



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



“Análisis reproductivo de la raya blanca *Dasyatis americana* (Hildebrand y Schroeder, 1928), en punta Antón Lizardo, Alvarado. Veracruz”

T E S I S

que para obtener el grado académico de:

Maestría en Ciencias
(Biología Marina)

P r e s e n t a

CLAUDIA GABRIELA AGUILAR

Director de Tesis: Dr. Manuel Gallardo Cabello

Comité Tutorial: Dr. Felipe Galván Magaña
Dr. Adolfo Gracia Gasca
Dra. Ma. Adela Monreal Gómez
Dr. Isaías Salgado Ugarte
Dr. Javier Tovar Ávila

México, D. F. 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

*“El amor a la vida es
esencialmente tan comunicable
como el dolor”...*

Francis Scott Fitzgerald.

Sinceramente... GRACIAS



Claudia Gabriela Aguilar.

DEDICATORIA

A mi mamá, quien tuvo la paciencia de entender y sabiduría para reconfortar

A mi familia y amigos por su compañía, su apoyo incondicional e inigualable; quienes en los momentos más difíciles no me dejaron caer y quienes en gran medida fueron valientes.

AGRADECIMIENTOS

A la UNAM, a través del posgrado del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por los apoyos económicos recibidos para la realización del presente trabajo.

A América Díaz, Javier Tovar, Vicente Anislado y Carlos Heca. Por su amistad sincera y apoyo incondicional; pues juntos culminamos este trabajo, ya que sin ustedes no lo podría haber logrado, gracias mil.

Al Dr. Felipe Galván Magaña, por su invaluable participación antes y después de este proyecto, así como su tiempo y paciencia.

Al Dr. Manuel Gallardo Cabello, por creer en las causas perdidas a su apoyo, comprensión y amistad.

A los Dres. Adolfo Gracia Gasca, Adela Monreal Gómez, Isaías Salgado Ugarte, por su apoyo, participación y valiosos comentarios.

A los colaboradores del Instituto Nacional de Pesca y sus CRIP's- (Veracruz, la Cruz y Ensenada).

Al grupo de pescadores que facilitaron la labor en campo, así como a las envasadoras de Antón Lizardo y Playa el Zapote; en especial a los tripulantes del Minerva "Don Alex y Don Goyo", quienes nos apoyaron e incentivaron a los jefes de embarcación en playa el Zapote, a Andrés, Minilla, Clemente, Leonel y Fidel encargados de embarcación; y a quienes ayudaron en el transporte y manejo de los organismos.

INDICE

| | Página |
|---|--------|
| LISTA DE TABLAS Y FIGURAS..... | i |
| RESUMEN..... | iii |
| ABSTRACT..... | iv |
| I.- INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II.- ANTECEDENTES..... | 3 |
| III.- JUSTIFICACIÓN..... | 6 |
| IV.- OBJETIVOS..... | 7 |
| V.- ÁREA DE ESTUDIO..... | 8 |
| VI.- METODOLOGÍA..... | 13 |
| VII.- RESULTADOS..... | 20 |
| 7.1 Análisis de la Captura..... | 20 |
| 7.1.1 Estructura de la Población..... | 20 |
| 7.1.2 Composición de tallas..... | 21 |
| 7.1.3 Análisis Morfométrico..... | 23 |
| 7.1.4 Relación peso- ancho de disco | 24 |
| 7.1.5 Proporción de sexos..... | 24 |
| 7.2 Biología reproductiva..... | 25 |
| 7.2.1 Madurez Sexual..... | 25 |
| 7.2.2 Época de apareamiento..... | 31 |
| 7.2.3 Periodo de Ovulación y Gestación..... | 32 |
| 7.2.4 Fecundidad..... | 38 |
| VIII.- DISCUSIÓN..... | 40 |
| 8.1 Análisis de la Captura..... | 40 |
| 8.1.1 Estructura de la Población..... | 40 |
| 8.1.2 Composición de tallas..... | 41 |
| 8.1.3 Análisis Morfométrico..... | 42 |
| 8.1.4 Relación peso- ancho de disco | 42 |
| 8.1.5 Proporción de sexos..... | 42 |
| 8.2 Biología reproductiva..... | 43 |
| 8.2.1 Madurez Sexual..... | 43 |
| 8.2.2 Época de apareamiento..... | 44 |
| 8.2.3 Periodo de Ovulación y Gestación..... | 46 |
| 8.2.4 Fecundidad..... | 48 |

| | |
|---|----|
| IX.- CONCLUSIONES..... | 49 |
| X.- RECOMENDACIONES..... | 50 |
| XI.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 51 |
| XII.- ANEXOS | 58 |
| 1) DIAGNOSIS DE <i>Dasyatis americana</i> | 59 |
| 2) GLOSARIO DE TERMINOS..... | 67 |
| 3) FORMATO DE MUESTREO..... | 72 |

LISTADO DE FIGURAS

| Figura | | Página |
|---------------|---|---------------|
| # | | # |
| 1 | Típico ciclo vivíparo en especies de tiburones, tomada de Collin, 2005. | 4 |
| 2 | Fotografía de trophonemata tomada de Hamlett (1999) tr. trophonemata; m. músculo | 4 |
| 3 | Fotografía tomada en playa Zapote, mostrando un útero con embrión de <i>Dasyatis americana</i> . | 5 |
| 4 | Mapa de la localidad punta Antón Lizardo, Veracruz (Tomado de INE 2006). | 9 |
| 5 | Esquema de las medidas morfométricas, de un espécimen de raya (tomada de FAO 2004). | 14 |
| 6 | Grafica distribución normal para tallas obtenidas en el presente trabajo. | 16 |
| 7 | Distribución temporal de <i>Dasyatis americana</i> por sexo en las capturas registradas en punta Antón Lizardo, Ver. | 20 |
| 8 | Captura porcentual por año y total de <i>D. americana</i> de Punta Antón Lizardo, Ver. | 21 |
| 9 | Composición de tallas de <i>D. americana</i> de la zona de estudio durante el periodo de 2006 a 2007. | 21 |
| 10 | Relación entre el ancho de disco y la longitud del disco para (A) hembras y (B) machos de <i>Dasyatis americana</i> . | 23 |
| 11 | Relación entre el ancho del disco y el peso entero, para ambos sexos de <i>Dasyatis americana</i> en Punta Antón Lizardo, Ver. | 24 |
| 12 | Ovarios Inmaduro y Maduro de <i>Dasyatis americana</i> colectadas en punta Antón Lizardo. | 26 |
| 13 | Relación del Ancho del Disco de la hembra vs la longitud del Ovario, de <i>Dasyatis americana</i> ; la zona punteada indica cuando la longitud del ovario tiende al incremento. | 26 |
| 14 | Representan el peso del ovario con respecto a la longitud del ancho del disco (A) y la longitud del ovario (B) de <i>Dasyatis americana</i> . | 27 |
| 15 | Testículos de macho maduro de <i>Dasyatis americana</i> colectado en punta Antón Lizardo. | 27 |
| 16 | Relación existente entre la longitud máxima de los testículos vs la longitud del ancho del disco de los machos de <i>Dasyatis americana</i> . | 28 |
| 17 | Relación entre el peso de los testículos y AD de los machos (A) y entre el peso y la longitud de los testículos (B) de <i>Dasyatis americana</i> . | 28 |
| 18 | Myxopterígios de macho inmaduro capturado en playa Zapote, punta Antón Lizardo. | 29 |
| 19 | Relación de la longitud del ancho de disco de los machos con respecto a la longitud del myxopterígio, de los organismos inmaduros (círculos vacíos) y maduros (círculos llenos) de <i>Dasyatis americana</i> (el recuadro indica cuando se da el cambio de la madurez). | 29 |
| 20 | Proporción de Madurez para Hembras (A) y para Machos (B). | 30 |
| 21 | Evento de copula de <i>D. americana</i> , en donde se observa la inserción de los mixopterígios, mientras los machos se enganchan a la hembra mordiendo la aleta pectoral. Registrado por Chapman <i>et al</i> , 2003 | 31 |
| 22 | Trophonemata muy desarrollada, vascularizada con evidencias de leche uterina s/embriones. | 31 |
| 23 | Ovocitos de hembra madura de <i>D. americana</i> . (A)- ovocitos en desarrollo, (B)- ovocitos pre-ovulatorios (ya desarrollados), (C)- ovocitos en diferente estado de atresia (reabsorción). | 32 |
| 24 | Relación del diámetro del ovocito con respecto a la longitud del ancho del disco de la madre. | 32 |

| Figura | | Página |
|---------------|---|---------------|
| # | | # |
| 25 | Periodicidad temporal del diámetro del ovocito de <i>Dasyatis americana</i> colectada mensualmente de junio-2006 a junio-2007. Cada dato registra el promedio y su desviación estándar. | 33 |
| 26 | Índice Gonadosomático de <i>D. americana</i> para hembras y para Machos, con respecto al mes del año. | 33 |
| 27 | Embriones en diversos estados de desarrollo en donde se muestra el AD de los mismos, señalando en algunos en flechas verdes señalan restos de vitelo y las flechas rojas señalan la inserción umbilical. | 34 |
| 28 | Relación de la Longitud del Útero vs Ancho del Disco de la Hembra, de <i>Dasyatis americana</i> . (III = hembras maduras y IV = hembras preñadas). | 36 |
| 29 | Relación de la Longitud del útero contra el peso del útero para <i>D. americana</i> . | 36 |
| 30 | Relación del número promedio de los embriones por mes (AD). Así como los intervalos de confianza de estos, la zona registrada de rojo que va de los 17 cm. AD a los 36 cm. AD son los intervalos de nacimiento reportados para la especie en la zona occidental del Océano Atlántico. | |
| 31 | Relación del Ancho del Disco del embrión contra el peso del mismo. | 37 |
| 32 | Embriones 12 cm de AD dentro del útero, rodeados de trophonemata y “leche uterina”. | 38 |
| 33 | Camada de embriones de <i>Dasyatis americana</i> , en punta Antón Lizardo. | 38 |
| 34 | Relación existente entre la longitud del ancho del disco de la madre y el número de embriones de <i>D. americana</i> de la zona de muestreo. | 39 |
| 35 | Relación del Ancho del Disco de la Hembra con respecto al Número de ovocitos maduros presentes en el ovario. | 39 |

LISTADO DE TABLAS

| Tabla | | Página |
|--------------|--|---------------|
| # | | # |
| 1 | Arrecifes de la Punta Antón Lizardo, Alvarado Veracruz. | 8 |
| 2 | Fechas y localidades de las visitas realizadas a la zona de colecta. | 13 |
| 3 | Escala de madurez (T: Testículo; M: Myxopterigio; O: Ovarios; U: Útero) para <i>Dasyatis americana</i> adaptada de Stehmann (2002). | 15 |
| 4 | Composición de tallas de <i>Dasyatis americana</i> por año de la captura en la zona de Antón Lizardo, Ver. (AD=ancho de disco, TMIN= talla mínima de los organismos. TMAX= talla máxima de los organismos, TPROM= talla promedio de los organismos, DESVEST= desviación estándar, n=número de organismos). | 22 |
| 5 | Tallas promedio (AD en cm.) de hembras y machos (<i>Dasyatis americana</i>) por mes durante los meses de junio de 2006 a junio de 2007, en la captura de la pesquería artesanal de Antón Lizardo, Ver. (AD= ancho de disco, DESVEST= desviación estándar,* = datos no registrados). | 22 |
| 6 | Proporción de sexos de <i>D. americana</i> , con la comprobación de X^2 de Yates. | 24 |
| 7 | Proporción de hembras y machos maduros de la raya látigo en relación a la longitud de los diferentes grupos (AD = Ancho De Disco, H = Hembras, M = Machos, * = datos no disponibles). | 25 |
| 8 | Hembras grávidas de <i>Dasyatis americana</i> registradas en las captura. Ancho del Disco (AD) en cm; peso en gr; H = hembras, M = machos, * = sin datos. | 35 |

I. INTRODUCCIÓN

Los peces Batoideos son organismos planos que se distinguen de otros Condrictios (tiburones y quimeras) por tener las aperturas branquiales en la parte ventral, las aletas pectorales fusionadas al cráneo formando una disco continuo, así como por la ausencia de aletas anales. Estos organismos están ampliamente distribuidos en todos los océanos encontrándose desde aguas someras hasta grandes profundidades. Los Batoideos están agrupados dentro de 20 familias, que incluyen 72 géneros y cerca de 513 especies descritas, de las cuales en la zona Centro del Atlántico Occidental están representados 11 familias, 31 géneros y 74 especies. Aunque aparentemente ninguna especie de Batoideo es objeto particular de algunas pesquerías, muchas especies son capturadas regularmente, por las pesquerías ribereñas (McEachran y Carvalho, 2002).

La pesca es una de las actividades de extracción primaria mas importante de las comunidades costeras veracruzanas, desafortunadamente se encuentra poco desarrollada y con pobre soporte científico puesto que no se cuenta con la suficiente documentación sobre la biología básica de las especies que soportan dichas pesquerías o la que existe no es muy confiable o reciente (Velasco, 2000).

La captura de Batoideos reportada para el Área 31 de FAO (zona Centro del Atlántico Occidental), fue de las 7,591 a las 9,886 t, de 1995 a 1999, pero las capturas actuales son considerablemente más altas. La carne del disco es por lo general salada para su venta, otras partes de estos organismos llegan a ser empleadas para la preparación de gelatinas y de aceites de gran valor nutricional. Algunas especies como *Dasyatis americana* y *D. sayi* que se encuentran en zonas arrecifales en las Islas del Gran Caimán son importantes dentro del negocio del ecoturismo (McEachran y Carvalho, 2002).

Dentro del litoral veracruzano habitan cerca de 57 especies de elasmobranquios de los cuales 36 de éstas pertenecen a tiburones y solo 21 son representantes de rayas y mantas; de éstas solo son de importancia económica 29 especies de tiburones y 17 de mantas y rayas. Del grupo de rayas que son capturadas en este litoral, *Dasyatis americana* es una de las especies que se ha visto incrementada su utilidad, debido a que algunos de los organismos adultos capturados por la pesquería local, llegan a alcanzar pesos de más de 100 kg (Fuentes, 1997).

Son muchas las especies de Elasmobranquios que se desplazan a la zona costera, utilizando algunas de estas zonas como áreas de crianza (lagunas costeras, esteros y bahías e incluso zonas cercanas o incorporadas a un sistema arrecifal), donde expulsan a sus crías y llegan a pasar los primeros meses de vida (Castro 1993). Estas regiones son utilizadas incluso como áreas de cortejo y/o apareamiento, donde los adultos de ambos sexos se agregan en grandes grupos, haciendo que estos espacios sean altamente productivos para los pescadores. Los ciclos de vida que presentan los elasmobranquios los hace generalmente susceptibles a la sobrexplotación, sin embargo, algunas especies presentan también características biológicas que los hacen adecuados para una pesca sustentable (Walker 1998).

La mayoría de los elasmobranquios, poseen una combinación de características biológicas que los hacen vulnerables a la sobrepesca, como un **crecimiento lento y maduración tardía**. Estos organismos también presentan **ciclos reproductivos largos**, dados por los requerimientos de energía necesaria para producir crías grandes completamente desarrolladas, siendo el resultado de una gran demanda de energía por parte de la hembra, provocando que los ciclos reproductivos y de gestación sean prolongados para estos peces y quizá sean un reflejo del tiempo que le toma a la hembra, el obtener las suficientes reservas energéticas para adquirir y transferir dicha energía a los ovarios para producir huevos grandes o alimentar a crías grandes, a través de su desarrollo (Castro, 1996).

Otra de las características biológicas de los elasmobranquios es su **baja fecundidad**, determinada por el reducido número de crías, el cual es uno de los factores que contribuyen a su bajo potencial reproductivo. Presentan además **periodos de vida largos**, que origina que muchas especies de tiburones sean longevas (Prad y Casey, 1990).

El período reproductivo es desconocido para muchas de las especies, ya que es difícil el poder estimar cuantas veces pueden aparearse antes de que cumpla con su ciclo vital productivo, así como la duración del mismo (Sminkey y Musick, 1995). De manera que la suma de los factores antes descritos para muchas de las especies de elasmobranquios presentan una tendencia a la baja productividad, característica que es compartida por algunas especies del grupo de Batoideos.

