de crianza ha sido hipotetizada con base en individuos inmaduros capturados incidentalmente lo largo de las costas de California y Baja California (Domeier 2012; Lowe *et al.* 2012; Santana-Morales *et al.* 2012). Sin embargo, esta hipótesis no ha sido probada utilizando los criterios de Heupel *et al.* (2007).

Los tiburones blancos inmaduros se distribuyen en aguas costeras, con los recién nacidos agregándose principalmente en la Bahía del Sur de California (SCB), EUA y en Bahía Vizcaíno, México, y los juveniles desplazándose en aguas costeras entre California central y el Golfo de California (Dewar *et al.* 2004; Weng *et al.* 2007; Galván-Magaña *et al.* 2010; Santana-Morales *et al.* 2012).

La presencia de tiburones blancos inmaduros cerca de la costa les hace susceptibles a las pesquerías. En la costa oeste de Baja California, México, se ha registrado la captura incidental de algunos tiburones blanco de 1999 a 2010 (Santana-Morales *et al.* 2012). La mayoría de los organismos recién nacidos capturados incidentalmente fueron registrados en Bahía Vizcaíno, por lo que se infiere que esta región podría ser una zona de crianza para la especie. Sin embargo, no se ha estudiado si esta región cumple los criterios de Heupel *et al.* (2007).

Hay diferentes maneras de estudiar si las especies cumplen con estos criterios y nosotros proponemos el uso de datos de captura

incidental para determinar un área de crianza para tiburones.

METODOLOGÍA

Se utilizaron los registros de capturas incidentales en la costa oeste de Baja California, utilizando base de datos del Laboratorio de Ecología Pesquera (CICESE) de 2002 a 2010, registros de capturas hechos por pescadores, registros de los desembarques en los campos pesqueros y en tiraderos de cabezas, de 2011 a 2013.

Para probar los criterios de Heupel *et al.* (2007), se puso mayor énfasis en la temporalidad (meses) y tallas de los organismos con respecto a la región de dónde fueron incidentalmente capturados.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Se registraron 393 tiburones blancos capturados de manera incidental, cuya mayor captura se registró desde 2011, debido a que a partir de ese año se realizó una búsqueda dirigida a la captura de la especie, mientras que los registros de años anteriores se hicieron en estudios dirigidos a otras especies diferentes del tiburón blanco. Todos los tiburones blanco registrados fueron inmaduros, presentando los tiburones recién nacidos la mayor captura (Fig 1), lo que indica la importancia de las regiones costeras de Baja California para las primeras etapas de vida de la especie. Estas capturas coinciden con la zona de distribución de los organismos juveniles, los cuáles se ha observado que se mueven desde aguas de California, EUA, hasta aguas del Golfo de California, México (Weng *et al.* 2012).

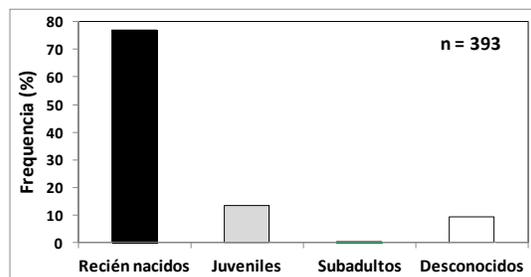


Figura 1. Frecuencia de captura incidental de tiburón blanco por estadio.

Analizando la temporalidad de las capturas incidentales de tiburón blanco, se observó que la mayor captura se da en los meses de mayo a agosto (Fig 2). Estos meses coinciden con la época en la que se han registrado algunas hembras presuntamente preñadas desplazándose desde aguas oceánicas (Isla Guadalupe) hacia zonas costeras, en un período de tiempo que coincide con la hipotética época de alumbramiento (Domeier y Nasby-Lucas 2012; Domeier 2012). Esta tendencia mensual en la captura incidental ha sido constante desde 1999-2010 (Santana-Morales *et al.* 2012) y de 2011-2013, la mayor frecuencia de captura incidental ha sido en el mismo período.

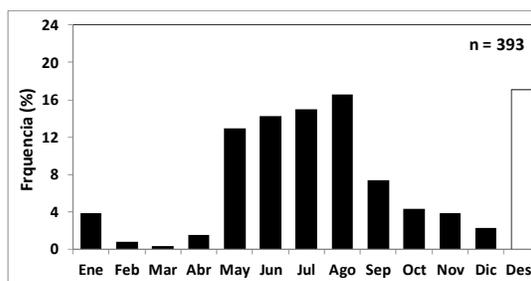


Figura 2. Frecuencia de captura incidental mensual de tiburón blanco.

La captura incidental de tiburón blanco ocurre a lo largo de la costa oeste de Baja California. Sin embargo, las tallas de los organismos capturados no es la misma en todas las zonas. Los registros de las regiones más norteñas indican que la mayoría de los organismos capturados son organismos juveniles de más de un año de edad, mientras que las capturas de recién nacidos, de menos de un

año de edad, son principalmente en los campos ubicados al sur de Baja California, en Bahía Vizcaíno (Fig 3).

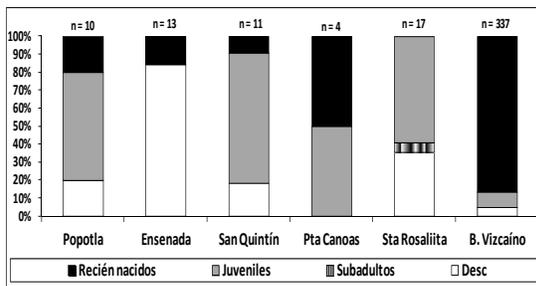


Figura 3. Captura incidental de tiburón blanco por región de Norte a Sur.

Los tiburones blanco juveniles que se capturan con mayor frecuencia en la región norte de Baja California pueden representar a aquellos organismos de la SCB que cuando empiezan a crecer, empiezan a desplazarse hacia el sur (Weng *et al.* 2012), sin embargo, hay pocos registros de tiburones recién nacidos de SCB con la misma tendencia de movimientos, por lo que inferimos que no es una sola sino, dos áreas de crianza en el Pacífico Noreste, la SCB (Lowe *et al.* 2012) y Bahía Vizcaíno, que son las dos regiones donde hay mayor registro de tiburones blanco recién nacidos de menos de un año de edad.

De esta manera, siguiendo los criterios propuestos por Heupel *et al.* (2007), **1)** los tiburones recién nacidos han sido registrados con mayor frecuencia en Bahía Vizcaíno más que en cualquier otra área del norte de Baja California, donde han sido registrado juveniles en mayor proporción que los recién nacidos; **2)** la presencia de los tiburones blanco recién nacidos en Bahía Vizcaíno ha sido documentada desde al menos 14 años (1993 – 2013), además que las cabezas registradas por Santana-Morales *et al.* (2012) indican que la captura incidental de tiburón blanco ha sido en un período más largo; y **3)** todos los registros, aquellos de 1999 – 2010 (Santana-Morales *et al.* 2012) y aquellos de 2002 –

2013 (nuestros), muestran un incremento en las capturas incidentales en los meses de mayo a agosto, periodo que coincide con los movimientos de hembras presuntamente preñadas desde Isla Guadalupe a Bahía Vizcaíno (Domeier y Nasby-Lucas 2013) y que se ha hipotetizado podría ser la época de alumbramiento para la especie en el Pacífico Noreste (Domeier 2012).

CONCLUSIONES

Argumentamos que los tiburones blanco recién nacidos de menos de un año de edad están presentes en Bahía Vizcaíno, donde se han registrado de manera constante durante al menos 14 años, lo que nos permite inferir que Bahía Vizcaíno en un área de crianza para el tiburón blanco en el Pacífico Noreste, y esto implica la necesidad una mejor estrategia para su manejo y conservación. De esta manera, encontramos que muestreos dirigidos a documentar las capturas incidentales de una especie protegida, puede ayuda a implementar áreas de crianza de una población.

REFERENCIAS

Cailliet GM, Natanson LJ, Weldon BA, Ebert DA. 1985. Preliminary studies on the age and growth of the white shark *Carcharodon carcharias*, using vertebral bands. Southern California Academy of Science Memoirs. 9: 49–60. *

Compagno LJV. 2001. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of the shark species known to date. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). FAO Species Catalogue for Fisheries Purposes No. 1, vol. 2. Rome, FAO.

Dewar H, Eguchi T, Hyde J, Kinzey D, Kohin S, Moore J, Taylor BL, Vetter R. 2013. Status Review of the Northeastern Pacific Population of White Sharks (*Carcharodon carcharias*) Under the Endangered Species Act. National Oceanic and Atmospheric Administration. National Marine Fisheries Service. Pp 176.

DOF. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. SEMARNAT. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo de 2002, segunda sección.

DOF. 2007. Norma Oficial mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de tiburones y rayas: Especificaciones para su aprovechamiento. SAGARPA. Diario Oficial de la Federación, 14 de febrero de 2007, primera sección.

DOF. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. SEMARNAT. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010.

Domeier ML. 2012. A new life-history hypothesis for White sharks, *Carcharodon carcharias*, in the Northeastern Pacific. En: M. L. Domeier (eds.), Global perspectives on the biology and life history of the white shark. USA. CRC Press, pp. 199-224.

Domeier ML, Nasby-Lucas N. 2008. Migration patterns of white sharks (*Carcharodon carcharias*) tagged at Guadalupe Island, Mexico, and identification of an eastern pa-

cific shared offshore foraging area. Marine Ecology Progress Series. 370: 221-237.

Domeier ML, Nasby-Lucas N. 2012. Sex-specific migration patterns and sexual segregation of adult white sharks, *Carcharodon carcharias*, in the Northeastern Pacific. En: M. L. Domeier (eds.), Global perspectives on the biology and life history of the white shark. USA. CRC Press, pp. 133-146.

Domeier ML, Nasby-Lucas N. 2013. Two-year migration of adult female white sharks (*Carcharodon carcharias*) reveals widely separated nursery areas and conservation concerns. Animal Biotelemetry. 1(2): 1-9.

Francis MP. 1996. Observations on a pregnant white shark with a review of reproductive biology. En: Klimley AP, Ainley DG (eds.) Great white sharks: the biology of *Carcharodon carcharias*. San Diego. Academic Press, pp. 157-172. *

Galván-Magaña F, Hoyos-Padilla EM, Navarro-Serment CJ, Márquez-Farías F. 2010. Records of white shark, *Carcharodon carcharias*, in the Gulf of California, Mexico. Marine Biodiversity Record. 3(e1 11): 1-6.

Heupel MR, Carlson JK, Simpfendorfer CA. 2007. Shark nursery areas: concepts, definition, characterization and assumptions. Marine Ecology Progress Series. 337: 287-297.

Jorgensen SJ, Chapple TK, Anderson S, Hoyos M, Reeb C, Block BA. 2012. Connectivity among white shark coastal aggregation areas in the Northeastern Pacific. En: Domeier ML (eds.), Global perspectives on the biology and life history of the white shark. USA. CRC Press, pp. 159-167.

Lowe CG, Blasius ME, Jarvis ET, Mason TJ, Goodmanlowe GD, O'Sullivan JB. 2012. Historic fishery interactions with

White Sharks in the Southern California Bight. En: Domeier M. (eds), Global perspectives on the biology and life history of the white shark. USA. CRC Press, pp. 169-185.

Pratt HL Jr. 1996. Reproduction in the male white shark. En: Klimley AP, Ainley DG (eds.), Great white sharks: the biology of *Carcharodon carcharias*. San Diego, Academic Press, pp. 131-138. *

Santana-Morales O, Sosa-Nishizaki O, Escobedo-Olvera MA, Oñate-González EC, O'Sullivan JB, Cartamil D. 2012. Incidental catch and ecological observations of juvenile White sharks, *Carcharodon carcharias*, in western Baja California, México: Conservation Implications. En: Domeier ML (eds.), Global perspectives on the biology and life history of the white shark. USA, CRC Press, pp. 187-198.

Smith WD, Bizzarro JJ, Cailliet GM. 2009. La pesca artesanal de elasmobranquios en la costa oriental de Baja California, México: Características y consideraciones de manejo. Ciencias Marina. 35 (2): 209–236.

Weng KC, Boustany AM, Pyle P, Anderson SD, Brown A, Block BA. 2007. Migration and habitat of white sharks (*Carcharodon carcharias*) in the eastern Pacific Ocean. Marine Biology. 1–18.

Weng KC, O'Sullivan JB, Lowe CG, Winkler CE, Blasius ME, Loke-Smith KA, Sippel TJ, Ezcurra JM, Jorgensen SJ, Murray MJ. 2012. Back to the wild: Release of juvenile white sharks from the Monterey Bay Aquarium. In: Domeier ML (eds.). Global perspectives on the biology and life history of the white shark. USA, CRC Press, pp. 419-446.

Tiburones mexicanos en la CITES

Benítez, Hesiquio, García Naranjo, A., López, G., Rivera-Téllez, E.

Director General de Cooperación Internacional e Implementación, Autoridad Científica de México ante la CITES, CONABIO, hbenitez@conabio.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Hasta el 2012, cuatro especies de tiburones mexicanos se encontraban listados en el Apéndice II de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres): tiburón peregrino *Cetorhinus maximus* listado en el 2002, tiburón ballena *Rhincodon typus* 2002, y tiburón blanco *Carcharodon carcharias* 2004; y en el Apéndice I: peces sierra, *Pristigaster spp.* 2007. El tiburón ballena y el tiburón peregrino, son especies que no son objeto de aprovechamiento en México y recientemente se publicó un acuerdo de veda permanente para la captura de tiburón blanco en línea con la NOM-029-PESC-2006. En el 2013, *Sphyrna lewini*, *S. mokarran* y *S. zygaena* fueron incluidas también en el Apéndice II, cuyas regulaciones entrarán en vigor en septiembre de 2014 [1]. Dado que el Apéndice II no restringe su comercio internacional, la CITES fungirá como una herramienta de certificación de su aprovechamiento, mediante la estimación de tasas sustentables de captura y exportación, dando un valor agregado a los productos mexicanos.

La CITES es un acuerdo internacional concertado entre gobiernos. Entró en vigor en 1975, y México es Parte desde 1991. Alrededor de 5,000 especies de animales y 30,000 especies de plantas están reguladas por la CITES. De éstas, cerca de 700 animales y 2,300 plantas se distribuyen en México. La CITES tiene por finalidad que el comercio internacional de animales y plantas enlistadas

en sus tres Apéndices no constituya una amenaza para su supervivencia. La Convención funciona mediante un sistema de permisos y certificados, para la exportación, reexportación, importación e introducción procedente del mar de ejemplares vivos y muertos, partes y derivados. El Apéndice I incluye especies cuyo comercio con fines de lucro está restringido a casos excepcionales; en el Apéndice II, especies que requieren regular su comercio para evitar que éste sea una amenaza y especies similares a ellas; y en Apéndice III, las poblaciones de una especie para las que un país solicita apoyo para regular y documentar su comercio internacional [2].

En México, la Autoridad Administrativa es la Dirección General de Vida Silvestre de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (DGVS-SEMARNAT), y la Autoridad Científica es la Comisión Nacional para el Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Adicionalmente, México ha designado una Autoridad de Observancia y Aplicación de la Ley, representada por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). Las principales funciones de cada una son:

- DGVS: representar y fungir como vía de comunicación oficial ante la Secretaría CITES y ante otras Partes de la Convención; liderar las Delegaciones de México ante la Conferencia de las Partes y el Comité Permanente; emitir permisos y certificados CITES; y registrar establecimientos, colecciones, circos, exportadores e importadores de especies CITES;
- CONABIO: proporcionar asesoría técnico-científica en la implementación y se-

guimiento de la CITES; formular Dictámenes de Extracción No Perjudicial (NDF); revisar y emitir recomendaciones sobre propuestas de enmienda a los Apéndices; liderar las Delegaciones de México ante los Comités de Flora y Fauna de la Convención; y coordinar proyectos de investigación sobre el estado de conservación de especies sujetas a comercio internacional; y

- PROFEPA: verificar permisos y certificados CITES en puertos, aeropuertos y fronteras, e identificar eventos y rutas de comercio ilegal.

Desde 1997 opera el Comité Intersecretarial para la CITES en México, que tiene como objetivo coordinar y promover la instrumentación nacional de los acuerdos adoptados por la Convención. Se integra por las tres Autoridades CITES de México, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), la Unidad Coordinadora de Asuntos Internacionales de SEMARNAT (UCAI), la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos (DGGFS), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), las Secretarías de Hacienda y Crédito Público (SAT-SHCP), Secretaría de Economía (SE), Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE), y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) por conducto de la Comisión Nacional de Pesca (CONAPESCA) y el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) [3].

MÉTODOS

El Comité Intersecretarial para la CITES en México está desarrollando una ruta crítica para preparar la implementación del Apéndice II, principalmente para los tiburones martillo. Dicha ruta crítica está basada en 4 líneas de acción:

1. Información científica: compilación y generación de información, monitoreo

poblacional, formulación de Dictámenes de Extracción no Perjudicial, materiales de identificación, publicaciones.

2. Gestión: documentación y fortalecimiento de cadenas productivas, revisión y alineación de la normatividad y procedimientos, evaluación y ajuste de fracciones arancelarias.
3. Creación de capacidades: realización de cursos sobre la CITES, uso de materiales de identificación.
4. Coordinación y cooperación internacional: financiamiento externo, cooperación regional, colaboración con ONG y otros actores relevantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La CONABIO, en calidad de Autoridad Científica de la CITES, participa en varias actividades dentro de las líneas de acción arriba referidas:

- Publicación CONABIO/CICESE/INAPESCA sobre tiburones mexicanos en la CITES: compilación de la información científica disponible e identificación de vacíos para ser atendidos de las especies de tiburones mexicanos listados en la CITES (*Carcharhinus longimanus*, *Sphyrna lewini*, *S. zygaena*, *S. mokarran*, *Carcharodon carcharias*, *Rhincodon typus* y *Cetorhinus maximus*). Se espera su publicación a mediados de 2014.
- Revisión del material de identificación disponible para ejemplares, partes y derivados en comercio internacional y apoyo técnico-científico para la elaboración de nuevos materiales.
- Participación en el Taller Regional sobre Tiburones (Recife, Brasil, diciembre 2013) para facilitar la implementación de los requisitos del Apéndice II para las especies de tiburones.
- Colaboración de las Autoridades CITES en el proyecto Barcode of Life + Google fund (CBOL), con el objetivo de evaluar la factibilidad de establecer un sistema de código de barras de la vida para la correc-

ta identificación de especies sujetas a comercio internacional. En este proyecto se incluyen las 10 especies de tiburones que cuentan con mayor aprovechamiento en México con base en los reportes del Plan de Acción Nacional para el Manejo de Tiburones, Rayas y Especies Afines (PANMCT) [4] y la Carta Nacional Pesquera, 2012 [5].

CONCLUSIONES

En México contamos con las capacidades para lograr una buena implementación de la CITES, por tanto, la colaboración de todos los sectores es fundamental: gobierno, academia, sector productivo y sociedad civil.

Las estrategias para apoyar la implementación de la CITES son diversas y deben fundamentarse en la mejor información científica disponible para apoyar la toma de decisiones sobre la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de las especies de tiburones mexicanos.

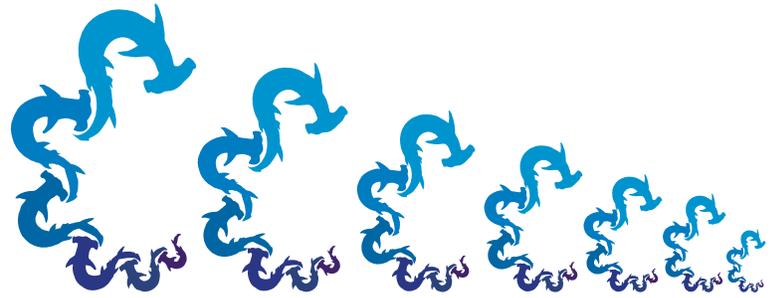
Las necesidades más importantes identificadas para la implementación del Apéndice II están relacionadas con la disponibilidad de información para estimar el tamaño y tendencia poblacional de las especies de tiburón martillo, así como para calcular tasas de aprovechamiento sustentables. Para ello es necesario contar con el apoyo de expertos y pescadores que trabajan cotidianamente con las especies y generan información sobre sus poblaciones y capturas.

Estos elementos permitirán la emisión de Dictámenes de Extracción No Perjudicial que respalden los permisos CITES de exportación. Asimismo, la identificación de las partes y derivados (aletas, carne, tronchos, etc.)

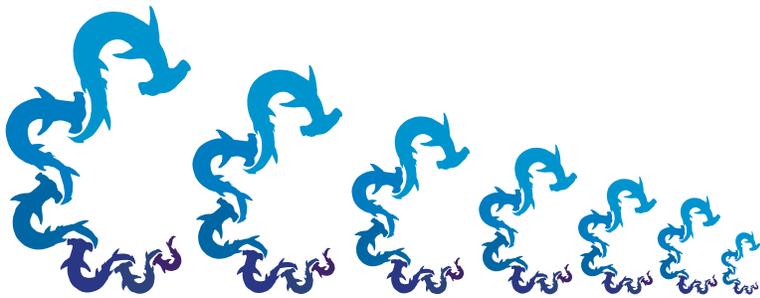
representa un reto importante para asegurar que la regulación del comercio internacional se realice a nivel de especie.

REFERENCIAS

- [1] CoP16 Prop. 43. 2012. Inclusión en Apéndice II de la CITES a *Sphyrna lewini*, *S. mokarran* y *S. zygaena*. 16va Conferencia de las Partes de la CITES, Tailandia 2012.
 - [2] CITES. 1973. Artículo II. Principios Fundamentales. Texto de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.
 - [3] AC – CITES. 2014. Estructura de la CITES para la Implementación Nacional. (en línea)
<http://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/cites/estructura.html>.
 - [4] CONAPESCA-INP, 2004. Plan de Acción Nacional para el Manejo y Conservación de Tiburones, Rayas y Especies Afines en México. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca e Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Mazatlán, México. 80 p.
 - [5] Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2012. Acuerdo por el que se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación, Segunda sección, Viernes 24 agosto de 2012. 21-128.
- PALABRAS CLAVE:** Apéndice II, Autoridad Científica, CONABIO, Tiburones martillo, *Sphyrna*.



Carteles



Anatomía microscópica de la glándula oviducal de la raya *Raja velezi* (CHONDRICHTHYES: RAJIDAE) de la costa Occidental de Baja California Sur, México

Soto López K., Ochoa Báez R.I., Oddone M. C., Galván Magaña F.

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM. Email: katita_86@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Raja velezi (Chirichigno 1973) es una raya ovípara perteneciente a la familia Rajidae, es explotada comercialmente en el suroeste de la costa occidental de Baja California Sur. Se desconoce la biología de la especie capturada en los campos pesqueros artesanales y sólo se tienen registros de presencia en la costa del Pacífico Mexicano. Según Walker [1] la capacidad de resistencia de los elasmobranquios está relacionada con su productividad biológica, aquellos que poseen ciclos reproductivos anuales y producen un mayor número de crías cuentan con mayores probabilidades de supervivencia en respuesta a la explotación. La glándula oviducal en elasmobranquios es un órgano a manera de un receptáculo donde se almacena el esperma. En este órgano se lleva a cabo la fertilización interna, además, se forma el revestimiento protector del huevo característico de las especies ovíparas [2]. La glándula oviducal al ser el órgano fundamental en la reproducción de la especie, reviste importancia mayor el conocer la estructura y función de cada una de sus partes a fin de ampliarse el conocimiento de su biología reproductiva. Por lo que el objetivo de este estudio es describir la estructura microscópica e histoquímica de la glándula oviducal de la raya *Raja velezi*.

