

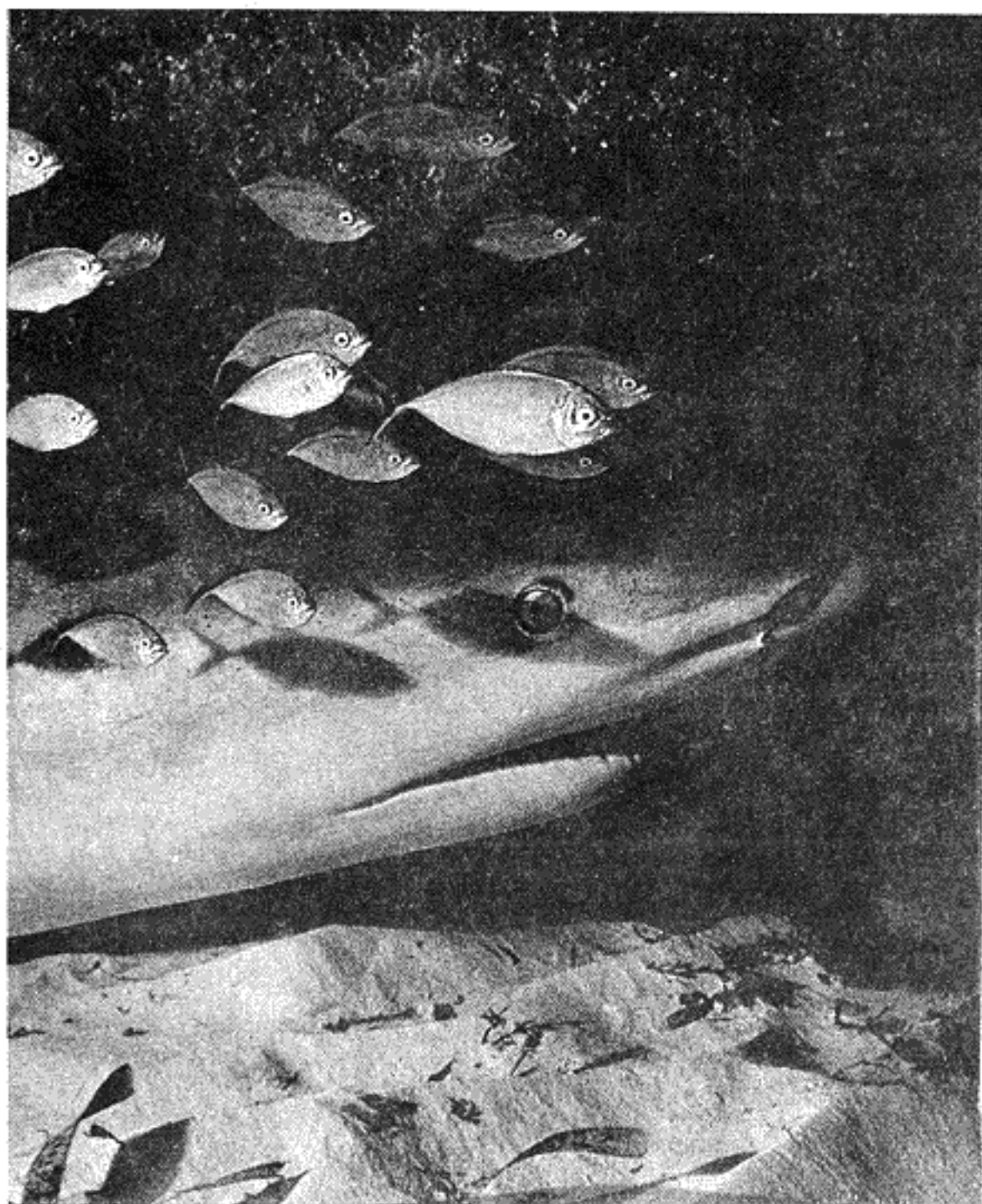
# Tiburones

JOSE L. CASTILLO\*

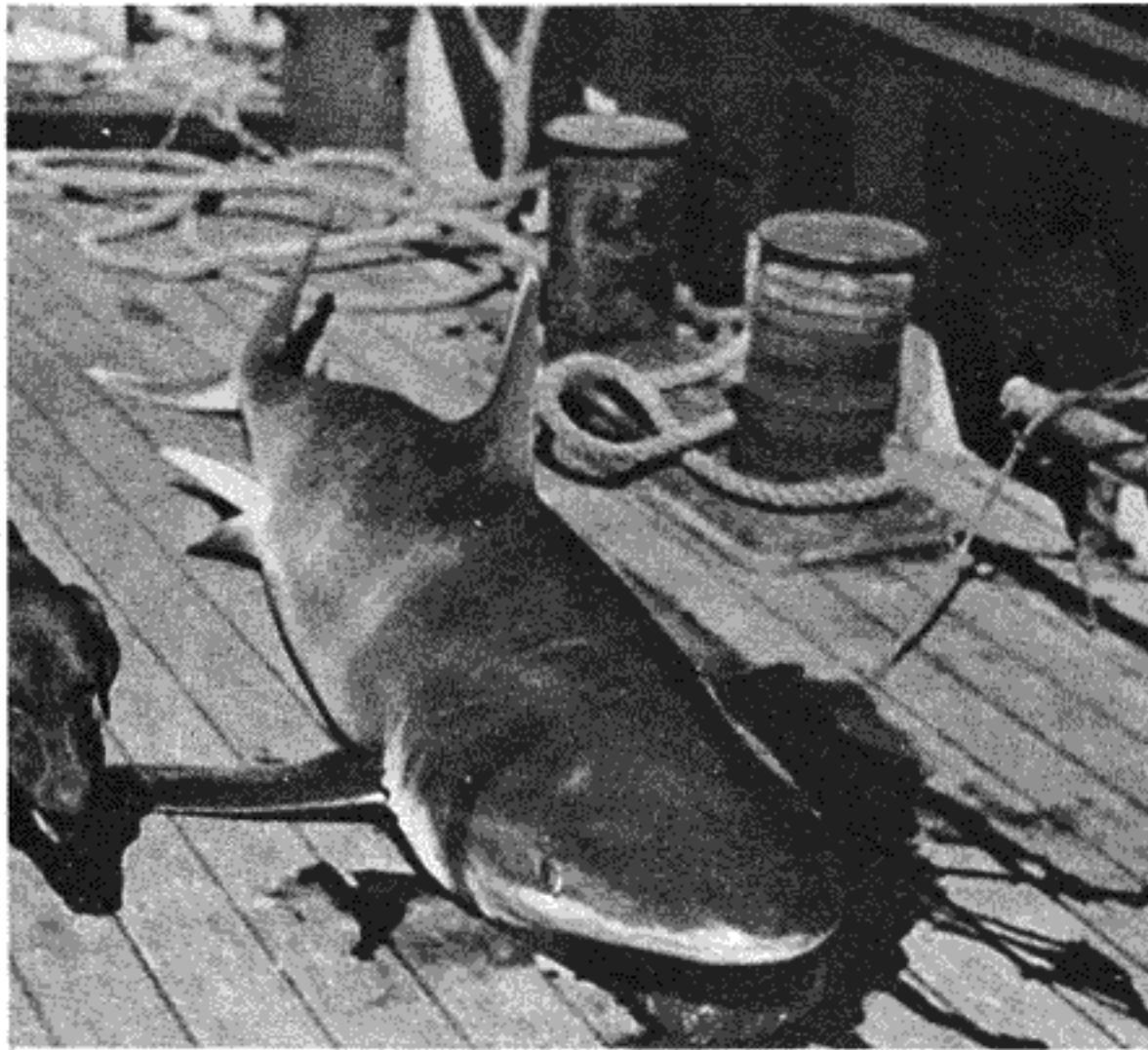
**L**os primeros tiburones aparecieron en el planeta hace 300 millones de años. Su gran capacidad de adaptación les ha permitido llegar sin problemas hasta nuestros días. Actualmente se les encuentra en todos los océanos y mares del mundo; son parte importante de la cadena trófica del ecosistema marino. Provistos de una dentición excepcional, única en todo el reino animal y de sistemas sensoriales perfeccionados, los tiburones son criaturas que causan a la vez miedo y fascinación. Son cada vez mejor estudiados y, desde el punto de vista económico, cada vez más importantes.

¿Qué tipo de criaturas son los tiburones, tan frecuentemente calumniados por la prensa y subestimados por el público en general?

Los tiburones pertenecen a un grupo de peces relativamente pequeño, que junto con las rayas y quimeras, constituyen el grupo de los condriictios o también llamados "peces cartilaginosos". Poseen de 5 a 7 aberturas branquiales independientes de cada lado de la cabeza, un esqueleto cartilaginoso, y escamas (placoides) que recubren todo el cuerpo. Estas características distinguen a los tiburones



\* Instituto Nacional de la Pesca, Programa Tiburón-Cazón.



de los peces óseos, que es el grupo más importante de peces, también conocido con el nombre de peces osteictios.