RESUMEN

La raya blanca, *Dasyatis americana* es una especie bentónica que habita zonas costeras de baja profundidad. Su distribución está restringida a la zona tropical del Atlántico Occidental. El presente trabajo pretende dar a conocer aspectos sobre su biología reproductiva, para fortalecer estudios que traten de establecer un ordenamiento que regule sus capturas en la costa central de Veracruz y para el Golfo de México. Se realizaron muestreos mensuales de junio 2006 a junio 2007 en punta Antón Lizardo, Veracruz. Se registraron 421 organismos (251 hembras y 170 machos), en las capturas de la pesquería artesanal. Se observó una mayor presencia de organismos en los meses de “Nortes” debido al decremento en las temperaturas del agua y al incremento en la productividad del Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV). Las tallas registradas fueron de 41–132 cm de ancho de disco (AD) para las hembras y 39–89 cm de AD para los machos. Se obtuvieron datos de peso entero de 263 organismos (163 hembras y 100 machos). La relación longitud-peso fue de tipo isométrica para ambos sexos. Se calculó una relación de sexos para el total de la captura, así como para embriones, de 1H:1M. Se determinó que 50% de los machos están maduros después de los 58 cm de AD; mientras que 50% de las hembras están maduras después de los 70 cm de AD. Se registraron evidencias de apareamiento, lo cual indica que probablemente sucede durante los meses de marzo y agosto. A partir de las tallas de los embriones, ovocitos y periodos de apareamiento estimados, se deduce que existen probablemente dos temporadas reproductivas para esta especie en Veracruz. La fecundidad de la especie es baja (promedio = 3, mínimo =2 y máximo =7 embriones por hembra; n = 84). Es importante realizar más estudios de reproducción para *Dasyatis americana* en otras áreas del Golfo de México así como determinar zonas de reproducción y crianza para rayas.

ABSTRACT

The southern stingray, *Dasyatis americana* is a benthic and coastal specie, which is found in shallow water. This specie is found in the tropical zone of the western Atlantic. This paper aims to inform different aspects on its reproductive biology, in order to strengthen studies directed towards developing fisheries management for the species in the central coast of Veracruz and the Gulf of Mexico. Data collection was performed monthly from catches in Punta Anton Lizardo, Veracruz, from June 2006 until June 2007. A number of 421 specimens were measured with 251 females (59.6 %) and 170 males (40.4 %) from the artisanal fisheries (commercial fishermen). More specimens were recorded during the ‘Nortes’ (winds from the north) season, due to the decline in water temperature and the increase in the productivity of the Veracruz Reef System (SAV). The minimum and maximum sizes recorded were 41 – 132 cm of Disc Width (AD) for females and 39 – 89 cm AD for males. Also information of 263 individuals for weight is included (136 females and 100 males). The relationship AD vs. weight was isometric to both sexes. Sex ratio was 1F:1M, both for embryos and for the whole catch. Disk width at which 50% of the population reached maturity was 70 and 58 cm AD for females and males, respectively. The mating probably is in March and August, considering the mating evidence found. The embryo size, ova size and mating period suggest that *D. americana* have two reproductive periods in the area. Fecundity was low in this specie (average = 3, minimal = 2 and maximum = 7 litters by female). It is important to do more reproduction studies of *D. americana* in other areas in the Gulf of Mexico, to found reproduction and nursering areas for rays.

II. ANTECEDENTES



Las características particulares de los Elasmobranquios, así como el incremento en la presión de pesca sobre estas especies (tanto la dirigida como la incidental por descartes) ha estimulado estudios en varios aspectos importantes de sus historias de vida, tal es el caso de la reproducción. Tanto las características del crecimiento como los procesos de madurez y longevidad de estos organismos sirven para calcular el estatus de la población y predecir como estas pueden sufrir cambios al paso del tiempo.

ESTRATEGIA REPRODUCTIVA - Viviparidad Aplacentaria

Los embriones de las especies que presentan un desarrollo vivíparo aplacentario son retenidos por la madre durante su desarrollo pero sin algún tipo de conexión placentario que conecte directamente al embrión con la madre. Un rango muy angosto de formas de desarrollo ocurre mediante esta estrategia reproductiva, Wourms (1977), los separa en 3 grupos:

- 1- Los que dependen exclusivamente de las reservas de vitelo.
- 2- Los que se realimentan de huevos y de embriones.
- 3- Los que poseen un análogo placentario.

El primer grupo son considerados lecitotróficos, que son embriones que no reciben nutrición extra de la madre, y los últimos dos son los metrotróficos, donde la nutrición del embrión esta complementada por la ovulación de huevos o por leche uterina mediante histótropho; la ventaja de la metrotrofía podría ser el incremento en talla al nacer y el incremento de la supervivencia de juveniles. Otra ventaja de la metrotrofía sería la presencia o ausencia de compartimentos uterinos que se forman en todas las especies con desarrollo placentario y otras pocas con aplacentario, que seria un paso importante en la evolución de la viviparidad aplacentaria (Otake, 1990).

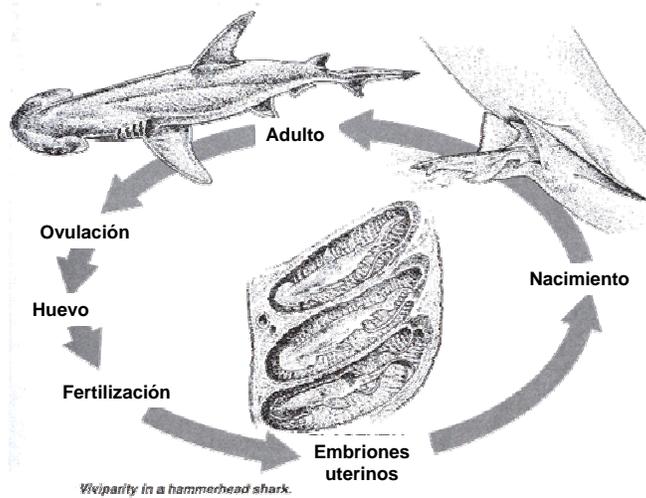


Fig. 1. Típico ciclo vivíparo en especies de tiburones, tomada de Collin, 2005.

Análogos placentarios: Histótropho y Trophonemata

Las rayas con agujijón (Stingrays) despliegan la viviparidad aplacentaria con trophonemata uterina; envuelve la producción y secreción dentro del lumen uterino de un histotropho orgánicamente rico, el cual es ingerido por el embrión o por los filamentos branquiales externos de los embriones, los cuales inicialmente dependen del vitelo cuyos precursores son sintetizados en el hígado materno y transportados vía la circulación sistémica de las células foliculares del ovario y de ahí al huevo, hasta que se agotan.

El útero desarrolla microvellocidades vascularizadas [denominada **trophonemata** (figura 2 y 3) del Griego *trophē* - nutrimento, alimento; *nēmat*- hilos, filamentos] que secretan nutrientes histotróficos o “leche uterina” que nutre a la cría durante su desarrollo, lo que significa que incrementa el área de superficie del trophonemata para la secreción, osmorregulación y el intercambio gaseoso; pudiendo tener funciones endocrinas, así como el rol del reconocimiento inmune. Las especializaciones del útero para su función respiratoria incluye el incremento en la vascularización del trophonemata y el adelgazamiento del epitelio de los vasos.

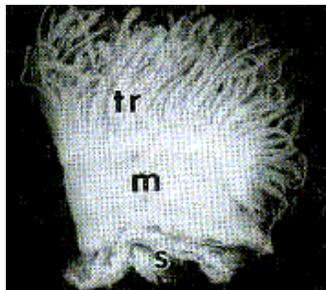


Fig. 2. Fotografía de trophonemata tomada de Hamlett (1999) [tr. trophonemata; m. músculo].



Además se distingue que la conexión vascularizada entre la madre y el feto disminuye, pero el músculo uterino cierra las envolturas de las crías y por consecuencia el trophonemata entra en contacto físico con el embrión (figura 3). Wourms en 1981, plantea que la transferencia de nutrientes parece ser mucho más eficiente en especies con trophonemata que en especies con nutrición placentaria.

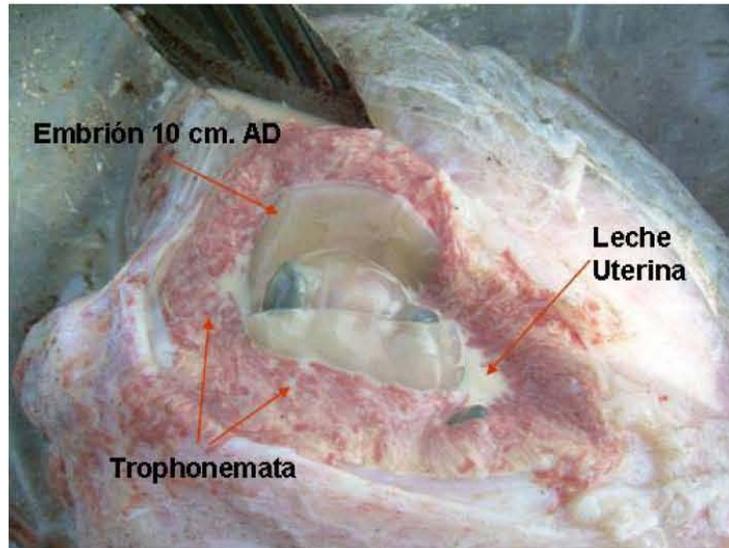


Fig. 3. Fotografía tomada en playa Zapote, mostrando un útero con embrión de *Dasyatis americana*.

Los trabajos realizados referentes a la biología de la raya blanca *Dasyatis americana*, en el Atlántico Occidental son pocos, de los que se mencionan a continuación:

Snelson y colaboradores (1990); realizaron estudios sobre el comportamiento y presencia de *D. americana* en estaciones de limpieza, así como la relación que presentan con su limpiador *Thalassoma bifasciatum*, el tiempo de permanencia en las estaciones y el tipo de nado que desarrollan alrededor de estas zonas, para liberarse de parásitos en especial los trematodos.

William y Sullivan (1993); mencionan que *D. americana* es uno de los elasmobranquios mas abundantes en las costas de Florida. Estos autores realizaron un análisis enfocado a la contribución cuantitativa de peces e invertebrados de los que se alimenta esta raya, con relación a la hora del día y la fase de marea. Se capturaron 18 organismos, encontrando que la base alimentaría de *D. americana* estaba constituida principalmente de crustáceos (76.4% del total de presas), seguido por el grupo de teleósteos (10.9%), y el restó por moluscos y plantas.

Henningsen (2000), analizó algunos aspectos de la biología reproductiva de *D. americana* en condiciones de cautiverio, determinando que se presentan dos ciclos reproductivos al año. Determinó rangos de gestación de 135 – 226 días, reportando el ancho de disco para organismos neonatos de los 200 a los 340 mm. Este autor menciona que la diferencia entre el tamaño, peso y sexos no es significativa; reporta también variaciones en el número de crías por hembra, con rangos de 2 a 10 embriones por camada, dependiendo del tamaño de la madre.

Chapman y colaboradores (2003), realizaron estudios en las Bahamas acerca de los patrones de cortejo y apareamiento de la raya látigo blanca en la zona, detallando la secuencia completa sobre los eventos de cortejo (la fase de acercamiento, la fase de mordidas precopulatorias, la fase de copula, la fase de descanso y la de separación), que eran poco conocidos para esta especie y forman parte importante dentro de su ciclo de vida.

Cailliet en 2004, en su revisión compilatoria sobre trabajos en edad y crecimiento de elasmobranquios, hace mención de un trabajo realizado por Henningsen en 2002 para *D. americana* en condiciones de cautiverio en la cual, se tiene registros de las tallas máximas de 150 cm. AD para hembras y 112.5 cm. AD para machos; señalando una edad máxima para hembras de 26 años y para machos de 28 años, pero no hace referencia alguna de los parámetros de crecimiento propuestos por von Bertalanffy.

III. JUSTIFICACIÓN

En el estado de Veracruz la raya blanca (*Dasyatis americana*), es una de las especies que soportan la pesquería del grupo de rayas, al no existir estudios de ésta bajo ninguna índole en la zona o para el Golfo de México; es necesario realizar estudios biológicos completos, tal como es el determinar las estrategias reproductivas que son el factor limitante para que estas pesquerías subsistan y se puedan implementar las medidas de manejo sobre su pesca.



IV. OBJETIVOS

GENERAL

Conocer la biología reproductiva de la raya blanca (*Dasyatis americana*) de la captura en punta Antón Lizardo, Alvarado – Veracruz.

PARTICULARES

- Describir la composición en talla, peso y sexo de los organismos de la captura.

- Determinar el ciclo reproductivo para ambos sexos.
 - ✓ Determinar la talla de primera madurez sexual para ambos sexos.
 - ✓ Estimar la época de apareamiento.
 - ✓ Estimar el periodo de ovulación y de gestación.
 - ✓ Determinar la temporada de expulsión de crías.
 - ✓ Determinar la fecundidad.



V. ÁREA DE ESTUDIO

Veracruz, presenta un litoral de más de 700 km² de extensión de playas presentando regiones muy diversas en cuanto a las características ambientales, disponibilidad de espacio y formas de trabajo que han desarrollado las diferentes comunidades a lo largo de este litoral por lo que sus habilidades y los recursos de que disponen, lo han dado a conocer en el resto del país.

El área de reserva Parque Marino Nacional “Sistema Arrecifal Veracruzano”, está formado por bajos, islas y arrecifes situados en la porción interna de la plataforma continental en el Golfo de México, los cuales se elevan desde profundidades cercanas a los 40 m. se sitúa entre las coordenadas geográficas 19°00'00" y 19°16'00" de latitud Norte y 95°45'00" y 96°12'00" de longitud Oeste en la porción central del estado de Veracruz. El sistema incluye dos áreas geográficamente separadas, la primera se localiza enfrente del Puerto de Veracruz e incluye a los arrecifes Gallega, Galleguilla, Anegada de Adentro, La Blanquilla, Isla Verde, Isla de Sacrificios, Pájaros, Hornos, Ingeniero y Punta Gorda, todos dentro de la isóbata de los 37 m. La segunda área se ubica frente a Punta Antón Lizardo, a unos 20 km. al suroeste del Puerto de Veracruz, e incluye los siguientes arrecifes: Giote, Polo, Blanca, Punta Coyol, Chopas, Enmedio, Cabezo, el Rizo, Santiaguillo, Anegada de Afuera, Anegadilla y Topetillo, todos ellos en la isóbata de los 48 m Tabla 1 (Secretaría de Marina 1998 y 1999; INE 2006).

Tabla 1. Arrecifes de la Punta Antón Lizardo, Alvarado Veracruz.
SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO
CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS

| SECCION PUNTA ANTÓN LIZARDO | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| Arrecife | Profundidad Máxima (m) | Distancia a la Costa (Km) | Área (km2) |
| Isla de Enmedio | 20 | 6.8 | 6.47 |
| El Rizo | 20 | 5.7 | 4.28 |
| Chopas | 20 | 3.3 | 8.54 |
| La Blanca | 20 | 3.0 | 1.83 |
| El Cabezo | 30 | 14.2 | 18.9 |
| Anegada de Afuera | 40 | 17.2 | 7.69 |
| Santiaguillo | 40 | 20 | 1.02 |
| Anegadilla | 40 | 21 | 0.74 |



El clima del parque es cálido-húmedo con lluvias en dos épocas marcadas: la de “Nortes”, de menor precipitación durante septiembre a abril, con temperaturas bajas; y la de lluvias del periodo de mayo a agosto, con temperaturas elevadas, mayor precipitación. La temperatura promedio anual de la zona arrecifal es de 26°C, registrando las más bajas en enero y febrero con 18°C (Secretaría de Marina 1998).

PUNTA ANTÓN LIZARDO

Punta Antón Lizardo esta localizada en la Región del Papaloapan Alvarado, comprendida por las playas Antón Lizardo y Playa el Zapote, separadas únicamente por la Heroica Escuela Naval Militar de Antón Lizardo, Veracruz; se caracterizan por ser playas de arena fina de color gris, localizadas a los 19°03.79' Latitud Norte y 95°22' Longitud Oeste (Figura 4); presentan una pendiente y oleaje suave, con agua templada. Se encuentra localizada al Sur del puerto de Veracruz, donde el clima de la región es caliente subhúmedo [Aw₂(w)(i)'w"] según el sistema de clasificación climático de Köppen, modificado por García (1998). Las playas comprendidas del puerto de Veracruz a Antón Lizardo abarcan cerca de 26 Km, están parcialmente protegidas del embate de las olas altas generadas durante “Nortes” y huracanes por los bajos fondos del sistema Arrecifal Veracruzano (Secretaría de Marina 1998 y 1999).