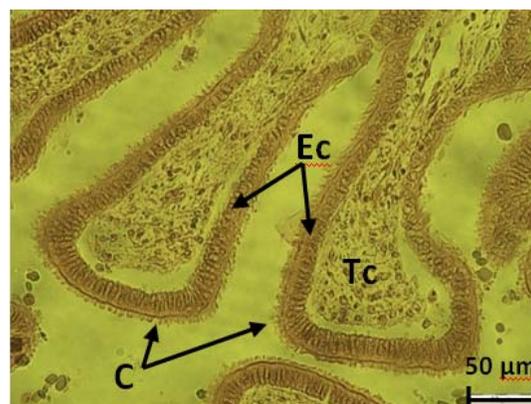
METODOLOGÍA

Las muestras biológicas fueron obtenidas del campo pesquero de Punta Lobos, Baja California Sur, de los años 2008 al 2012. Se analizaron 12 hembras sexualmente maduras, de las cuales se extrajeron las glándulas oviducal y fueron fijadas en formol neutralizado al 10%. En el laboratorio se empleó la técnica histológica descrita por Carson y Hladik [3], aplicándose tinciones con Hematoxilina-Eosina, Tricrómica de Mallory y del ácido

peryódico – Schiff (PAS), está última para la identificación de polisacáridos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La glándula oviducal de la raya *R. velezi* es un órgano de forma acorazonada, en su anatomía microscópica se distinguen cuatro zonas morfofuncionales[4]: zona “club”, zona “papillary”, zona “baffle” y zona “terminal” (Figura 1). Estas zonas tienen una función definida y presentan diferentes secreciones las cuales son llevadas de las zonas de producción hacia el lumen de la glándula por medio de laminillas características de cada zona. El revestimiento de la glándula oviducal es un epitelio simple columnar, presenta acinos compuestos de células secretoras y células ciliadas.



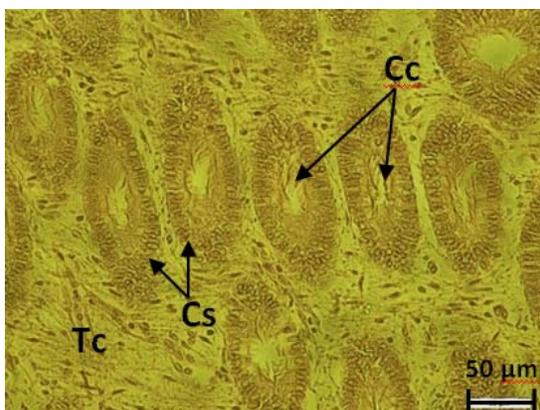


Figura 1. Acinos y Epitelio presentes en la glándula oviducal de una hembra madura de *Raja velezi*. Aumento 4x, técnica de tinción Hematoxilina- Eosina.

La “zona club” mostró acinos, con moderada reacción positiva a PAS lo que indica la presencia de polisacáridos, las células ciliadas presentaron núcleos cerca del lumen mientras que las células secretoras núcleos basales. La transición de esta zona hacia la zona “papillary” mostro una barrera celular marcada por la diferencia en la tinción por parte de la técnica, mostrando el cambio de actividad de los acinos, esta transición es diferente a lo descrito para otros batoideos donde la barrera celular ha sido descrita para la transición entre la zona “papillary” la y zona “baffle” (Figura 2). En la periferia de la zona club fue posible encontrar secreciones las cuales están compuestas de ácido sulfatado o polisacáridos ácidos y mucinas neutras [5].

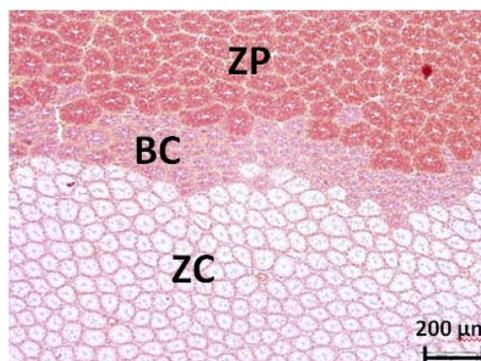
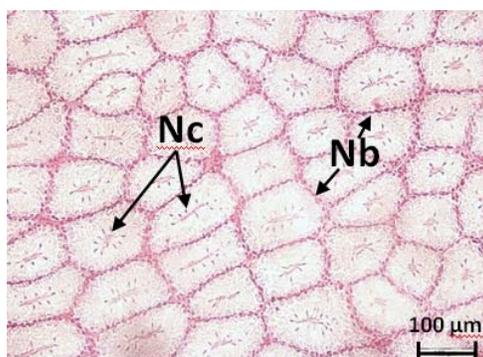


Figura 2. Acinos presentes a nivel de la zona “club” y barrera celular entre la zona “club” y la zona “papillary” en una hembra madura de *Raja velezi* (Tinción de PAS, BC=barrera celular, Nb= núcleo basal, Nc=núcleo de células ciliadas, ZC=zona “club”, ZP=zona “papillary”).

La zona “papillary” forma invaginaciones uniformes en el epitelio (llamadas laminillas) y con mayor presencia de mucopolisaridos que la zona “club”; estos acinos presentan una ramificación solo al inicio de la zona (Figura 3).

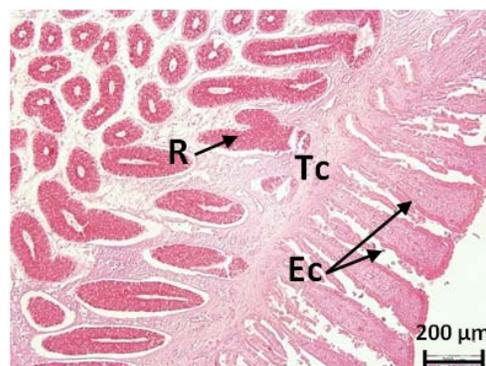


Figura 3. Acinos de la zona “papillary” de una hembra de *Raja velezi* (Tinción de Hematoxilina-Eosina, Aumento a 10x, R= ramificación de acino, Tc= tejido conjuntivo, Ec= epitelio columnar.).

La zona “baffle” presenta laminillas orientadas hacia la zona terminal y en su base pequeñas invaginaciones llamadas “spineret”, que demuestran una reacción marcada con PAS (Figura 4), dándole una mayor actividad a los acinos, esta zona presento secreciones las cuales son responsables de la formación de la capa dura de protección del embrión, la capsula ovígera; la naturaleza de estas secreciones no fue posible establecer debido a que presentaban una coloración, aunque positiva a la técnica de tinción, con variaciones en la

interpretación y consistencia mostrando secreciones translucidas y otras de reacción más positiva (Figura 5).

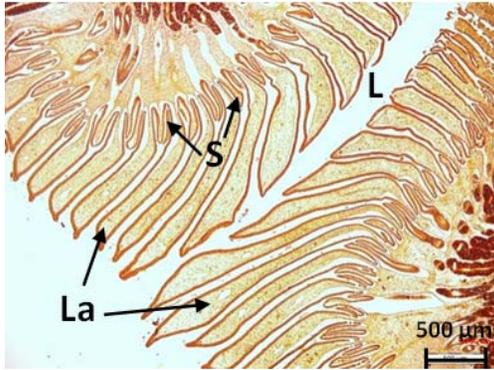


Figura 4. Laminillas y spinerets presentes en la glándula oviducal a nivel de la zona "baffle" en una hembra madura de *Raja velezi* (Tinción de PAS, Aumento a 4x, L=lumen de la glándula oviducal, La=laminillas, S= spineret).

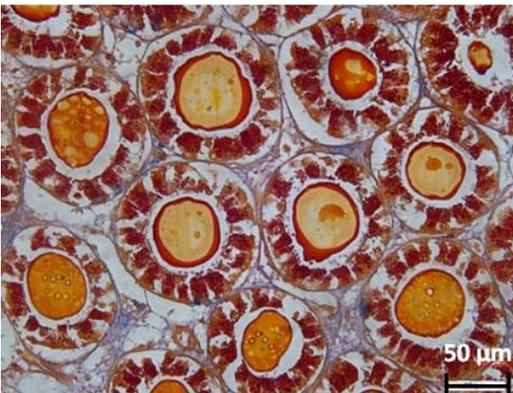
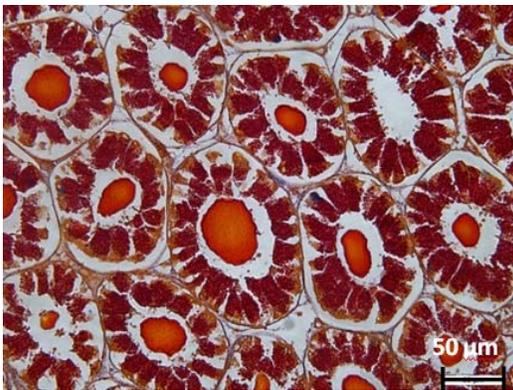


Figura 5. Secreciones presentes en la glándula oviducal a nivel de la zona "baffle" en una hembra madura de *Raja velezi* (Tinción de Mallory, Aumento a 40x).

La zona "terminal" presenta invaginaciones poco prominentes, al igual muestra dos tipos de acinos: serosos (que producen fibras de proteínas) y mucosos (producen mucinas ácido sulfatadas); cada uno de estos acinos compuestos de células secretoras y células ciliadas [6], estos acinos muestran una diferencia notoria por la técnica de tinción siendo los acinos mucosos de mayor tinción con respecto a los acinos serosos (Figura 6).

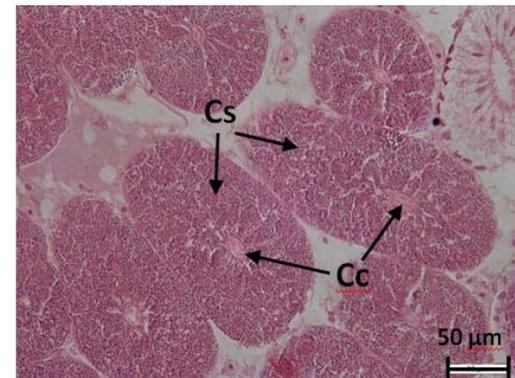
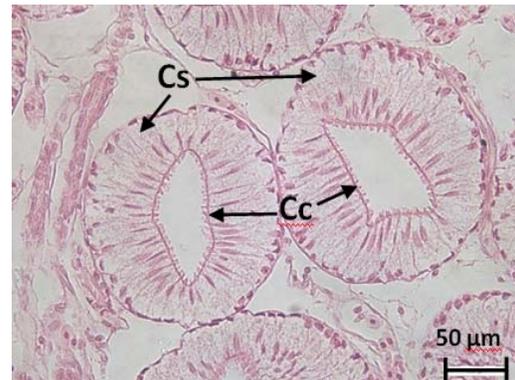


Figura 6. Acinos mucosos y serosos de la zona "terminal" de una hembra de *Raja velezi* (Tinción de PAS, Aumento a 10x, Cc= células ciliadas, Cs=células secretoras).

Asimismo fue encontrado espermatozoos en la zona "terminal", en la cual se almacena con el fin de asegurar una inseminación exitosa en especies nómadas o en especies con baja densidad poblacional como los peces batoideos bentónicos [4], esta zona de almacenamiento concuerda con lo encontrado en otras especies de batoideos (Figura 7). El espermatozoos se encontraba en el centro de los acinos mucosos, en la zona de la periferia de la glándula

oviducal, y estos mostraron una reacción positiva con la tinción de Mallory. Este es el primer registro sobre la micro-anatomía de la glándula oviducal en hembras de *R. velezi* mostrando evidencia del almacenamiento de esperma.



Figura 7. Presencia de esperma en la glándula oviducal de una hembra madura de *Raja velezi* a nivel de la zona terminal. (Aumento 40x, técnica de tinción Hematoxilina-Eosina, E= esperma).

Las zonas encontradas en la glándula oviducal de *R. velezi* concuerdan con lo descrito para los elasmobranquios en general, las diferencias encontradas en las secreciones en las distintas zonas, indica una función específica en cada una.

CONCLUSIONES

La glándula oviducal de *R. velezi* en un corte sagital muestra cuatro zonas bien diferenciadas por su composición tisular y secreción, existiendo una barrera celular entre la zona “club y la zona “papillary” distinto a lo descrito para otros batoideos. La zona “baffle” mostró dos tipos de secreciones esto por la función de la zona en la creación y endurecimiento de las capas protectoras del ovocito fecundado. Se demostró la evidencia de esperma almacenado en la zona “terminal” de este órgano reproductor. Este estudio en tejidos y células aportan información nueva al conocimiento de la biología reproductiva de la raya *Raja velezi*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Walker, I. T. 1998. Can shark resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries. *Marine and Freshwater Research*. 49(7) 553 – 572.
- [2] Hamlett, W.C. 2005. *Reproductive biology and phylogeny of chondrichthyes*. Shark, Batoids and Chimeras. Sience Publisher. USA. 562 pp.
- [3] Carson F. L. y C. Hladik. 2009. *Histo-technology A self-Instructional Text*. 3rd. Edition. American Society for Clinical Pathology Press. 400 pp.
- [4] Pratt, HL., 1993. The storage of spermatozoa in the oviducal glands of western North Atlantic sharks. *Environmental Biology of Fishes*, 38: 139-149.
- [5] Hamlett W.C. 1999. Sharks, skates and rays The Biology of elasmobranch fishes. The Johns Hopkins University Press. 515 pp.
- [6] Serra-Pereira B., F. Afonso, I. Farias, P. Joyce. M. Ellis, I. Figueiredo y L. G. Serrano. 2011. The development of the oviducal gland in the Rajid thornback ray, *Raja clavata*. *Helgol Mar. Res.* 65:399-411.

PALABRAS CLAVE: Acino, barrera celular, esperma, secreciones, spinneret.

Biología reproductiva de la raya *Raja velezi* (Chirichigno 1973) en la Costa Occidental de Baja California Sur

Soto López K., Ochoa Báez R.I., Oddone M. C., Galván Magaña F.

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM. Correo electrónico: katita_86@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Raja velezi es una raya ovípara perteneciente a la familia Rajidae, explotada comercialmente en el suroeste de la costa occidental de Baja California Sur. Se desconoce la biología de la especie capturada en los campos pesqueros artesanales y sólo se tienen registros de presencia en la costa del Pacífico Mexicano. Según Walker [1] la resiliencia de los elasmobranchios afectados por la pesca está relacionada con su productividad biológica; aquellos que poseen ciclos reproductivos anuales y producen un mayor número de crías cuentan con mayores probabilidades de supervivencia en respuesta a la explotación; por lo que es importante conocer la capacidad reproductiva de las especies, sobre todo las comerciales, caso que ocurre con *Raja velezi*. Los batoideos representan un valioso recurso potencial en México, pero debido a sus características de historia de vida, especialmente en lo que se refiere a su fecundidad anual, han demostrado ser vulnerables a intensos y prolongados periodos de pesca [2]. Este estudio aporta información sobre la biología reproductiva de la raya *Raja velezi*, con la finalidad de conocer la capacidad reproductiva de la especie para recomendar medidas de manejo pesquero que contribuyan a una correcta administración de este recurso.

METODOLOGÍA

Las muestras biológicas fueron obtenidas del campo pesquero artesanal de Punta Lobos, Baja California Sur, del año 2008 al 2012. Se tomaron las medidas anatómicas del ancho de

disco (AD) y longitud total (LT) (para los organismos que no presentaron amputación de la cola), estas fueron tomadas en centímetros. Se registró el sexo de los organismos por la presencia de gonopterigios en los machos a los cuales se les midió su longitud total. Se extrajo el aparato reproductor de machos y hembras y se fijó en formol neutro al 10% para su posterior análisis en el laboratorio. Para clasificar el desarrollo sexual se usó la escala propuesta por Grijalba-Bendeck *et al.* [3]. Se establecieron tres estadios de desarrollo sexual: inmaduros, en maduración y maduros. Se calculó la distribución temporal de la especie por medio de la frecuencia de aparición en las capturas. Se obtuvo la composición de tallas mediante histogramas de frecuencia para sexos combinados. Se obtuvo la proporción de sexos analizándose bajo la hipótesis nula de una proporción de 1:1 usando el test de Chi-cuadrado (X^2) [4]. Se estimó el ancho de disco de primera madurez ajustando la ecuación logística siguiente a la proporción de organismos maduros con respecto al ancho de disco [5]: $P_m = 1 / [1 + \exp(-a + b \cdot AD)]$ donde a y b son constantes, y P_m es la proporción de especímenes maduros de la muestra. Se usó la prueba estadística t de Student para comprobar si existían diferencias entre los anchos de disco entre sexos y estadios de desarrollo [4]. Se analizó si existía alguna relación entre el ancho de disco y el largo del gonopterigio y el ancho y largo de los testículos para machos y para hembras el AD con respecto al ancho de la glándula oviducal. Se estableció una relación entre AD y LT para poder comparar los resultados obte-

nidos con lo ya reportado para la especie en términos de LT.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron un total de 105 especímenes, 56 machos y 49 hembras. La especie fue registrada de marzo a julio en la zona de estudio teniendo un comportamiento bimodal donde los machos estuvieron presentes en mayor cantidad en marzo y junio y las hembras en abril y junio. El registro de la especie en estos meses confirma lo reportado para las costas de Baja California Sur [6]. La marcada temporalidad de la presencia de especies de bañados dentro de la pesca artesanal ha sido observada en las pesquerías de Sonora [7], Baja California [8] y Baja California Sur [6]. Los tamaños obtenidos oscilaron de los 53 a los 96 cm de AD. Este estudio registró un aumento en el tamaño reportado para la especie [9]. Los machos tuvieron tamaños de los 53 a los 94 cm de AD y las hembras de los 59 a los 96 cm de AD, estos tamaños fueron mayores a los encontrados para la población registrada en el norte del Golfo de California [10] o Sonora [7], aunque en esas pesquerías fue posible encontrar organismos más pequeños. Esto puede ser debido a la selección del pescador al subir al organismo a las pangas (Figura 1).

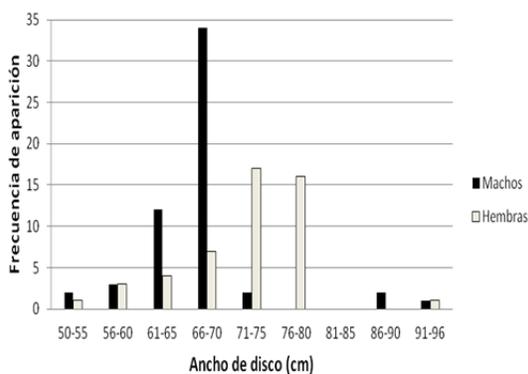


Figura 1. Distribución de tallas de *Raja velezi*.

Las hembras inmaduras tuvieron tamaños de los 59 a 67 cm (\bar{x} =64.5) de AD, las hembras en maduración de los 65 a 70 cm (\bar{x} =66.5) de AD y las maduras de los 71 a 97 cm (\bar{x} =75.3) de AD. Para machos los inmaduros tuvieron tamaños de los 53 a 68 cm (\bar{x} =61.57) de AD, los machos en maduración de los 55 a 73 cm (\bar{x} =66.7) de AD y los maduros de los 63 a 94 cm (\bar{x} =69.6) de AD. Castillo [2] estableció una maduración de los machos a tallas menores para el norte del Golfo de California, lo que indica que esa población madura a tallas tempranas debido probablemente a diversos factores de estrés como la intensidad de pesca sobre la especie, situación que no comparte la población del sur de Baja California Sur. Al comparar los AD se obtuvo una diferencia entre hembras y machos, encontrando que las hembras son de mayor tamaño que los machos. Esta diferencia fue registrada solamente en el estadio maduro. Según Walmsley-Hart *et al.* [11] el mayor tamaño corporal alcanzado por las hembras de la familia Rajidae es probablemente una consecuencia de sus diferentes estrategias reproductivas; las hembras logran un mayor tamaño para poder llevar las capsulas ovígeras dentro de la cavidad del cuerpo y los machos crecen más rápidamente para alcanzar la madurez sexual, concentrando su energía para la reproducción en vez del crecimiento corporal. La proporción de sexos general fue la misma (0.87H:1M) no mostrando una diferencia significativa; solo se notó la diferencia en el estadio de desarrollo en maduración, ya que las hembras estaban poco representadas. Esta misma proporción fue posible encontrar en las pesquerías de Sonora [7] y Baja California [8]. El aparato reproductor en hembras mostró paridad funcional con respecto a los ovarios, haciendo visibles el desarrollo de ovocitos de forma asincrónica iniciando en la parte media de los ovarios. El ovario fue clasificado de tipo “externo” [12]. El máximo desarrollo de la glán-

dula oviducal se alcanzó en el estado maduro teniendo medidas de 5.0 cm de diámetro y un largo de 3.0 cm. Se pudo establecer una relación lineal entre el crecimiento de la glándula oviducal y el AD. El útero mostró segmentación estructural, iniciando cuando se alcanza el estado en maduración que es el inicio de la aparición de folículos vitelogénicos en el ovario. Por otro lado el aparato reproductor en machos mostró una funcionalidad de ambos testículos, mostrando un mayor crecimiento del testículo derecho que del izquierdo (a partir de una vista ventral del aparato reproductor) debido al desarrollo del tejido conjuntivo, teniendo una diferencia significativa estadísticamente, pero el desarrollo de los lóbulos testiculares fue en la misma área en ambos testículos. Se alcanza el máximo tamaño testicular en la etapa en maduración con medidas de 10 cm de largo y 5 cm de ancho, estas mismas medidas se encontró en la población presente en el norte del Golfo de California [2]. No se encontró alguna relación entre el crecimiento del testículo con respecto al crecimiento del ancho de disco. En una etapa inmadura no es posibles distinguir el epidídimo y la vesícula seminal, los cuales adquieren su forma definida en organismos en estado en maduración. El AD de primera madurez sexual para hembras se alcanzó a los 68.7 cm y para los machos a los 65.1 cm. Se observó que las hembras alcanzaron la madurez sexual a un tamaño mayor al de los machos, esto es común en elasmobranquios [13] (Figura 2).

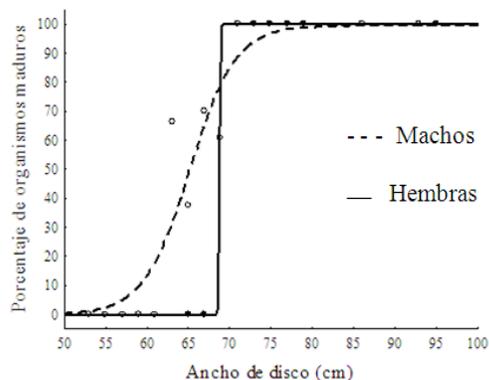


Figura 2. Ancho de primera madurez para hembras y machos de *Raja velezi*.

Las hembras con capsula ovígera fueron registradas para los meses de abril y mayo y presentaron la formación de dos capsulas ovígeras en su interior, una por cada útero, esto es descrito como oviparidad simple [14]. La cápsulas tuvieron medidas de 7 a 9.5 cm de largo (sin contar los tendrillos) y un ancho de 7 cm. Este tamaño de capsulas se considera que es típico de rayas de tamaño mediano como *Bathyraja interrupta* (raya de Bering), *Raja clavata* (raya de roca), *Rajella leopardus* (raya leopardo) y *Raja rhina* (raya narigona) [15].

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se concluye que *Raja velezi* alcanza tamaños máximos de 96 cm de AD que corresponde a 115 cm de LT, estableciendo un aumento en tamaño al registro que se tenía de esta especie. La especie mostró anatómicamente funcionalidad en ambos ovarios y testículos, mostrando estos últimos una asimetría siendo el derecho de mayor tamaño pero no afectando su funcionalidad. La glándula oviducal mostro ser el órgano determinante en el éxito reproductivo debido a sus funciones alcanzando su mayor tamaño en la parte adulta. La pesca de *Raja velezi* estuvo confinada a los meses de marzo a julio en la costa occidental de Baja California Sur y se trata de una especie de

baja fecundidad, por lo que no es una especie que pueda soportar una pesquería. Este estudio aporta información nueva al conocimiento de la biología reproductiva de la raya *Raja velezi* que ayuda en la recomendación de medidas de manejo pesquero que contribuyan a una correcta administración de este recurso.