En la actualidad se habla de cerca de 350 especies vivientes de tiburones, las cuales varían en longitud; ésta puede ir desde los 15 metros, como el tiburón ballena *Rhiniodon typus*, hasta los 15 cm del tiburón más pequeño, *Squaliolus laticaudus*. Paradójicamente los tiburones más grandes (el tiburón ballena y el tiburón peregrino) se nutren de plancton y son inofensivos. De estas 350 especies de tiburones vivientes, sólo se sabe de 27 que ataquen al hombre, aunque se deben considerar otras 40 que son potencialmente peligrosas para el hombre, lo que indica que sólo el 20% de las especies de tiburones vivientes son consideradas peligrosas. (Compagno, 1984). La mayoría de los tiburones que han atacado al hombre (56%) pertenecen a la familia Carcharhinidae.

#### LOS TIBURONES, CRIATURAS POSEEDORAS DE UNA ASOMBROSA HISTORIA EVOLUTIVA

Los elasmobranquios han evolucionado siguiendo dos tendencias generales: los tiburones y las rayas. Los tiburones poseen cuerpos cilíndricos y moderadamente deprimidos (dorsoventralmente planos), aberturas branquiales en los costados de la cabeza, aletas pectorales claramente separadas de la cabeza y colas bien desarrolladas que son usadas en una natación de ondulaciones laterales. Por

su parte, las rayas poseen cuerpos tanto moderadamente deprimidos como completamente deprimidos. Estos son muy anchos, tienen aberturas branquiales en la parte ventral de la cabeza, aletas pectorales fusionadas a la misma y colas en forma de látigo.