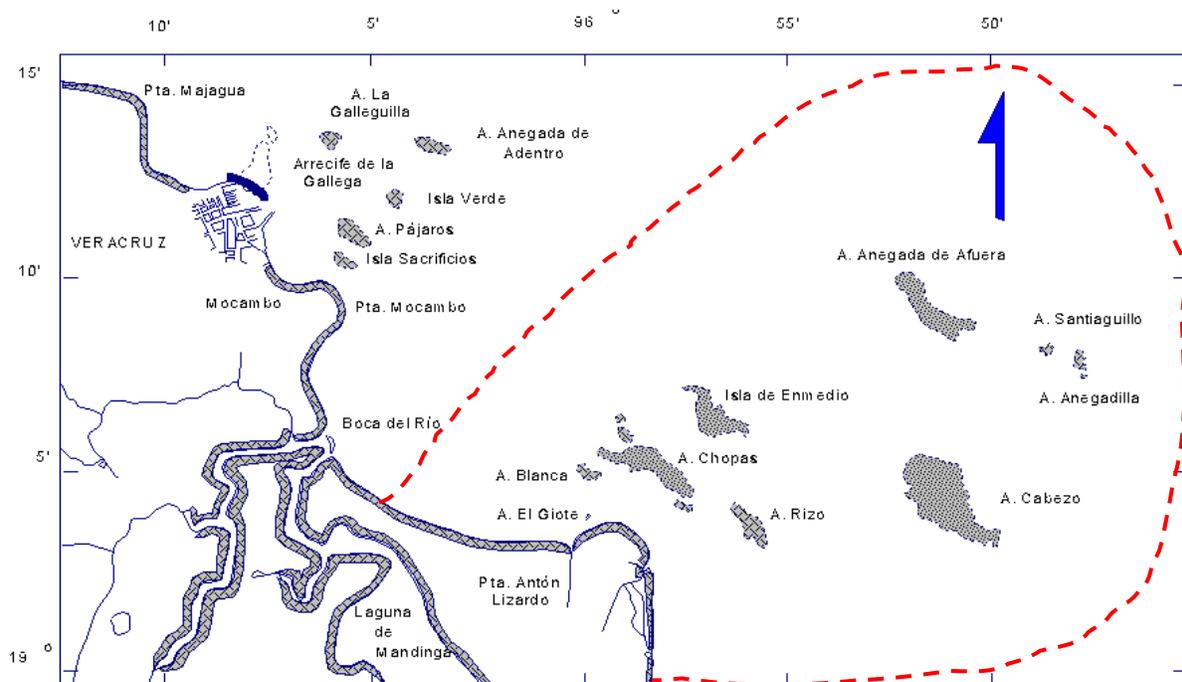


Fig. 4. Mapa de la localidad punta Antón Lizardo, Veracruz (Tomado de INE 2006).



CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

En general el área de estudio se encuentra, dentro del cinturón de los vientos Alisios, que son los vientos dominantes (Este Sur Este), mismos que transportan humedad y producen abundante lluvia, especialmente hacia el final del verano y principios de otoño. En septiembre y octubre ocurren formaciones ciclónicas (centros de baja presión) con vientos ocasionales > 20 m/s que se propagan de este a Oeste denominadas ondas del Este o Tropicales, en las cuales, la presión atmosférica se intensifica a diferencia de lo que ocurre en la época fría del año durante los eventos “Norte” (centros de alta presión), debido al forzamiento de las masas de aire frío y seco que provienen de Canadá y que se modifican al entrar al Golfo de México, las rachas de viento durante los Nortes varían en intensidad desde moderadas (4 m/s), frescas (12 m/s), fuertes (18 m/s), violentas (29 m/s) y huracanadas (> 33 m/s). Humedad relativa promedio mensual varía de 78% a 83% la evaporación anual (2991.1 mm) es casi el doble de la precipitación anual (1676.6 mm).

El litoral veracruzano presenta una dinámica que se ve influenciada principalmente por la intensidad y dirección del viento de baja frecuencia (periodo > 24 hrs.) y por la corriente costera; misma que es forzada a través del canal de Antón Lizardo, principalmente por la acción del viento mientras que, en condiciones de calma domina la hidráulica de mareas (Secretaría de Marina 1998 y 1999).

CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

El régimen de marea es de tipo mixto con predominancia diurna, con un rango promedio del nivel del mar de 50 cm, el cual presenta notable variación durante el otoño, debido a cambios estacionales en la estructura de densidad del océano. La variación en el viento y presión atmosférica durante las tormentas puede causar desviaciones en el nivel del mar pronosticado, que se denomina marea de tormenta; dichas fluctuaciones energéticas en el nivel del mar, generalmente se presentan asociados al desplazamiento de Nortes y Huracanes en la bahía de Campeche.

El 70% de la energía de la corriente costera depende de la intensidad y dirección del viento en periodos de 24 horas y mayores; así como a la variación periódica de la fuerza de mareas en las bandas diurnas y semidiurnas. Esta energía presenta tendencia general de fluir en dirección de Noroeste siguiendo la línea de costa e isóbatas, bajo la influencia de los vientos Alisios.

Hay dos regímenes de oleaje, que concuerdan con los dos regímenes de vientos del área, procedentes del sector Norte en la temporada fría y del Este al final de primavera y principios de verano; mientras que durante la temporada fría del año, alternan ambos regímenes dominando los provenientes del Norte. Los fuertes vientos (> 14 m/s 28 nudos) que ocurren durante el otoño, invierno y principios de primavera, generalmente provenientes del Norte y Noroeste, como soplan sobre una gran vista o “fetch” (> 600 millas) generando olas de 12 pies costa afuera, en cambio los vientos moderados del Sureste (17-27 nudos), como soplan sobre una pista mas reducida (< 200 millas) generan olas de 5.8 pies (Secretaría de Marina, 1999).

La profundidad del mar a la distancia de la cabeza del muelle de la Heroica Escuela Naval Militar al eje longitudinal del canal de Antón Lizardo es de 650 m. Dicho canal presenta profundidades máximas de 30 a 32 m y en la proximidad del muelle, su eje longitudinal esta orientado en dirección WNW-ESE. La pendiente del canal cae rápidamente desde la isóbata de 3 m hasta 24 m. en una distancia de 200 m (pendiente 1:9.5); a partir de la isóbata de 24 m hasta 30 m. la pendiente es mas suave (1:41.7), la isóbata de 3 m se localiza aproximadamente a 200 m. de la cabeza de dicho muelle; Ahí mismo al Este del muelle se localiza un bajo muy amplio, que esta sujeto a inundación por marea, cuya anchura varía desde 300 m junto al muelle, 170 . frente al vértice “Sur” y se hace mínimo frente a punta Coyol.

El plano batimétrico de las inmediaciones del muelle, muestra el asolvamiento del canal de acceso para botes, que fue dragado en 1997, mismo que se extendía casi 400 m desde el costado este del muelle, hasta la alternancia de trincheras y barras de arena en la zona sublitoral al Oeste del muelle, entre los que destacan una barra de 40 m de anchura con profundidad < 1 m, que se extiende en dirección Este Oeste y se localiza a 35 m del extremo del muelle. Dichas características morfológicas se consideran ocasionadas por la acción conjunta del oleaje y corriente litoral (Secretaría de Marina, 1998 y 1999).

Se reportan 3 masas de agua: la costera con temperaturas mayores a los 29°C , la oceánica que pasa hacia el Norte con velocidades de 0.4 a 0.5 nudos y con temperaturas que varían de los 28.5°C a los 28.7°C , y la de mezcla con temperaturas entre 28.7°C y 29°C (Secretaría de Marina, 1999).

CONDICIONES SEDIMENTOLÓGICAS



La plataforma continental del Golfo de México es una área de alta sedimentación terrígena debido a la gran cantidad de ríos que descargan en la zona; a pesar de ello se pueden encontrar algunas estructuras arrecifales en áreas dispersas. Los arrecifes que componen el sistema se encuentran delimitados por los ríos La Antigua al norte y Papaloapan al sur. La desembocadura del río Jamapa divide al sistema en dos áreas, una frente al Puerto de Veracruz y otra frente a punta Antón Lizardo, lo que provoca que las aguas circundantes sean turbias y poco transparentes.

La zona arrecifal está construida en un banco de restos bioclásticos calcáreos de materiales coralinos pertenecientes al Pleistoceno reciente, y es producto del descenso en el nivel del mar, asociado a la última glaciación (SAGARPA, 2005).

En general el tamaño de grano del sedimento que constituye la cara de las playas entre punta Gorda y Arroyo el Salado, varía de menos gruesa (1.050 mm) a arena fina (0.141 mm), para esa misma área, a partir de la distribución de tamaño de grano del sedimento u aplicando el criterio de McLaren (1985), determinó la dirección Norte a Sur, siguiendo la línea de costa del transporte litoral neto, así mismo determino el papel del Río Jamapa-Atoyac, como fuente importante de sedimento a las playas de Antón Lizardo y el Zapote.

Su costa está comprendida entre la línea de costa y los arrecifes Rizo y Chopras, donde se extienden los canales navegables de 2.3 a 1.4 millas de anchura, con profundidades máximas de 22 a 32 m y lecho marino constituidos principalmente de arena de cuarzo y fragmentos de conchas y coral. La planicie costera muestra campos de dunas y médanos, hasta 50 m de altura.

El sedimento del área de estudio presenta variaciones de arena media ($1.70 \varnothing \Leftrightarrow 0.308$ mm), a arena fina ($2.75 \varnothing \Leftrightarrow 0.149$ mm), con diámetro promedio de arena fina ($2.29 \varnothing \Leftrightarrow 0.204$ mm). El transporte litoral es significativo solamente hacia el Este, el transporte litoral hacia el Oeste ocurre durante el régimen de vientos Alisios, mientras que bajo la influencia de los Nortes, cambia hacia el Este con mayor intensidad (Secretaría de Marina, 1998 y 1999).



VI. METODOLOGÍA

Trabajo de campo:

Se realizaron 40 visitas a la zona de desembarque y comercialización de tiburón y raya en la zona de Punta Antón Lizardo (playas Antón Lizardo y el Zapote), en el estado de Veracruz. Se obtuvieron datos en 28 visitas durante los meses de mayo a diciembre del 2006 y enero a junio del 2007 (Tabla 2), para la colecta de información biológica y reproductiva de la raya blanca *Dasyatis americana*, capturada para su distribución y venta.

Tabla 2. Fechas y localidades de las visitas realizadas a la zona de colecta.

| Visita | MES | ZONA | FECHA | Visita | MES | ZONA | FECHA |
|--------|------------|---------------|------------|--------|---------|--------|------------|
| 1 | Junio | Zapote | 21/06/2006 | 15 | Enero | Zapote | 21/01/2007 |
| 2 | Junio | ANTON | 22/06/2006 | 16 | Enero | Zapote | 22/01/2007 |
| 3 | Julio | Zapote | 25/07/2006 | 17 | Febrero | Zapote | 10/02/2007 |
| 4 | Agosto | ANTON | 30/08/2006 | 18 | Febrero | Zapote | 12/02/2007 |
| 5 | Agosto | Zapote | 31/08/2006 | 19 | Marzo | Zapote | 08/03/2007 |
| 6 | Septiembre | Zapote | 01/09/2006 | 20 | Marzo | Zapote | 09/03/2007 |
| 7 | Septiembre | Anton/Zapote | 28/09/2006 | 21 | Marzo | Zapote | 10/03/2007 |
| 8 | Septiembre | Anton Lizardo | 29/09/2006 | 22 | Abril | Zapote | 03/04/2007 |
| 9 | Septiembre | Anton Lizardo | 30/09/2006 | 23 | Abril | Zapote | 04/04/2007 |
| 10 | Octubre | Antón/Zapote | 26/10/2006 | 24 | Abril | Zapote | 05/04/2007 |
| 11 | Noviembre | Anton Lizardo | 14/11/2006 | 25 | Mayo | Zapote | 30/05/2007 |
| 12 | Diciembre | Zapote | 14/12/2006 | 26 | Mayo | Zapote | 31/05/2007 |
| 13 | Diciembre | Zapote | 15/12/2006 | 27 | Junio | Zapote | 19/06/2007 |
| 14 | Diciembre | Zapote | 16/12/2006 | 28 | Junio | Zapote | 21/06/2007 |

Colecta de datos

Una vez realizada la captura del organismo, se le colocó de forma natural sobre una superficie lisa, y se procedió a registrar los datos (figura 5) que a continuación se describen:

Longitud del disco (**LD**): Es la longitud de la punta del morro al extremo distal de la aleta pectoral.

Ancho del Disco (**AD**): Es la longitud tomada horizontalmente al organismo de los bordes de las aletas pectorales.

Longitud del myxopterigio (**Lm**): Es la longitud al de la punta distal del órgano copulador al inicio de la cloaca (solo se determina en machos).

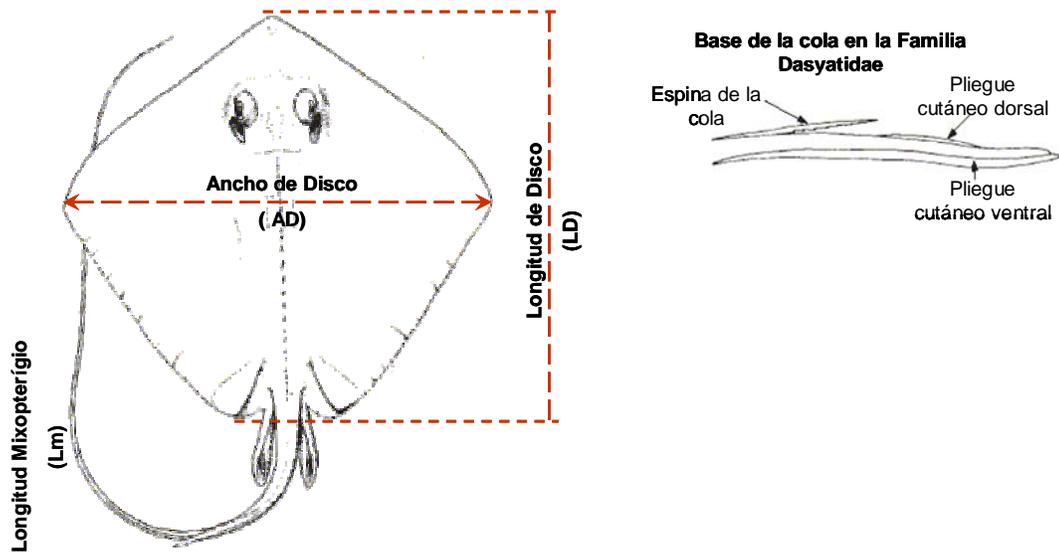


Fig. 5. Esquema de las medidas morfométricas, de un espécimen de raya (tomada de FAO 2004).

PARA AMBOS SEXOS:

- Longitud del disco (LD)
- Ancho del Disco (AD)
- Sexo
- Peso
- Tamaño y peso de estructuras reproductivas
- Estado de madurez

Las medidas fueron tomadas al cm mas cercano, excepto en el caso del myxopterigio que fue tomada al mm mas cercano. Se emplearon cintas métricas de 1.5 m, para los organismos, embriones y estructuras reproductivas; para el caso de ovocitos se utilizo un pie de rey. Los pesos fueron tomados utilizando basculas romanas de 12, 25 y 50 Kg, y en el caso de estructuras reproductivas, embriones y ovocitos se empleo una balcula analítica con un máximo de 2 Kg, Acuweigh DC – 2000 A.



DETERMINACIÓN DEL SEXO Y LA MADUREZ SEXUAL

El sexado de los elasmobranquios se llevó a cabo con base en las características sexuales secundarias, es decir, la presencia de los mixopterígios en los machos y su ausencia en las hembras.

Descripción del estado reproductivo (madurez sexual):

Los organismos fueron considerados como inmaduros o maduros de acuerdo a la escala de madurez presentado por Stehmann (tabla 3). Para hembras y machos se consideraron inmaduros los estadios (I – II) y maduros en machos (III) y en hembras (III – IV).

Tabla 3. Escala de madurez (T: Testículo; M: Myxopterígeno; O: Ovarios; U: Útero) para *Dasyatis americana* adaptada de Stehmann (2002).

| Escala de Madurez | HEMBRAS | MACHOS |
|-------------------------|---|--|
| I – Neonatos | Organismos con inserción umbilical abierta y sin evidencia de vitelo, estomago con remanentes de alimento (no leche uterina). | Organismos con inserción umbilical abierta y sin evidencia de vitelo, estomago con remanentes de alimento (no leche uterina). |
| I – Juveniles | O: pequeño con apariencia granular, U: no diferenciado del oviducto. | M: pequeños y sin flexibilidad, T: presentan una incipiente vascularización. |
| II – Sub-adultos | O: delgado sin huevos diferenciados, U: poco diferenciado del oviducto, con ausencia de desarrollo de trophonemata. | M: delgado, pequeños y poca flexibilidad, T: grandes con pocos lóbulos y poca vascularización. |
| III – Adultos | O: (uno) largo y ancho, con ovocitos en diferentes fases de maduración o maduros, algunos con vitelo de color amarillento; U: presenta una diferenciación marcada del oviducto, ancho y largo con desarrollo de trophonemata. | M: largos, presentando un mayor grado de calcificación, flexibilidad y rotación; T: (dos) largos y anchos bien diferenciados del órgano epigonal, con varios y grandes agregados (lóbulos) altamente vascularizados. |
| IV – Preñadas | O: igual que en adultos, U: largo y muy ancho con trophonemata altamente vascularizada y desarrollada, con evidencia de leche uterina, con o sin presencia de ovocitos o embriones, en diferentes etapas de desarrollo. | |



Trabajo de Gabinete

El tamaño de muestra se estimó utilizando el modelo de Cochran (1977), usando como base los datos del presente trabajo, que proporcionaron un AD promedio de 69.8 cm, con desviación estándar de 17.5 cm. Con estos valores se obtuvo la estratificación de las tallas dentro del tamaño de muestra aplicando la fórmula de la probabilidad para una distribución normal en un intervalo de tallas de 32.5 cm, que es el mínimo reportado, a 132.5 cm, que es el máximo reportado, con intervalos de clase de 5 cm. (21 grupos de talla).