REFERENCIAS

- [1] Walker, I. T. 1998. Can shark resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries. *Marine and Freshwater Research*. 49(7) 553 – 572.
- [2] Castillo J. L. 2007. Historia de vida y biología pesquera de la raya, *Raja inornata* Jordan y Gilbert 1881, del norte del Golfo de California, México. Tesis de doctorado. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México. 267 pp.
- [3] Grijalba-Bendeck M., A. P. Acero y E. González. 2008. Biología reproductiva de *Rhinobatos percellens* (Walbaum, 1792) (Batoidea: Rajiformes) en el Caribe colombiano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 43(3): 469-481.
- [4] Zar 1984 Zar J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*, 4ta. Edición. New Jersey, Prentice Hall. 718 pp.
- [5] Mollet H., Cliff J., Pratt Jr. H. y Stevens J. 2000. Reproductive biology of the female shortfin mako, *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810, with comments on the embryonic development of Lamnoids. *Fishery Bulletin* 98(2): 299-318.
- [6] Ramírez-Amaro, S. R., Galván-Magaña, F., González-Barba, G. y Cartamil D. 2011. Caracterización de la pesquería artesanal de elasmobranquios en la costa occidental de Baja California Sur, México. En: Díaz Sánchez A.W., C. G. Aguilar, O. U. Mendoza Vargas (Editores). *Libro de Resúmenes V Simposium Nacional de Tiburones y Rayas*. SOMEPEC. México 117 pp.
- [7] Bizarro J.J., W.D. Smith, J.F. Márquez-Farías, J. Tyminski y R.E. Hueter. 2009. Temporal variation in the artisanal elasmobranch fishery of Sonora, México. *Fisheries Research* 97: 103-117.
- [8] Smith W.D., Bizarro J. y Cailliet G. 2009. La pesca artesanal de elasmobranquios en la costa oriental de Baja California, México: Características y consideraciones de manejo. *Ciencias marinas*. 35(2):209-236.
- [9] Kyne P.M., J.K. Carlson D.A.Ebert, S.V. Fordham, J.J. Bizarro, R.T. Graham, D.W. Kulka, E.E. Tewes, L.R. Harrison, y N.K. Dulvy, (eds). 2012. *The Conservation Status of North American, Central American, and Caribbean Chondrichthyans*. IUCN Species Survival Commission Shark Specialist Group, Vancouver, Canada. 157 pp.
- [10] Santana M. O., J. Castillo, O. Sosa y C. Medrano. 2004. *Catálogo de tiburones, rayas y quimeras (Chondrichthyes) que habitan en las aguas del norte del Golfo de California*. Reporte técnico. Laboratorio de Ecología Pesquera. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. 119 pp.
- [11] Walmsley-Hart S. A., W. H. H. Sauer y C. D. Buxton. 1999. The biology of the skates *Raja wallacei* and *R. pullopunctata* (Batoidea: Rajidae) on the Agulhas Bank, South Africa. *South African Journal of Marine Science* 21: 165-179.
- [12] Pratt H. L. 1988. Elasmobranch gonad structure: a description and survey. *Copeia* 1988:719-729.
- [13] Gallagher, M., C. P. Nolan, y F. Jeal. 2005. Age, growth and maturity of the commercial ray species from the Irish Sea. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 35: 47-66.
- [14] Braccini, J. M. y G. E. Chiaramonte 2002. Biología de la raya *Psammobatis extenta* (Garman, 1913) (Batoidea: Rajidae). *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 179-188.
- [15] Ishihara H., M. Treolar, P. H. Bor, H. Senou y C. H. Jeong. 2012. The comparative Morphology of Skate Egg Capsules (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes). *Bull. Kanagawa prefect. Mus (Nat. Sci.)* 41:9-25.

PALABRAS CLAVE: Testículo, Glándula oviducal, Ancho de disco, Ovario, capsula ovígera.

Caracterización Preliminar de la Pesquería Artesanal de Elasmobranchios en Bahía Tortugas, Baja California Sur, México.

García-Constante, Juan Jesús, Amador-Amador, E., Espinoza-García, S., Ramírez-González, J., Rangel-Acevedo, R., Martínez-Urrea, D.

IEMANYA Oceánica, A. C. surizaray@adoptashark.com

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la pesquería de tiburón es una de las más importantes, el aumento de su pesca se debe principalmente a dos factores fundamentales, uno es la disminución de las poblaciones de peces de importancia comercial y otro es el incremento en el consumo de aletas de tiburón en el mundo [3]. En el caso de México las poblaciones de tiburones están catalogadas como sobrexplotadas [2].

Tan solo en el año 2011 se tuvo una captura de 4,499 toneladas de peso desembarcado con un costo aproximado de \$36,174 mdp, convirtiendo a los tiburones en una especie económicamente importante a nivel nacional, no solo por su carne si no por sus derivados como la aleta y el cartílago y a México en el cuarto lugar a nivel mundial en producción de tiburón [6].

Debido a la importancia y tradición con que cuenta esta pesquería en Baja California Sur y la poca información que existe sobre las capturas de tiburones y rayas en México por parte de las pesquerías de pequeña escala es que se hace urgente iniciar con acciones de conservación encaminadas al aprovechamiento sostenible de esta pesquería y a la prevalencia de la especie.

Bajo ésta premisa es que IEMANYA Oceánica, organización sin fines de lucro crea el programa "PESCADORES Y TIBURONES" cuya principal línea de acción se basa en la Investigación Participativa (INPA) una herramienta innovadora que integra a la comunidad en los trabajos de investigación, poniendo a disposición conocimiento que la misma comunidad puede utilizar [4].

En 2009 Juan Jesús García Constante (a) "Tamaro", pescador de Bahía Tortugas se incorporó al programa de Pescadores y Tiburones de IEMANYA Oceánica entregando de manera voluntaria sus registros de pesca y aportando desde entonces información valiosa sobre su pesquería (tiburones, rayas y escama).

De ahí la importancia de generar información biológica-pesquera y socioeconómica de los elasmobranchios de la región, que pueda ser de utilidad.

METODOLOGÍA

Se recopiló la información proporcionada por "Tamaro" y se capturó en una base de datos digital para su análisis.

Los registros de pesca contienen la captura en kilogramos de carne desembarcada, los nombres comunes del recurso capturado, el costo en playa, la fecha y el nombre del capitán, en algunos casos observaciones personales sobre la pesca.

Posteriormente se procedió a analizar los datos proporcionados por los pescadores y a la identificación hasta el mínimo taxón posible de los recursos capturados. Estos son datos diarios por embarcación que van desde 2007 a 2009.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron datos de 2007, 2008 y 2009, contenidos en los registros de pesca de pequeña escala de tiburones y rayas en Bahía Tortugas, Baja California Sur. Se obtuvo un total de 101,115 kg de tiburones y rayas co-

respondientes a 20 especies identificadas a nivel de nombre común, contenidas en 11 categorías, de las cuales 14 se han logrado identificar hasta especie (Tabla 1).

Tabla 1. Número de especies y ejemplares capturados en Bahía Tortugas.

Especie	Especies
Angelito	<i>S. californica</i>
Azul	1 Tiburón azul (<i>Prionace Glauca</i>)
Cazon	Cazón de uña (<i>Squalus acanthias</i>) Cazón (Género <i>Mustelus</i>) Tripa (<i>Mustelus henlei</i>) Cazón narizón 3
Mako	<i>Isurus oxyrinchus</i>
Thresher	<i>Alopias vulpinus</i>
Tintorerao leopardo	<i>Triakis semifasciata</i>
Sulfin o surfin	<i>Galeorhinus galeus</i>
Cornuda	Género <i>Sphyrna</i> Mayormente <i>Sphyrna zygaena</i> .
Guitarra	Guitarra (Género <i>Rhinobatos</i>) Guitarra pinta Guitarra blanca (<i>Rhinobatus productus</i>) Guitarra espinuda (<i>Zapteryx exasperata</i>)
manta	Manta o mantarraya género <i>Dasyatis</i> <i>Dasyatis violacea</i> Mariposa (<i>Gymnura marmorata</i>) Gavilán (Género <i>Myliobatis</i>) Aleta
Perro	Perro (Género <i>Heterodontus</i>) Gata (<i>Cephaloscyllium ventriosum</i>) 1
Total	20

La especie más importante dentro de la pesca de pequeña escala de Bahía Tortugas es el tiburón azul con el 29% y el angelito con el 26% de la captura, el menos representativo es la tintorera con el 0.4% de la captura total

(Figura 1.).

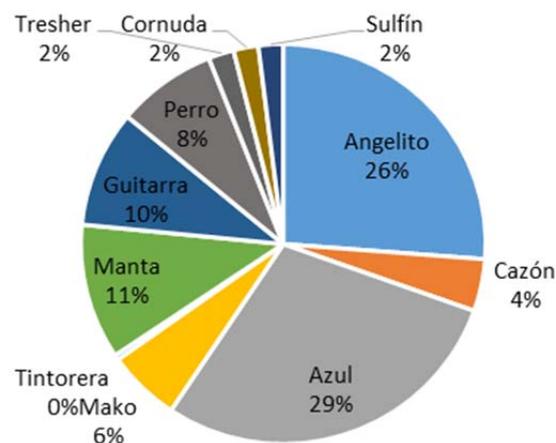


Figura 1. Composición de la captura relativa de tiburones y rayas en Bahía Tortugas, Baja California Sur.

Con los datos obtenidos hasta el momento tenemos que la especie que más ingreso ha generado es el tiburón angelito con \$ 396,573.50, seguida del tiburón azul con \$240,369.00, mientras que las que menos ingresos han tenido son la cornuda con \$20,049.00 y la tintorera con \$6,106.00 de ingresos acumulados. Lo que observamos es que existe un relación entre la captura y demanda que existe en los mercados y la cual se reflejada en los ingresos que se obtienen de cada recurso capturado (Figura 2.).

Además observamos que los ingresos del recurso manta o mantarraya \$90,348.50 y la guitarra \$ 121,729.00 son similares, siendo la diferencia la captura que se tiene de cada recurso.

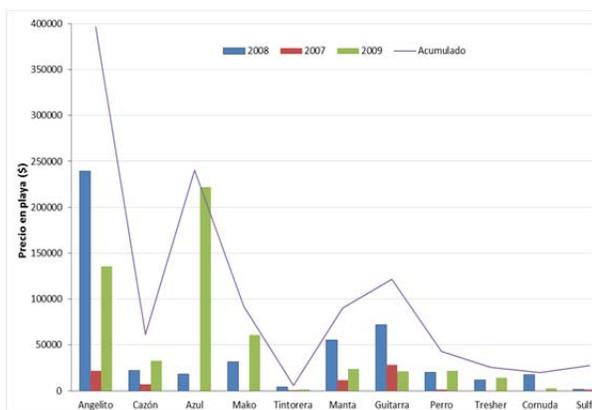


Figura 2. Ingreso anual y acumulado de las diferentes especies de tiburón capturas en Bahía Tortugas.

Los artes de pesca utilizados en la captura de elasmobranquios en Bahía Tortugas son la red de deriva y la cimbra.

Estos son los primeros resultados del trabajo de Investigación Participativa que IEMANYA Oceánica, A. C. lleva a cabo en colaboración con “Tamaro” en Bahía Tortugas, Baja California Sur y el cual forma parte de un programa de trabajo mucho más detallado que busca caracterizar su pesquería de tiburones, rayas y escama. Estos resultados preliminares pertenecen a una serie de datos de varios años, los cuales continúan recopilando para su análisis.

Los datos obtenidos hasta ahora son relevantes pues nos han demostrado que se puede obtener indicadores de las pesquerías de pequeña escala con recursos humanos, económicos y de tiempo limitados. Además nos aportan información de primera mano sobre la dinámica de la pesquería de pequeña escala en Bahía Tortugas, Baja California Sur. Si bien los datos aun son insuficientes para determinar el estatus poblacional de los elasmobranquios en la zona y el comportamiento de esta a lo largo de línea del tiempo, si nos aporta información sobre los componentes que integran esta pesquería y el ingreso en los diferentes meses del año e incluso entre años.

CONCLUSIONES

Se ha demostrado que la implementación de proyectos de Investigación Participativa en comunidades pesqueras nos permite obtener indicadores sobre el estado de los recursos pesqueros de las pesquerías de pequeña escala con recursos humanos, económicos y de tiempo limitados.

Actualmente IEMANYA Oceánica, A. C. continúa con el programa de bitácoras en la comunidad de Bahía Tortugas, con pescadores voluntarios y el desarrollo de una prueba con anzuelos circulares para disminuir la captura de organismo de tallas pequeñas y tortugas marinas.

REFERENCIAS

- [1] FAO. 2001. *La ordenación pesquera. Conservación y ordenación del tiburón*. FAO Orientaciones técnicas para la pesca responsable. No 4 Sup.1. 66 pp.
- [2] DOF. Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación. 2006, México.
- [3] Lamilla- Gómez, J. 2005. Bycatch: tiburones en peligro. *Oceana*, 1-16.
- [4] Ramírez-González, J. Propuesta de Ordenamiento de la pesquería de tiburón en la Costa Occidental de Baja California Sur, México. 2004, Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- [5] Neiland, E., Bennett, E. and Townsley, P. Participatory research approaches. What have we learned? 2005, Página 1-7.
- [6] SAGARPA. 2011. Anuario estadístico de Acuicultura y pesca 2011. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. Sinaloa. México

PALABRAS CLAVE: Tiburón, raya, Investigación Participativa, bitácora, conservación.

Composición específica de rayas capturadas por la flota ribereña del Sur de Tamaulipas y Norte de Veracruz

Cruz-Ramírez, Angélica, Gómez-Ortiz, M.G., López-Navarrete, H., Balderas-Telles, J. y Acosta Barbosa G.

INAPESCA, CRIP Tampico. angelica.cruz@inapesca.sagarpa.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Las rayas constituyen un recurso pesquero tradicional que se aprovecha de manera artesanal en diversas regiones de Tamaulipas y Veracruz. No obstante, se desconocen los niveles de abundancia, aspectos reproductivos, así como de edad y crecimiento de las especies más importantes en las pesquerías que son mayormente capturas en las costas de Tamaulipas y Norte de Veracruz. Por ello, existe una necesidad de avanzar en el conocimiento de las historias de vida de estas especies, con la finalidad de que en un futuro se logre obtener una pesca sostenible de estos organismos, fundamentada en bases biológicas, haciendo posible mantener una pesquería sustentable a largo plazo [1].

METODOLOGÍA

La información biológica-pesquera se obtuvo en dos diferentes campos pesqueros: el primero en el poblado de La Pesca, Soto La Marina, Tamaulipas y el segundo en Tamiahua, Veracruz, realizando monitoreos mensuales, en los cuales se identificaron las diferentes especies de rayas de uso comercial utilizando claves taxonómicas [2], fueron sexados de acuerdo a la presencia o ausencia de los órganos copuladores en machos denominados gonopterígios [3]; posteriormente utilizando un ictiómetro, les fueron tomadas las siguientes medidas en posición natural del animal al centímetro más cercano, excepto la longitud de los gonopterígios que se anotaron

al milímetro más cercano el: Ancho del disco (AD), Longitud de Disco (LD), y Longitud del gonopterígios (LC). Los métodos que se emplearon para el análisis de datos, fueron: La abundancia relativa, se estimó obteniendo el número total de organismo de cada especie, con respecto al total de organismos registrados mensualmente. La estructura de tallas se obtuvo por medio de tablas de frecuencia para construir histogramas de frecuencia, tanto para hembras y machos. Se realizó estadística descriptiva, estimando la talla promedio, talla mínima, talla máxima, así como la proporción de sexos H:M acompañado de una prueba de chi cuadrada. [4]

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo de muestreo de Junio, Agosto, Octubre y Diciembre de 2012 se registraron un total de 351 organismos procedentes de los campos pesqueros de La Pesca y Tamiahua. En poblado de La Pesca se registraron un total de 48 organismos, casi en su totalidad raya blanca ($n=43$) y cinco rayas mariposa, procedentes de nueve embarcaciones, las cuales utilizan el palangre a fondo con un esfuerzo de 500-700 anzuelos garra de águila del número 9 / 11, en el mes de Junio estos pescadores trabajaron en zonas de pesca con una profundidad de 10 brazas a una distancia promedio de la costa de 3 mn, mientras que en el mes de Diciembre prefirieron zonas más profundas entre las 38 a 50 brazas, y más lejanas de la costa (20-30 mn).

En el Área de Tamiahua donde la pesquería de tiburones y rayas en su totalidad se realiza con embarcaciones menores [5], fueron registrados un total de 305 organismos pertenecientes a cinco especies las cuales son en orden de abundancia en las capturas: raya blanca (57.7%), mariposa (38.36%), tecolota (2.95%), chucho (0.66%) guitarra (0.33%). La totalidad de organismos provinieron de 26 embarcaciones muestreadas en los meses de Agosto y Octubre, estos pescadores trabajan con palangres de superficie utilizando un esfuerzo de 400 a 800 anzuelos garra de águila del número 9, con líneas de 1 km a 4 km de longitud. La mayoría de las áreas de captura están entre las 12 y 38 millas de la costa, en zonas con profundidades de los 30 a 60 brazas.

Dasyatis americana (raya blanca) fue la especie más capturada, al Sur de Tamaulipas se presentaron tallas de 50-120 cm de AD, y una proporción de sexos de 1:0.54 ($X^2 = 3.84$; $p = 0.05$). Al Norte de Veracruz con tallas de 40-133 cm de AD con una proporción de sexos de 1:0.56 ($X^2 = 3.84$; $p = 0.0002$). En ambos casos las hembras fueron más grandes que los machos. La raya blanca es la especie más abundante en ambas zonas.

Tabla 1. Abundancia por especie de las rayas capturadas en la zona de La Pesca, Tam. y Tamiahua, Ver.

Nombre común	Nombre científico	TAMIAHUA		LA PESCA	
		n	%	n	%
Raya blanca	<i>Dasyatis americana</i>	176	57.70	48	89.58
Raya mariposa	<i>Gymnura micrura</i>	117	38.36	5	10.42
Raya tecolota	<i>Rinoptera bonasus</i>	9	2.95	0	-
Raya chucho	<i>Aetobatus narinari</i>	2	0.66	0	-
Raya guitarra	<i>Rhinobatos lentiginosus</i>	1	0.33	0	-
		305	100	48	353

Gymnura micrura (mariposa) es la segunda especie de importancia en ambas zonas de muestreo, sin embargo, esta especie es más capturada por pescadores de Tamiahua con

tallas de los 47 a 108 cm de AD con una proporción de sexos de 1:0.01 ($X^2 = 3.84$; $p < 0.05$). Mientras que el poblado de La Pesca solo fueron reportadas 5 hembras con tallas de los 76-84 cm de AD.

Rinoptera bonasus (tecolota) tallas de 37- 84 cm de AD 1:2 ($X^2 = 3.84$; $p = 0.32$), *Aetobatus narinari* (chucho) con tallas de 48-87 cm de AD, mientras que *Rhinobatos lentiginosus* (guitarra) registrada con una talla de 30 cm de AD; las tres especies solo fueron reportadas en al Sur de Tamaulipas por pescadores de La Pesca.

CONCLUSIONES

Tamiahua Veracruz, fue la zona en la cual se registraron un total de cinco especies, mientras que en el poblado de La Pesca solo fueron reportadas *Dasyatis americana* y *Gymnura micrura*.

La especie *Dasyatis americana* es la especie con mayor representatividad en las capturas de la flota ribereña del poblado de la Pesca y Tamiahua, teniendo más importancia en Tamiahua, tanto en número como en la talla.

Las especies *Rinoptera bonasus*, *Aetobatus narinari* y *Rhinobatos lentiginosus* reportadas solo en Tamiahua no son aprovechadas para consumo humano, solo son aprovechadas como carnada o incluso llegan a ser desechadas.

REFERENCIAS

- [1] Holden, M. J. 1974. Problems in the Rational Exploitation of Elasmobranch populations and Some Suggested Solution. *En*. Sea Fisheries Reserch (F:R: Harde n-Jones, ed.), 117-137. Elek (Sci. Books), London.
- [2] Compagno, L., Dando y S. Fowler. 2005. Sharks of the world Field Guides: United

States of America, Princeton University Press, 368 pp.

[3] Lagler, K. F., J. E. Bardach, R. R. Miller y D. R. May Passino. 1997. *Ichthyology*, 2th edit. John Wiley y sons. Inc. US. 506 pp.

[4] Daniel, W. W. 2002. *Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud*. Ed. Limusa, México. 485 pp.

[5] Trinidad, C. G. 1997. *Contribución al conocimiento de la biología y pesquería del tiburón hocico negro *Carcharhinus acronus*,*

(Poey, 1860) que habita las aguas de las costas de Veracruz y Tamaulipas, México. Tesis profesional de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad de Veracruz, Tuxpan, Ver. 63 p.

PALABRAS CLAVE: Pesquería ribereña, La pesca, Tamiahua, raya blanca y raya mariposa.

Ecología trófica del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* en la costa sur de Jalisco, México.

Barajas-Calderón AV, Aguilar-Palomino B, Galván-Piña VH, Galván-Magaña F, Hermosillo-Corona JD, Briones-Hernández SA, Rodríguez-Matus A, Becerra-Vega, EA.

Universidad de Guadalajara correo atl.uh.yun@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El estudio de hábitos alimenticios permite comprender el papel funcional de los tiburones, ya que muchas especies son depredadores tope en la cadena alimenticia marina y juegan un rol importante dentro de los ecosistemas marinos, al regular las poblaciones con las que se encuentran interactuando (peces, invertebrados, reptiles, mamíferos y aves) generalmente en niveles tróficos menores [1, 2, 3, 4]. La remoción de los tiburones en las redes tróficas podría causar un efecto en cascada que afectaría la estabilidad del ecosistema marino; a pesar de esto la información biológica con respecto a los componentes de la dieta de los tiburones es escasa [5, 4, 6].

La dieta de *Carcharhinus falciformis* ya ha sido estudiada en el Golfo de California [6,7] el Océano Pacífico Oriental [8,9], el Golfo de Tehuantepec [10] y Veracruz y Tamaulipas [11]. Sin embargo para la costa sur de Jalisco no existe información alguna que aborde los aspectos alimenticios de esta especie, de ahí la relevancia del presente estudio.

El objetivo de este trabajo es determinar la dieta de *C. falciformis* mediante contenidos estomacales en la costa sur del Jalisco.

METODOLOGÍA

Recolección de datos

Los tiburones fueron obtenidos de las capturas artesanales de las Cooperativas Pesqueras de Barra de Navidad, Jalisco. Se registró el sexo de los organismos, la longitud total

(LT), longitud precaudal (LP), longitud interdorsal (LI), y el peso (kg). Los estómagos fueron obtenidos al momento de la disección de los organismos. Cada estómago se colocó en una bolsa de plástico junto con una etiqueta con los datos del lugar, día, especie, sexo y talla. Las muestras se mantuvieron en congelación.

La revisión del contenido estomacal se realizó pasando el contenido a través de un tamiz de 0.1 mm de luz de malla, se separaron las diferentes especies-presa de acuerdo con el grupo taxonómico, identificándose hasta la categoría más específica posible, dependiendo del estado de digestión de las presas. En el caso de los peces, se utilizó su morfología externa, esqueleto axial y/o apendicular, utilizando las claves y trabajos específicos [12,13] para el conteo de vertebras. Asimismo se utilizó la colección de esqueletos de peces del Laboratorio de Ecología de Peces de CICIMAR para corroborar las especies de peces registradas. Los crustáceos fueron identificados por medio de sus exoesqueletos utilizando claves [12]. En cefalópodos, debido a la rápida digestión de las partes blandas de su cuerpo, la única estructura reconocible es el aparato mandibular comúnmente conocido como “pico”, estructura que sirve para la identificación. Para este grupo en particular se emplearon claves para la identificación de picos de cefalópodos [14, 15, 16] así como la colección de picos del Laboratorio de Ecología de Peces de CICIMAR.