Los primeros tiburones aparecieron hace aproximadamente 300 millones de años; el registro fósil más antiguo data de rocas del período Devónico, que duró aproximadamente 50 millones de años. Estos tiburones devónicos conocidos como "cladodontos" constituyen el nivel más primitivo de la evolución de los tiburones y pueden ser considerados como la línea de la cual provienen los tiburones modernos. Estas criaturas reciben el nombre de "cladodontos" debido a que sus dientes eran de múltiples cúspides (cladodonto = dientes ramificados), los cuales se caracterizaron por presentar una cúspide central grande y cónica con dos o más cúspides laterales más pequeñas. El tiburón cladodonto mejor conocido es el *Caldoselache*, tiburón fósil proveniente del período Devónico; este tiburón medía de 90 a 120 cm de longitud, poseía una boca terminal, un cuerpo definitivamente en forma de "tiburón" y una aleta caudal grande; contaba con dos aletas dorsales, dos pectorales y dos aletas pélvicas, igual que los tiburones actuales, pero carecía de aleta anal. Los cladodontos desaparecieron al final de la era Paleozoica, hace aproximadamente 225 millones de años, y fueron sustituidos por los tiburones "hybodontos", sus presun-

tos descendientes; estos eran peces que constituyeron el nivel intermedio en la evolución de los elasmobranquios.

Los hybodontos aparecieron al final del Devónico y alcanzaron su máxima expansión durante el período Carbonífero (hace 280 millones de años) época en que los tiburones llegaron a ser criaturas dominantes en los océanos. Estos tiburones poseían una mejor locomoción debido a sus aletas de bases estrechas, flexibles y movibles como las de los tiburones modernos. Este grupo de tiburones fósiles poseía dos tipos de dientes, dientes cortadores y dientes trituradores que les permitieron alimentarse de peces e invertebrados valvados. Durante el Mesozoico los hybodontos aportaron la población que evolucionó hacia los tiburones y rayas modernos. Al final del período Jurásico (190 millones de años) aparecieron nuevos tiburones con mejores adaptaciones alimenticias y locomotoras, estos tiburones presentaban mandíbulas protrusibles en posición más ventral. Estos primeros tiburones modernos, representados por el género fósil *Paleospinax* establecieron el patrón evolutivo para los tiburones y rayas actuales.

El actual tiburón "Port Jackson" (*Heterodontus*) del océano Pacífico es un descendiente directo de los tiburones hybodontos. Otro grupo fue formado por la familia Notidanidae, que también apareció en el Jurásico. Estos eran tiburones depredadores que poseían aletas sin espinas y una sola aleta dorsal, su cola era también muy grande y lobulada. Al comienzo del Jurásico, y más tarde durante el transcurso del Cretácico, aparecieron una serie de modernas familias de tiburones. La familia Isuridae (tiburones marrajos) apareció en el Jurásico; *Isurus* mismo se conoce desde el Cretácico inferior; mientras que el enorme y temido tiburón blanco, *Carcharodon carcharias* existe desde el Cretácico superior. Las lijas (*Scyllium*, familia Scillyidae) datan del Jurásico. La familia Carcharhinidae a la que pertenecen los peligrosos tiburones azules, grises y tigres también son de origen Jurásico. En el Cretácico se añadieron los tiburones de arena (familia Odontaspidae) en los que se incluye el tiburón duende (*Scapanorhynchus*). Desde el Cretácico la evolución de los tiburones ha continuado en dos líneas: los tiburones y las rayas; los tiburones han continuado como depredadores pelágicos de cuerpos cilíndricos, mientras que las rayas han evolucionado como habitantes del fondo marino con cuerpos deprimidos. La separación de estos dos grupos aún no es completa, ya que en la actualidad existen formas que presentan características de ambos grupos como los tibu-

rones sierra del género *Pristis* y los peces guitarra del género *Rhinobatos*.

### LOS TIBURONES, VERDADERAS MAQUINAS PARA COMER

Los tiburones están provistos de un sistema maxilar tal que frecuentemente se ha dicho que son un modelo de mecánica alimentaria, como atestiguan las mandíbulas de las especies más grandes. En cambio, sus antepasados estaban obligados a un régimen alimenticio mucho más estricto, ya que sus mandíbulas no les permitían capturar más que peces o invertebrados enteros con la limitación del tamaño; la mandíbula superior de los tiburones fósiles estaba fijada a la bóveda craneana y la boca estaba en posición terminal de la cabeza. En los tiburones actuales la boca es ventral y la mandíbula superior, que se ha hecho móvil, se ha separado del cráneo; gracias a esta evolución los tiburones son ahora capaces de separar pedazos de carne de presas mucho más grandes. Hace algunos años fue comprobada la fuerza de las mandíbulas de los tiburones con ayuda de un astuto aparato llamado "gnatodinamómetro" inventado por James Snodgrass del Instituto SCRIPPS de Oceanografía de los Estados Unidos, aplicando principios de medidas de fuerza de indentación; se estimó que para el tiburón oscuro *Carcharhinus obscurus*, la fuerza máxima registrada para un único diente fue de 60 Kg, cuando esta fuerza es aplicada a una superficie de 2 mm<sup>2</sup> la presión es de 30 Kg/mm<sup>2</sup>, o sea 3 Ton/cm<sup>2</sup>. Además de esta mandíbula extensible, los tiburones están provistos de temibles dientes capaces de renovarse indefinidamente; por ejemplo los juveniles del tiburón limón, *Negaprion brevirostris* de un metro de longitud total renuevan los dientes de su

mandíbula inferior cada 8.2 días aproximadamente, y los de la mandíbula superior cada 7.8 días.