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2})^2 \sigma^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

Donde n es el tamaño de muestra, $Z_{\alpha/2}$ es el valor estadístico de la probabilidad al 95% (1.967),

$$n_0 = \frac{t^2 * s^2}{(n_c * \varepsilon)^2}$$

Se determinó un tamaño de muestra inicial de 267 organismos y un tamaño de muestra ajustado de 193 individuos, sin embargo se logró obtener una muestra de 421 organismos lo cual aumenta la confiabilidad del muestreo en el presente trabajo

En la estratificación de tallas del tamaño de la muestra no se encontraron diferencias significativas ($P = 1$), donde el promedio fue de 70 cm. de AD con una $s = 17.5$ cm. (Figura 6).

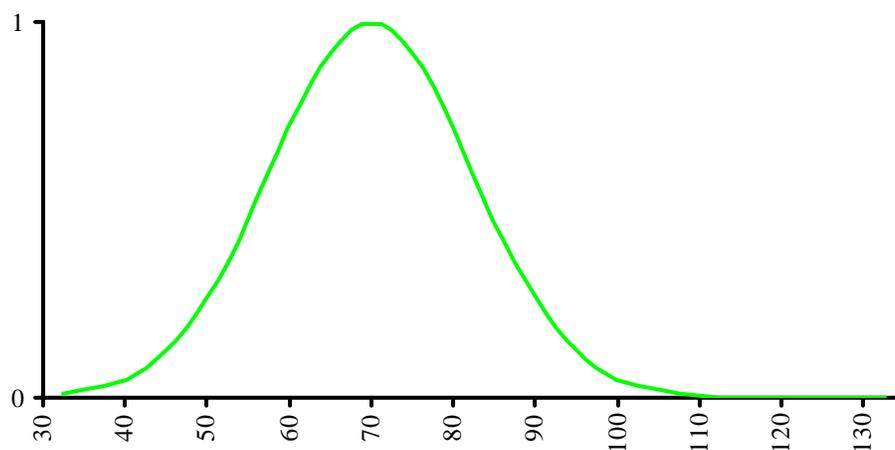


Fig. 6. Gráfica distribución normal para tallas obtenidas en el presente trabajo. AD en eje X y P en el eje de las y.



PARÁMETROS MERISTICOS:

Con la finalidad de analizar la información recabada del muestreo biológico, se integró una base de datos que muestra la composición y estructura de las capturas mediante la frecuencia de tallas.

La composición de tallas de la especie en las capturas, así como su variación temporal, se analizó mediante la realización de histogramas de frecuencia de tallas con intervalos de 5 cm, para sexos separados. Los análisis fueron realizados para cada sexo debido a las diferencias encontradas entre las tallas de los machos y de las hembras.

La relación entre la LD y AD se determinó mediante el modelo lineal $LD = a + bAD$, donde **a** es la ordenada al origen y **b** el coeficiente de regresión (pendiente), y mediante el modelo potencial con la siguiente fórmula $LD = aAD^b$.

La relación entre la AD y P, se determinó mediante el modelo potencial con la siguiente fórmula:

$P = aAD^b$, donde **a** y **b** son constantes.

La proporción sexual se estimó, mensualmente dividiendo el número de hembras entre el número de machos capturados, y se comparó con la proporción teórica 1:1 mediante una prueba de χ^2 con la corrección de Yates (Everitt, 1992) en la tabla de contingencia de 2X2 con grados de libertad 1 y valor crítico de 3.8.

$$\chi^2 = \frac{N(|ad - bc| - 0.5N)^2}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}$$

PARÁMETROS REPRODUCTIVOS:



Determinación de la talla de madurez

La talla de madurez se calculó mediante la proporción de organismos maduros a cada longitud o grupo de edad y determinando la longitud a la cual el 50% de los organismos están maduros (AD_{50}) (Pratt y Otake, 1990).

AD_{50} se estimó mediante una ecuación de tipo logístico (Ojiva de madurez) de la forma: $P = 1 / (1 + e^{-\Delta (AD - AD_{50})})$, donde P es la probabilidad de que los organismos estén maduros a esa longitud, Δ y e son Constantes.

El ajuste del modelo se realizó mediante máxima verosimilitud, utilizando la herramienta Solver de Excel.

La talla de madurez de los machos fue estimada también, mediante la relación entre la longitud del organismo (AD) y la longitud del testículo (L_{tes}), por medio de una relación de tipo lineal.

Así mismo se determinó la relación entre AD y L_{mx} (Joung y Chen, 1995), separando los organismos en dos categorías: inmaduros (neonatos, juveniles y subadultos) y maduros (adultos) y ajustando una curva de tipo sigmoideal, en donde se empleó la siguiente fórmula: $\text{Logística} = L_{\max} / (1 + \text{EXP}^{(a-b*AD)})$, donde a y b son constantes.

Se determinará el inicio del periodo de madurez en hembras determinando la relación existente entre el AD de las hembras contra el diámetro de los ovocitos, el tamaño y peso del ovario (P_{ova}), así como el tamaño y peso del útero (Natanson y Cailliet 1986); mediante una regresión de tipo lineal utilizando la fórmula: $Y = a + bx$; donde x es Longitud del Ovario o Longitud del útero, y Y el AD hembra.

La relación AD -peso del ovario o útero, se calculó ajustando los valores mediante una curva de tipo potencial con la siguiente fórmula: $Y = aX^b$, donde a y b son constantes.



Ciclo Reproductivo

Se calculo para determinar la relación existente entre el tamaño de los órganos reproductivos del macho y la hembra contra el tamaño total del mismo (AD), para determinar el inicio del periodo reproductivo de la especie (IGS), calculándose por mes durante el periodo de muestreo.

$$\text{IGS} = \frac{[\text{Peso del (Testículo u Ovario) en g}] * 100}{\text{Peso del organismo en g}}$$

Periodo de Ovulación

Se determinó midiendo todos los huevos maduros presentes en el ovario, para encontrar el de mayor tamaño a lo largo de un año y se graficó, mediante una regresión lineal con fórmula: $Y=a+bx$, donde **a** y **b** son constantes.

Periodo de Gestación

El periodo de gestación se determinó mediante la comparación de la longitud y el peso de huevos o embriones presentes en el útero durante un año (Francis y Stevens, 2000); utilizando la relación existente entre la longitud del huevo y el AD del embrión a través del año mediante una regresión lineal.

Fecundidad

La fecundidad se determinó contando el número de embriones o huevos encontrados en el útero y se comparo con el número de ovocitos maduros en el ovario (Pratt, 1979). Se determinará la relación AD - fecundidad y AD-tamaño de los embriones mediante el modelo de regresión lineal.

$$Y = a + bAD,$$

Donde:

| | | |
|-------|---|--|
| Y | = | Longitud del embrión o número de embriones |
| a y b | = | Constantes |
| AD | = | Ancho del Disco de la hembra |



VII. RESULTADOS

7.1 ANÁLISIS CAPTURA

7.1.1 ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN

La captura total de *Dasyatis americana* registrada de Junio del 2006 a Junio del 2007 en Punta Antón Lizardo (Playa Antón Lizardo y Playa el Zapote), Veracruz, fue de 421 organismos. Del total de organismos 255 (61%) fueron capturados durante al año 2006 y 166 (39%) durante el año 2007.

El análisis de la composición de las capturas muestra que la población en general se mantuvo en una proporción de machos y hembras similar a lo largo de los meses de muestreo (figura 7).

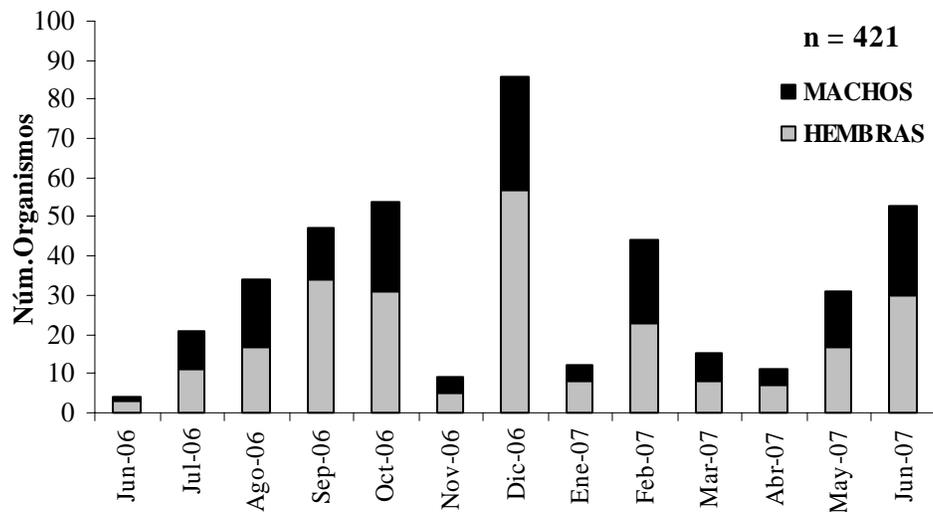


Fig. 7. Distribución temporal de *Dasyatis americana* por sexo en las capturas registradas en Punta Antón Lizardo, Ver.

La mayor captura de organismos en 2006 se presentó en el segundo semestre del año (junio–diciembre), siendo el mes de diciembre el mas productivo con 86 individuos (33.7% del total del año) y el mes de junio el menos productivo con 6 (2% del total del año). Para el año 2007 el mes de junio, que presentó mayores capturas de 53 individuos con cerca del 32 % y registrando la menor el mes de abril con solo 11 organismos (6.6 %) figura 8.



Respecto a la captura conjunta de 2006 y 2007, se observó que la mayor captura se presentó en el mes de diciembre de 2006 (20.4%), seguida por la de los meses de junio de 2007 (13.8%), octubre y septiembre (12.6 y 11.2% respectivamente), y el mínimo en noviembre de 2006 (2.1 %).

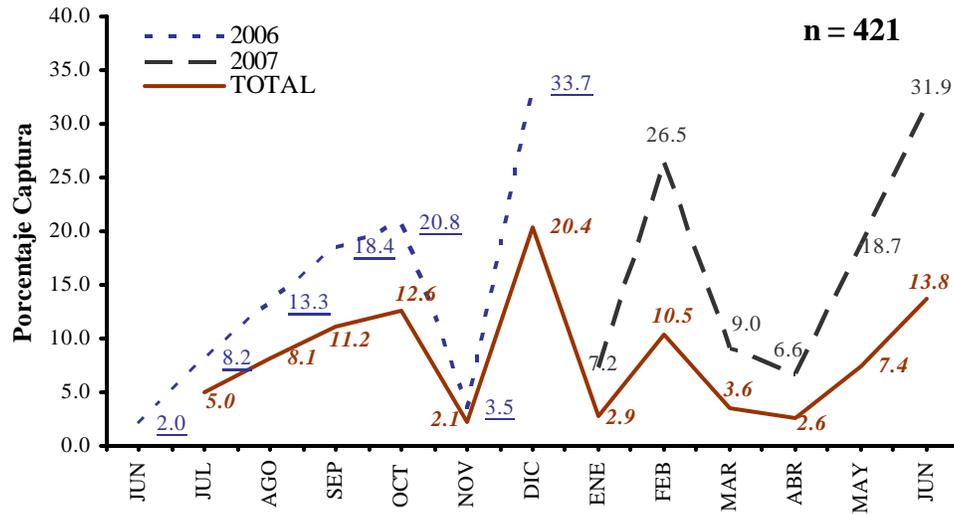


Fig. 8. Captura porcentual por año y total de *D. americana* en Punta Antón Lizardo, Ver.

7.1.2 COMPOSICIÓN DE TALLAS

Los intervalos de tallas registradas para hembras durante el presente estudio fueron de 41 cm – 132 cm AD (promedio 70 ± 0.85 cm AD) y para machos de 39–89 cm AD (promedio de $65 + 0.66$ cm AD) figura 9 y tabla 4.

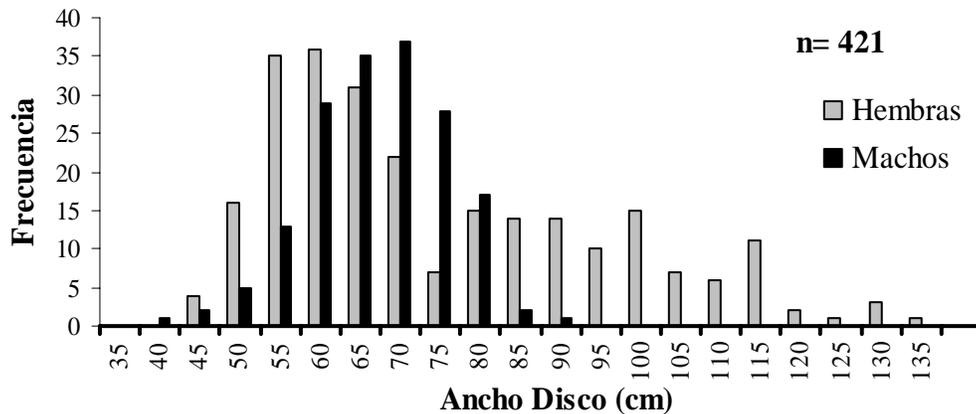


Fig. 9. Composición de tallas de *D. americana* de la zona de estudio durante el periodo de 2006 a 2007.



Tabla 4. Composición de tallas (AD en cm) de la captura de *Dasyatis americana* por año en punta Antón Lizardo, Ver. (TMIN= talla mínima de los organismos. TMAX= talla máxima de los organismos, TPROM= talla promedio de los organismos, DESVEST= desviación estándar, n=número de organismos).

| Año | Hembras (AD) | | | | | Machos(AD) | | | | |
|------|--------------|-----|-------|----------|-----|------------|-----|-------|----------|----|
| | mín. | máx | prom. | Desvest. | n | mín. | máx | prom. | Desvest. | n |
| 2006 | 41 | 132 | 71.74 | 20.11 | 157 | 39 | 89 | 64.75 | 8.43 | 97 |
| 2007 | 43 | 127 | 75.96 | 21.72 | 92 | 45 | 81 | 65.47 | 9.00 | 74 |

En la tabla 5, se presentan las tallas promedio por mes y por año del muestreo, en las que tallas mas chicas para hembras se encontraron en noviembre y septiembre siendo de 61.8 y 62 cm. AD; mientras que en machos se presentaron durante enero y febrero con 58.5 y 62.29 cm. AD. Las mayores tallas se presentaron para hembras en enero con 89.6 cm. AD y para machos en abril con una talla de 73.5 cm. AD.

Tabla 5. Tallas promedio (AD en cm) de hembras y machos de *Dasyatis americana* por mes en las capturas de Antón Lizardo, Ver. Durante el presente estudio (DESVEST= desviación estándar,* = datos no registrados).

| | 2006 | | | | 2007 | | | |
|------------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|
| | Hembras | DESVEST | Machos | DESVEST | Hembras | DESVEST | Machos | DESVEST |
| ENERO | * | * | * | * | 89.57 | 26.15 | 58.50 | 10.50 |
| FEBRERO | * | * | * | * | 74.09 | 23.11 | 62.29 | 9.74 |
| MARZO | * | * | * | * | 80.38 | 21.29 | 67.29 | 9.98 |
| ABRIL | * | * | * | * | 77.29 | 23.15 | 73.50 | 7.55 |
| MAYO | * | * | * | * | 76.19 | 19.98 | 63.93 | 7.57 |
| JUNIO | 84.50 | 23.30 | 68.00 | 21.49 | 72.33 | 20.91 | 68.39 | 7.48 |
| JULIO | 76.63 | 17.25 | 62.40 | 7.03 | * | * | * | * |
| AGOSTO | 72.76 | 13.74 | 64.88 | 5.69 | * | * | * | * |
| SEPTIEMBRE | 62.00 | 16.84 | 63.85 | 10.72 | * | * | * | * |
| OCTUBRE | 78.50 | 23.35 | 66.17 | 7.72 | * | * | * | * |
| NOVIEMBRE | 61.80 | 15.14 | 63.25 | 12.42 | * | * | * | * |
| DICIEMBRE | 72.70 | 20.55 | 64.86 | 9.60 | * | * | * | * |



7.1.3 ANÁLISIS MORFOMÉTRICO

La relación entre la AD y LD para las hembras está descrita por la ecuación: $AD = 1.05 (LD) + 4.8$ ($r^2 = 0.94$; e.s. = 5.3; $P = 0.9$), y para los machos: $LD = 0.96 (AD) + 8.9$ ($r^2 = 0.8$; e.s. = 3.8; $P = 0.5$) existen diferencias significativas entre hembras y machos $P = 0.1$, además se analizaron las relaciones morfométricas por medio de ecuaciones potenciales y se encontraron también diferencias significativas entre sexos encontrando una $P = 0.01$, en hembras no se encontró tendencia isométrica y la prueba *de t* $studen = 0$ en ambos casos (figura 10).