Análisis

Se determinó la estructura de tallas del tiburón piloto por medio de histogramas de frecuencias (Fig. 1)

La importancia de las presas identificadas fue determinada con base en los distintos componentes alimentarios empleando los siguientes métodos:

Se utilizaron los métodos de frecuencia de ocurrencia, numérica y gravimétrica. La frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N) y gravimétrico (G) [17]. Se calculó el índice de importancia relativa (IIR) el cual está basado en los métodos descritos anteriormente y dado por la siguiente ecuación [18]:

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

Índices Ecológicos

La amplitud del nicho trófico fue calculada utilizando el índice de Levin [19], el cual se expresa como: $Bi = 1/n-1 \{ (1/\sum P_i^2) - 1 \}$

Para analizar el traslape trófico entre tallas y sexos, se utilizó el índice de Morisita-Horn [20,21], Se comparó el traslape con grupos modales (>100 cm y >100 cm) [22].

$$C\lambda = 2 \sum_{i=1}^n (P_{xi} \times P_{yi}) / (\sum_{i=1}^n P_{xi}^2 + \sum_{i=1}^n P_{yi}^2)$$

Para describir la variación espacial en la diversidad del espectro trófico del tiburón piloto se empleo el índice de Shannon-Wiener [23]:

$$H' = - \sum_{j=1}^s P_j \ln P_j$$

RESULTADOS

Las muestras se obtuvieron durante el periodo de marzo del 2012 a julio del 2013. Se muestrearon un total de 152 tiburones de la especie *C. falciformis*, de los cuales, (52%) fueron machos y (48%) fueron hembras.

La estructura de tallas de los organismos está conformada por una talla mínima de 65 cm y la talla máxima de 229 cm LT. El intervalo de tallas para hembras estuvo comprendido entre los 65 -229 cm y para machos fue de 67- 200 cm LT. (Fig.1)

Se identificaron un total de 20 tipos presa, de los cuales fueron 6 cefalópodos, 2 crustáceos, 11 peces y Materia Orgánica no identificada (MONI)

Se analizaron un total de 164 estómagos de tiburón piloto, de los cuales 53 presentaron contenido estomacal (32.3%) y 112 estuvieron vacíos (67.7%).

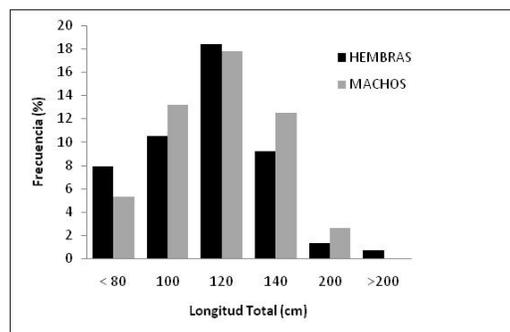


Figura 1. Frecuencia de tallas de tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* capturado en Barra de Navidad, Jalisco.

Con el método numérico, se cuantificaron 208 organismos, de los cuales los peces aportaron el 51.9%, los cefalópodos el 41.8% y los crustáceos el 2.4%. La presa de mayor importancia en el índice numérico fue *C. caballus* (%N=29.8), seguido por *Argonauta* sp (%N=18.7) y *Ancistrocheirus lesueurii* (%N=13.4) (Tabla.1, Fig.2). El contenido

estomacal de los tiburones tuvo un peso de 2495.7 g, del cual, los peces aportaron 85.6%, los cefalópodos 12.8% y los crustáceos 0.2%. La presa con el valor más alto en el índice gravimétrico fue *Thunnus* spp (%W=15.8), por lo que sugiere que es el más importante en la dieta del tiburón piloto, seguido por Restos de peces (%W=13.7) y *Caranx caballus* (%W=11.4) (Tabla. 1, Fig. 2)

Con el método de frecuencia de ocurrencia los peces aportaron el 51.2%, los cefalópodos el 34.1% y los crustáceos el 4.9%, las presas más frecuentes fueron Restos de Peces y de Calamar (%FO=13.4 y %FO=13.4), seguidos por *A. lesueurii* (%FO=12.2) (Tabla. 1, Fig. 2). Con respecto al Índice de Importancia Relativa, la presa más importante fue *C. caballus* (%IIR=22.6), seguida por Restos de peces (%IIR= 19.1) y el calamar *A. lesueurii* (%IIR=18.7) (Tabla. 1, Fig. 3)

Tabla 1. Espectro trófico de *Carcharhinus falciformis* en la costa sur de Jalisco, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N%), Gravimétrico (G%), Frecuencia de Ocurrencia (FO%) e Índice de Importancia Relativa (IIR%).



La amplitud de la dieta mostró valores bajos (Bi=0.28). En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Wiener, se presentaron valores de diversidad bajos (H=2.33). El índice de traslape de Morisita-Horn, mostró valores bajos entre machos y hembras (Cλ=0.25) y valores altos (0.77) entre tallas (>100, <100) [22] (Tabla. 2).

Tabla 2. Valores de los índices ecológicos cuantificados en la dieta del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* en la costa sur de Jalisco.

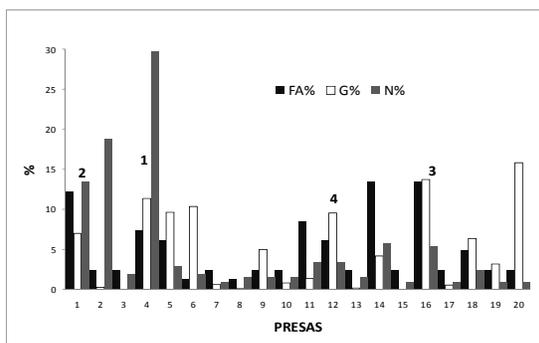


Figura 2. Análisis trófico aplicando tres métodos cuantitativos de los contenidos estomacales de *Carcharhinus falciformis* en la costa sur de Jalisco. 1. *Caranx caballus*; 2. *Ancistrocheirus lesueurii*; 3. Restos de peces; 4. *Opisthonema libertate*.

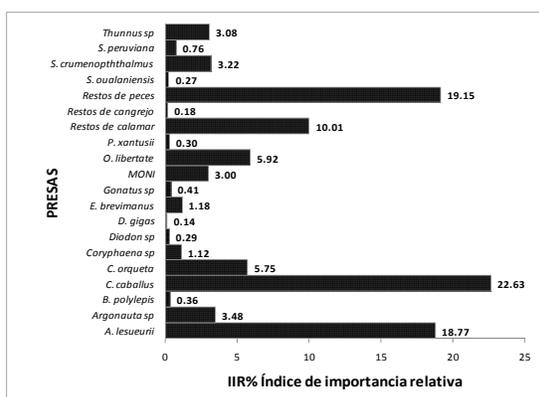


Figura 3. Presas principales de *Carcharhinus falciformis* de acuerdo con el índice de Importancia Relativa en la costa sur de Jalisco.

DISCUSIÓN

Debido a que los resultados de este trabajo son preliminares, los datos aquí presentados no son los definitivos. En el trabajo realizado por [6] encontraron que *C. falciformis* consumió *Pleuroncondes planipes*, *D. gigas*, y peces bentónicos: mientras que [7] encontró que se alimentaba de *P. planipes*, *D. gigas* y *Scomber japonicus*. En [11] encontró que se alimentó de *Sphyræna barracuda*, atunes, ma-

carelas, ofictidos y calamares lo cual coincide con lo que se encontró en este estudio, donde las presas son más costeras (*C. caballus* y *O. libertate*), pero se incluyen presas oceánicas (*A. lesueurii*). [8] Menciona que *E. robustus* y *Cubiceps pauciradiatus* se encontraron entre las presas más importantes. [9] Encontró que las presas más importantes son *Thunnus albacares*, *C. pauciradiatus* y *Auxis* spp. [8,9] En estos estudios las presas dominantes son de origen oceánico.

Se obtuvieron pocos organismos con contenido estomacal (32.3%) lo cual probablemente se debe al método de obtención de muestras. [24] menciona que el arte de pesca utilizado influye en los estudios de análisis de contenido estomacal. Por ejemplo, el palangre, como se utilizó en el presente estudio, tiende a atraer individuos que se acercan a alimentarse, por lo que se han obtenido hasta un 80% de organismos con estómagos vacíos [25], se recomienda la red agallera, ya que con este arte de pesca se ha registrado hasta un 74% de organismos con estómagos con contenido estomacal [26]. Así [7] menciona que la hora de la captura es importante para encontrar o no un estómago vacío. El índice de amplitud de nicho trófico presenta valores bajos lo que señala que los tiburones de la zona son depredadores especialistas selectivos, debido al mayor consumo de tres presas *C. Caballus*, *A. lesueurii* y restos de peces. Lo que coincide con [7, 9]. Sin embargo [11] reporta que el tiburón piloto presenta una alimentación generalista, ya que se alimenta de diversas presas.

CONCLUSIONES

El Espectro trófico del tiburón piloto *C. falciformis* en la costa sur de Jalisco está constituido por 20 tipos presa, las que consume con un mayor porcentaje son: *C. caballus*, restos de peces y el calamar *A. lesueurii*.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener demostró que la diversidad de la dieta del tiburón piloto es baja (2.31). La amplitud del nicho trófico fue bajo (0.27) es considerado en el área de la costa sur de Jalisco como un depredador selectivo. El traslape trófico entre tallas es alto (0.77) lo que indica que se alimenta de presas similares y entre sexos fue baja (0.25).

REFERENCIAS

- [1] Krebs, C. J. *Journal Fish Biology*. 50, 1985, 324- 340.
- [2] Castillo-Géniz, J. L. Documento del Programa Tiburón. *Instituto Nacional de la Pesca*. 1992,72.
- [3] Ellis, J. R., M. G. Pawson y S. E. Shackley. *J. Marine Biology*. 76, 1996, 89- 106.
- [4] Cortés, E. *ICES Journal Marine Science*. 56, 1999, 707-717.
- [5] Pauly, D., V. Christensesn, J. Dalsgaard, R. Froese y F. Torres Jr. *Science*. 279, 1998, 860-863.
- [6] Galván-Magaña F., H. J. Nienhuis., P. Klimley. *California Fish and Game* 75, 1989, 74-84.
- [7] Cabrera Chavez-Costa A. A. Tesis Maestría. CICIMAR. 2003, 110.
- [8] Galvan-Magaña F. Tesis, CICESE, Ensenada, México. 1999.
- [9] Andrade-González ZS. Tesis Maestría. *CICIMAR*. 2005,121.
- [10] Barranco-Servin, L. M. Tesis Maestría. Universidad del Mar, Puerto ángel, Oaxaca. 2008, 86.
- [11] Marín, O. R. Tesis Profesional. Facultas de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver., México. 1992, 146.
- [12] Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem. *FAO*. Vol. I, II, III, 1995, 1-1813.
- [13] Clothier, C. R... *California Department of Fish and Game, Fish Bulletin*. 79, 1950, 1-83.
- [14] Wolff, C. A. *Fish Bulletin*. 80, 1982, 357-370.
- [15] Wolff, C. A. *NOAA Technical Report. NMFS*. 1984, 17-50.
- [16] Clarke, M. R. *Clarendon Prees. Oxford*. 1986,273.
- [17] Hyslop, E. *Journal of Fish Biology*. 17, 1980, 411-429.
- [18] Pinkas, L., Oliphant, M. S. e Iverson, I. L. K. 1971. *California Fish Bulletin*. 1971, 85.
- [19] Krebs, C. J. Addison Wesley, California. 1999. 620.
- [20] Horn, H. S. *American Naturalist*. 100, 1966, 419-424.
- [21] Smith, P. E. y M. T. Zaret. *Ecology*. 63, 1982, 1248-123.
- [22] Soria-Quiroz, A. G. Tesis Maestría. CICIMAR. 2003, 89.
- [23] Labropoulou, M. & A. Eleftheriou. *Journal Fish Biology*. 50, 1997, 324-340.
- [24] Cortés, E. *Fish Aquatic Science*. 54, 1997, 726-738.
- [25] Gruber, S. H. 1984. En: Cortés. E. y S. Gruber. *Copeia*. 1990, 1, 203-218.
- [26] Cortés. E. y S. H. Gruber. *Copeia*. 1990, 1, 204-218

PALABRAS CLAVE: Alimentación, pesca artesanal, presa, índices, IIR.

Edad y crecimiento del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* en la costa sur de Jalisco, México.

Hermosillo-Corona, JD, Galván-Piña, VH, Aguilar-Palomino, B, Galván-Magaña, F, Briones-Hernández, SA, Barajas-Calderón, AV, Rodríguez-Matus, A., Cervantes-Gutiérrez, F.

Universidad de Guadalajara correo: jorge8hermosillo@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista biológico-pesquero, los tiburones no han recibido la atención en investigación por parte de muchos países tales como México, los cuales cuentan con importantes pesquerías de tiburones [1]. La explotación comercial de los tiburones se ejerce durante todo su ciclo de vida, ya que los organismos recién nacidos (neonatos) son capturados por diversas pesquerías ribereñas, mientras que los juveniles y adultos son capturados por diferentes pesquerías [2].

De acuerdo con las investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), aproximadamente el 50% de la producción de tiburones de importancia comercial de la pesca artesanal está integrada por organismos inmaduros. Algunas especies están siendo capturadas inadecuadamente y presentan indicios de sobreexplotación, como es el caso de *Carcharhinus falciformis* [3].

El conocimiento de los parámetros de historia de vida de los tiburones, incluyendo su estructura de edades y crecimiento, es fundamental para desarrollar modelos dinámicos de evaluación poblacional [4], los cuales son útiles para establecer estrategias de manejo que permitan su aprovechamiento sustentable [5].

Se utilizan varios métodos para determinar la edad en elasmobranquios. El análisis de frecuencias de longitudes ha sido uno de las técnicas más comúnmente utilizadas; otra técnica utilizada, aunque con resultados limitados, es el uso de caracteres sexuales secundarios [6]. Sin embargo un método que tiene gran importancia por su amplio potencial en la determinación de edad, es el uso de las marcas de crecimiento presentes en las espinas y vértebras [6].

Gran parte de la información existente de edad y crecimiento en tiburones ha sido obtenida a partir de contar bandas opacas y hialinas en sus vértebras. Las vértebras son parte de la columna vertebral en donde el *centrum* crece en forma radial, depositando marcas de crecimiento en función de cambios en el metabolismo a través del tiempo [7].

En cuanto a edad y crecimiento para *C. falciformis*, a escala mundial existen investigaciones realizadas en Japón [8], Taiwán [9] e Indonesia [10]; mientras en México se han realizado en Baja California Sur [11], en el Golfo de México [12] [13], en el Golfo de Tehuantepec [14] y en la península de Yucatán [15].

El objetivo del presente estudio es determinar la edad y describir el crecimiento para el tiburón *C. falciformis*, capturado frente a la costa sur de Jalisco, México, utilizando las bandas de crecimiento presentes en las vértebras.

METODOLOGÍA

Recolección de los datos

Los tiburones fueron obtenidos de las capturas artesanales en Barra de Navidad, Jalisco, en el periodo de marzo de 2012 a julio de 2013. Se hizo un registro del sexo, longitud total (LT), longitud precaudal (LP), longitud interdorsal (LI) y el peso (kg) de cada ejemplar.

Se recolectaron entre cinco y diez vértebras de cada individuo a través de una incisión realizada en la parte cervical; ya que en estudios recientes [16] reportan que no existen diferencias entre el número de bandas de crecimiento de vértebras cervicales y dorsales.

Procesamiento de los datos

El arco neural, las apófisis y el tejido conjuntivo circundante de los centros vertebrales fueron removidos con un bisturí. Las vértebras limpias fueron conservadas en alcohol al setenta por ciento.

Las vértebras fueron cortadas con una sierra de baja velocidad Isomet (Buehler). El grosor de los cortes fue de 200 micras. En este trabajo no se utilizó ningún tipo de tinción para mejorar la visibilidad de las bandas de crecimiento, debido a que se observaron claramente las bandas de crecimiento.

Las bandas de crecimiento (en pares) fueron contadas con la ayuda de un microscopio estereoscópico de luz transmitida. Un par de bandas correspondió a una opaca y una hialina [17] (Fig. 1). Para el conteo sólo se consideró aquellas cuya línea sea continua a lo largo del *corpus calcareum* e *intermedialia*; mientras que las que estaban presentes en una de las partes de la vértebra fueron descartadas.

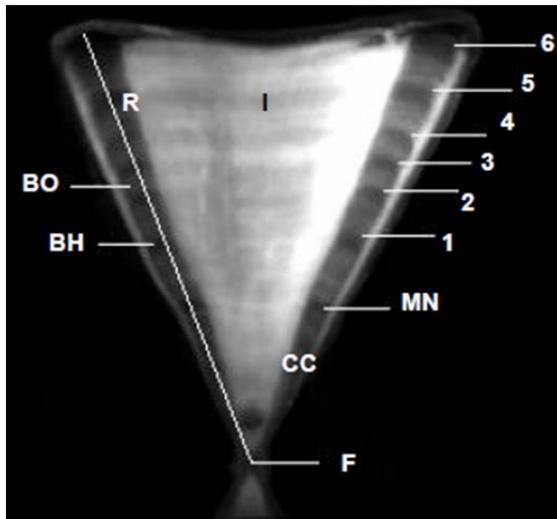


Figura 1. Corte sagital de vértebra de *C. falciformis* con 6 marcas de crecimiento. Se indica el foco (F), el radio (R), banda opaca (BO), banda hialina (BH), corpus calcareum (CC), la intermedialia (I), y marca de nacimiento (MN). En Sánchez-de Ita, 2004.

Análisis de datos

La edad de los organismos fue estimada a partir del número de bandas hialinas menos

uno, asumiendo que la primera banda hialina correspondía a la marca de nacimiento, como ha sido constatado en otras especies de tiburones [7].

Las funciones de crecimiento que se ajustaron se eligieron tratando de incluir diversos modelos de tipo asintótico y no asintótico. Para este propósito se utilizaron los siguientes métodos:

Modelo de von Bertalanffy [18]:

$$L_t = L_\infty (1 - \exp^{-k(t-t_0)})$$

Modelo de Fabens:

$$L_t = L_\infty - (L_\infty - L_0) e^{-kt}$$

Modelo de Gompertz [19]:

$$L(t) = L_\infty \exp[-\exp^{-k(t-t_0)}]$$

Donde L_t es la longitud total a la edad t , L_∞ es la longitud asintótica, k es la constante de crecimiento y t_0 es la edad teórica a la longitud cero.

Modelo de Schnute (caso 1) [20]:

$$(15) \quad Y(t) = \left[y_1^b + (y_2^b - y_1^b) \frac{1 - e^{-a(t-\tau_1)}}{1 - e^{-a(\tau_2-\tau_1)}} \right]^{1/b}$$

Modelo de Schnute (caso 2) [20]:

$$(16) \quad Y(t) = y_1 \exp \left[\log(y_2/y_1) \frac{1 - e^{-a(t-\tau_1)}}{1 - e^{-a(\tau_2-\tau_1)}} \right]$$

Modelo de Schnute (caso 3) [20]:

$$(17) \quad Y(t) = \left[y_1^b + (y_2^b - y_1^b) \frac{t - \tau_1}{\tau_2 - \tau_1} \right]^{1/b}$$

Donde y_1 es la talla a la edad T_1 , T_1 es la edad mínima, y_2 es la talla a la edad T_2 , T_2 es la edad máxima, b es la tasa relativa de incremento de la tasa de crecimiento relativo, a es la tasa relativa constante de la tasa de crecimiento constante.

RESULTADOS

Se obtuvieron las vértebras de un total de 114 organismos (56 hembras y 58 machos). Las longitudes de las hembras muestreadas fueron de 65 a 229 cm de LT (promedio = 106.9 cm de LT), y de los machos de 67 a 200 cm de LT (promedio = 108.1 cm de LT) (Fig. 2).

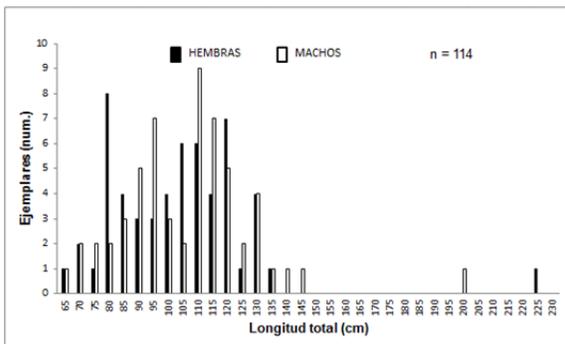


Figura 2. Frecuencia de tallas de los organismos de *C. falciformis* muestreados de marzo de 2012 a julio de 2013 en la pesquería artesanal de la costa sur de Jalisco, México.

La estimación de los parámetros de cada uno de los modelos se realizó por medio de interacciones (Algoritmo de Newton), a partir del algoritmo de mínimos cuadrados (Figura 3):

$$SSQ = \sum_{i=1}^n (\ln O_i - \ln E_i)^2$$

Donde O_i es la talla observada y E_i es la talla estimada por el modelo candidato.

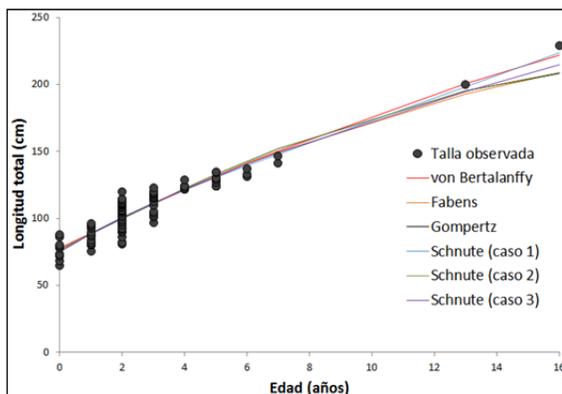


Figura 3. Modelos de crecimiento asintóticos y no asintóticos ajustados a los datos talla-edad del tiburón *C. falciformis* muestreados de marzo de 2012 a julio de 2013 en la pesquería artesanal de la costa sur de Jalisco, México.

La selección del mejor modelo se basó por medio del criterio de información de Akaike (AIC, por sus siglas en inglés), cuyas premisas son la bondad de ajuste y la cantidad de parámetros de cada modelo. Aquel modelo que resulte con el valor más bajo de AIC, será aquel que mejor se ajuste a los datos de talla-edad observados [21]:

$$AIC = n \times \ln(\hat{\sigma}^2) + 2 \times \theta_i$$

, Donde n es el número total de observaciones, θ_i es el número de parámetros de cada modelo. Para el cálculo de σ^2 , se utilizó la siguiente fórmula:

$$\hat{\sigma}^2 = SSQ/n$$

En este caso el mejor modelo fue el modelo de Schnute (caso 2) con un valor de AIC = -1030.977.

DISCUSIÓN

Se asume que los residuos tenían una distribución log-normal; debido a que los datos talla-edad presentan más variabilidad hacia las edades adultas que en las fases tempranas.

Las mayorías de los otros modelos candidatos muestran valores de AIC próximos al modelo ganador; esto quiere decir que también pueden describir el crecimiento.

Para poder descartar un modelo se tiene que obtener los valores de delta (Δ_i); aquel modelo que tenga valores de Δ_i mayores a 10 será una función sin soporte estadístico, por lo cual será eliminado. Si el valor de Δ_i es menor a 2, será utilizado para describir los datos de talla-edad de la especie. Y si el valor de Δ_i es menor a 7 y mayor a 4, puede ser considerado con menos soporte estadístico que el anterior:

$$\Delta_i = AIC - AIC_i$$

Donde AIC es el valor del criterio de Akaike y AIC_i es el valor más bajo del criterio de Akaike de todos los modelos candidatos.

Los valores de Δ_i no fueron superiores a 10, pero el modelo de Schnute (caso 2) tuvo un valor de $\Delta_i=7.585$, seguido de von Bertalanffy con $\Delta_i=5.485$, Schnute (caso 3) con $\Delta_i=2.376$; y los valores menores a 2 fueron el de Fabens con $\Delta_i=0.205$, Gompertz con $\Delta_i=0.003$, y el modelo seleccionado fue el de Schunte (caso 1) con $\Delta_i=0.000$.

En el presente estudio falta aumentar el tamaño de muestra y capturar organismos grandes. Con estos datos existe un vacío de individuos de tallas mayores de 150 cm de LT, ya que se tienen dos adultos, una hembra de 229 cm de LT y un macho de 200 cm de LT.

CONCLUSIONES

Debido a que las muestras (vértebras) del tiburón *C. falciformis* pertenecen a la pesca ribereña, se tienen organismos de tallas pequeñas, los cuales son inmaduros (neonatos y juveniles). Han sido muy escasos los organismos grandes, aunque eso no significa que no los capturen.