### SISTEMAS SENSORIALES PERFECCIONADOS

Hace algunos años Gilbert Perry, en el Lerner Marine Laboratory de Bimini, en las Bahamas, realizó pruebas sobre el olfato del tiburón limón (*Negaprion brevirostris*) descubriendo que poseen un olfato hipersensible, ya que estos tiburones lograron detectar diluciones de extracto de atún de 0.04 ppm (partes por millón). Por otra parte el Dr. Albert Tester realizó en 1960 experimentos en Eniwetok, en las Islas Marshall, en el Pacífico, observando que tiburones con ayuno progresivo son capaces de responder positivamente a concentraciones de 0.0001 ppm de extracto de carne de mero. Este sistema olfativo hipersensible sitúa ya a los tiburones entre los superdotados del reino animal.

En relación a la visión de los tiburones, tenemos que su ojo se asemeja mucho al ojo de los vertebrados. La abertura del iris (la pupila) tiene forma variable y, contrariamente a la creencia popular, la pupila puede abrirse y cerrarse muy rápidamente. En el tiburón gata, *Ginglymostoma cirratum*, se halló que la dilatación máxima se produce entre 24 y 30 segundos en el curso de la adaptación a la oscuridad y la contricción máxima entre 3 y 5 segundos. La retina contiene un gran número de bastones y un número más pequeño de conos. Los conos sirven para la precisión visual y la percepción de los colores, los bastones aumentan la sensibilidad visual y permiten a los tiburones distinguir un objeto situado o moviéndose en el fondo del mar, incluso si está débilmente iluminado. La sensibilidad del ojo

del tiburón a la luz débil se acrecienta gracias a una notable estructura que sólo algunos vertebrados, entre ellos el gato, poseen: el *tapetum lucidum*, que se encuentra situado detrás de la retina y actúa como un reflector está compuesto de pequeñas placas argéneas que contienen cristales de guanina (pigmento) y de células móviles pigmentadas de negro, los melanoblastos. El tiburón tiene entonces una visión normal, pero en la oscuridad los melanoblastos se retraen desenmascarando las plaquetas del *tapetum*: la luz que acaba de atravesar la retina se refleja entonces sobre éstos, de forma que los conos y los bastones son estimulados dos veces. El *tapetum* ayuda a los tiburones que cazan de noche (la mayoría de las especies que viven en aguas profundas lo hacen) a que penetre en el ojo un máximo de luz. Además, los tiburones son capaces de captar vibraciones de baja frecuencia, ya sean provocadas por un pez o por un hombre que nada, gracias a un órgano que poseen muy pocos vertebrados acuáticos: el sistema lateral. Compuesto de una línea lateral dispuesta a lo largo del cuerpo a la manera de la línea de flotación de un navío, y de un canal lateral interno unido a la línea lateral por túbulos y canales, el sistema lateral es sensible a la presión y su función es de captador de vibraciones pero también de estabilizador. Si al nadar el pez lo hace oblicuamente, la diferencia de presión que registra por medio de su sistema lateral a cada lado del cuerpo le permite volver a la horizontal. Hace más de 50 años, el Dr. Georges H. Parker de la Universidad de Harvard demostró que el pez lija, un tiburón pequeño, *Scyliorhinus canicula*, privado de sus órganos auditivos y visuales podía seguir percibiendo las perturbaciones del agua si su sistema lateral quedaba intacto.