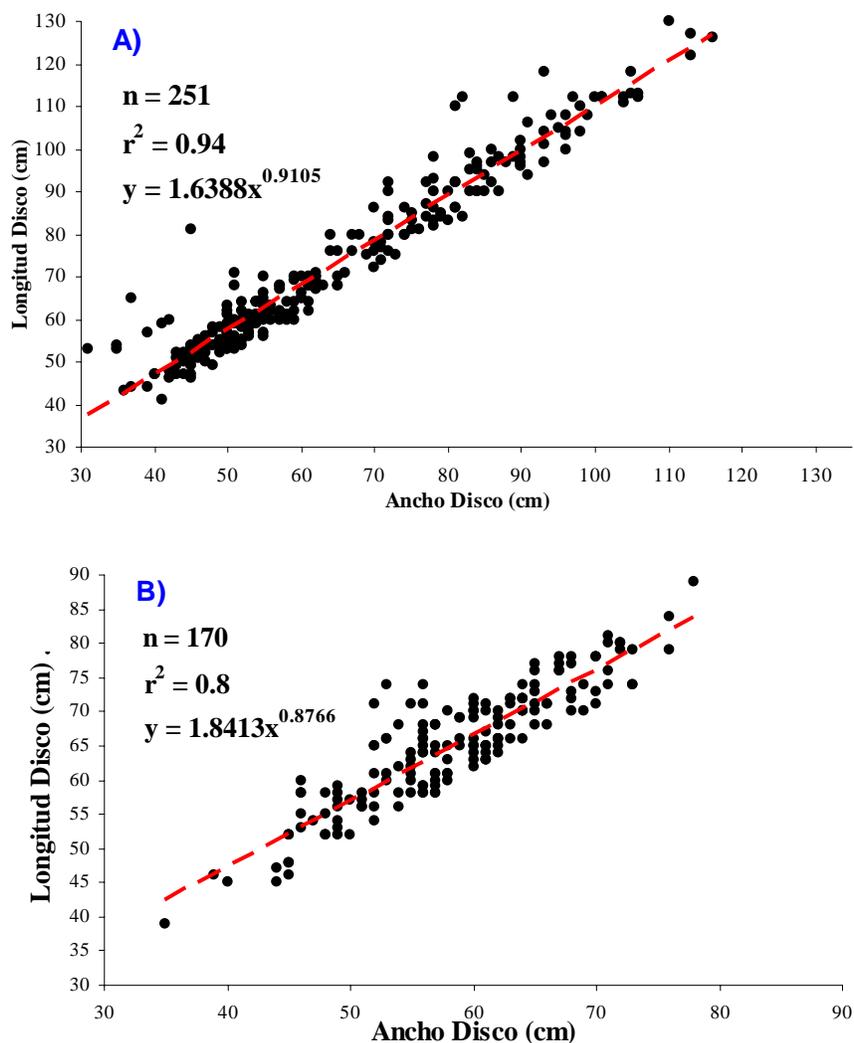


Fig. 10. Relación entre el ancho de disco y la longitud del disco para (A) hembras y (B) machos de *Dasyatis americana*.



7.1.4 RELACIÓN ANCHO DE DISCO – PESO

Se obtuvieron 263 datos de peso entero (P), de los cuales 163 correspondieron a hembras y 100 correspondieron a machos. La relación entre AD y P para ambos sexos fue, $P = 3.5 \times 10^{-5} (AD)^{2.98}$ (e.s. = 4.7, $r^2 = 0.9$, $n = 269$, $p = 0.6$, $t_{student} = 0.53$), no existen diferencias significativas entre ambos sexos a una $P = 0.98$, presentan un crecimiento de tipo isométrico (figura 11).

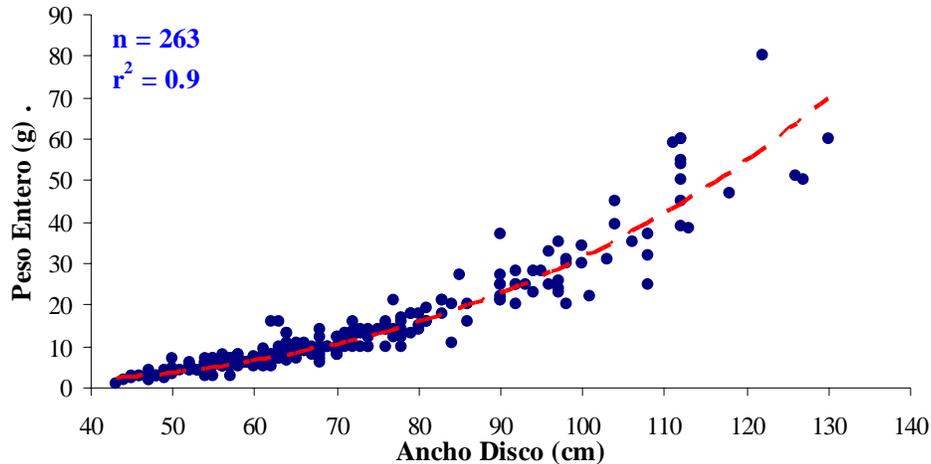


Fig. 11. Relación entre el ancho del disco y el peso entero, para ambos sexos de *Dasyatis americana* en Punta Antón Lizardo, Ver.

7.1.5 PROPORCION DE SEXOS

Del total de organismo registrados en las capturas 251 fueron hembras y 170 machos. La proporción de hembras: machos fue de 1:1 ($X^2 = 0.2$ y $P = 0.7$) Tabla 6.

Tabla 6. Proporción mensual de sexos de *D. Americana* en Punta Antón Lizardo.

| Año | Meses | Hembras | Machos | Total | Proporción sexual (H:M) | X ² de Yates | P |
|--------------|------------|------------|------------|------------|-------------------------|-------------------------|------------|
| 2006 | JUNIO | 3 | 1 | 4 | 3:1 | 0.1 | 0.8 |
| | JULIO | 11 | 10 | 21 | 1:1 | 0.2 | 0.6 |
| | AGOSTO | 17 | 17 | 34 | 1.0 | 0.3 | 0.6 |
| | SEPTIEMBRE | 34 | 13 | 47 | 3:1 | 0.1 | 0.8 |
| | OCTUBRE | 31 | 23 | 53 | 1:1 | 0.2 | 0.7 |
| | NOVIEMBRE | 5 | 4 | 9 | 1:1 | 0.2 | 0.7 |
| | DICIEMBRE | 57 | 29 | 86 | 2:1 | 0.2 | 0.7 |
| 2007 | ENERO | 8 | 4 | 12 | 2:1 | 0.1 | 0.7 |
| | FEBRERO | 23 | 21 | 44 | 1:1 | 0.2 | 0.6 |
| | MARZO | 8 | 7 | 15 | 1:1 | 0.2 | 0.6 |
| | ABRIL | 7 | 4 | 11 | 2:1 | 0.1 | 0.7 |
| | MAYO | 17 | 14 | 31 | 1:1 | 0.2 | 0.7 |
| | JUNIO | 30 | 23 | 53 | 1:1 | 0.2 | 0.7 |
| Total | | 251 | 170 | 421 | 1:1 | 0.2 | 0.7 |



7.2 BIOLOGÍA REPRODUCTIVA

7.2.1 MADUREZ SEXUAL

Del total de los organismos muestreados, 182 (43%) fueron organismos inmaduros y 239 (57%) organismos maduros (Tabla 7). Del total de organismos maduros 124 organismos fueron hembras (29.45%), con AD de 52–132 cm y una talla promedio de 89.62 ± 1.53 cm AD, y 115 organismos fueron machos (27.55%), con AD de 52–89 cm y una talla promedio de 69.05 ± 0.59 cm AD.

Tabla 7. Proporción de hembras y machos maduros de *Dasyatis americana* en relación a la diferentes grupos de talla (AD = ancho de disco en cm, H= Hembras, M = Machos, * = datos no disponibles).

| AD | TOTAL | | | | | | INMADUROS | | | | | | MADUROS | | | | | |
|-------|-------|----|-------|------|----------------|-----|-----------|----|-------|-----|----------------|-----|---------|----|-------|------|----------------|-----|
| | H | M | Total | H:M | X ² | P | H | M | Total | H:M | X ² | P | H | M | Total | H:M | X ² | P |
| 42.5 | 0 | 1 | 1 | 0:1 | 0.0 | 0.4 | 0 | 1 | 1 | 0:1 | 0.7 | 0.4 | * | * | * | * | * | * |
| 47.5 | 4 | 2 | 6 | 2:1 | 0.0 | 1.0 | 4 | 2 | 6 | 2:1 | 0.0 | 1.0 | * | * | * | * | * | * |
| 52.5 | 16 | 5 | 21 | 3:1 | 1.3 | 0.2 | 16 | 5 | 21 | 3:1 | 2.1 | 0.2 | * | * | * | * | * | * |
| 57.5 | 35 | 13 | 48 | 3:1 | 2.3 | 0.0 | 35 | 12 | 47 | 3:1 | 4.4 | 0.0 | 0 | 1 | 1 | 0:1 | 1.0 | 0.3 |
| 62.5 | 36 | 29 | 65 | 1:1 | 0.1 | 0.8 | 33 | 22 | 55 | 2:1 | 0.8 | 0.4 | 3 | 7 | 10 | 1:2 | 0.7 | 0.4 |
| 67.5 | 32 | 35 | 67 | 1:1 | 0.0 | 0.9 | 27 | 9 | 36 | 3:1 | 3.1 | 0.1 | 5 | 26 | 31 | 1:5 | 6.1 | 0.0 |
| 72.5 | 22 | 37 | 59 | 1:1 | 0.8 | 0.2 | 10 | 2 | 12 | 5:1 | 2.1 | 0.1 | 12 | 33 | 44 | 1:3 | 5.6 | 0.0 |
| 77.5 | 7 | 28 | 35 | 0:1 | 3.1 | 0.0 | 2 | 4 | 6 | 1:2 | 0.5 | 0.5 | 5 | 28 | 33 | 1:6 | 6.6 | 0.0 |
| 82.5 | 15 | 17 | 32 | 1:1 | 0.0 | 1.0 | * | * | * | * | * | * | 15 | 17 | 32 | 1:1 | 0.0 | 1.0 |
| 87.5 | 14 | 2 | 16 | 7:1 | 2.2 | 0.1 | * | * | * | * | * | * | 14 | 2 | 16 | 7:1 | 3.6 | 0.1 |
| 92.5 | 14 | 1 | 15 | 14:1 | 3.0 | 0.0 | * | * | * | * | * | * | 14 | 1 | 15 | 14:1 | 5.0 | 0.0 |
| 97.5 | 10 | 0 | 10 | 10:0 | 2.7 | 0.0 | * | * | * | * | * | * | 10 | 0 | 10 | 10:0 | 4.3 | 0.0 |
| 102.5 | 15 | 0 | 15 | 15:0 | 4.4 | 0.0 | * | * | * | * | * | * | 15 | 0 | 15 | 15:0 | 7.5 | 0.0 |
| 107.5 | 7 | 0 | 7 | 7:0 | 1.7 | 0.1 | * | * | * | * | * | * | 7 | 0 | 7 | 7:0 | 2.4 | 0.1 |
| 112.5 | 6 | 0 | 6 | 6:0 | 1.4 | 0.2 | * | * | * | * | * | * | 6 | 0 | 6 | 6:0 | 1.8 | 0.2 |
| 117.5 | 11 | 0 | 11 | 11:0 | 3.0 | 0.0 | * | * | * | * | * | * | 11 | 0 | 11 | 11:0 | 4.9 | 0.0 |
| 122.5 | 2 | 0 | 2 | 2:0 | 0.2 | 1.0 | * | * | * | * | * | * | 2 | 0 | 2 | 2:0 | 0.0 | 1.0 |
| 127.5 | 1 | 0 | 1 | 1:0 | 0.0 | 0.4 | * | * | * | * | * | * | 1 | 0 | 1 | 1:0 | 0.7 | 0.4 |
| 132.5 | 3 | 0 | 3 | 3:0 | 0.4 | 0.6 | * | * | * | * | * | * | 3 | 0 | 3 | 3:0 | 0.2 | 0.6 |
| 137.5 | 1 | 0 | 1 | 1:0 | 0.0 | 0.4 | * | * | * | * | * | * | 1 | 0 | 1 | 1:0 | 0.7 | 0.4 |



Se obtuvieron 116 datos de longitud de ovario para diferentes estadios de madurez (figura 12). Se observó que para *Dasyatis americana* solo el ovario derecho es funcional. No se observó una relación significativa entre la longitud del ovario y el AD de la hembra (e. s. = 5.2; $r^2 = 0.3$; $p = 0.32$; $t\ student = 0.997$) figura 13.



Fig. 12. Ovarios Inmaduro y Maduro de *Dasyatis americana* colectadas en punta Antón Lizardo.

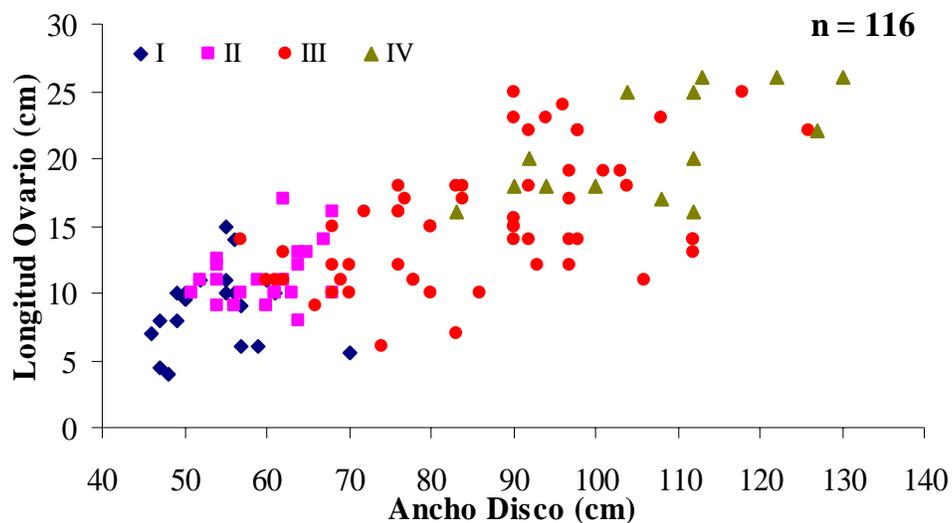


Fig. 13. Relación del ancho del disco y la longitud del ovario en las hembras de *Dasyatis americana*; la zona punteada indica cuando la longitud del ovario tiende al incremento



Se observó una relación no significativa entre el peso del ovario y AD de la hembra: $y = 0.0009x^{2.4853}$ ($r^2 = 0.38$, $t_{student} = 2.76$, $p = 0.006$) y entre la longitud del ovario y $y = 0.2969x^{1.9223}$ ($r^2 = 0.66$, e.s. = 31.23, $t_{student} = -0.1$), figuras 14.

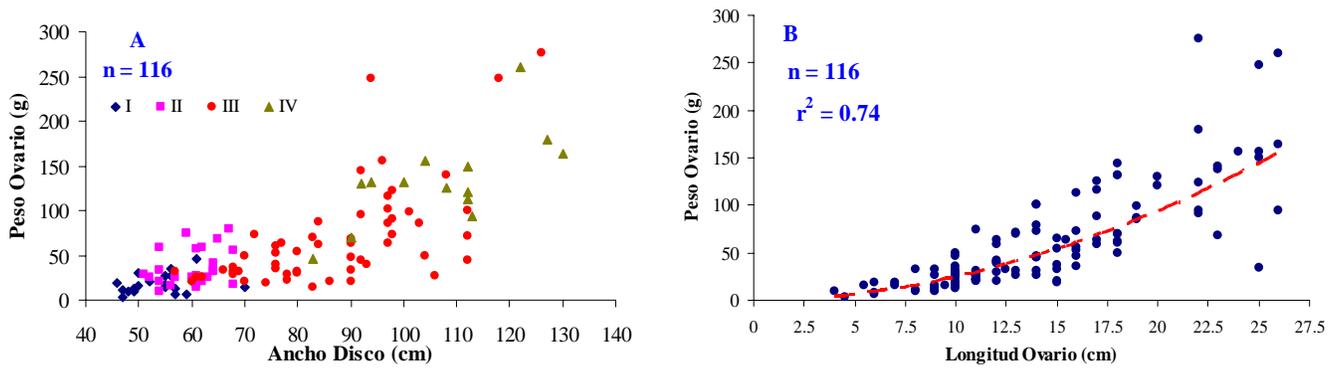


Fig. 14. Relación entre el ancho del disco (A) y el peso del ovario, y entre la longitud del ovario (B) y el peso del ovario de *Dasyatis americana*, en punta Antón Lizardo.

Se obtuvieron 93 datos de longitud y peso de los testículos en machos maduros. Ambos testículos fueron funcionales, aunque asimétricos en un mismo organismo (siendo ligeramente más pesado y largo el testículo derecho, figura 15), las dos estructuras estuvieron firmes y desarrolladas, con una coloración que va de crema al rosa claro. El testículo es una agregación irregular de lóbulos que se proyectan a la superficie de la gónada; La relación entre la longitud máxima del testículo (derecho) y el AD esta descrita por la ecuación: $L_{Test} = 0.22AD - 1.22$. $y = 2.54x \cdot 10^{-04}x^{3.06}$ ($r^2 = 0.45$, e.s. = 41.39, $n = 93$, $t_{student} = 0.045$, $p = 0.96$) figura 16.