Todos los modelos utilizados en este trabajo son de tipo determinístico; existe la alternativa de utilizar los modelos estocásticos, ya que indican el crecimiento de la especie por distintas edades.

Este trabajo es preliminar sobre la estimación de la edad y el crecimiento del tiburón *C. falciformis* en la costa sur de Jalisco, México.

Actualmente se siguen recolectando muestras para aumentar el tamaño de muestra para tener representado todos los meses del año y obtener organismos de todas las tallas posibles, con especial interés en organismos adultos.

REFERENCIAS

- [1] Bonfil, R., D. de Anda & R. Mena. *NOAA Technical Report NMFS 90*. 1990, 427-441.
- [2] García-Gómez. Tesis de maestría. *CICIMAR-IPN*. 2000.
- [3] SAGARPA. *PROY-NOM-029-PESC*. 2007.
- [4] Cailliet, Gregor M., Wade D. Smith, Henry F. Mollet & Kenneth J. Goldman. *Environmental Biology of Fishes*, 77, 2006, 211-228.

- [5] Tovar-Ávila, J., V. Arenas-Fuetes & X. Chiappa-Carrara. *Ciencia Pesquera* 17, 2009.
- [6] Cailliet, G. M., R. L. Radtke & B. A. Welden. *Ichthyological Society of Japan, Tokyo*. 1986, 345-360.
- [7] Cailliet, Gregor. M. & Kenneth J. Goldman. 2004. *Age determination and validation in chondrichthyan fishes*. CRC Press LLC.
- [8] Oshitani, Shungo, Hideki Nakano & Sho Tanaka. *Fisheries Science* 69, 2003, 456-464.
- [9] Joung, Shouu-Jeng, Che-Tsung Chen, Hsian-Hau Lee, Kwang-Ming Liu. *Fisheries Research* 90, 2008, 78-85.
- [10] Hall, N. G., C. Bartron, W. T. White, Dharmadi & I. C. Potter. *Journal of Fish Biology* 80, 2012, 1320-1341.
- [11] Sánchez-de Ita, J. A., C. Quiñonez-Velázquez, F. Galván-Magaña, N. Bocanegra-Castillo & R. Félix-Uraga. *J. Appl. Ichthyol.* 27, 2011, 20-24.
- [12] Branstetter, Steven & John D. McEachran. *Ichthyological Society of Japan, Tokyo*. 1983, 361-371.
- [13] Branstetter, Steven. *Environmental Biology of Fishes* 19, 1987, 161-173.
- [14] Zea-De la Cruz, Heber. Tesis de Licenciatura. *Instituto Tecnológico de Boca del Río*. 2007.
- [15] Bonfil, R., R. Mena & D. de Anda. *S. Dep. Commer. NOAA. Tech. Report. NMFS*. 1993. 115 pp.
- [16] Carlson, J. K., J. R. Sulikowski & I. E. Baremore. *Environmental Biology of Fishes* 77, 2006, 279-292.
- [17] Cailliet, G. M., W. D. Smith, H. F. Mollet & K. J. Goldman. *Environmental Biology of Fishes* 77, 2006, 211-228.
- [18] von Bertalanffy, Ludwig. *Human Biology* 10, 1938, 182-213.
- [19] Alp, A., C. kara, F. Ückardes, J. Carol & E. García-Berthou. *Rev. Fish. Biol. Fish.* 21, 2011, 283-294.
- [20] Schnute, Jon. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38, 1981, 1128-1140.
- [21] Burnham, K. P. & D. R. Anderson. *2nd Ed. New York*, 2002, 488.

PALABRAS CLAVE: Pesca artesanal, vértebra, bandas de crecimiento, modelo asintótico, modelo no asintótico.

Especies de Batoideos presentes en la costa del Pacífico ecuatoriano

Tenelema-Delgado C. M, Arcentales-Delgado, J. M. Vélez-Tacuri, J. R y Carrera-Fernández, M.,

Departamento Central de Investigación – Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Cecibel_tenelema@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador existen 10 familias de rayas: *Dasyatidae*, *Mobulidae*, *Myliobatidae*, *Rajidae*, *Narcinidae*, *Gymnuridae*, *Rhinobatidae*, *Urolophidae*, *Rhinopteridae* y *Pristidae* de las cuales se agrupan en 26 especies de rayas, guitarras y torpedos. Sin embargo se conoce que existen otros registros pero no han sido publicados, por lo que el número total de especies presentes seguramente es mucho mayor [1]. En el sector artesanal, la captura incidental de rayas en Ecuador está relacionada con los diferentes tipos de flotas pesqueras existentes en el país [2].

La información de los peces batoideos en el Ecuador es escasa, la identificación de las especies en ocasiones no es adecuada o en los desembarques son consideradas como un grupo en su totalidad sin especificar que especies realmente son las que se pescan, por lo que las estadísticas pesqueras no contienen la información exacta.

Por lo que esta investigación tuvo como objetivo identificar las especies de rayas desembarcadas en dos puertos pesqueros del pacífico ecuatoriano mediante un inventario de especies, las tallas y las variaciones temporales de los batoideos, capturados como pesca incidental en el pacífico ecuatoriano.

Este estudio aporta información sobre estas especies y de esta manera se contribuye a facilitar la identificación de las diferentes especies de rayas desembarcadas en el pacífico ecuatoriano.

METODOLOGÍA

El presente estudio fue llevado a cabo en los meses de abril a diciembre del 2013, en dos sitios de muestreo, el desembarcadero de la playa de Tarqui, Cantón Manta - Provincia de Manabí (0° 56' 59" S, 80° 42' 34" W) y Santa Rosa de Salinas- Provincia de Santa Elena (02° 13' 0" S, 80° 58' 0" W). Manta, se considera el puerto pesquero principal con aproximadamente el 90% del total de las capturas de peces pelágicos grandes a nivel nacional, mientras que el puerto de Santa Rosa es considerado el más importante del país en lo referente a la flota de botes de fibra de vidrio [3], y a sus altos volúmenes en la extracción de rayas como fauna incidental en la pesca demersal.

Los muestreos se realizaron semanalmente (3 días a la semana) en el desembarcadero de Tarqui, Manta y mensualmente (4 días al mes) en Santa Rosa, Salinas.

Para la identificación de las especies se emplearon las claves de Compagno y colaboradores [4], así como guías de rayas [5] [6]. De cada individuo se registraron datos morfométricos *in situ* (longitud total (LT), longitud de disco (LD), ancho de disco (AD)), sexo, el peso y estado de madurez sexual considerando características internas y externas, además se registró localidad, zonas de pesca y arte de pesca empleados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron 1258 individuos de 17 especies que comprenden 8 familias de las 10 que existen en Ecuador (Tabla 1).

Tabla 1. Especies de rayas presentes en el Pacífico ecuatoriano.

Familia	Especie	N
Rhinobatidae	<i>Rhinobatos leucorhynchus</i>	303
	<i>Rhinobatus prahli</i>	28
	<i>Rhinobatus planiceps</i>	25
	<i>Zapteryx xyster</i>	131
Narcinidae	<i>Narcine entemedor</i>	208
	<i>Narcine leoparda</i>	5
Gymnuridae	<i>Gymnura marmorata</i>	142
Urolophidae	<i>Urolophus halleri</i>	7
	<i>Urobatis tumbescens</i>	46
	<i>Urotrygon chilensis</i>	148
Rajidae	<i>Raja equatorialis</i>	70
	<i>Raja velezi</i>	10
Myliobatidae	<i>Aetobatus narinari</i>	2
	<i>Myliobatis californica</i>	2
	<i>Myliobatis longirostris</i>	1
Dasyatidae	<i>Dasyatis longa</i>	6
Torpedinidae	<i>Torpedo tremens</i>	1

Se registró una nueva especie para el Ecuador en Tarqui, Manta: *Narcine leoparda*, esta es una especie que se consideraba nativa para las costas de Colombia. Carvalho [7] la describió por primera vez en la parte sur de Colombia y Payan y colaboradores [8] ampliaron su distribución para la parte central del Pacífico Colombiano.

Las especies dominantes fueron: *Rhinobatos leucorhynchus* (26.70%), *Narcine entemedor* (18.33%) *Urotrygon chilensis* (13.04%), *Gymnura marmorata* (12.51%), *Zapteryx xyster* (11.54%). estas 5 especies constituyen aproximadamente el 80% del total de registros.

Las especies constantes fueron: *Raja equatorialis* (6.17%), *Urobatis tumbescens* (4.05%), *Rhinobatus prahli* (2.47%) y *Rhinobatus planiceps* (2.20%).

Como especies ocasionales destacaron: *Raja velezi* (0.88%), *Urolophus halleri* (0.62%), *Dasyatis longa* (0.53%), *Narcine leoparda* (0.44%), *Myliobatis californica* (0.18%), *Aetobatus narinari* (0.18%), *Torpedo tremens* (0.09%) y *Myliobatis longirostris* (0.09%)

Se observó variación en la abundancia en las diferentes especies a través de los meses de muestreo en ambos desembarcaderos, siendo el mes de septiembre el de mayor número de individuos desembarcados con 281 organismos (Fig. 1)

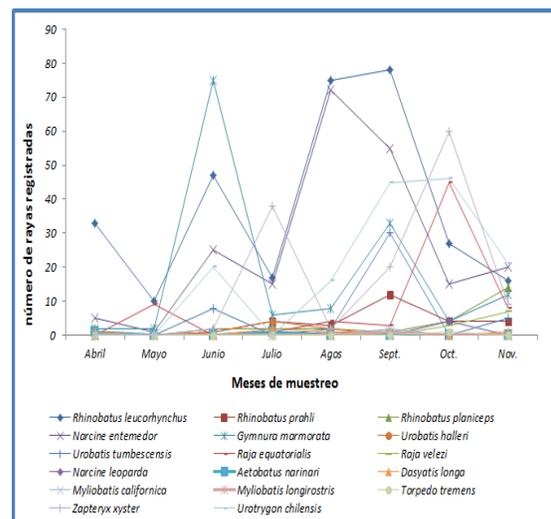


Figura 1. Composición de la captura de rayas en dos localidades del Pacífico ecuatoriano.

Esta variación en la abundancia puede deberse al cambio en las zonas de pesca. La zona de pesca donde opera la flota artesanal de Santa Rosa es entre las 8 y 10 millas, donde las rayas son capturadas artesanalmente con redes de enmalle de fondo y en Manta el área de pesca abarca la zona costera con una profundidad de 10 brazas, el arte de pesca empleado es el chinchorro de playa, donde la pesca objetivo son especies de peces del género *Engraulis*.

Otro factor que puede influir en la estacionalidad de las capturas, es que este recurso se considera como una alternativa frente a otros de mayor valor económico y es fuertemente dependiente de la disponibilidad de los mismos en áreas accesibles a sus embarcaciones.

Para el puerto de Manta se registraron 8 especies de rayas: *U. chilensis*, *R. leucorhynchus*, *N. entemedor*, *N. leoparda*, *G. marmorata*, *T. tremens*, *Z. xyster*, *D. longa*, siendo *U. chilensis* las más abundante, en contraste a

lo observado por el Instituto Nacional de Pesca en el 2008 donde registra a la familia *Dasyatidae* como la principal en los desembarques [9]; no obstante durante el tiempo de muestreo solo se registró un individuo de esta familia en el mes de julio.

Para el puerto de Santa Rosa la mayoría de las especies estuvieron presentes a excepción de *T.tremens* y *N. leoparda* esto fue un número menor de las especies a las reportadas en el 2008 por tantito los cuales registraron 19 especies de rayas, en donde la especie *Rhinobatos leucorhynchus* con 323 individuos (26.7%), fue la especie más abundante, presentando valores similares por Coello, 2010 [3] donde predomina la misma especie con 21.1% del total de especies registradas.

El valor económico de este recurso se da por la aceptación de la carne de algunas especies como *R. leucorhynchus*, *Narcine entemedor*, *G. marmorata* y *D. longa* que son comercializadas para consumo humano y las otras especies son utilizadas en el proceso de elaboración de harina de pescado.

En el estudio predominaron los organismos hembras y estas presentaron en algunas especies tallas superiores que los machos, *R. leucorhynchus* (♀105 cm: ♂ 89 cm), *N. entemedor*, *R. prahli*, *R. planiceps* y *Z. xyster* a diferencia de *R. equatorialis* en donde los machos alcanzan tallas mayores que las hembras (♀57 cm: ♂ 70 cm). Se sugiere que este dimorfismo sexual entre especies, en donde las hembras alcanzan mayores valores de longitud total que los machos probablemente sea las estrategias reproductivas que presentan [10].

Rhinobatos leucorhynchus que presentó el 26.70% de la captura, presentó una talla máxima de 105 cm de LT a comparación de las tallas reportadas para costas de Colombia de 76 cm [8], estos mismos autores reportan una talla máxima para machos de Lt de 64,3 cm, esta es inferior por 27.7cm de la encontrada en este estudio de 89cm.

CONCLUSIONES

Se registraron 17 especies de peces batoideos de las 26 registradas en el Pacífico ecuatoriano dos de estas *N. leoparda* y *T. tremens* sólo se registraron en el puerto de Manta.

Se obtuvo el primer registro de *N. leoparda* para el Ecuador.

Al realizar los análisis de composición de tallas se observó que en la mayoría de las especies se capturan individuos adultos.

Las tallas máximas registradas por lo general eran de hembras, lo cual hay una probabilidad de cómo son más grandes sean puntos clave para que los pescadores en sus faenas la prefieran en comparación con los machos

En la especie *R. leucorhynchus* se registró por primera vez una talla máxima de 105 cm de longitud total.

REFERENCIAS

- [1] Coello, S. (2005). La Administración de los Chondrichthyes en Ecuador. Aportes para el Plan Nacional de Tiburones. UICN, Quito, Ecuador.42pp.
- [2] Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización, Pesca y Competitividad (MICIP). 2006. Plan de Acción Nacional para Conservación y el Manejo de Tiburones de Ecuador (*PAT-Ec*). MICIP, 44 pp.
- [3] Coello D., Herrera M., Calle M., Castro R., Medina C., y Chalén X. 2010. Incidencia de tiburones, rayas, aves, tortugas y mamíferos marinos en la pesquería artesanal con enmalle de superficie en la caleta pesquera de Santa Rosa (Provincia de Santa Elena).Instituto Nacional de Pesca. Boletín especial, Año 2 N°3 ISSN 1390-6690. Ecuador.
- [4] Compagno, L.J.V., Krupp, F y Schneider. 1995. Tiburones En: Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E. y Niem, V. H (eds). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca*.

Pacífico Centro-Oriental. Parte 1. Roma. 2: 648- 685.

[5] Navia, A. F., P. A. Mejía-Falla y J. A. Caicedo. 2007. Guía para la identificación de especies de tiburones y rayas comercializadas en el Pacífico colombiano. Primera versión. Fundación SQUALUS. 37p.

[6] Bearez P. Lista de los peces marinos del Ecuador continental. *Rev. Biol. Trop.* 1996, 44(2): 731-741.

[7] Carvalho, M.R. A new species of electric ray *Narcine leoparda*, from the tropical eastern Pacific Ocean (Chondrichthyes, Torpediniformes, Narcinidae). *Proc. Biol. Soc. Washington* 2001, 114:561-573.

[8] Payán L.F., Mejía P. A. y Navia A. F., 2009. Aportes al conocimiento de la historia de vida de la raya eléctrica *Narcine leoparda* en el Pacífico colombiano y validación de su estado de amenazas a nivel local. Squalus Informe técnico.

[9] Peralta, M. Desembarques de la pesca artesanal de peces pelágicos grandes y tiburones en la costa ecuatoriana durante 2008. Boletín Científico y Técnico Instituto Nacional de Pesca (2009), 20 (2): 1-23, Ecuador.

[10] Klimley A.P. The determinants of sexual segregation in the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*. *Environmental Biology of Fishes*. 1987. 18(1):27-40.

[11] Payán LF, Navia AF, Rubio EA, Mejía-Falla PA. Biología de *Rhinobatos leucorhynchus* en el Pacífico central de Colombia. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 2011, 39: 286-296.

PALABRAS CLAVES: Rayas, Pesca incidental, abundancia, Manta.

Evaluación de la actividad turística de avistamiento con tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en la costa central de Nayarit y Bahía de La Paz, Baja California Sur, México: Una propuesta de estudio.

Pelayo del Real G. E., V. H. Luja, D. Ramírez-Macías y R. Murillo.

Universidad Autónoma de Nayarit

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el turismo basado en la interacción con la fauna silvestre ha cobrado relevancia en las últimas cuatro décadas. Existen variedad de especies que habitan en diversos tipos de hábitats, las cuales pueden ser objeto del turismo de vida silvestre, pero no todas las formas o técnicas utilizadas para su avistamiento suelen ser las indicadas para realizar la actividad sin perturbar a las especies.

Un ejemplo de ello es la actividad turística de avistamiento de Tiburón Ballena (*Rhincodon typus*), la cual se ha convertido a nivel mundial, en una actividad económica importante. Un promedio de 100,000 personas en distintos lugares del mundo realizan esta actividad (Norman y Catlin, 2007).

Para México, el Tiburón Ballena (TB) y su medio representan una parte importante del capital natural de la región, puesto que el turismo con esta especie, crece cada vez más. Anualmente, Holbox, Quintana Roo, Bahía de Los Ángeles, Baja California y Bahía de La Paz, Baja California Sur, reciben turistas de diferentes partes del mundo, puesto que consideran al TB como una especie emblemática para estos sitios (Ramírez-Macías, 2011).

El TB es una especie amenazada a partir del año 2000 en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, (UICN) (Normando, 2005), a partir del 2001 en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 para la protección ambiental especies nativas de México de flora y

fauna silvestres, desde el 2002 se encuentra enlistada en el Apéndice II de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2002) (SEMARNAT, 2007) y en el apéndice II de la Convención sobre la Conservación de Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS, 2012).

Por lo anteriormente expuesto, era necesario regular las actividades turísticas con esta especie para garantizar su permanencia. Como respuesta a dicha necesidad, desde el 2006 autoridades ambientales junto con la comunidad científica ha trabajado en un plan de manejo tipo para realizar aprovechamiento no extractivo de TB, en el cual es necesario que la comunidad local participe y difunda la importancia de la conservación, para su buen funcionamiento (SEMARNAT, 2007). Incluso, aún con el esfuerzo por realizar la actividad de avistamiento respetando las reglas y las normas generadas para dicha actividad, existen estudios en la Bahía de La Paz, B. C. S. en donde el porcentaje de individuos dañados a causa de colisiones con embarcaciones ha oscilado durante los periodos de noviembre de 2004 a junio de 2010 de un 31 hasta un 67%, (Ramírez-Macías, 2011).

A diferencia de La Bahía de La Paz, en la costa central de Nayarit el aprovechamiento de TB a través del ecoturismo, no se ha traducido en un incremento de la calidad de vida para la comunidad. La limitante principal es la falta de conocimiento sobre la especie en la zona, lo que ha impedido la materialización de mayores oportunidades para su aprovechamiento

y conservación en beneficio de la comunidad local. Ante esta situación, en el 2013 la comunidad comenzó con la línea base de investigación que contribuirá al manejo adecuado de las actividades de ecoturismo y al monitoreo de tiburón ballena con la comunidad local, para fortalecer el ecoturismo que se realiza e implementar un programa de monitoreo de tiburón ballena a largo plazo.

Sin embargo aun no se cuenta con ningún documento científico que describa las condiciones en que se realiza la actividad en la costa central de Nayarit, o sobre los beneficios o prejuicios que provoca esta actividad sobre la especie y las comunidades que se encuentran relacionadas con esta.

Derivado de lo anterior se plantea esta propuesta de estudio, en donde se realizará un diagnóstico ambiental, social y económico relacionado con la actividad de avistamiento de TB en la costa central de Nayarit. En el ámbito ambiental, se evaluará la frecuencia de individuos de TB con lesiones frescas producto de colisiones con embarcaciones en las costas de Nayarit. En cuanto al aspecto económico y el social, este trabajo pretende determinar los beneficios/perjuicios principalmente de las personas que se dedican a esta actividad aún incipiente en las costas Nayaritas. Al realizar una evaluación comparativa entre los avistamientos en Bahía de La Paz, B.C.S., (usando bases de datos e información de Tiburón Ballena México, proyecto de ConCiencia México) y los obtenidos en este estudio en la costa central de Nayarit, se tendrá un panorama más claro de la interacción turismo-TB.

OBJETIVOS

Evaluar los efectos ambientales, económicos y sociales relacionados con la actividad turística de avistamiento de tiburón ballena (*Rhinodon typus*) en la costa central de Nayarit

(CCN) y Bahía de La Paz (BLP), Baja California Sur, México

Objetivos específicos

- Evaluar la frecuencia de lesiones en individuos de TB producto de colisión con embarcaciones en la CCN y BLP, B.C.S., durante la temporada de avistamiento de 2013-2014.
- Realizar un diagnóstico económico en el sector de la población que se dedique a la actividad de avistamiento de TB en la CCN y BLP.
- Realizar un diagnóstico social en el sector de la población que se relacione directamente con la actividad de avistamiento de TB en la CCN y BLP.

METODOLOGÍA

Área de estudio

Costa central de Nayarit

Comprende desde la Bahía de Matanchen, municipio de San Blas, hasta la comunidad de Boca de Camichin, municipio de Santiago Ixcuintla (Fig. 1).

Bahía de Matanchen

Se localiza en la costa del Pacífico Mexicano, en el estado de Nayarit, al sur del puerto de San Blas, abarca desde la boca del estero de San Cristóbal, hasta Platanitos, entre las coordenadas; 21 grados 26" latitud norte y los 105 grados 132" longitud oeste (Palomera, 1987). En ella desembocan tres principales corrientes de agua; El río Sauta (que desemboca en el estero de San Cristóbal), el arroyo de La Palma (que desemboca en la población

de Aticama), y el río Santa Cruz (en la población de Santa Cruz) (Palomera, 1987). Se ubica en el límite de dos amplios sistemas costeros, uno constituido por el complejo deltaico del río Grande de Santiago, al norte, y el otro, por la costa mixta rocosa (vulcanismo cuaternario) al sur, constituida por puntas rocosas que se alternan longitudinalmente con playas arenosas, y forman amplias bahías que se disponen escalonadamente con la de configuración de zig-zag, conocida por la forma de zeta (Davies, 1980).

Santiago Ixcuintla

Se localiza en la zona norte del Estado de Nayarit dentro de las coordenadas extremas del paralelo $21^{\circ} 37'$ al $22^{\circ} 16'$ de latitud norte y en el meridiano $104^{\circ} 53'$ al $105^{\circ} 39'$ de longitud Oeste. Limita al norte con los municipios de Tecuala, Rosamorada, Ruiz y Tuxpan; al sur con San Blas; al oriente con los municipios de Tepic y El Nayar; y, al poniente con el Océano Pacífico. Con una extensión Territorial de 1,830.90 kilómetros cuadrados. La cabecera municipal Santiago Ixcuintla se ubica 4 msnm, (García, 2004).

Boca de Camichin

La Comunidad de la Boca de Camichin, municipio de Santiago Ixcuintla se ubica a la margen derecha del río Santiago a 5 Kilómetro de este. Se encuentra a 88 km de Tepic, la capital del Estado, y se comunica a esta a través de la carretera federal N° 15, hacia el norte [García, 2004].



Figura 1. Costa Central de Nayarit

Bahía de La Paz.

Se localiza en la zona sur occidental del Golfo de California. Se localiza cerca de la punta de la península de Baja California entre los $24^{\circ} 10'$ a $24^{\circ} 47'$ N y $110^{\circ} 20'$ a $110^{\circ} 44'$ W. Limita al norte con la Isla San José, al sur por la Ensenada de La Paz y la barra arenosa conocida como El Mogote y al oriente por las islas Espíritu Santo y La Partida (Reyes-Salinas, 1999) (Fig. 2). La Bahía de La Paz esta comunicada al Golfo de California por el canal de San Lorenzo y obtiene el flujo y reflujo de las aguas que inundan las lagunas costeras localizadas en el sur de la región (De Silva-Dávila y Palomares-García, 2002).