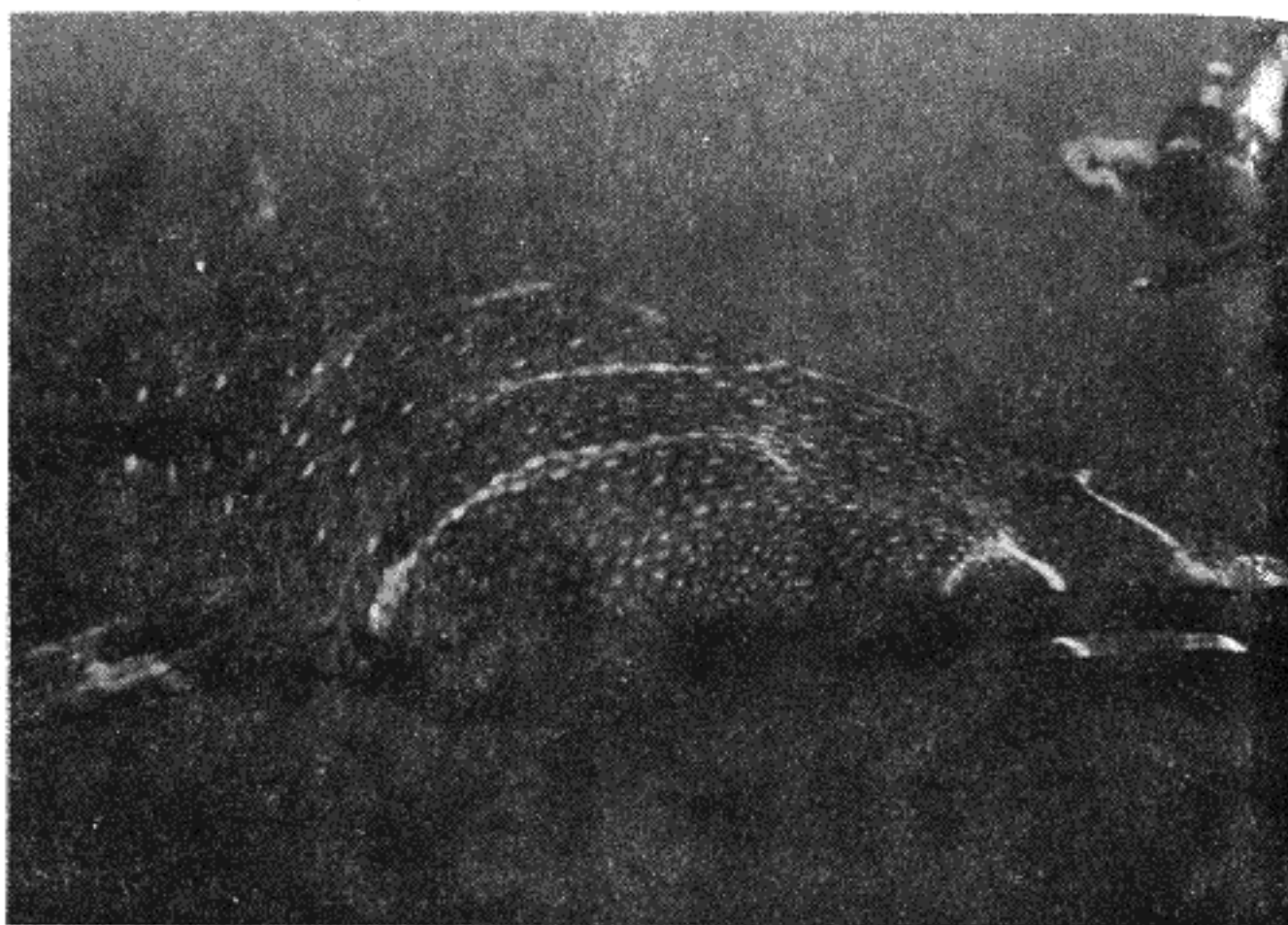


## LAS AMPOLLAS DE LORENZINI, SENSORES ELECTROMAGNETICOS DE LOS TIBURONES

Los extraordinarios experimentos de Kalmijn y colegas, han aportado en el curso de los últimos veinte años algunas aclaraciones sobre el sistema sensorial único en tiburones, torpedos y rayas: el llamado sistema de emisión recepción electromagnético. Estos elementos sensoriales conocidos con el nombre de Ampollas de Lorenzini están situados bajo la piel de la cabeza y del morro. Además de su función como receptores de la temperatura, de la salinidad y de las vibraciones, se demostró su papel de receptores electromagnéticos. Al estudiar Kalmijn en 1971 el comportamiento de *Syliorhinus canicula*, demostró que este pequeño tiburón europeo es capaz de localizar a un pez plano (lenguado) de la familia Pleuronectidae, enterrado en la arena, gracias al microcampo eléctrico inducido por ese pez. Más tarde, en 1978, el mismo Kalmijn formuló la hipótesis de que dichos órganos (ampollas de Lorenzini) captarían no sólo la dirección del campo eléctrico producido por la presa, sino que también serían sensibles al campo magnético de la Tierra, sirviendo así de instrumento de navegación durante las migraciones. Durante el verano de 1987 Kalmijn y Klimley efectuarían un cruce por el Golfo de California para comprobar la tesis de la orientación electromagnética de los tiburones.

## 350 MILLONES DE AÑOS DE ÉXITO REPRODUCTOR DE LOS TIBURONES

Todos los órganos de los tiburones que se han descrito hasta aquí, conciernen a su supervivencia individual, pudiéndose constatar que el tiburón está bien dotado para afrontar la vida en el medio marino. No obstante, desde el punto de vista evolutivo, la perpetuación de las especies es más importante que la supervivencia del individuo, y el hecho de que los tiburones estén sobre la Tierra desde hace 350 millones de años es prueba de su éxito reproductor. La fecundación en todos los tiburones es interna, esto es, el esperma de los machos es introducido al aparato reproductor de la hembra por medio de los "gonopodios" o "pterigopodios", órganos intromitentes que son extensiones de las aletas pélvicas de los machos. Los pterigopodios ya se observan en los embriones machos, pero se desarrollan definitivamente cuando éstos maduran. Debajo de la piel del vientre se encuentra una vejiga muscular que está comunicada con cada pterigopodio, esta estructura doble recibe el nombre de "ampolla sifonal" o simplemente "sifón"; estos sifones se llenan de agua de mar justo



antes de la copulación; cuando el pterigopodio se inserta en la hembra, expulsa el agua de mar junto con la sustancia mucosa que segregan las células del surco del pterigopodio y que transporta el líquido seminal y el esperma.

En una gran cantidad de especies de tiburones, el macho, en el transcurso del cortejo, mordisquea varias veces las aletas pectorales y el dorso (entre las dos aletas dorsales) de la hembra, zonas que frecuentemente aparecen heridas cuando las hembras son capturadas durante la temporada reproductiva. Justo antes de la inserción del pterigopodio, el macho sujeta la aleta pectoral de la hembra con su boca, en algunas especies como *Apristurus riveri*, los dientes del macho están modificados para ese fin. Hasta el momento se han llevado a cabo pocos estudios sobre el apareamiento de los tiburones. La copulación en *Heterodontus francisci* fue descrita en 1961 por los norteamericanos R.P. Dempster y E.S. Herald; en Florida, en 1963, Eugenie Clark observó el comportamiento sexual del tiburón limón *Negaprion brevirostris*; finalmente R. H. Johnson y D. R. Nelson describieron en 1978 la cópula de dos especies de carcarínidos *Carcharhinus melanopterus* y *Thiaenodon obesus*. En las fotografías ya clásicas que tomó Schensky en 1914 se ve al macho de *Scyliorhinus canicula* enroscarse alrededor de la hembra en el momento de la cópula; en esa posición no le es posible introducir más que un solo pterigopodio a la vez. Esa es probablemente la postura de cópula de las especies de tiburón más pequeñas.