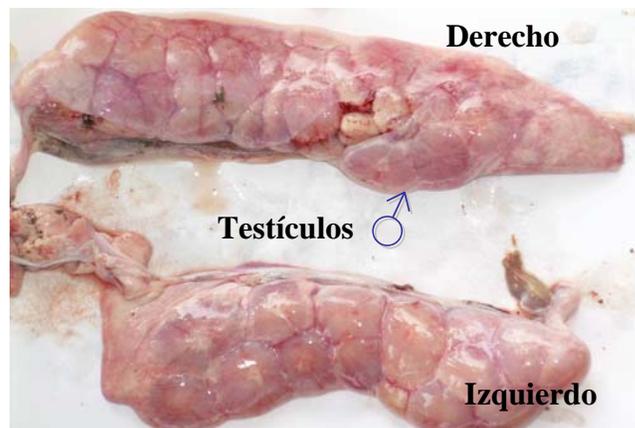


Fig. 15. Testículos de macho maduro de *Dasyatis americana* colectado en punta Antón Lizardo.

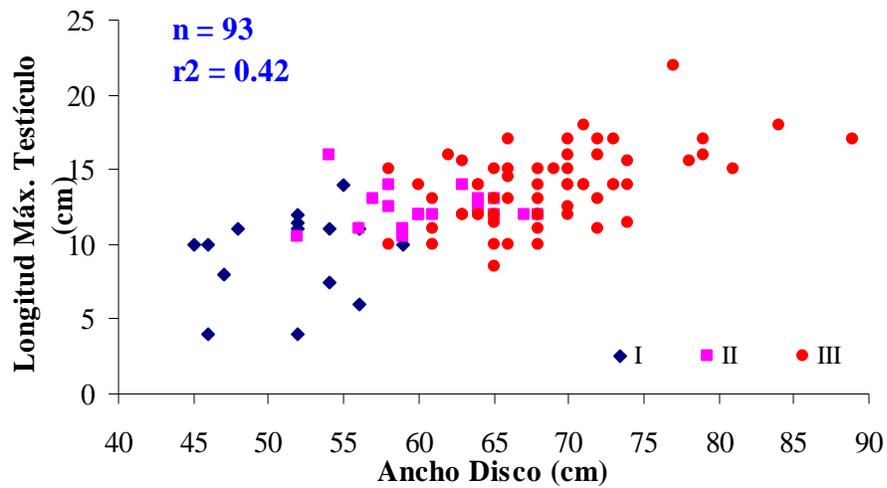


Fig. 16. Relación entre la longitud máxima de los testículos y el ancho del disco de los machos de *Dasyatis americana* en punta Antón Lizardo.

La relación entre el peso de los testículos y AD esta descrita por la ecuación: $Ptes = 9 \times 10^{-07} (AD)^{4.4}$ ($r^2 = 0.51$); y entre el peso y largo de los testículo: $Ptes = 0.1 (AD)^{2.6}$ con una $r^2 = 0.68$ (figura 17).

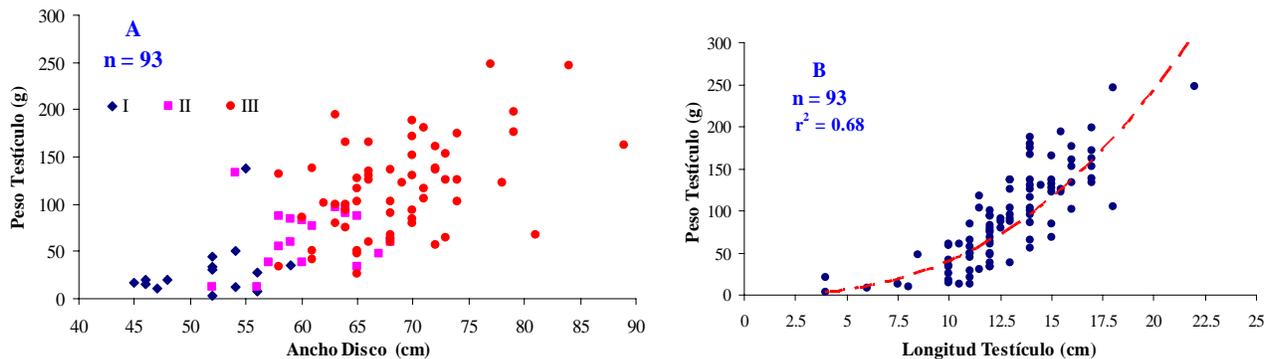


Fig. 17. Relación entre el peso de los testículos y AD (A) y entre el peso y la longitud de los testículos (B) de los machos de *Dasyatis americana* en punta Antón Lizardo.

Se hace la distinción de los organismos inmaduros que no presentan rotación (figura 18) y a los organismos maduros que en general son organismos que ya presentaban rotación y una calcificación avanzada, observando una relación de tipo sigmoideal ($r^2 = 0.58$, e.s. = 29.92, t student = 0.016, $p = 0.99$). Observando una relación entre el largo del clasper y el AD de los machos (figura 19).



El clasper presentó un alargamiento considerable en relación a la longitud de los organismos a partir de los 57 cm de AD, presentando el 83.73 % de los machos, claspers completamente calcificados después de los 60 cm de AD.



Fig. 18. Myxopterígios de macho inmaduro capturado en playa Zapote, punta Antón Lizardo.

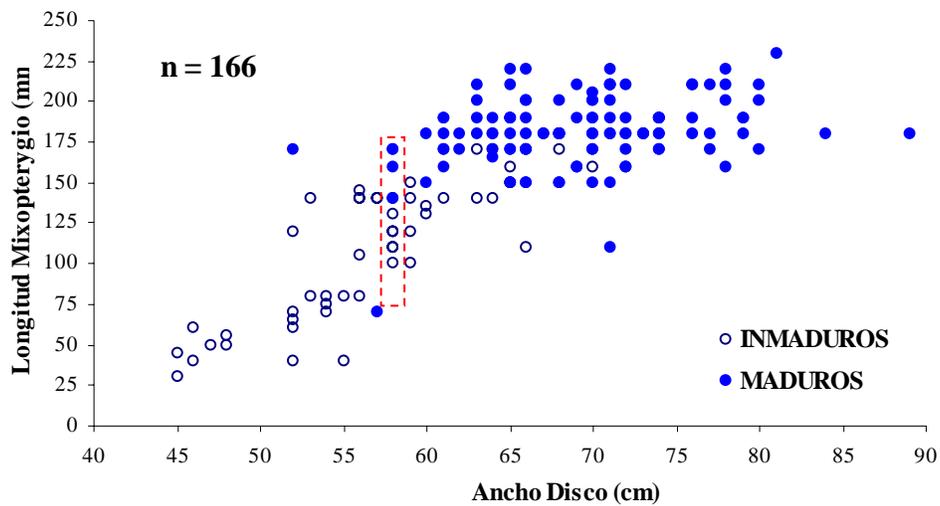


Fig. 19. Relación entre el AD y la longitud del myxopterygio de los machos de *Dasyatis americana*. Organismos inmaduros (círculos vacíos) y maduros (círculos llenos).



Se encontró que en población de la zona de Punta Antón Lizardo 50% de las hembras de *Dasyatis americana* están maduras a los 70 cm AD, en tanto que 50% de los machos están maduros a los 58 cm AD (figura 20).

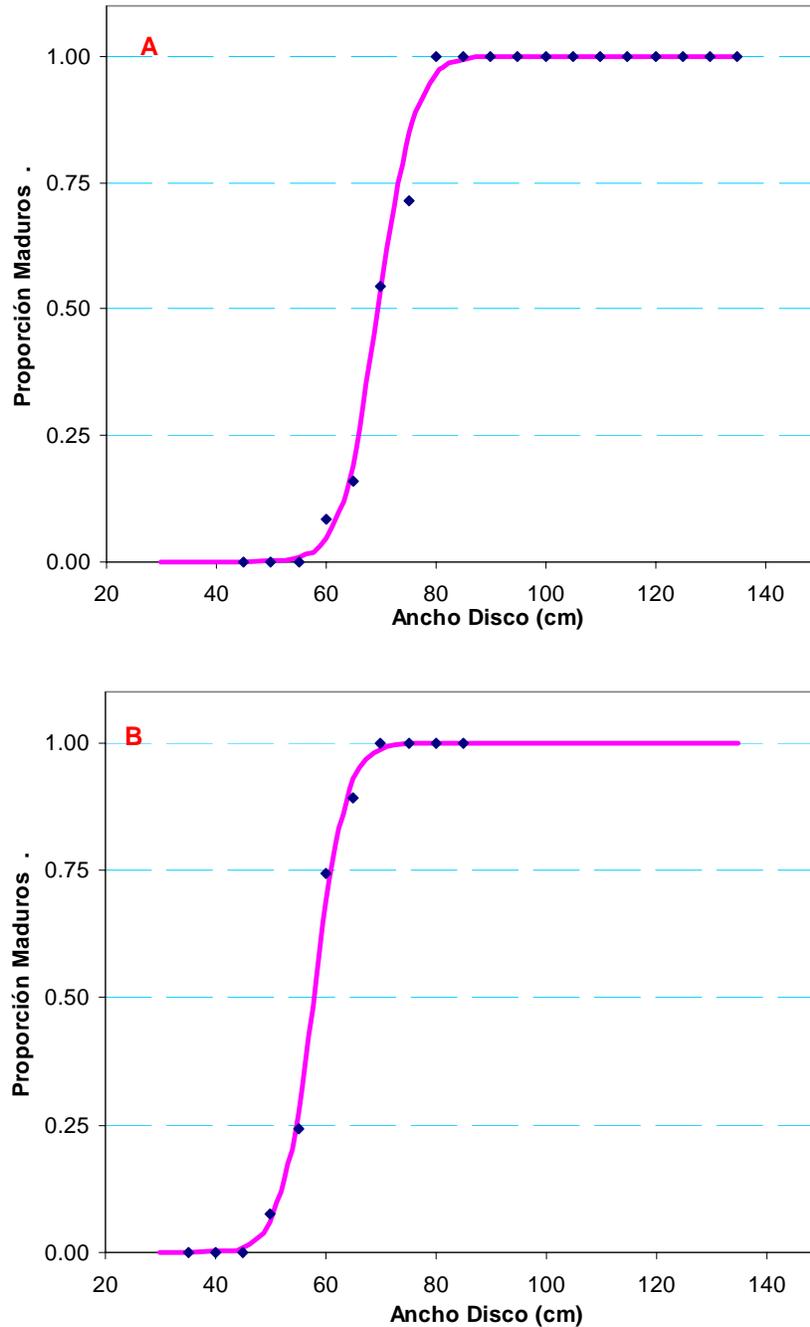


Fig. 20. Proporción de Madurez para (A) hembras y (B) machos de *Dasyatis americana* en Punta Antón Lizardo.



7.2.2 ÉPOCA DE APAREAMIENTO

Se presentaron pocas marcas de apareamiento evidente en la piel de *D. americana*. Las hembras presentaron indicios de mordidas en el rostro y las aletas en febrero (una hembra) y en hematomas debajo de las aletas (cerca de las aberturas branquiales) y zona de la cloaca marzo (otra hembra). Los machos presentaron semen en la vesícula seminal en el mes de febrero, marzo y noviembre (figura 21).

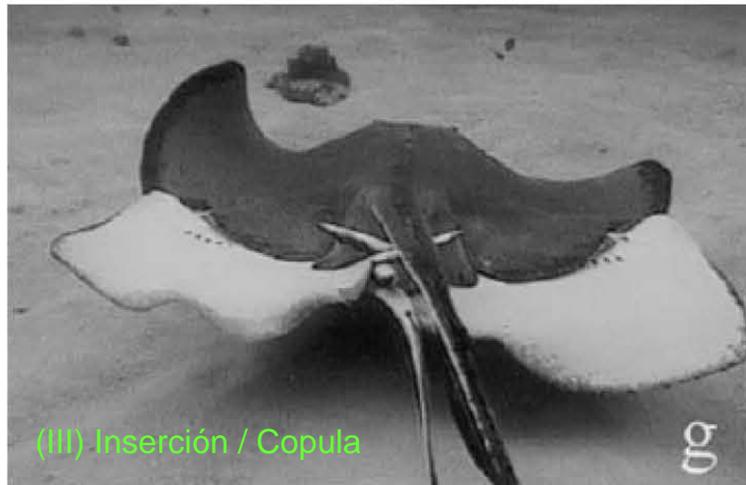


Fig. 21. Evento de copula de *D. americana*, en donde se observa la inserción de los mixopterígiros, mientras los machos se enganchan a la hembra mordiendo la aleta pectoral. Registrado por Chapman *et al*, 2003

Se presentó en el útero de algunas hembras una secreción con consistencia lechosa y viscosa (figura 22), que no pudo determinarse en campo si se trataba de semen, por un reciente apareamiento, o de leche uterina debida a una expulsión de crías al momento de la captura. Debido a esto dichas hembras no fueron incluidas en la determinación de la época de apareamiento de *D. americana*.



Fig. 22. Trophonemata muy desarrollada, vascularizada con evidencias de leche uterina s/embriones.



7.2.3 PERIODO DE OVULACIÓN Y GESTACIÓN

Se registraron en total 118 datos de hembras con ovocitos en diferentes etapas de desarrollo, incluyendo ovocitos en las primeras etapas de desarrollo y completamente desarrollados (figura 23).

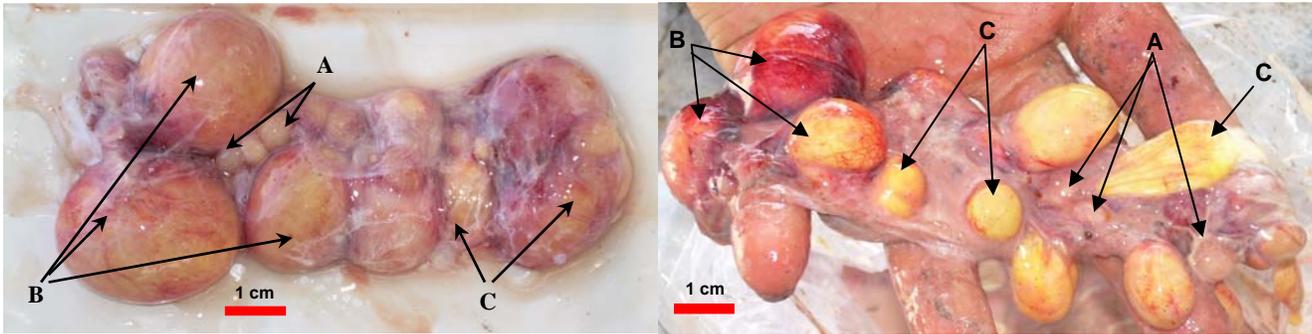


Fig. 23. Ovocitos de hembra madura de *D. americana*. (A)- ovocitos en desarrollo, (B)- ovocitos pre-ovulatorios (ya desarrollados), (C)- ovocitos en diferente estado de atresia (reabsorción).

El diámetro del ovocito con respecto a la longitud del ancho de disco de la hembra (figura 24), resultó no ser significativa, ya que resulto muy variable e independiente del tamaño que llegan alcanzar las hembras ($r^2 = 0.06$). Se registró el diámetro de los ovocitos, teniendo como mínimo 0.5 cm y máximo 4.2 cm, con un promedio de 2.4 ± 0.07 cm diámetro.

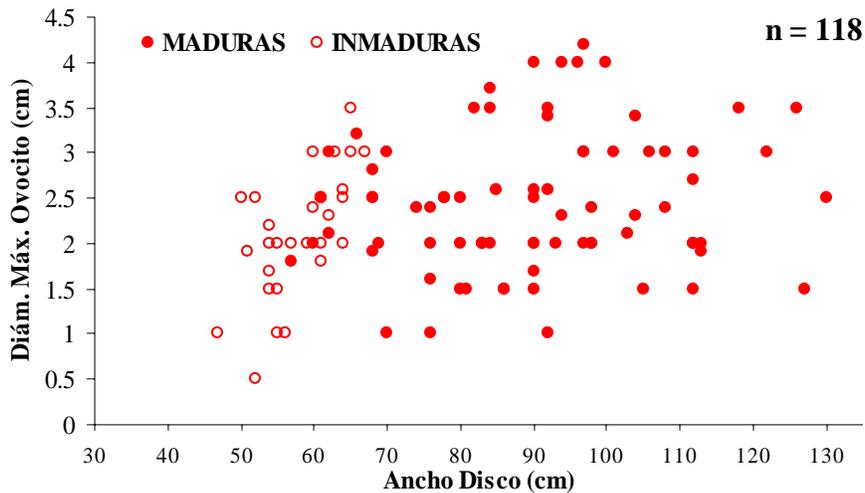


Fig. 24. Relación del diámetro del ovocito y el ancho del disco de la hembra.