Se distinguen dos estaciones principales: (verano e invierno) y otras dos transicionales (primavera y otoño) según las condiciones hidrográficas (Jiménez-Illescas, 1996). Durante el otoño se presentan las temperaturas máximas, así como condiciones de estratificación y una termoclina profunda; mientras que durante invierno se observan temperaturas menores y el rompimiento de la termoclina y la presencia de una columna de agua homogénea (De Silva, 1997).



Figura 2. Bahía de La Paz, B.C.S.

Trabajo de campo

Evaluación de lesiones

Entre Enero y Mayo de 2014, se realizarán recorridos semanales en lancha para localizar individuos de TB en la costa central de Nayarit. Una vez localizado un individuo, se procederá a la toma de fotografías para su identificación. La foto-identificación es un método no invasivo, en donde se toman fotografías en una parte distintiva del animal que permita identificarlo nuevamente cuando se vuelva a observar, en el caso del TB es del lado izquierdo detrás de las aberturas branquiales (Taylor, 1994). La técnica de foto-identificación será complementada con el marcaje convencional, dado que en esta localidad la visibilidad en algunas ocasiones es muy mala. Las marcas son de lámina de plástico numeradas secuencialmente. Cada marca es sujeta en la base por un monofilamento, el cual a su vez une a la marca con un ancla de acero inoxidable que entra en el tiburón y sujeta a la marca (Ramírez-Macías et al., 2012). Todos los tiburones serán marcados del lado izquierdo en la base de la aleta dorsal, usando equipo básico de buceo y mediante el empleo de un arpón hawaiano (Ramírez-Macías et al., 2012). De igual forma, se registrarán sus lesiones (Ramírez-Macías et al., 2012). El sexo se determinará con la presencia o ausencia de claspers (Norman y Stevens, 2007). Estos mismos datos, es decir las foto identificaciones y el registro de lesiones, resultado de los recorridos realizados en Bahía de La Paz, se tomarán de la base de

datos de Tiburón ballena México proyecto de ConCiencia México de la temporada 2013, para realizar el análisis y la comparación de los datos de ambos sitios (Bahía de Matanchen y Bahía de La Paz)

Aspectos socioeconómicos

Para hacer un diagnóstico base de los aspectos sociales y económicos relacionados con la actividad de avistamiento de TB, se solicitará ante la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) la relación histórica del número de permisos otorgados para el avistamiento de TB tanto en la costa central de Nayarit como en Bahía de La Paz. De forma presencial, se realizarán encuestas a los habitantes de ambos sitios a investigar, específicamente a los que tengan alguna relación directa con la actividad con TB como objeto de observación turística y científica. Se incluirán preguntas sobre el tiempo que tienen realizando la actividad, el número de viajes por temporada, número de viajes por día, cantidad de turistas promedio por viaje y costo por viaje o turista. Los instrumentos (encuestas y entrevistas) están siendo diseñados.

Análisis de datos

Las fotografías tomadas tanto en la costa central de Nayarit y las recopiladas en Bahía de La Paz se organizarán en una librería fotográfica, todas las fotografías se dividirán en 3 grupos basados en el sexo (macho, hembra e indeterminado). Las imágenes se compararán empleando el software computacional I³S (Den Harton y Reijns 2011) y se confirmarán visualmente.

Una vez identificados a los TB se empleará el criterio de clasificación de cicatrices mencionado por Speed et al. (2008): a) abrasiones, b) laceraciones, c) amputación, d) trauma e) mordida, f) muescas y g) otros (Fig. 3). Donde las cicatrices causadas por embarcaciones son: a) abrasiones, b) laceraciones, c) ampu-

tación, d) trauma (Ramírez-Macías et al. 2012).

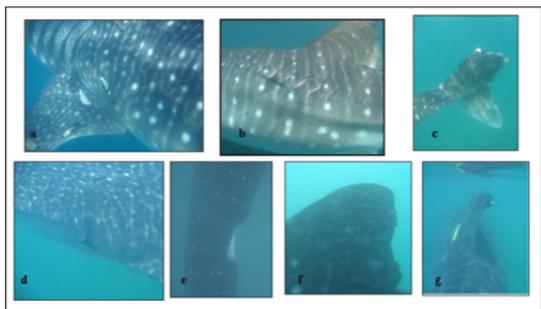


Figura 3 Clasificación de cicatrices.

Con la finalidad de conocer si el TB fue lesionado durante su estancia en el área de estudio, es decir en Nayarit, o en La Paz, las lesiones se clasifican en frescas y cicatrizadas (Fig. 4).

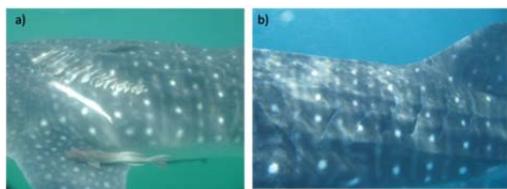


Figura 4. Clasificación de cicatrices: a) fresca, b) cicatrizada

Se pretende que al concluir, este trabajo aporte información que pueda ser útil para el “Plan de manejo tipo para realizar aprovechamiento no extractivo de tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en México”, en el cual se ha venido trabajando desde el 2006. Puesto que desde el 2003, que se llevó a cabo el primer taller para analizar la viabilidad de las poblaciones de TB en México, se acentuó la relevancia de conservar la especie y sus hábitats, así como el generar este tipo de información. De igual forma se pretende contribuir a la capacitación para las personas que se incorporen como prestadores de servicios de avistamiento, ya que para elaborar un correcto ordenamiento y plan de manejo, es indispensable que se integre a las comunidades involucradas, concientizándolas en la relevancia de la conservación de esta especie.

REFERENCIAS

- [1] Norman, B., and Catlin J. 2007. *Economic importance of conserving whale sharks*. Unpublished Report for the International Fund for Animal Welfare (IFAW), Sydney. P.p. 18.
- [2] Ramírez-Macías, D. 2011. Estructura genética del Tiburón Ballena (*Rhincodon typus*) a escala global (Pacífico, Índico y Atlántico) y estimación de abundancia en Isla Holbox y el Golfo de California. Tesis de Doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, B. C. S. 106 Pp.
- [3] Normando, B. 2005. *Rhincodon typus* En UICN 2012. Lista Roja de Especies Amenazadas. Version 2012.2. < www.iucnredlist.org >.
- [4] CITES. 2002. Proposal to include the whale shark (*Rhincodon typus*). In: CITES-Convencción sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas.
- [5] SEMARNAT, 2007. Plan de Manejo Tipo para realizar aprovechamiento no extractivo de Tiburón Ballena (*Rhincodon typus*) en México.
- [6] CMS, 2012. Apéndice I y II de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres. P.p. 10
- [7] Palomera, C., 1987. Contribución al estudio de los Tintinidos (*Ciliata: Oligotricha*) en la Bahía de Matanchén, San Blas, Nayarit, México. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, Universidad de Guadalajara, México. 70 pp.
- [8] Davies, J.L. 1980: Geographical variations in coastal development, second edition. London: Longman. 212 pp.
- [9] García B., 2004. Taller de Intercambio internacional sobre Extensión en Acuicultura. Buenas Prácticas de Manejo para el cultivo de Camarón: El cultivo de ostión y desarrollo de producción, Nayarit. Universidad Autónoma de Nayarit. Pp. 6-7.
- [10] Reyes-Salinas, A., 1999. Factores que controlan la productividad primaria en la Bahía de La Paz, B.C.S. Tesis de Maestría. CICIMAR. 122 pp.
- [11] De Silva-Dávila, R. y J.R. Palomares-García. 2002. Distributional patterns of the euphausiid community in Bahía de La Paz, B.C.S., México. Pp. 1:109- 125, En: M. E. Hendricks (ed). Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. 383 pp.
- [12] Jimenez-Illescas, A.R. 1996. Análisis de procesos barotrópicos y baroclinicos de la Bahía de La Paz, B.C.S. Tesis de doctorado. Univ. Nal. Auton. México. P.p.106.

- [13] De Silva-Dávila, R. 1997. Abundancia y distribución de los eufáusidos y producción larvária de *Nyctiphanes simplex* Hansen, en La Bahía de La Paz, B.C.S., México. Tesis de Maestría. CICIMAR, La Paz, México. 112p.
- [14] Taylor, J.G. 1994. Whale sharks, the giants of Ningaloo Reef. Angus & Robertson. Sydney. 176p.
- [15] Ramírez-Macías, D., Meekan M., De la Parra-Venegas R., Remolina-Suárez F., Trigo-Mendoza M. and Vázquez-Juárez R.. 2012. Patterns in composition, abundance and scarring of whale sharks *Rhincodon typus* near Holbox Island, Mexico. *Journal of Fish Biology* 80:1401–1416.
- [16] Norman, B.M. and Stevens J.D.. 2007. Size and maturity status of the whale shark (*Rhincodon typus*) at Ningaloo Reef in Western Australia. *Fishes Research Special Issue*. 84(1): 81–86.
- [17] Den Hartog J. and Reijns R., 2011, v3.0I3S Contour MANUAL: Interactive Individual Identification System.
- [18] Speed, C.W., Meekan M.G., Rowat D., Pierce S.J., Marshall A.D., and Bradshaw C.J.A.. 2008. Scarring patterns and relative mortality rates of Indian Ocean whale sharks. *J Fish Biol.* 72(6): 1488–1503.

PALABRAS CLAVE: Rhincodontidae; actividad económica; turismo; evaluación; conservación.

Modificando Paradigmas Sociales: Los Jóvenes Embajadores del Tiburón Ballena, La Paz Baja California Sur, México

Espinoza-García, Surizaray, Amador-Amador, E., Castro-Gómez, E. & Rangel-Acevedo, R.

IEMANYA Oceánica, A. C.

Álvaro Obregón No 1665 int 106 Col Centro La Paz, B.C.S. surizaray@adoptashark.com.

Unidad Académica de Turismo

INTRODUCCIÓN

El tiburón ballena (*Rhincodon typus*) es una especie cosmopolita que se distribuye en aguas del Pacífico oriental desde el sur de California hasta el norte de Chile, incluyendo el Golfo de California, en este último se ha registrado como abundante desde Puerto Peñasco, Sonora hasta Cabo San Lucas, Baja California Sur y Mazatlán, Sinaloa. [1, 2].

El tiburón ballena se alimenta de una variedad de presas planctónicas y nectónicas, como eufásidos, larvas de copépodos, sardinas, anchovetas, macarelas, entre otras. Es una especie vivípara aplacentada que alcanza su madurez sexual a los 22 años [Tomado de 4], y una talla máxima de 16 m .

En la actualidad la educación ambiental se plantea la idea de que, para lograr los objetivos más relevantes, es necesario otorgar un papel activo a las persona que aprende, mediante un proceso de aprendizaje holístico y como consecuencia de ello, planeta la necesidad de facilitar la interacción con el entorno natural. [3,5].

Es por ello que en 2013 IEMANYA Oceánica, A. C. en coordinación con el Instituto Mexicano de la Juventud, el Instituto Sudcaliforniano de la Juventud, Organizaciones de la Sociedad Civil y Rebequitas Tour; empresa sudcaliforniana, desarrollaron el programa “Jóvenes Embajadores del Tiburón Ballena” como un esfuerzo más por acercar a los jóvenes sudcalifornianos a los tiburones y rayas para

fomentar una cultura de conciencia y compromiso ambiental.

METODOLOGÍA

Durante los meses de Octubre a Diciembre de 2013 se inicio con el programa “Jóvenes Embajadores del Tiburón Ballena”. Se impartieron 3 plásticas en 3 escuelas de nivel medio superior en La Paz, Baja California Sur; sobre la importancia de los tiburones, su problemática a nivel mundial y la importancia de la bahía de La Paz para el tiburón ballena como especie protegida en México por la Nom-059 SEMARNAT-2010. Se realizaron encuestas de entrada y salida para evaluar los conocimientos que los estudiantes tienen acerca de los tiburones y el tiburón ballena en la bahía de La Paz.

Además se diseñaron materiales de apoyo como fueron logo de la campaña, playeras, posters, fotografías, video, murales en las escuelas y se realizó un viaje de avistamiento al sitio de socialización del tiburón ballena en la bahía de La Paz como actividad complementaria.

El número de participantes se contabilizo mediante hojas de registros. La información de las encuestas fue estandarizada y analizada para poder conocer qué saben los jóvenes sobre los tiburones y ver si existe un cambio de su percepción sobre estos y la influencia de los medios de los medios de comunicación masiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron 181 encuestas de entrada y 170 de salida a alumnos de educación media superior.

De los encuestados se obtuvo que de manera general el 42% considera a los tiburones peligrosos, que atacan por instinto, el 39% los considera amigables si no se les molesta, mientras que el 19% los considera agresivos por que lo vio en Televisión. Sin embargo el 92% piensa que son importantes para el océano mientras que el 9% no los considera necesarios.

Al preguntarles sobre la importancia de los tiburones en los océanos el 89% considera que son necesarios para la cadena trófica, el 4% para el Turismo, otro 4% lo desconoce y el 1% piensa que son importantes para el desarrollo de la ciencia marina. Sobre las especies de tiburones que conocen o han escuchado nombrar y que habitan la bahía de La Paz tenemos que el tiburón ballena es la más conocida, seguido del tiburón martillo, cabe mencionar que algunos consideran al tiburón blanco como un residente de la bahía de La Paz (Tabla 1).

Especies de tiburones	Porcentaje de Especies conocidas	Porcentaje de Especies en la Bahía de La Paz.
MARTILLO	4%	10%
ZORRO	1%	0%
ANGELITO	3%	0%
MAKO	2%	0%
AZUL	18%	7%
PERRO	1%	0%
BALLENA	34%	58%
TIGRE	20%	5%
TORO	12%	3%
CAZON	5%	0%
DESCONOCE	0%	10%
*BLANCO	0%	7%
Total.	100%	100%

En relación al tiburón ballena el 66% sabe que se alimenta de plancton, el 27% considera que preferentemente lo hace de peces, el 8% de crustáceos, otro 8% de mamíferos marinos y el 3% lo desconoce. En lo referente a la importancia de la bahía de La Paz para el tiburón ballena el 52% considera que los tiburones ballena vienen a reproducirse, el 25% a alimentarse, el 20% lo desconoce y el 3% a sociabilizar, por lo tanto el 62% piensa que la bahía de La Paz es importante, mientras que el 34% cree que es irrelevante.

De las 170 encuestas realizadas posterior a la plática tenemos que el 44% opina que hay que protegerlos pues son esenciales para la cadena trófica, el 35 % son especies amigables en especial el tiburón ballena, el 14% opina que podría favorecer el turismo y la economía local, el 6% mostro interés por conocer más acerca de los tiburones e interactuar con el tiburón ballena.

En referencia al tiburón ballena encontramos que el 50 % ahora sabe que la bahía de La Paz es una zona importante para la alimentación de ésta especie, mientras que el otro 50% sigue considerando que es importante para la reproducción de la especie y fines turísticos.

El 89% de los encuestados mostraron interés en participar en programas de investigación que apoyen la conservación del tiburón ballena y otras especies de tiburones, por ser especies interesantes, por curiosidad, por aprender de él y por ser divertido.

CONCLUSIONES

Del total de encuestados tenemos que la mayoría de la población joven local tiene un ligero conocimiento acerca de los tiburones y en muchos de ellos prevalece la idea de espe-

cie peligrosa que ha sido cultivada por las películas de tiburones.

Rhincodon typus es tiburón carismático que causa curiosidad entre la gente local y turística lo que conlleva a la promoción de actividades recreativas como el avistamiento, generando una derrama económica considerable en la bahía de La Paz. Por lo que el tiburón ballena es una especie con un alto potencial para ser considerada insignia en campañas de educación ambiental enfocadas a tiburones.

Las campañas de sensibilización y protección de especies marinas, son una herramienta social fundamental para lograr cambios en los paradigmas establecidos por los medios de comunicación masiva, a causa de la falta de información y la distorsión de la misma en un mundo altamente globalizado.

Actualmente IEMANYA Oceánica, A. C. se encuentra implementando su programa de educación ambiental en la ciudad de La Paz y en comunidades pesqueras de Baja California Sur a fin de cambiar la percepción que se tiene de los tiburones, rayas y sus hábitats, y las especies con las que interactúan.

“Jóvenes Embajadores del Tiburón Ballena” forma parte de un programa denominado “Jóvenes Embajadores del Tiburón” y que busca tener bianualmente una especie insignia.

REFERENCIAS

- [1] Compagno, L.J.V., 1984. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Vol. 4, Part 1. Hexanchiformes to Lamniformes. FAO Fish Synopses 125: 1-250
- [2] Compagno, L.J.V., 2001. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Vol. 2, Bullhead mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). FAO Fish Species Catalogue for fishery Purposes 1(2). Rome, FAO. 269p.
- [3] Gुरुceaga, Arantazu y González García, Fermín M. 2004. Aprendizaje significativo y educación ambiental: análisis de los resultados de una práctica fundamentada teóricamente. Enseñanza de las Ciencias, 22(1) 115-136.
- [4] James Thomas Ketchum Mejía, 2003. Distribución Espacio-Temporal y Ecología Alimentaria del Tiburón Ballena (*Rhincodon typus*) En La Bahía de La Paz y Zonas Adyacentes en el Suroeste del Golfo de California, 1-90.
- [5] NOVO, M. 1998. *La educación ambiental. Bases éticas, conceptuales y metodológicas*. Madrid: Ediciones Unesco y Editorial Universitas, SA.

PALABRAS CLAVE: Tiburón ballena, *Rhincodon typus*, Baja California Sur, educación ambiental, conservación.

Pesca incidental de tiburones en la costa sur de Jalisco, México

Rodríguez-Matus, A, Galván-Piña, VH, Aguilar-Palomino, B, Briones-Hernández, SA, Hermosillo-Corona, JD, Barajas-Calderón, AV, Becerra-Vega, EA, Amezcua-Gómez, CA.

Universidad de Guadalajara, correo: rodriguez.matus11@gmail.com

Maestría en Ciencias para el Desarrollo Sustentabilidad y Turismo

INTRODUCCIÓN

Actualmente los tiburones son considerados un recurso pesquero altamente vulnerable a la sobre explotación debido a su bajo potencial reproductivo, reducido número de crías, largo periodo de gestación, crecimiento lento y largo periodo para alcanzar la madurez sexual, lo cual provoca la disminución en sus poblaciones (1, 2).

El tamaño de la pesca incidental de tiburón varía según la pesquería y depende del arte de pesca y el sitio de pesca, algunos artes utilizados son redes agalleras, redes de arrastre y palangres (3, 4, 5).

El estado de Jalisco se ubica en el décimo lugar de captura anual de tiburón, junto con Campeche, Guerrero, Yucatán, Veracruz, Michoacán, Quintana Roo y Tabasco, aportan el 10% del total del peso vivo de la captura de tiburones (6).

Actualmente no existen permisos de pesca de tiburón en el estado de Jalisco, sin embargo existe una alta captura incidental en la pesca artesanal con redes agalleras y cimbras, principalmente organismos juveniles de aproximadamente doce especies de elasmobranchios (7), que no es reportada completamente por los pescadores, desconociéndose su magnitud real, así como el estado de las poblaciones.

El objetivo del presente trabajo es describir el sistema de la pesca incidental de tiburones en la Costa Sur de Jalisco a partir de características biológicas de los organismos capturados y la dinámica de la flota.

METODOLOGÍA

Operación del arte de pesca

En la Costa Sur de Jalisco existe una flota dirigida a la pesca de pelágicos mayores que opera con pangas de no más de 8.2m de eslora, equipadas con motores de 60 a 115 Hp.

El arte de pesca es el palangre en superficie, consta de una línea principal de la cual penden de 300 a 400 líneas secundarias con anzuelos N° 4 y 5. La carnada utilizada en general son el calamar, barrilete, sardina y ojetón.

Aunque las especies objetivo son el dorado *Coryphaena hippurus* y peces de pico (pez vela, pez espada y marlín), se realiza una captura incidental importante de tiburones que no ha sido cuantificada.

La tripulación se compone por el capitán y tres pescadores, el capitán cubre todos los gastos de gasolina, hielo, carnada, artes de pesca y alimentos, con un costo promedio de inversión por viaje de pesca de aproximadamente \$1500.00. El área de pesca varía de entre las 6 y 30 millas, con un promedio de 20 millas, el tiempo de operación del palangre va desde las 6 y 8h, realizando la pesca durante todo el año.

La flota organizada en dos cooperativas pesqueras se compone aproximadamente de 50 embarcaciones, con un 60% de operación por día y una promedio de cuatro días por semana.

Obtención de datos

Durante marzo 2012 a noviembre 2013, se registró la captura incidental de tiburones a partir de organismos completos (no tronchos) en cinco embarcaciones de una de las cooperativas pesqueras de la zona al momento del desembarque. El esfuerzo de muestreo fue variable durante todos los meses debido principalmente a la dinámica de operación de la flota, la cual depende de las condiciones ambientales y la disponibilidad de carnada. Los organismos fueron identificados a nivel especie y se tomaron datos de longitud total (LT), longitud precaudal (LPC), longitud interdorsal: (punto de inserción de primera dorsal al origen de la segunda dorsal), peso y sexo.

RESULTADOS

Composición de la captura

Durante el periodo de muestreo, se registraron 288 organismos pertenecientes a ocho especies y seis géneros (*Carcharhinus*, *Prionace*, *Alopias* *Isurus*, *Sphyrna* y *Galeocerdo*). *C. falciformis* con el 83% fue la especie con mayor captura seguida de *A. pelagicus* con 5.56% y *P. glauca* con 5.2%, el resto fue aportado por *I. oxyrinchus*, *S. lewini*, *S. zygaena*, *G. Cuvier* y *C. longimanus* (Tabla 1).

Especie	mar-12	abr-12	may-12	jun-12	ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	ene-13	feb-13	mar-13	jul-13	oct-13	nov-13	Total
<i>C. falciformis</i>	5	1	24	7	2	25	16	2	33	5	1	39	66	16	240
<i>P. glauca</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	4	4	6	0	0	0	15
<i>A. pelagicus</i>	0	0	2	0	0	0	2	0	1	2	3	0	6	0	16
Otros	1	1	2	0	0	0	0	0	1	4	3	0	3	0	15
															288

Tabla 1. Relación de capturas por especie por mes (número de organismos)

Captura mensual

C. falciformis se registró en todos los meses del periodo de estudio, con una mayor captura en el mes de octubre 2013, al igual que *A. pelagicus*, mientras que para *P. glauca* fue en marzo 2013. *I. oxyrinchus*, *G. cuvier*, *S. lewini*, *S. zygaena* y *C. longimanus* tuvieron baja captura con un máximo de tres individuos por mes.

Proporción por sexos

La proporción de M:H para *C. falciformis*, *P. glauca* y *A. pelagicus* fue de 1:0.86, 1:2.75, 1:0.78 respectivamente, no existiendo diferencias significativas (X^2 1.08, 3.26, 1.12, $p = 0.05$).

Frecuencia por tallas

Las tallas con mayor frecuencia para *C. falciformis* fueron entre los 60-120cm (80.7%), para *P. glauca* 180-210cm (73.33%), mientras que para *A. pelagicus* la frecuencia de tallas fue aproximadamente proporcional entre los 120-290cm (Figura 1)

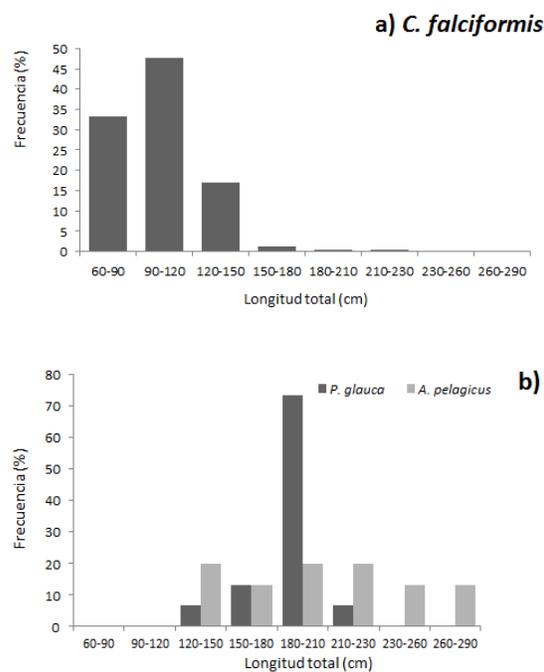


Figura 1. Abundancia por tallas para a) *C. falciformis*, b) *P. glauca* y *A. pelagicus*.