Los tiburones presentan los tres tipos de reproducción, es decir, pueden ser ovíparos, ovovivíparos y vivíparos. En las especies ovíparas el huevo se encuen-

tra dentro de una cápsula de forma y tamaño diversa. La de *Heterodontus japonicus* mide 15 cm de largo y está provista de dos espirales, que le permiten resistir la acción de las corrientes de agua enroscándose en los sustratos rocosos. La gran mayoría de las aproximadamente 350 especies de tiburones son ovovivíparas y vivíparas que retienen los huevos fecundados dentro del oviducto. Entre los tiburones vivíparos dos familias, la Carcharhinidae y la Sphyrnidae (tiburones martillo) desarrollan placentas que alimentan a los embriones. En los tiburones ovovivíparos el embrión no tiene un contacto directo con la madre. Con base en los más recientes estudios sobre el desarrollo embrionario de algunas especies, se descubrió que los tiburones presentan períodos de gestación sumamente largos; estos van de uno a dos años, siendo una de las gestaciones más largas de todo el reino animal. Una de las formas de reproducción más insólitas es la de *Odontaspis taurus*, una ovovivípara que frecuenta las costas occidentales de los E.U.; este tiburón posee un enorme ovario unido a los oviductos, los huevos son pequeños y puede haber hasta 25 000. Pueden liberarse al mismo tiempo 15 ó 20 huevos que descienden a cada oviducto. En el curso del desarrollo, uno de los embriones crece más rápidamente que el otro, y su apetito carnívoro es mortal para el resto de la prole que está encerrada conjuntamente. Después de ese "festín", el ovario continúa descargando otros huevos, que a su vez, acaban en la boca del joven depredador; luego, probablemente al cabo de un año, el joven de cada oviducto alcanza un tamaño de 100 cm de longitud, lo que es una talla respetable para un pequeño tiburón cuya madre mide alrede-

dor de 250 cm. Este canibalismo intrauterino se produce también en las familias Lamnidae y Alopiidae. La práctica de la fecundación interna, asociada a la protección proporcionada al embrión, sea a través de la cápsula resistente del huevo o en el interior de la madre, asegura una tasa elevada de supervivencia en el curso del desarrollo.

### LOS TIBURONES, UN RETO PARA LA CIENCIA

Hasta el momento, la mayoría de las observaciones sobre tiburones han sido hechas sobre animales cautivos, confinados en grandes estanques o en recintos en el mar. Hoy se sabe mucho más sobre los tiburones gracias a los estudios llevados a cabo en el Lerner Marine Laboratory de Bimini, en las Bahamas, y en el Mote Marine Laboratory de Sarasota, Florida; pero siempre está presente la misma pregunta: ¿Se comportan los tiburones realmente como si estuvieran en el mar? Hay diferentes maneras de estudiar a los tiburones en su medio natural, pero la mayoría requieren de una gran paciencia, cierta dosis de suerte y en algunas ocasiones de costoso equipo. Actualmente uno de los programas más ambiciosos de los EE.UU. es el Programa

Nacional de Marcado de Tiburones del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (N.M.F.S.), dirigido desde 1963 por John Casey. El y sus colaboradores han capturado, identificado, medido, marcado y liberado millares de tiburones. Sólo en 1982 fueron marcados 4467 tiburones de 36 especies. Los estudios de marcado y recaptura han aportado información muy valiosa sobre las migraciones de los tiburones; y cuando el animal se mide y se pesa correctamente, se obtienen estimaciones de su edad y crecimiento. Otro de los estudios más fascinantes es el que lleva a cabo el investigador Peter Klimley de SCRIPPS. Desde hace 7 años, él y su equipo de colaboradores, entre ellos mexicanos, han estudiado el comportamiento del tiburón martillo *Sphyrna lewini*, en el sur del Golfo de California. Estos estudios han permitido conocer el ciclo rítmico de actividad de esta especie, así como importantes patrones de comportamiento social.