En cuanto al promedio mensual del diámetro máximo de los ovocitos, estos registraron un incremento en los meses de febrero, mayo, junio (figura 25).

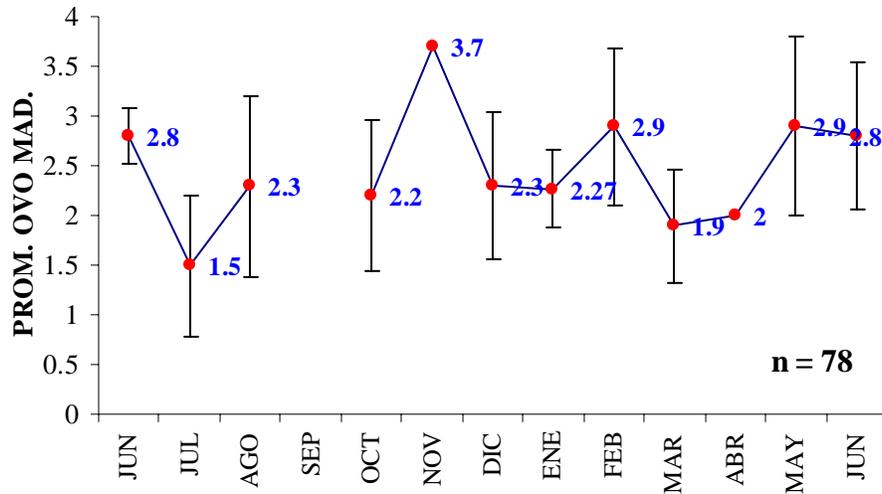


Fig. 25. Periodicidad temporal del diámetro máximo de los ovocitos de *Dasyatis americana* de junio-2006 a junio-2007. Cada dato registra el promedio y su desviación estándar.

Con respecto a la determinación del periodo del ciclo ovárico y espermatogénico a partir del IGS, se encontró que los valores mas altos de IGS se presentaron en el mes de marzo y agosto tanto para las hembras (0.4 y 0.42 respectivamente), y en marzo y agosto para los machos (1.38 y 1.08 respectivamente) (figura 26)

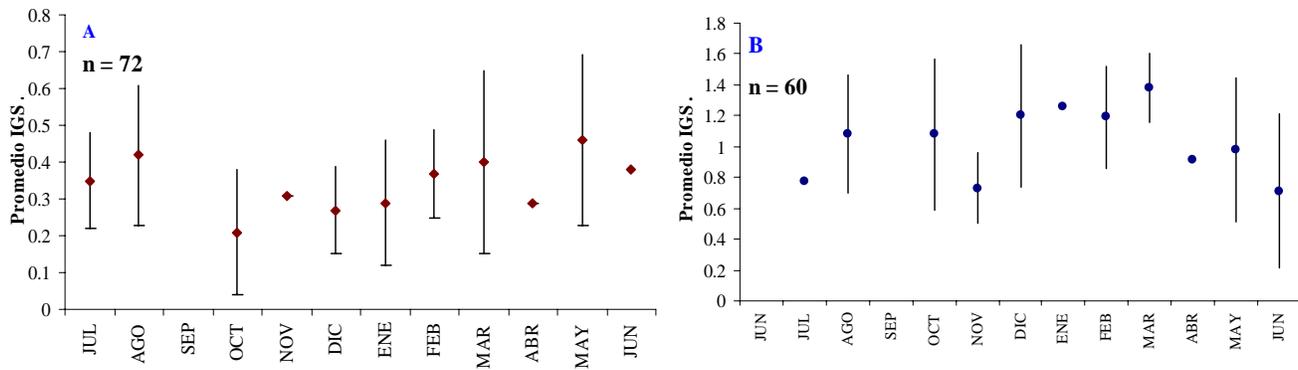
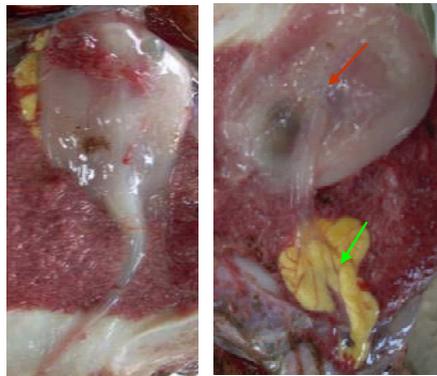


Fig. 26. Índice Gonadosomático (IGS) promedio mensual de *D. americana* para (A) hembras y para (B) machos.



En la captura se registraron un total de 26 hembras preñadas (tabla 8), con un intervalo de tallas de 84-130 cm AD (promedio= 102.92 ± 2.44 cm AD). Las tallas de los embriones fueron de 6–30 cm de AD (promedio= 17 ± 0.92 cm de AD); con un peso de 13–500 g (promedio 191 ± 23.52 g) figura 27 a-f.



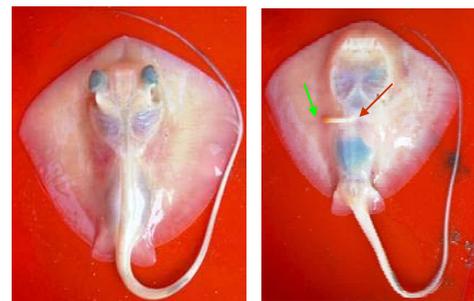
a). Embrión 6 cm de AD.



b). Embrión 8 cm de AD.



c). Embrión 12 cm de AD.



d). Embrión 12 cm de AD.



e). Embrión 14 cm de AD.



f). Embrión 24 cm de AD.

Fig. 27. Embriones en diversos estados de desarrollo en donde se muestra el AD de los mismos, señalando en algunos en flechas verdes señalan restos de vitelo y las flechas rojas señalan la inserción umbilical.



Tabla 8. Hembras grávidas de *Dasyatis americana* registradas en las captura. Ancho del Disco (AD) en cm; peso en gr; H = hembras, M = machos, * = sin datos

| MES CAPTURA | AD HEMBRA | RANGO AD EMBRIÓN | RANGO PESO EMB. | NÚMERO DE EMBRIONES | | | OBSERVACIONES |
|----------------|--------------|---------------------|--------------------|---------------------|---|-------|--------------------|
| | | | | H | M | TOTAL | |
| Jul-06 | 98 | 11.5 - 13 | 49 - 87 | 1 | 1 | 2 | c/cicatriz abierta |
| Oct-06 | * | 24 | 335 | 1 | | 1 | a termino |
| Oct-06 | 86 | * | * | | 2 | 2 | |
| Oct-06 | 104 | 10 - 11.5 | 35 - 50 | 3 | 3 | 6 | c/poco vitelo |
| Oct-06 | 105 | * | * | 1 | 3 | 4 | |
| Dic-06 | 83 | 13 - 15 | 72 - 76 | 1 | 1 | 2 | c/cicatriz abierta |
| Dic-06 | 97 | 13 | * | 2 | 1 | 3 | |
| Dic-06 | 112 | 14 - 15 | 70 - 76 | 1 | 3 | 4 | c/cicatriz abierta |
| Dic-06 | 112 | 15 - 17 | * | 4 | | 4 | |
| Dic-06 | 122 | 20 - 22 | 283 - 390 | 1 | 1 | 2 | a termino |
| Dic-06 | 130 | 20 - 22 | 273 - 322 | 4 | | 4 | a termino |
| Ene-07 | 84 | * | * | | | 3 | |
| Ene-07 | 127 | 10 | * | 3 | | 3 | c/cicatriz abierta |
| Feb-07 | 104 | 21 - 24 | 305 - 455 | 1 | 3 | 4 | a termino |
| Feb-07 | 113 | 16 - 18 | 162 - 170 | 3 | | 3 | c/cicatriz abierta |
| Mar-07 | 90 | 11 - 11.5 | 44 | | 2 | 2 | c/cicatriz abierta |
| Mar-07 | 112 | 10 | * | 2 | 1 | 3 | c/cicatriz abierta |
| Abr-07 | 90 | 15 - 16 | * | 1 | 2 | 3 | c/cicatriz abierta |
| Abr-07 | 99 | 9 | 15 - 30 | 1 | 2 | 3 | c/saco vitelino |
| Abr-07 | 111 | 27 - 30 | 450 - 500 | 2 | 3 | 5 | a termino |
| May-07 | 92 | 16.5 | * | | 2 | 2 | |
| May-07 | 95 | 15 - 15.5 | * | 1 | 1 | 2 | c/cicatriz abierta |
| May-07 | 100 | 12.5 - 14 | * | 1 | 2 | 3 | c/cicatriz abierta |
| May-07 | 108 | 13.5 - 15 | * | 3 | 4 | 7 | |
| Jun-07 | 94 | 6 | 13 | 2 | | 2 | c/saco vitelino |
| Jun-07 | 100 | 20 - 23 | 279 - 367 | 2 | 1 | 3 | a termino |
| Jun-07 | 108 | 7 | 26 - 28 | 2 | | 2 | c/saco vitelino |

Con respecto a la longitud del útero (figura 28), se obtuvieron 32 datos del total de hembras maduras, registrándose a partir de los 61 – 126 cm. de AD. Resultando no ser significativa en la relación que guarda la longitud del útero con el ancho del disco de la hembra (r^2 de 0.65).

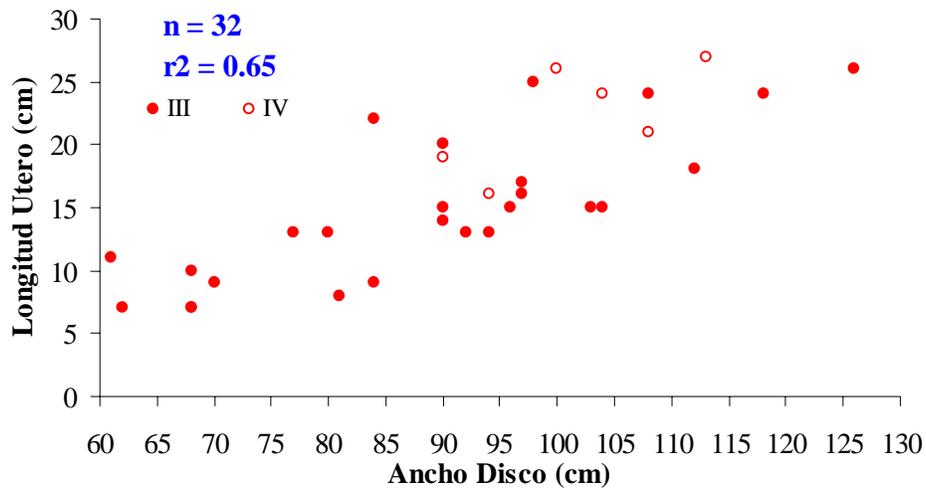


Fig. 28. Relación de la Longitud del Útero vs Ancho del Disco de las hembras de *Dasyatis americana*. (III = hembras maduras y IV = hembras preñadas).

La relación entre la longitud y el peso del útero esta descrito por la ecuación: $P = 0.1019(LÚ)^{2.6953}$, $r^2 = 0.82$ (figura 29).

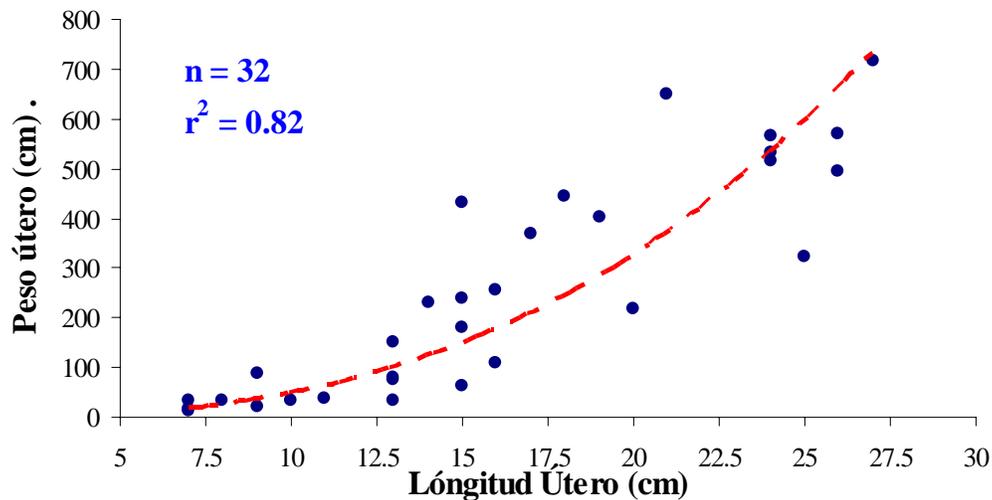


Fig. 29. Relación de la Longitud del útero contra el peso del útero para *D. americana*.

Se registraron un total de 84 embriones en diferentes fases de desarrollo, de estos 41 fueron hembras (49 %) y 37 machos (46 %), el 7% restante fueron embriones de sexo indeterminado; la relación sexual entre estos no represento diferencias significativas ($X^2 = 17.84$, d. e. = 1.34, $P = 0.35$), registrando una proporción de 1:1. Se registraron embriones durante la mayoría de los meses de muestreo, registrándose las tallas más grandes en el mes de diciembre, febrero, abril y junio (figura 30).

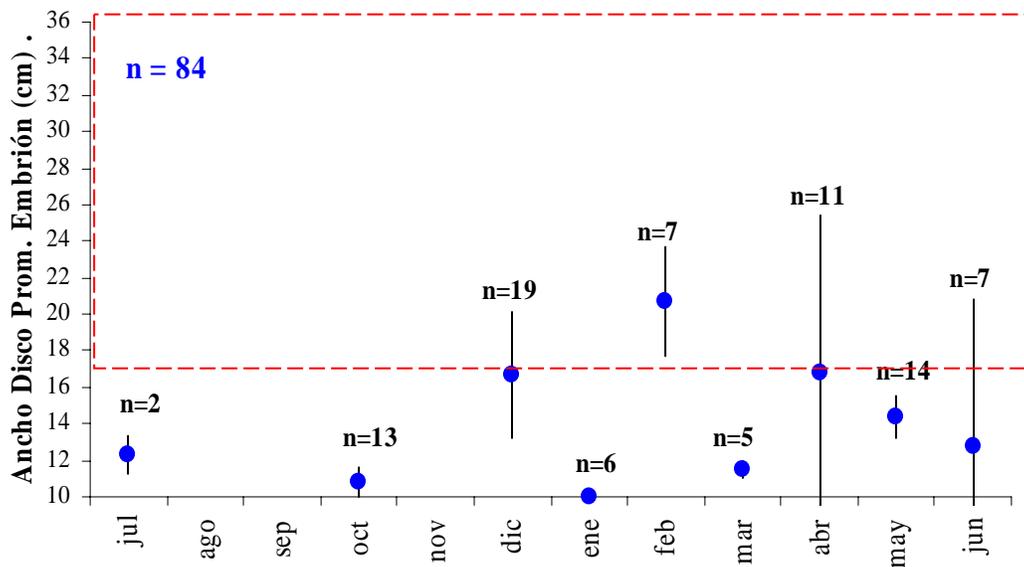


Fig. 30. Talla promedio de los embriones por mes (AD). Así como su desviación estándar de estos. La zona punteada (17-36cm de AD) representa el intervalo de tallas de nacimiento reportadas para la especie en la zona occidental del Océano Atlántico (McEachran y Carvalho, 2002).

Se obtuvieron datos de 37 embriones para realizar la correlación del peso del embrión con respecto a su AD (figura 31); la cual fue significativa presentando una buena correspondencia entre estos parámetros.

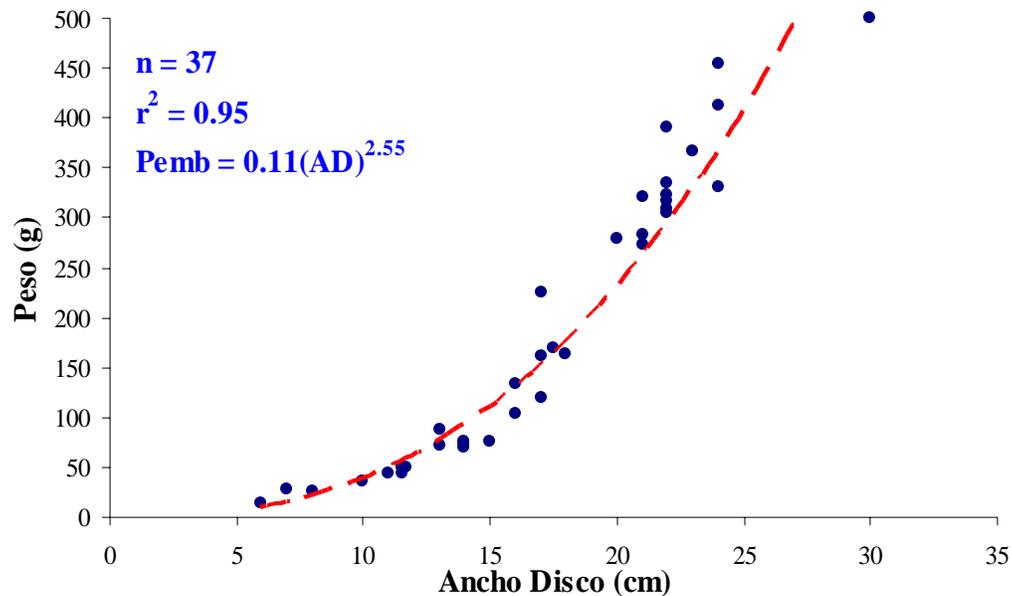


Fig. 31. Relación del peso contra el ancho del disco del embrión.