DISCUSIÓN

La composición de especies registrada en la captura incidental de tiburones en la costa Sur de Jali sco se atribuye a las características del sistema de pesca, principalmente el tipo de anzuelo, carnada y el área de operación de la flota. La alta captura de *C. falciformis* se relaciona con su capturabilidad debido a sus hábitos costeros y su comportamiento de asociación en su etapa juvenil con especies pelágicas, como dorado y peces de pico.

Por otra parte, son ampliamente conocidas las altas capturas de *C. falciformis* en muchas pesquerías del mundo, en México particularmente se ha advertido de una posible sobrepesca debido a la tendencia decreciente de las capturas en la última década.

La baja captura del resto de las especies de tiburón se atribuye principalmente a su baja presencia en ambientes costeros, debido a sus hábitos preferentemente oceánicos.

La frecuencia de tallas muestra principalmente a juveniles entre 65-180 cm (8) con una mayor captura en los meses de septiembre 2013, enero y octubre 2013, lo que sugiere que la flota pesquera opera dentro del área de crianza de la especie. Al respecto, Hoyos-Padilla et al., (2011) reportaron las temporadas reproductivas para *C. falciformis* durante los meses de junio a octubre, lo cual corresponde con la mayor captura de juveniles en el presente trabajo (1,3).

Considerando que los datos representan el 10% del tamaño de la flota, 25% del tiempo de operación mensual de la flota y el 50% de la captura por embarcación, con una captura promedio por mes de 22 organismos, se infiere una captura mensual aproximada de 1320 organismos, equivalente 15840 organismos por año.

Este trabajo representa una primera descripción de la pesca de tiburón en la costa sur de Jalisco y el primer esfuerzo para evaluar la pesca incidental, siendo necesario continuar con los registros y establecer un seguimiento permanente, incluyendo otras cooperativas pesqueras y captura incidental con redes agalleras, para realizar una estimación más realista.

CONCLUSIONES

Se registró una mayor captura de *C. falciformis* con relación a otras especies capturadas, indicando también una mayor vulnerabilidad para la especie.

La alta frecuencia de tallas pequeñas en *C. falciformis* sugiere que la flota pesquera opera en zonas de crianza o de reproducción.

La captura obtenida es dependiente de las características del arte de pesca y de la zona de operación de la flota con capacidad limitada para la captura de tiburones de tallas grandes.

La captura incidental de tiburones estimada proporciona una primera aproximación, posiblemente subestimada, que debe tomarse en cuenta en el manejo de los recursos pesqueros de la zona.

REFERENCIAS

- (1) Ramírez - Amaro, S.R., 2011, Caracterización de la pesquería artesanal de elasmobranquios en la costa sur Occidental de Baja California, México. Tesis de posgrado, Instituto politécnico nacional. La Paz, Baja California Sur, México. 82pp.
- (2) Walker, T.I., 1998, Can Shark resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries. Mar. fresh water Res.49: 553-572.
- (3) Cruz, A., Soriano, S.R., Santana, H., Ramírez, C.E., Valdez, J.J., 2010, La pesquería de tiburones oceánicos-costeros en los litorales de Colima, Jalisco y Michoacán. Biol. Trop. 59 (2): 655-667
- (4) Díaz, G.A., Serafy, J.E., 2005. Longline-caught blue Shark (*Prionace glauca*): Factors affecting the numbers available for live release. Fishery Bulletin. 103 (4): 720-724.
- (5) Shepherd, T.D., Myers, R.A., 2005, Direct and indirect effects on small coastal elasmobranchs in the northern Gulf of Mexico. Ecology letters. 8: 1095-1104.
- (6) SAGARPA. 2013. Anuario estadístico de Acuicultura y Pesca 2013. <http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx> (Acceso 10 Noviembre 2013).
- (7) Aguilar-Palomino, B., Pérez, C.R., Galván-Magaña, F., Abitia-Cárdenas, L.A., 2001. Ictiofauna de la bahía de Navidad, Jalisco, México. Biología Tropical 49: 173-190. Universidad de Costa Rica. C.R. América central.x
- (8) Hoyos-Padilla, M., Ceballos-Vázquez, P., Galván-Magaña, F., 2011. Reproductive Biology of the Silky Shark *Carcharhinus falciformis* (Chondrichthyes: Carcharhinidae) of the west coast of Baja California Sur, México. Aqua International Journal of Ichthyology 18: 1-15.

Reproducción de las rayas *Gymnura marmorata*, *Narcine entemedor* y *Urotrygon chilensis* en el Pacífico Ecuatoriano

Palma-Chávez J. J., A. F. Romero-Caicedo, J. E. Pincay-Espinoza. M. Carrera-Fernández

Departamento Central de Investigación, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Javijo_777@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Los elasmobranquios son un recurso pesquero importante, sin embargo el continuo aumento de los niveles de explotación parecen estar afectando la sustentabilidad de este recurso, causando una disminución de sus poblaciones en muchos lugares del mundo [1]. Además por sus características de historia de vida como son lento crecimiento, madurez tardía, baja fecundidad no responden satisfactoriamente a las técnicas de pesca y requieren décadas para alcanzar sus anteriores niveles poblacionales [2] [3].

En Ecuador los batoideos se capturan en gran medida incidentalmente como parte de pesquerías demersales y son escasos o nulos los estudios biológicos sobre este grupo. Por lo que el objetivo de este trabajo fue de describir aspectos de la biología reproductiva de tres especies de rayas capturadas en dos puertos pesqueros artesanales en la costa Ecuatoriana.

METODOLOGÍA

Los muestreos se realizaron en los puertos de Manta provincia de Manabí (0° 56'59''S; 80° 42'34''W) durante tres días a la semana y en Santa Rosa provincia de Santa Elena (02° 13'0''S; 80° 58'0''W) durante cuatro días al mes. Los pescadores capturan estos organismos como pesca acompañante utilizando chinchorros de playa y redes de enmalle de fondo. A cada individuo se le tomó la longitud total (LT), el ancho de disco (AD) y el largo de disco (LD), fueron sexados y en el

caso de los machos se midió la longitud de los gonopterigios verificando características de calcificación, rotación y apertura del rifión [4] y la presencia de semen [5]. El aparato reproductor fue colocado en bolsas plásticas etiquetadas y transportadas con hielo hacia el laboratorio de Ciencias Marinas del Departamento Central de Investigación, donde se tomaron medidas de varias estructuras reproductivas y se observaron sus características morfológicas para definir su estado de madurez de acuerdo a lo propuesto por Colonnello [6]. Las tallas se analizaron con histogramas de frecuencia y la proporción sexual bajo la hipótesis nula de igualdad 1:1 con la prueba ji cuadrada [7]. Se graficó la relación entre las estructuras reproductivas y la LT y/o AD ya que esto muestra el inicio de la madurez sexual [8].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Gymnura marmorata

La talla máxima en machos fue de 46 cm de AD, y en hembras 93 cm de AD (Fig. 1A), la que es menor a 122 cm de AD reportada en Bahía Almejas, México [9]. Se obtuvo una proporción sexual de 1,15:1 sometida a la prueba del ji cuadrado no es muy diferente de 1:1 lo cual no sugiere una segregación por sexos a diferencia de lo encontrado en la costa occidental de Baja California Sur, México de 2,15:1 [10]. Se encontraron machos inmaduros de hasta 37 cm de AD con una longitud de gonopterigios de 3.5 cm, mientras que a partir de los 39.5 cm de AD estos órganos presentaron características de total madurez midiendo hasta 6 cm de longitud, así como lo reporta [9] pero en talla de primera madurez

desde los 41 cm de AD. Las hembras menores a 62 cm de AD fueron inmaduras estas presentaron la glándula nidamental reducida en un tamaño de 0,7 cm de ancho, desde esta talla empieza a desarrollar sus órganos reproductores ya que los úteros se ensanchan llegando a tener un ancho de 5,7 cm en una hembra grávida de 73 cm de AD. Con un ancho de ovario de 5,8 cm de AD. Lo cual coincide con [9] que antes de esta misma talla de 62 cm de AD todas son inmaduras y que se las considera maduras desde los 68 cm de AD.

Narcine entemedor

En los machos se registró una talla máxima de 83 cm de longitud total, y en hembras 110 cm de LT (Fig. 1B), esta última es mayor a 93 cm de LT, talla máxima reportada en Bahía Almejas, México [11]. La proporción por sexos fue de 1,21:1 sin presentar diferencias significativas por lo que no se sugiere una segregación sexual esta es similar a la proporción en embriones de 1,1:1 encontrada en México [11]. Los machos inmaduros alcanzaron tallas de hasta 46 cm de LT con clasper que no sobrepasaron los 7 cm de longitud, de esta talla en adelante los órganos copuladores alcanzan sus características de madurez y un crecimiento hasta 12,5 cm de longitud. Esto es similar a los 46 cm de LT en la talla de madurez sexual registrada en Bahía Almejas, México [11]. Las hembras que presentaron tamaños menores a 62 cm de LT fueron consideradas inmaduras al presentar estructuras no desarrolladas, con la glándula nidamental en tallas de 0,8 cm de ancho la cual en la etapa adulta desarrollo hasta 1,2 cm de ancho, los úteros de las hembras grávidas lograron ensancharse hasta los 11 cm, y en una hembra madura de 90 cm de LT se registró un ancho de ovario de 9,2 cm el cual se reduce en 5,2 cm de ancho en hembras postparto.

Urotrygon chilensis

Se registraron un total de 127 organismos de vida libre, 29 machos y 98 hembras. La menor talla fue de 7,8 cm de ancho de disco y la mayor de 25,5 cm de AD (Fig. 1C) similar a lo registrado en las costas de Sinaloa, México [12]. La proporción de sexos fue de 3.3:1 diferente a lo registrado en el Golfo de Tehuantepec y las costas de Sinaloa respectivamente [13] y [12]. Los machos presentaron gonopterigios de 0,5 a 4,5 cm de largo, encontrándose los organismos de 12,3 a 18 cm de AD con gonopterigios de 2,4 a 4 cm de largo en la etapa de transición para llegar a la madurez sexual, similar a lo registrado por [12] con una fase de transición de 11,5 a 18,3 cm de AD. Las hembras en estadio maduro presentaron glándulas de 0,3 a 1 cm de ancho, sin mostrar diferencias con las hembras maduras sexualmente, en hembras juveniles la glándula es casi imperceptible.

En *Urotrygon chilensis* se encontró que solo el ovario izquierdo es funcional. En lo que respecta al diámetro de los ovocitos se pueden observar que éstos empiezan su desarrollo a partir de los 16 cm de AD del organismo, pues a esa talla ya se pueden observar los ovocitos en el ovario, lo cual es semejante a lo reportado en México [12], donde se reporta que los ovocitos empiezan su desarrollo de los 14 a los 16 cm de AD, encontrándose un crecimiento abrupto de los ovocitos en los 15 cm de AD. El ancho de los úteros vario desde 0.5 a 4.1 cm de ancho, encontrándose los mayores anchos de úteros en las hembras con embriones. Se encontraron embriones en ambos úteros por lo que ambos son funcionales, pero en la mayoría de hembras el útero izquierdo fue el dominante, esto se debe a que mientras las camadas son pequeñas el útero izquierdo es el utilizado por la proximidad con el ovario izquierdo como se ha observado en *Urolophus halleri* [14]. Para este

trabajo se encontró una máxima fecundidad de 4 embriones por hembra, esto tiene similitud a lo reportado en México donde se encontró una máxima fecundidad de 5 embriones por hembra para *Urotrygon chilensis* [12] y en Colombia donde se encontró una máxima fecundidad de 3 embriones por hembras en la especie *Urotrygon rogersi* [15]. Los embriones se encontraron en hembras con tallas \geq 18.5 cm de AD igual a lo registrado por [12] en las costas de Sinaloa, México.

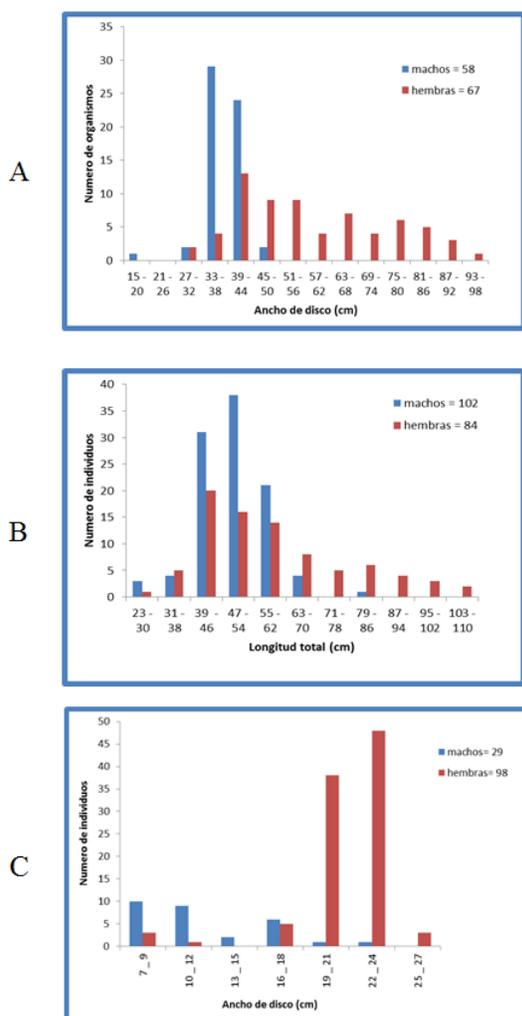


Figura 1 Composición de tallas de *Gymnura marmorata* (A), *Narcine entemedor* (B) y *Urotrygon chilensis* (C).

CONCLUSIONES

Gymnura marmorata

Las hembras superaron en tamaño a los machos en casi un 50%, la proporción no fue diferente de 1:1 por lo que no existe segregación sexual en los machos el crecimiento de los gonopterigios es diferenciado pero se observó una relación entre el ancho de disco, mientras que las hembras presentaron el ovario izquierdo y los dos úteros funcionales.

Narcine entemedor

Las hembras alcanzaron longitudes mayores que los machos con una diferencia de 27 cm, la proporción sexual no fue diferente de 1:1 por lo que no se sugiere una segregación por sexos, se observó que el crecimiento de los gonopterigios es diferenciado pero se lo puede relacionar con la longitud total.

Urotrygon chilensis

Las hembras presentaron las mayores longitudes a diferencia de los machos que se encontraron en las menores tallas. Se sugiere una segregación por sexos para la especie, en los machos se observó que el crecimiento de los gonopterigios es proporcional a la talla del individuo, en las hembras de esta especie se estableció un ciclo reproductivo consecutivo, además que solo el ovario izquierdo es funcional. Ambos úteros son funcionales, con predominancia del izquierdo, además se estableció que la talla materna podría ser un indicador de mayor fecundidad.

REFERENCIAS

- [1] Cortes, E. 2008. Comparative life history and demography of pelagic sharks. pp. 309-322. In: M.D. Camhi, E. K. Pikitch & E. A. Babcock (Eds.) *Sharks of the Open Ocean: Biology Fisheries and Conservation*, Blackwell, Oxford, U.K.
- [2] Holden, M. J. 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobranchs populations and some suggested solutions. In: *Sea fisheries research*. F. R. Harden Jones (Eds.). Halsted Press, J. Wiley & Sons, New York. 117-137 pp.
- [3] Cailliet, G. M. y Bedford, D. W. 1983. The biology of three pelagic sharks from California waters, and their emerging fisheries: A review. *CalCOFI Rep.* 24:57-68.
- [4] Braccini, J. M. & Chiaramonte, G. E. 2002. Biology of the skate *Psammobatis extenta* (Garman, 1913) (Batoidea: Rajidae). *Revista Chilena de Historia Natural* 75, 179-188.
- [5] Pratt, H. L. Jr. 1979. Reproduction of the blue shark, *Prionace glauca*. *Fish. Bull.* 77: 445- 470.
- [6] Colonello J. 2009. Ecología reproductiva de tres batoideos (Chondrichthyes): *Atlantoraja castelnaui* (Rajidae), *Rioraja agassizi* (rajidae) y *Zapteryx brevirostris* (Rhinobatidae): implicancias de distintas estrategias adaptativas en un escenario de explotación 89 comercial intensiva. Tesis de doctorado. Universidad Nacional de la Plata, Argentina. 181pp.
- [7] Daniel, W. W. 2002. *Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud*. 4ª Edición. Editorial Limusa. México. 755 pp.
- [8] Natanson, L. J. y Cailliet, G. M. 1986. Reproduction and development of the pacific angel shark, *Squatina californica*, off Santa Barbara, California. *Copeia* (4):987-994.
- [9] Dávila-Ortiz, J. 2002. Biología reproductiva de la raya mariposa *Gymnura marmorata* (Cooper 1863) en Bahía Almejas B.C.S. México. Tesis. Licenciatura en biología marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S. 45 pp.
- [10] Burgos-Vázquez, I. 2013. Biología reproductiva de la raya mariposa *Gymnura marmorata* (Cooper, 1864) en la costa occidental de baja california sur, México. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz Baja California Sur, México.
- [11] Villavicencio-Garayzar, C. 2000. Taxonomía, abundancia estacional, edad y crecimiento y biología reproductiva de *Narcine entemedor* Jordán y Starks (Chondrichthyes; Narcinidae), en bahía almejas, B.C.S., México. Tesis de Doctorado. UANL Monterrey-México. 138 pp.
- [12] Rubio lozano M. S. 2009. Aspectos reproductivos de la raya *Urotrygon chilensis* (Gunther, 1871) en las costas de Sinaloa, México. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. 71 pp.
- [13] Silva Nicolás Gabriela Mireya y Torres-Huerta A. M. 2008. Distribución, abundancia y variación intraespecífica en la morfología externa de la raya chilena (*Urotrygon chilensis*) en el Golfo de Tehuantepec, México. III Simposium Nacional de Tiburones y Rayas. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. México. 22-26.
- [14] Babel J. S. 1967. Reproduction, life history and ecology of the round stingray,

Urolophus halleri Cooper. *Fisheries Bulletin of the California. Department of Fish and Game*. 137:1-104.

[15] Mejía-Falla P. A., Navia A. F. and Cortés E. 2012. Reproductive variables of *Urotrygon rogersi* (Batoidea: Urotrygonidae): a species with a triannual reproductive cycle in the eastern tropical Pacific Ocean. *Journal of Fish Biology*. 80:1246-1266.

PALABRAS CLAVE: Ecuador, batoides, madurez, segregación, gonopterigios.

Reproducción y alimentación de *Urotrygon munda* (raya redonda) en la costa sur de Jalisco, México

Lucano-Ramírez, G., S. Ruiz-Ramírez., J.R. Flores-Ortega., E. Godínez-Domínguez, G. González-Sansón

Universidad de Guadalajara lucanorg@costera.melaque.udg.mx

INTRODUCCIÓN

Los elasmobranquios son vulnerables debido a su tasa de crecimiento lenta, la madurez sexual la alcanzan a edades tardías y su baja fecundidad, que resultan en un potencial reproductivo reducido. Es por esto, la disminución en la abundancia y las alteraciones en su distribución, son las principales respuestas de las poblaciones a la sobrexplotación y el decaimiento de las mismas ya sean estas por causas naturales o antrópicas, han sido el resultado de una labor de numerosos años de estudio [1].

Los estudios reproductivos y alimentarios en conductivos son importantes para el entendimiento de su ciclo natural, determinando como los individuos en sus diferentes estadios de madurez pueden desempeñar distintas funciones en el ecosistema [2,3]. Esta información es relevante para futuros planes de manejo y conservación de especies.

METODOLOGÍA

Se realizaron 67 arrastres con redes tipo camaronero en estratos de fondos blandos (20, 40, 60 y 80 m) en cuatro sitios de la costa sur del estado de Jalisco, México. Los organismos se capturaron por la noche, se coloraron en hielo y se transportaron al laboratorio para ser procesados. *Urotrygon munda* fue separada del resto de la captura, se registró la longitud total (cm), peso total (g) y el sexo. Las hembras que presentaron embriones en el vientre, se separaron y posteriormente se

extrajeron los embriones para medirlos (LT), pesarlos (PT) y se registró el sexo. También se extrajeron los estómagos, se etiquetaron y congelaron hasta su posterior análisis. Los estómagos de las rayas fueron agrupados por periodo de estudio (verano e invierno) y clase de talla (>25, 25-38, <38 cm). Los estómagos vacíos no fueron considerados para análisis posteriores. Los organismos presa presentes dentro del estómago se identificaron al taxón mínimo posible con la ayuda de claves especializadas para cada grupo. Los componentes alimentarios encontrados se cuantificaron de acuerdo a los métodos numéricos (N), gravimétrico (G), frecuencia de ocurrencia (FO) y el índice de importancia relativa (IIR) que permite valorar la importancia de cada categoría en la dieta y es expresado en porcentaje (%). Fue estimado el índice de Smith (1982) para conocer la amplitud del subnicho trófico y el tipo de estrategia alimentaria que emplea esta especie al momento de alimentarse.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se colectaron 741 organismos de los cuales 418 fueron hembras y 323 fueron machos con una proporción de 1:0.77 ($X^2=12.18$ $p<0.001$). En *U. venezuelae* se presentó una proporción equilibrada [1], sin embargo [2] se ha mencionado que las hembras preñadas posiblemente ocupen aguas costeras más someras. Las hembras no preñadas presentaron talla promedio de 32.3 cm (12 a 53.8 cm), los machos 27.1 cm (10.6 a 44.1) y las hembras preñadas 42.0 cm (29 a 52 cm) (Figura 1). Igual que en *U. venezuelae*, las hembras

presentaron tallas mayores que los machos [4].

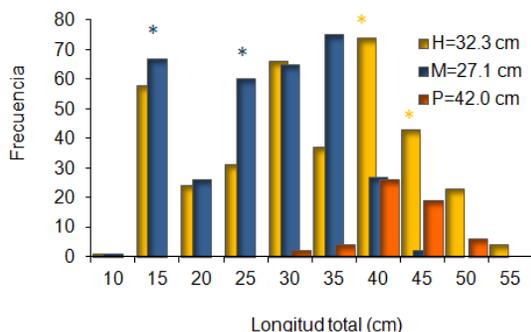


Figura 1. Frecuencia en las distintas marcas de clase de hembras (H), machos (M) y hembras preñadas (P) de *U. munda*. * diferencia significativa.

La distribución de las tallas se presentan en la figura 1, en donde se puede observar que los machos predominaron en las marcas de clase de 25 y 35 cm y las hembras en las marcas de clase de 40 y 45 cm. Las hembras preñadas se presentaron solo en las marcas de clase de 30 a 50 cm.

A lo largo de los meses de muestreo, las tallas promedio de las hembras oscilaron entre 26.2 a 38 cm, mientras que los machos entre los 22.7 a 32.7 cm y las hembras preñadas entre los 41.5 a 44.2 cm (Figura 2).

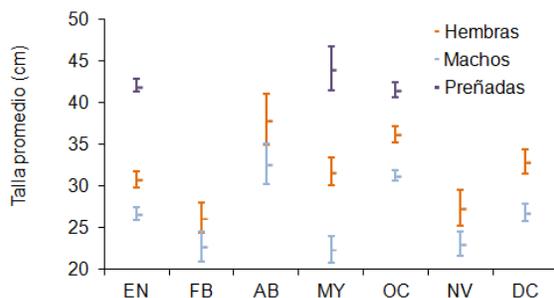


Figura 2. Talla promedio mensual de hembras, machos y hembras preñadas en el Pacífico mexicano.

La mayor frecuencia de organismos se presentó en los meses de enero y octubre, en donde también se observaron más hembras

preñadas (Figura 3). Se ha mencionado una estacionalidad en la captura debido a la reproducción ya que en este periodo se capturó un gran número de hembras preñadas [5].