### EL TIBURON, UN ANIMAL DE CUIDADO

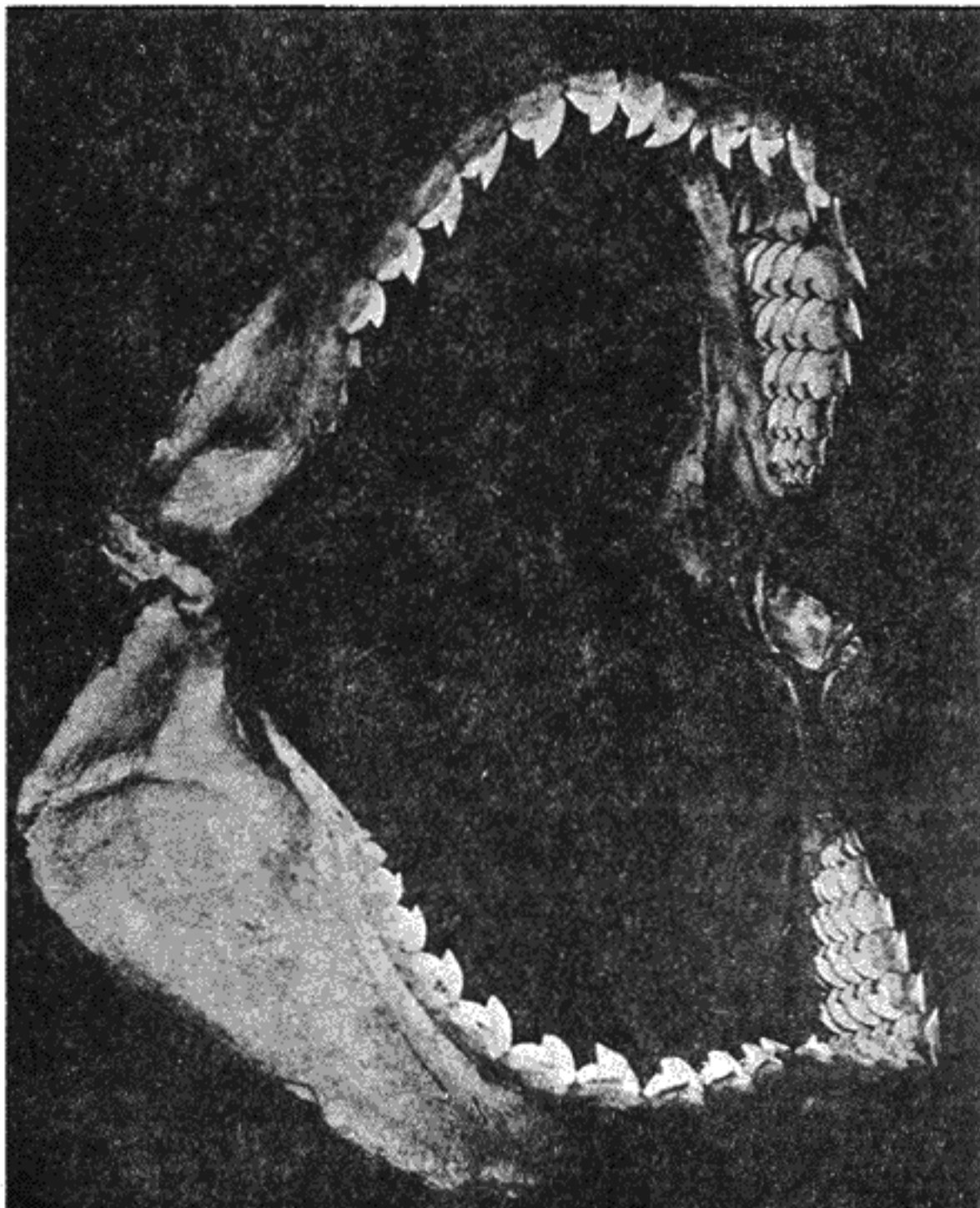
Afortunadamente, de entre las 350 especies de tiburones vivientes, sólo aproximadamente el 10% han estado implicados en ataques contra el hombre, aun-

que la gran mayoría de estos ataques han sido provocados por el mismo hombre. La mayoría de los tiburones son tan perezosos y pequeños, que no son peligrosos. En el océano Atlántico no hay probablemente más de una docena de especies peligrosas para el hombre. Algunas de éstas se encuentran también en el océano Pacífico; entre ellas tenemos a los tiburones del género *Carcharhinus*, que abundan en las regiones tropicales y subtropicales, y que frecuentemente han estado involucrados en dichos ataques. Sin embargo, ninguna especie es tan temible en los océanos como el gran tiburón blanco *Carcharodon carcharias*. Según estudios realizados por el Dr. Caillet, del Moss Landing Laboratory de California, se cree que esta especie puede llegar a vivir cerca de 50 años.

### PERJUDICIAL, PERO TAMBIEN... UTIL

A pesar de su pésima reputación, los tiburones han sido y son un recurso de gran interés comercial para muchos países como Inglaterra, Australia, Japón, Cuba, EE.UU., y por supuesto México, entre otros muchos. De los tiburones se obtienen un sin número de productos, más que de cualquier otro grupo de peces. De ellos se obtiene carne para consumo humano, de sus hígados se extraen aceites vitamínicos y aceites para maquinaria de alta precisión; de sus pieles se obtienen productos peleteros de buena calidad, de sus vísceras harinas de pescado y fertilizantes, y por último, de sus mandíbulas y dientes se elaboran artesanías y recuerdos para turistas. A pesar de la gran cantidad de productos extraídos del tiburón, la razón principal de su captura es la de su uso como alimento. En muchos países de Oriente, África y de América Latina, el tiburón se ha capturado desde hace cientos de años para consumo local de las pequeñas comunidades pesqueras. Según estadísticas recientemente recopiladas por la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO) el tiburón representa poco más del 1% del mercado actual de pescado. Pero a pesar de que el tiburón como recurso pesquero significa una potencial fuente alimenticia para la humanidad, los numerosos intentos de crear grandes pesquerías de tiburones han fracasado por un sin número de problemas, que van desde un abatimiento abrupto de las poblaciones, hasta la construcción de grandes infraestructuras, que rápidamente son abandonadas por falta de materia prima para su funcionamiento.

Todos estos fracasos de la explotación y comercialización del tiburón tienen un mismo origen: la generalizada falta de conocimiento del recurso, tanto en su bio-



logía como en su manejo y conservación como producto pesquero. En la gran mayoría de los países en donde se capturan grandes volúmenes de tiburón, se desconoce qué especies integran la captura comercial y cuáles de ellas son las que aportan el mayor volumen. La FAO es uno de los organismos que más se han preocupado por resolver estos problemas que afrontan las pesquerías del tiburón. Sus principales acciones procuran mejorar las condiciones de manejo y almacenamiento del recurso, así como capacitar a las personas involucradas en la pesquería sobre cuestiones técnicas tales como identificación de especies y determinación de áreas de abundancia. Todo ello a través de documentos bien elaborados.