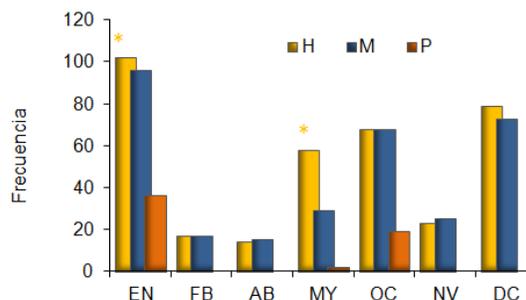


Figura 3. Frecuencia de hembras (H), machos (M) y hembras preñadas (P) en los meses de muestreo. * diferencia significativa.

El mayor número de embriones encontrados en algunas hembras fue de ocho y el promedio 3.4. Este promedio fue semejante al encontrado en *U. microphthalmum* [5]. De los embriones muestreados, 67 fueron hembras, mientras que 40 fueron machos, con proporción 1:0.60 ($\chi^2=6.81$, $p=0.009$). Las tallas oscilaron entre 12.17 a 15.50 cm, la mayor frecuencia de hembras (20) se observó en la marca de clase de 13 cm, mientras que los machos (9 organismos) en las marcas de clase de 13 y 14 cm (Figura 4).

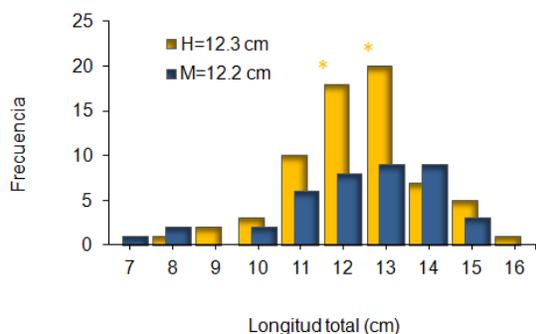


Figura 4. Frecuencia de embriones hembras (H) y machos (M) en las distintas marcas de clase. * diferencia significativa.

Para describir la dieta de *U. munda* fueron analizados en total 418 organismos con una talla entre los 12 y 53.8 cm de LT. Se identificaron en total 27 categorías alimentarias, 23 se encontraron en el periodo de verano y 20 en el invierno. Las categorías de crustáceos son las de mayor número con 16, en segundo término los peces con seis, los poliquetos con tres y los moluscos con dos. Los camarones de las familias Processidae, Ogyridiidae y Penaeidae juntas alcanzan más del 96% del IIR total de las presas encontradas en la dieta, las categorías de peces solo alcanzan el 1.4%, los poliquetos y moluscos el 0.22 y 0.3% del IIR total respectivamente. (Tabla 1). La base alimentaria descrita para las especies de Rajiformes en todo el mundo se conforma principalmente crustáceos, peces pequeños, moluscos, poliquetos e invertebrados del zooplankton [6, 7, 8, 9], patrón similar para este especie en el área de estudio.

En ambas temporadas (verano e invierno) *U. munda* consume categorías de crustáceos en una proporción mayor del 97% del IIR% de los componentes alimentarios de la dieta, el resto entre categorías de peces y poliquetos (Figura 5). Esta especie en las tres clases de talla (>25, 25-38, <38 cm) las categorías alimentarias del grupo de los crustáceos tienen la mayor proporción en la dieta entre las que destacan camarones de las familias Ogyridiidae, Processidae, Penaeidae, cangrejos de la

familia Portunidae y estomatópodos de la familia Squillidae.

Tabla 1. Composición general de la dieta de *U. munda*

	N%	W%	FO%	IIR%
Crustáceos				
Albuneidae	0.05	1.41	0.96	0.02
Amphypoda	0.73	0.22	2.64	0.04
Brachyura (Larvas)	0.62	0.30	5.53	0.07
Calappidae	0.09	0.93	1.68	0.02
Crustaceos n.i.	0.27	2.98	5.05	0.23
Isopoda	0.13	0.01	1.44	<0.01
Leucosiidae	0.01	0.08	0.24	<0.01
Ogyridiidae	32.59	23.14	42.07	33.24
Penaeidae	0.92	7.94	9.38	1.18
Portunidae	0.59	2.54	6.73	0.30
Processidae	60.37	36.31	45.67	62.61
Raninidae	0.06	0.43	1.20	0.01
Squillidae	0.51	2.15	8.17	0.31
Sicyonidae	0.03	0.32	0.48	<0.01
Solenoceridae	0.04	0.39	0.24	<0.01
Stomatopoda (Larvas)	0.87	2.31	7.21	0.33
Moluscos				
Gasteropodos n.i.	0.03	0.04	0.48	<0.01
Loliginidae	0.03	2.79	0.48	0.02
Peces				
Bothidae	0.09	0.98	0.72	0.01
Congridae	0.01	0.10	0.24	<0.01
Nettastomatidae	0.14	1.51	2.40	0.06
Ophictidae	0.04	0.51	0.24	<0.01
Paralichthyidae	0.32	2.94	1.68	0.08
Peces n.i.	0.70	6.73	11.78	1.24
Poliquetos				
Poliqueto n.i.	0.18	0.51	1.44	0.01
Amphynomidae	0.29	0.37	0.96	0.01
Serpulidae	0.32	2.07	6.01	0.20

De acuerdo al índice de Smith, *U. munda* presenta una estrategia alimentaria de tipo generalista ya que consume un amplio rango de tipos de presas. Al igual que en este trabajo [9, 10] se ha reportado esta misma estrategia alimentaria para esta misma especie en el área de estudio. *U. munda* aprovecha la disponibilidad y abundancia de algunas categorías presas en el medio, pero al igual sigue consumiendo otras presas sin discriminarlas, esta es una clara estrategia de oportunismo alimentario para consumir los recursos con mayor abundancia.

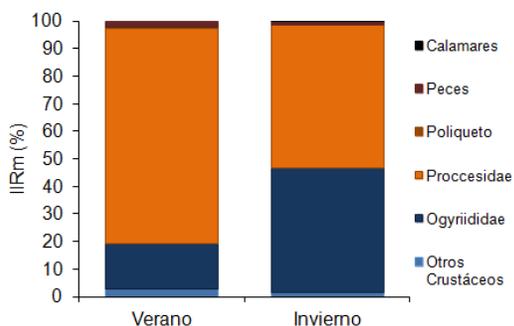


Figura 5. Principales componentes alimentarios de *U. munda* para cada periodo de estudio.

CONCLUSIONES

En los adultos, el número de hembras fue significativamente mayor al de machos.

Las hembras presentaron talla promedio mayor que los machos.

La proporción de sexos en los embriones fue dominada por las hembras.

En enero y octubre se encontró un mayor número de hembras preñadas.

La dieta está compuesta principalmente de crustáceos entre los de mayor importancia las categorías de crustáceos. Los moluscos, peces y poliquetos son las categorías que completan la dieta de *U. munda*.

La estrategia alimentaria que emplea es generalista y tiene un amplio subnicho trófico.

U. munda también es un depredador oportunista, ya que aprovecha la disponibilidad y abundancia de los recursos alimentarios en el medio.

REFERENCIAS

[1] Bonfil, R. 1994. *Overview of world elasmobranch fisheries*. FAO Fish. Tech. Rome.

[2] Bagenal, T.B. 1978. *Ecology of freshwater fish production*. Blackwell, Oxford.

[3] Cortés, E. *Journal of Marine Science*. 56, 1999, 707-717.

[4] Grijalva-Bendeck, M., C. Polo-Silva, K. Acevedo, F. Moreno y D. Mojica. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 40, 2012, 300-315.

[5] Almeida, S.Z., J.S. Nunes y C.L. Costa. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*. 29, 2000, 67-72

[6] Ebert D.A y P.D. Cowley. *Marine and Freshwater Research*. 54, 2003, 957-965

[7] Sampson L., F. Galván-Magañe, R. De Silva-Dávila, S. Aguiñiga-García y J.B. O'Sullivan. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 90, 2010, 969-976.

[8] Schlussel V, M.B. Bennett y S.P Collin. *Marine and Freshwater Research*. 61, 2010, 1278-1289.

[9] Flores-Ortega J.R., E. Godínez-Domínguez, G. González-Sansón, J.A Rojo-Vázquez, A.Corgos y M.Y. Morales-Jáuregui. *Ciencias Marinas*, 37, 2011, 279-292.

[10] Valadez-González M.C., M. Saucedo-Lozano y A.R. Raymundo-Huizar. 2006. *Los Recursos Marinos y Acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*. INP-SAGARPA, México.

PALABRAS CLAVE: Hembras preñadas, embriones, proporción sexual, dieta y estrategia alimentaria.

Distribución de *Urotrygon chilensis* (Günther, 1872) (Myliobatiformes: Urolophidae) en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec, México

Cuevas-Gómez Gabriela Alejandra y Torres-Huerta A. M.

Instituto de Recursos, Universidad del Mar. Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México. C.P. 70902.
ale_cuevas51@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Las redes de arrastre de fondo, utilizadas en la pesca de camarón, genera la mayor biomasa proveniente de captura incidental debido a la baja selectividad [1]. La alteración física del fondo marino y la consiguiente pérdida de hábitat que provocan estas artes de pesca, además de la captura y la mortalidad de las especies no objetivo, pueden causar cambios significativos en la estructura de la comunidad béntica. Estas comunidades pueden declinar en una escala de tiempo corto (es decir, décadas), a menudo sin detección [2].

En el Golfo de Tehuantepec los peces batoideos son uno de los grupos más afectados por las redes de arrastre, debido a sus hábitos bentónico-demersales [3], aunado a esto, sus características biológicas que las hacen susceptibles a la sobreexplotación, causando una recuperación lenta en las poblaciones cuando se someten a una pesca excesiva [4]. La raya chilena *U. chilensis* (Günther, 1872) es frecuentemente capturada en la pesca de camarón, sin embargo desconocemos los aspectos básicos de su biología. El objetivo de este trabajo es aportar información referente a la distribución y abundancia de esta especie.

METODOLOGÍA

Se realizaron tres campañas de recolectas de peces batoideos en la costa de Oaxaca y Chiapas durante diciembre de 2009, marzo y junio de 2010. Los organismos fueron capturados a una profundidad entre 12 y 52 metros con una duración promedio de 10 días por viaje. De cada arrastre se registro número, sexo, ancho de disco y estado de madurez de las rayas redondas capturadas.

La abundancia fue estandarizada al área de barrido de cada arrastre. In situ se tomaron los parámetros de profundidad y la posición geográfica. Con ayuda del paquete estadístico Primer 6 se realizó un análisis cluster y un análisis de Escalamiento Multidimensional (MDS) para agrupar con respecto a la abundancia los estados de madurez y sexo. Mediante un ANOSIM se estableció si existían diferencias significativas en las estaciones de muestreo con base al estado de madurez con respecto a la temporalidad en términos de abundancia. Se realizaron histogramas de frecuencia de tallas usando el programa STATA. Se calculó el coeficiente de segregación sexual de acuerdo a lo mencionado por Conrad & Roper (2000) [5].

Se realizaron mapas digitales del Golfo de Tehuantepec con ayuda del programa Arcgis 9.3 para representar la distribución y abundancia de la especie, la distribución de los grupos en cada estación donde se realizó un arrastre de fondo y la distribución de las mayores concentraciones de neonatos y hembras grávidas que permitan identificar las zonas de crianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron un total de 243 arrastres de fondo en tres campañas de recolecta en el Golfo de Tehuantepec, de los cuales en 215 se registro la raya chilena. Un total de 6,398 individuos fueron capturados, registrándose 2,877 (45%) machos y 3,521 (55%) hembras. La mayor abundancia y biomasa estandarizada se observó en marzo de 2010, y las menores en junio de 2010. Por estado de madurez-sexo, se observó que los machos adultos con 22% fueron el grupo más abundante en diciembre de 2009 y marzo de 2010, y las hembras adultas con embriones

dominaron con un 24% en junio 2010 (Tabla 1).

Agrupaciones por estado de madurez

El análisis de agrupamiento identificó seis agrupaciones para cada uno de los meses de muestreo (Figura 1). En diciembre de 2009 el MDS separó claramente a las hembras juveniles, hembras adultas con y sin embriones. Lo anterior fue confirmado con el ANOSIM, el cual identificó diferencias entre las hembras con ($R>0.85$, $p=0.001$) y sin embriones ($R>0.81$, $p=0.001$) y hembras juveniles ($R>0.97$, $p=0.001$) con el resto de los grupos. Se observó un ligero traslape de machos adultos con organismos juveniles y en maduración. El ANOSIM no identificó un traslape significativo entre los organismos en maduración y los machos adultos ($R=0.832$, $p=0.001$), ni entre organismos juveniles y machos adultos con el grupo de machos adultos ($R=0.795$, $p=0.001$).

Tabla 1. Abundancia estandarizada por estado de madurez-sexo de cada campaña de recolecta.

Estados de madurez	Diciembre 2009	Marzo 2010	Junio 2010
Macho juvenil	369	426	162
Macho en maduración	187	157	168
Macho adulto	425	693	289
Hembra juvenil	387	437	124
Hembra en maduración	186	291	101
Hembra adulta con embriones	149	531	318
Hembra adulta sin embriones	253	549	168
Hembra adulta postparto	12	17	0

Para marzo de 2010 el ANOSIM separó a las hembras con embriones ($R>0.74$, $p=0.001$) y en maduración ($R>0.83$, $p=0.001$) con el resto de los grupos. Se observó un traslape de hembras en maduración, machos juveniles y adultos con agrupaciones compuestas principalmente de hembras adultas, machos adultos y juveniles. El ANOSIM no identi-

có un traslape significativo entre machos juveniles y machos adultos con machos juveniles y hembras en maduración ($R>0.812$, $p=0.001$); aunque entre machos adultos y machos juveniles, machos adultos y hembras en maduración identificó un ligero traslape ($R>0.697$, $p=0.001$); para machos juveniles y machos adultos, machos juveniles y hembras en maduración si existe un traslape más notable ($R>0.518$, $p=0.001$).

En junio de 2010 se observa que existe un ligero traslape entre todos los grupos. Para esto, el ANOSIM confirmó que no existe un traslape significativo entre estas agrupaciones ($R>0.723$, $p=0.001$).

La agrupación que presentó la mayor amplitud espacial en diciembre de 2009 fue la de organismos juveniles y machos adultos que fueron registrados frente a Laguna Superior e Inferior hasta Puerto Madero; además, los organismos juveniles y machos adultos generalmente se encuentran en la zona costera. Los machos adultos solo se distribuyeron en la parte occidental desde Laguna Buenavista hasta Puerto Madero. Los machos adultos tienden a agruparse con las hembras (con y sin embriones) y organismos en maduración. Las mayores densidades se observó frente a la Laguna Buenavista, Santa Cruz y La Encrucijada. Mientras que, la mayor biomasa frente a La Encrucijada. Además se observó que la mayor densidad y biomasa corresponde a los organismos juveniles y machos adultos con 1,097.43 ind/ha y 125,819.68 kg/ha, respectivamente.

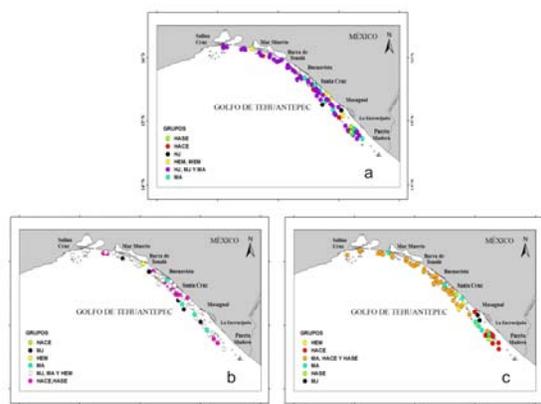


Figura 1. Representación de las agrupaciones en los mapas georeferenciados, a) diciembre 2009, b) marzo 2010 y c) junio 2010.

En marzo de 2010 los organismos juveniles y machos adultos fueron observados con una amplia distribución sobre la costa de Salina Cruz hasta Puerto Madero, además existe un agregado más notorio con las hembras adultas con y sin embriones y con hembras en maduración y los machos adultos se siguen distribuyendo en la zona occidental. Las mayores densidades y biomásas se localizaron frente a la Laguna Buenavista. Los machos adultos, machos juveniles y hembras en maduración tuvieron la mayor densidad y biomasa con 1239.6 ind/ha y 90478.57 kg/ha respectivamente y los valores mínimos pertenecen a hembras adultas con embriones con 0.83 ind/ha y 161.03 kg/ha.

En junio de 2010 se observó que la distribución y presencia de los organismos juveniles disminuyó y los machos adultos junto con las hembras adultas con y sin embriones son los organismos que tuvieron una amplia distribución a través de la zona costera, aunque un porcentaje de los machos adultos se sigue distribuyendo en la misma zona que los anteriores muestreos, además cabe mencionar que las hembras adultas con embriones se distribuyen de Masagual, La Encrucijada y Puerto Madero. Las mayores densidades se observaron frente a Mar Muerto, Barra de Tonalá y la Laguna Buenavista y las mayores biomásas frente a Mar Muerto y la Laguna Buenavista. Los machos adultos y hembras adultas con y sin embriones fue el

grupo con mayor densidad 515.08 ind/ha y biomasa 69890.34 kg/ha.

Frecuencia de tallas

Las hembras observadas en las tres campañas de recolecta tuvieron un intervalo de ancho de disco (AD) de 5.4 cm a 21.4 cm y los machos de 5.4 a 23 cm de AD.

Segregación sexual

El análisis de segregación sexual para cada uno de los muestreos indicó que en el mes de marzo de 2010 se presentó una mayor segregación sexual para esta especie en la plataforma del Golfo de Tehuantepec. En las tres campañas se observó segregación en toda la plataforma continental aunque en diferentes proporciones, en marzo de 2010 se presentó un grupo de segregación importante que abarcó desde la Barra de Tonalá hasta Masagual, para junio del 2010 existe un grupo de segregación mínima de Masagual hasta Puerto Madero. Para diciembre del 2009 los machos adultos tienden a agruparse con las hembras con y sin embriones y con organismos en maduración, aunque en marzo de 2010 esta segregación fue más notoria.

Zonificación de posibles áreas de crianza

Las mayores densidades de hembras adultas con embriones en avanzado estado de desarrollo y neonatos se observaron en diciembre de 2009 frente a La Encrucijada, en general estas densidades se dieron a una profundidad de 19 a 44 m y las mayores con respecto a las hembras adultas con embriones a 44 m y para juveniles a 43 m.

CONCLUSIONES

U. chilensis se determinó que es abundante y frecuente en los arrastres camaroneos de las campañas de recolecta, por lo que es una especie de alta ocurrencia en la fauna de acompañamiento en la pesca de camarón.

En marzo de 2010 (temporada de secas) se observó la mayor densidad y biomasa, esto podría ser debido a la presencia de los vientos tehuanos en esta época, ya que provocan mezcla en la capa superficial del mar, dando como resultado una alta concentración de nutrientes determinando así la alta productividad primaria [6].

En diciembre del 2009 los machos adultos y juveniles generalmente se encuentran en la zona costera. Los machos adultos tienden a agruparse con las hembras con y sin embriones y con los organismos en maduración en diciembre de 2009 y marzo de 2010, aunque esta segregación es más notoria en marzo.

Las mayores densidades y biomasa se localizaron frente a sistemas lagunares, debido a la dinámica ecológica de estos y ya que la mayoría de especies que componen los recursos pesqueros probablemente utilizan con intensidad la zona costera, como área de alimentación, crecimiento y reproducción [7].

La mayor densidad con respecto a hembras adultas con embriones y neonatos se registro en diciembre de 2009 frente a La Encrucijada a un intervalo de profundidad de 19 – 44m. Esta zona puede ser una posible área de crianza, debido a que se conoce que los elasmobranchios optan por áreas ricas en nutrientes que propician el incremento de productividad primaria que a su vez enriquecerán las fuentes primordiales de alimento para los organismos neonatos y jóvenes en las áreas de crianza (lagunas costeras, estuarios y marismas) [8].

REFERENCIAS

[1] Font-Chávez, L., Sánchez, R. y Valdés, E. Uso de aditamentos de escape de peces en redes camaroneras gemelas en la empresa pesquera industrial de Santa Cruz del Sur. Resultados preliminares. 2005, Cuba. FAO.

[2] Casey, J. M. y Myers, R. A. *Near extinction of a large widely distributed fish*, 281, 1998, 690–692 pp.

[3] Tapia-García M. 1998. *El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos*. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

[4] FAO. 2000. *Fisheries management: Conservation and management of sharks*. FAO. Roma. In: Rubio M. S. 2009. Aspectos reproductivos de la raya *Urotrygon chilensis* (Günther, 1871) en las costas de Sinaloa, México. Tesis de licenciatura. UNAM. 71 p.

[5] Conradt, L. y Roper, T. J. *Activity synchrony and social cohesion: a fission-fusion model*, 267, 2000, 2213-2218 pp.

[6] Tapia-García, M., García, M. C., Carranza, A. y Vázquez, F. *Environmental characterization of the continental shelf of the Gulf of Tehuantepec, México*. 46, 2007, 249-260 pp.

[7] Tapia-García, M. y Gutiérrez, B. Recursos pesqueros de los estados de Oaxaca y Chiapas, Cap. 11: 149-162 p. In: Tapia-García M. 1998. *El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos*. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

[8] Salomón-Aguilar, C. A., Villavicencio-Garayzar, C. J., Reyes-Bonilla, H. *Shark breeding grounds and seasons in the Gulf of California: Fishery management and conservation strategy*, 35, 2009, 369-388 pp.

PALABRAS CLAVE: Densidad, biomasa, peces demersales, fauna de acompañamiento, redes de arrastre.

Primera edición, abril 2014

D. R. © SOMEPEC

Cuidado de la edición:

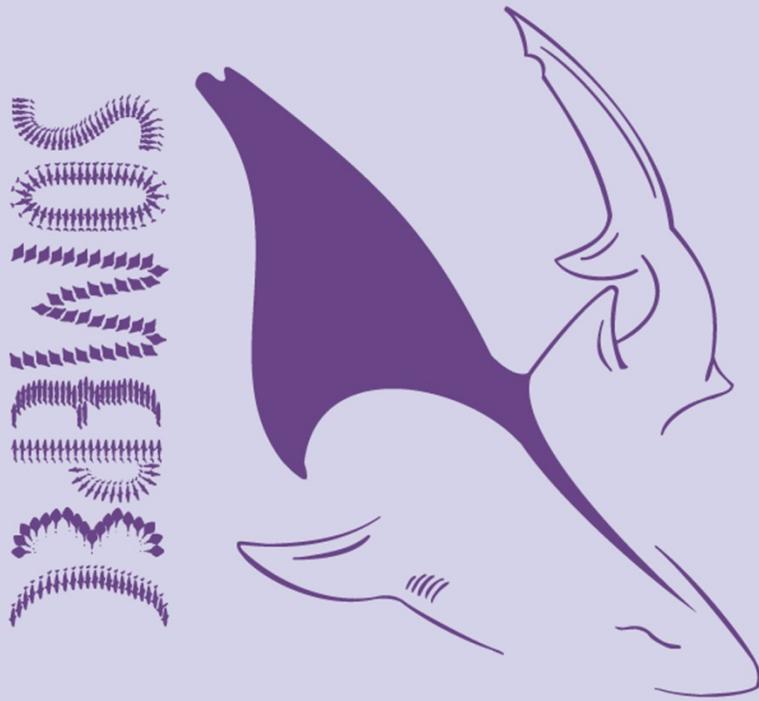
América Díaz Sánchez,

Diseño:

América W. Díaz Sánchez

Diseño de portada:

Oscar Uriel Mendoza Vargas,
Claudia Aguilar



**SOCIEDAD MEXICANA DE PECES
CARTILAGINOSOS, A. C.**

2014



VI SIMPOSIUM NACIONAL DE TIBURONES Y RAYAS

07 al 12 de abril de 2014



CONABIO



AF
ST



SAGARPA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL
PESCA Y ALIMENTACIÓN



méxico azul
Fundación vive un mejor azul para México