#### LA PESCA DEL TIBURON EN MEXICO, SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS PARA EL FUTURO

La pesca del tiburón es una actividad que se viene realizando hace cientos de años en nuestro país, principalmente como una actividad artesanal, aunque a par-



tir de los años 40 se comenzó a incrementar utilizándose embarcaciones y artes de pesca mejor equipados y de mayor eficiencia. Esto ha sido provocado, principalmente, por el interés durante la Segunda Guerra Mundial en obtener grandes cantidades de vitamina A a partir de los hígados de tiburón; siendo los principales polos de explotación y exportación Mazatlán y Ensenada. Durante los cinco años que duró aproximadamente esta pesca intensiva se obtuvieron grandes volúmenes de captura de tiburones en nuestro país, pero cuando se llevó a cabo la elaboración sintética de esta vitamina a menor costo, la pesquería se desplomó, regresando otra vez a su nivel de subsistencia. Sin embargo durante los años 70 se fueron observando incrementos en su captura, debido fundamentalmente a los programas de desarrollo pesquero en los cuales se fomentaba la diversificación de la pesca, beneficiándose así la captura del tiburón. A pesar de estos optimistas resultados, la pesquería del tiburón aún carece de grandes infraestructuras y de una adecuada organización, lo que ha provocado que este recurso siga siendo considerado de segundo orden, por abajo de las pesquerías del camarón, sardina, anchoveta, atún y mero.

La captura total anual de tiburón en nuestro país, es de cerca de 30 mil toneladas, aportando el litoral pacífico cerca del 60% (Anuario Estadístico de SEPESCA, 1985); siendo las zonas más productivas el noroeste del país y la Sonda de Campeche.

Entre los muchos problemas a que se enfrenta esta pesquería, tenemos que el manejo, el almacenamiento y la conservación de los tiburones surge como una cuestión urgente de resolver, ya que afecta la calidad de los productos obtenidos; lo que provoca que su comercialización sea irregular. Esto se debe a que los tiburones, por sus características fisiológicas, acumulan una gran cantidad de urea en su sangre, la cual, cuando el animal muere se descompone en amoníaco, impregnándose su carne de este olor desagradable y acelerando su descomposición. Lo anterior se reduce mucho en la pesquería del cazón, que por ser un organismo más pequeño contiene una cantidad mucho menor de urea. Esto hace necesaria y urgente la evaluación de mejores tecnologías de conservación y almacenamiento para resolver este problema. Por otra parte, en lo personal, considero como el obstáculo más difícil para el desarrollo pesquero de este recurso, la casi completa ausencia de estudios biológico-pesqueros, base fundamental para la adecuada administración pesquera de los recursos. Pocos han sido los estudios lle-

vados a cabo en nuestro país, tomando en cuenta los realizados desde los años 60 por el Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras, ahora Instituto Nacional de la Pesca. Estos estudios han sido irregulares por lo que no hay información precisa sobre el comportamiento de este recurso a lo largo de su historia, como especies que componen la captura comercial; tampoco los hay sobre áreas de abundancia, temporadas de pesca, oscilaciones estacionales de la captura, áreas de desove y crianza; no hay estadísticas oficiales de captura por especie; y por supuesto, existe un desconocimiento del real máximo rendimiento sostenible.

Por último, y considerando el punto de vista de los especialistas, los tiburones presentan un serio problema para su explotación a gran escala; y es que las poblaciones de tiburones son incapaces de resistir una intensa y prolongada explotación, debido a que estos organismos poseen un bajo potencial reproductivo, son especies de crecimiento lento, y su edad de primera maduración sexual es tardía. La historia ha señalado que las grandes pesquerías como la del tiburón de California *Galeorhinus galeus* de los años 40 y 50, y la del cazón espinoso *Squalus acanthias* del Mar del Norte, se desplomaron por la intensa explotación a que fueron sometidos. Es muy probable que si no se toman las medidas necesarias para una adecuada administración, las pesquerías del tiburón, no sólo de México, sino las del mundo entero, pueden verse mermadas en forma considerable. Ante esta problemática, el Instituto Nacional de la Pesca, por medio de su Dirección de Análisis de Pesquerías, elaboró e instrumentó en 1984 el Programa de Investigaciones Biológico-Pesqueras del Tiburón para el Sureste del país (Sonda de Campeche). Actualmente en los Centros de Investigaciones Pesqueras de Cd. del Carmen, de Campeche y de Yucalpeten, Q. Roo, se realizan estudios sobre este recurso; principalmente para conocer los potenciales, sus ciclos de vida, áreas de abundancia y zonas de desove. Pero aún faltan estudios por hacerse, y sobre todo programas e instituciones que participen en los estudios sobre tiburones.

El tiburón aún ofrece grandes expectativas para nuestro país, pero se necesita una mejor infraestructura y organización, aunadas al conocimiento del recurso para poder utilizarlo mejor, evitando caer en una sobreexplotación irracional; todo depende del apoyo que reciban los jóvenes investigadores que en difíciles condiciones llevan a cabo los estudios tan necesarios para sacar del bache dicha pesquería en nuestro país. ⊕