7.2.4 FECUNDIDAD

El número promedio de embriones por hembra fue de 3 figura 32 y 33 (máximo de 7 y mínimo de 1, d.e. = 1.34 n=26). No se encontró una correlación entre el tamaño de la madre y el número de crías ($r^2= 0.07$) figura 34.



Fig. 32. Embriones 12 cm de AD dentro del útero, rodeados de trophonemata y “leche uterina”.



Fig. 33. Camada de embriones de *Dasyatis americana*, en punta Antón Lizardo.

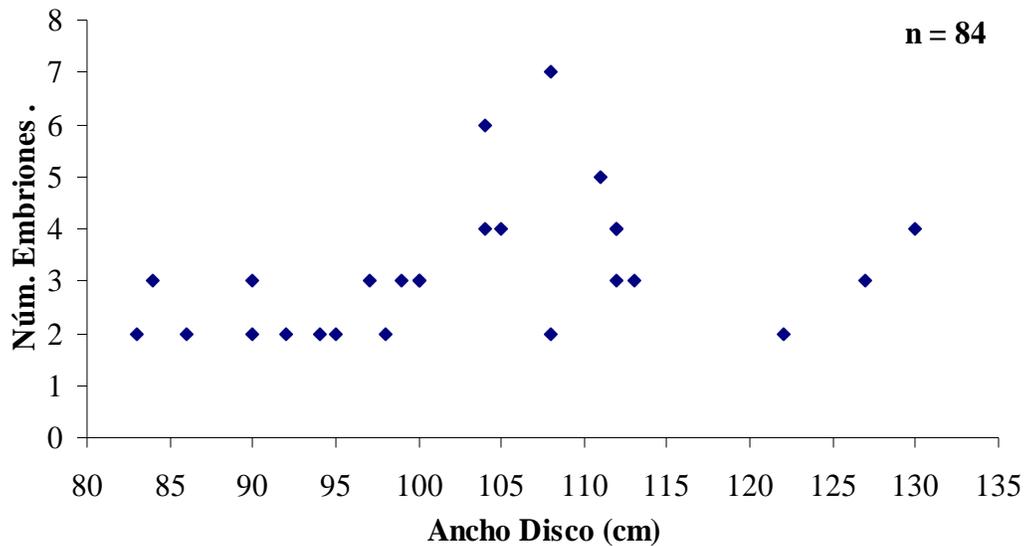


Fig. 34. Relación entre la longitud del ancho del disco de la madre y el número de embriones de *D. americana* en Punta Antón Lizardo.

En lo que respecta al número de ovocitos maduros por hembra (figura 35), se encontró que este tiende a incrementarse una vez que la hembra alcanza su madurez, con un promedio de 9.1 ± 0.75 ovocitos maduros por ovario (mínimo = 1, máximo = 34), para hembras maduras (n = 78) figuras 36 y 37.

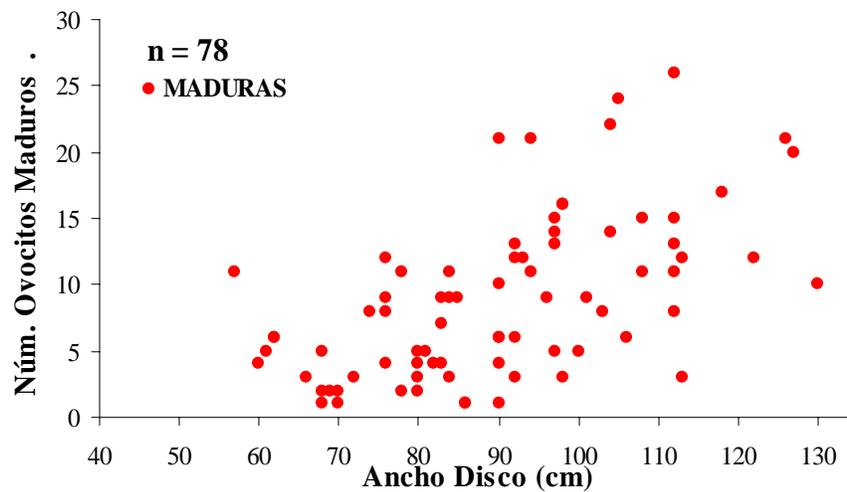


Fig. 35. Relación del Ancho del Disco de la Hembra con respecto al Número de ovocitos maduros presentes en el ovario.

VIII. DISCUSIÓN



7.1 ANÁLISIS DE LA CAPTURA

7.1.1 ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN

Los organismos de *Dasyatis americana* fueron colectadas mensualmente, pero fueron más abundantes durante el periodo de “Nortes” (septiembre – abril), hacia el segundo semestre del año 2006. En primer lugar en el área de estudio, se registra un aumento en la productividad del Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), el cual provee de alimento y refugio a un gran número de organismos que habitan y visitan ocasionalmente la zona (INE, 2005). Y segundo debido a las variaciones en la temperatura del agua, ya que en los periodos en donde se registró un aumento en la temperatura superficial $> 29^{\circ}\text{C}$ aumentaron considerablemente las capturas, a diferencia de cuando éstas eran bajas $< 18^{\circ}\text{C}$ se obtuvieron pocos registros de la especie, lo que pudiese indicar que aparentemente *D. americana* presenta cierta sensibilidad a las variaciones en los patrones de temperatura. Tal como lo ha reportado Snelson *et al* (1988), en la zona del sistema lagunar en Florida, EE.UU.; para *D. sabina* con la diferencia que ésta es poco frecuente en invierno (periodos de fríos $< 15^{\circ}\text{C}$) y más abundante durante verano (periodos de calor $> 32^{\circ}\text{C}$) y por Neer (2005) para la raya ticolota *Rhinoptera bonasus* del Norte del Golfo de México.

Regularmente existe una segregación sexual por espacio y estadio de madurez en los elasmobranquios (Snelson *et al*, 1989; Castro, 1999; Villavicencio, 1994). En el caso de *D. americana* se observó una mayor presencia de organismos subadultos y adultos, pertenecientes a ambos sexos, con escasa presencia de tallas menores, principalmente neonatos que son segregados por el arte de pesca empleado y por la baja presencia en la zona. Santana (1998) y Bachelier (2004), indican que son varios los factores que influyen en la selectividad específica y tamaño de los peces capturados, como son la estrategia de pesca en relación a su distribución espacial, la época del año, el tipo y tamaño de la carnada y anzuelo; así en el caso en punta Antón Lizardo por lo general se emplean anzuelos del número 3 a 10 para la captura de organismos de tallas grandes y no se explotan zonas de pesca someras en donde se localizarían los organismos más pequeños.

La ausencia de neonatos en la zona contrasta con la presencia de hembras preñadas en algunos meses del año, la cual puede deberse a eventos estacionales relacionados con la reproducción de la especie. La zona de estudio no es considerada como una zona de reproducción para la especie, debido a la baja incidencia de organismos neonatos. Yolota y Lessa (2006), describen que para que una zona sea considerada como área de crianza, se debe de encontrar una gran cantidad de hembras preñadas en ciertas temporadas (épocas de copula y expulsión de crías), así como una permanencia regular de organismos juveniles, abundancia de alimento y protección.

En lo que respecta a la estructura de la población, ésta no pudo ser determinada a partir de las capturas comerciales, debido a que la baja presencia de organismos los neonatos no complementa una real estimación de la población que habita en la zona del SAV.

7.1.2 COMPOSICIÓN DE TALLAS

Las tallas mínimas reportadas en el presente trabajo fueron similares a las reportados previamente para la misma especie en la zona del Archipiélago de Fernando da Noroña, Brasil (Aguiar, 2005) (15–120 cm de AD). En tanto que para la zona del Atlántico Occidental se han reportado tallas máximas de 150 cm de AD (McEachran, 2002).

La composición de las tallas para *D. americana*, registrada en la zona de Punta Antón Lizardo, durante el periodo de estudio, demuestra un grupo bien diferenciado de organismos de los 55 – 75 cm de AD subadultos y adultos de ambos sexos; que posiblemente permanezcan en la zona para descansar o bien permanezcan ahí para alimentarse, debido a la protección ofrecida dentro y fuera del SAV.

Los organismos que registraron las mayores tallas fueron hembras (132 cm AD), la cual es una de las características comúnmente reportado para otras rayas (Snelson, 1989; Garayzar, 1994) y otros grupos de elasmobranquios. Estos autores sugieren que el tamaño mayor de las hembras podría ser considerado como una adaptación a la viviparidad en los Myliobatiformes, debido a la necesidad de incrementar el espacio interno para albergar un mayor número de crías.

7.1.3 ANÁLISIS MORFOMÉTRICO



La relación existente entre la longitud del disco y el ancho del disco fue diferente para hembras y machos, tanto para la relación lineal como para la potencial. Ello es debido al marcado dimorfismo sexual que presentó la especie, obteniendo que el crecimiento en machos fue relativamente más rápido que el que presentan las hembras.

De acuerdo con Pineda et al (2004), aparentemente la morfología de las especies está siendo definida por factores históricos, como son el aislamiento geográfico y las relaciones de parentesco, pero las evidencias morfométricas encontradas sugieren la existencia de un componente adaptativo, probablemente vinculado con la captura del alimento, la selección del hábitat y modelos reproductivos, que quizá estén reforzando las diferencias entre sexos.

7.1.4 RELACIÓN PESO - ANCHO DE DISCO

La relación que guarda el peso del organismo con el ancho del disco, se observó un crecimiento isométrico para ambos sexos, ya que no presentaron tener diferencias significativas entre ellos, aun cuando su crecimiento por sexo, demostró que los machos tienden a presentar un crecimiento alométrico negativo.

D. americana es un organismo cuyo crecimiento es isométrico constante durante toda su vida, llega a presentar fluctuaciones las cuales, dependen del periodo al cual se haga referencia tal como alimentación, reproducción o migración, en una determinada zona.

7.1.5 PROPORCION DE SEXOS

Durante todo el periodo de estudio se registraron 251 hembras y 170 machos, la proporción de sexos no presentó diferencias significativas entre ambos sexos siendo de 1H:1M, durante el periodo del muestreo; mientras que Aguiar (2002), reportó una relación similar (*D. americana*) en hembras y machos de 1:1, para la zona del Archipiélago de Fernando da Noroña, Brasil.

Tal como lo reflejan otros trabajos del mismo genero; *D. longus*, (Villavicencio, 1994) y *D. pastinaca* (Ismen, 2003), quienes presentan una proporción similar a la registrada en este trabajo.

Por lo que se estima que *D. americana*, no presenta diferencias significativas a lo largo del año en cuanto a la proporción que guardan las hembras y los machos, en vida libre dentro del Golfo de México y en particular dentro del SAV; lo cual se apoya con los resultados encontrados en el estadio embrionario, en donde también existe este tipo de relación. Aun cuando es conocido que este genero puede perder algunos embriones, debido a los procesos de la captura (Villavicencio, 1994).

7.2 BIOLOGÍA REPRODUCTIVA

7.2.1 MADUREZ SEXUAL

La mayoría de los elasmobranquios tienden a tener un crecimiento lento, por lo que en términos generales alcanzan su madurez sexual después de varios años, aun en organismos de la misma especie alcanzan su madurez sexual a diferentes tiempos, debido a que llegan a existir diversas poblaciones, las cuales, confrontan condiciones y presiones ambientales distintas (Garrick, 1982); por lo que, la determinación de dicha madurez sexual es difícil de determinar a menos que los organismos presenten evidencias claras de haberla alcanzado.

En la raya blanca y referente a los ovocitos, inician su desarrollo abruptamente cuando las hembras alcanzan tallas que van de los 60 a los 70 cm de AD, lo cual indica que los organismos de estas tallas ya han alcanzado su madurez sexual o están por alcanzarla.

La longitud del ovario con respecto al AD presentó un mayor incremento del ovario una vez que alcanzaron tallas cercanas a los 70 cm de AD, dato que se corrobora con los resultados presentados con respecto al peso que alcanza el ovario, en donde tiende a incrementarse cuando alcanzan tallas de los 60 – 70 cm de AD. En lo relativo a la relación que guarda el ovario con su peso, se registró una tendencia a incrementarlo una vez que ha alcanzado la longitud de 10 cm, debido a que se llega a observar una

maduración de ovocitos, lo cual incrementa su peso que a su vez depende del número y diámetro de ovocitos maduros de cada temporada, así como de la talla de la hembra quien cuando alcanza tallas superiores de los 80 cm de AD tiende a incrementar la producción de estos.

La relación que presenta la longitud del testículo (en este caso el mas grande) con respecto al AD, no se observó ningún tipo de relación al igual que en hembras su longitud tiende a incrementarse conforme el organismo se desarrolla e incrementa su talla, en la relación existente entre el AD y el peso del testículo solo se registro un incremento en peso cuanto los organismos alcanzaron tallas sobre los 55 cm de AD, tallas en que suelen prepararse para dar inicio a su ciclo reproductivo; mientras que la relación a la longitud y peso de la gónada fue muy similar a la presentada por las hembras donde tiende a incrementarse cuando alcanza los 10 cm de longitud.

La relación entre la longitud de los mixopterígios y el AD sugiere que las tallas a partir de la cual los organismos maduros son menores al AD₅₀ estimada con base en la observación de las gónadas. Y mayor que la talla reportada para esta especie por Heninnsen (2000) en cautiverio utilizando el mismo criterio de madurez.

Se estableció la talla a la cual el 50% de la población madura, teniendo para machos a los 58 cm. de AD y para hembras a los 70 cm de AD; resultados muy cercanos a los ya reportados tanto por Bigelow y Schroeder (1928), como por Henningsen (2000) para la zona del Atlántico Occidental. Datos comúnmente reportados para este genero muestra que los machos alcanzan su madurez sexual mucho antes que las hembras; como en *D. centroura* en que los machos maduran a los 130-150 cm de AD y las hembras entre los 140 – 160 cm de AD en el área de Bahía Magdalena (Villavicencio, 1994).

7.2.2 ÉPOCA DE APAREAMIENTO

En el presente trabajo y durante el periodo de muestreo de *D. americana*, se registraron algunos ejemplares con indicios de actividad reproductiva. Algunas hembras presentaron marcas de cortejo en aletas pectorales en los meses de febrero y marzo y también hubo un reporte de una hembra en el mes de agosto que se indico fue capturada cuando era seguida por dos machos al rededor del arrecife.

Datos similares a los reportados por Chapman (2003), en donde registró eventos de apareamiento a finales de agosto y principios de septiembre, y por Aguiar (2005), que registro un evento de cortejo en julio y otro de copula en septiembre.

Aun cuando no existe una estacionalidad definida para la reproducción de esta especie, Chapman (2003); reportó por primera vez la secuencia completa de los eventos de apareamiento en vida libre de *D. americana*. Describiendo con detalle los eventos que se presentan durante este aspecto de gran importancia del ciclo de vida para el grupo de Batoideos, y en donde es raro presenciar este tipo de encuentros.

D. americana presenta 5 eventos principales, los cuales se efectúan cerca del fondo marino (2 m.) y dentro de la zona arrecifal de poca profundidad (30 brazas); se inicia con un seguimiento cercano por parte de los machos a una sola hembra receptora (1), seguido por mordidas precopulatorias en las aletas pectorales de la hembra, por parte de él o los machos (2), la inserción de myxopterigio (s) dando paso a la copulación con duración aproximada de 10 a 33 seg (3), posteriormente se da un receso breve (4) y se produce la separación de él o los machos de la hembra receptora (5). En el presente trabajo solo se registraron los pasos 1, observaciones realizadas por los pescadores y 2 presentadas en organismos de las capturas, y debido a que no se realizaron inmersiones en la zona de captura para verificar los siguientes tres puntos no se puede decir que la zona de captura en punta Antón Lizardo sea por ende un área de apareamiento de la especie.

El Índice Gonadosomático (IGS), para el caso de *D. americana* mostró límites máximos similares a los observados por Chapman (2003), y que indican que *D. americana* es una especie que presenta dos periodos de apareamiento. De igual forma Henningsen (2000) reporto dichos periodos para esta especie en cautiverio, y se ha descrito para otras rayas del mismo género tales como *D. sayi* y *D. sabina* (Maruzka et al, 1996).

7.2.3 PERIODO DE OVULACIÓN Y GESTACIÓN



El periodo de ovulación, está determinado por la medida del huevo más grande en desarrollo en el ovario, comparando las tallas a lo largo del año. Lo que indica que en la raya blanca (*D. americana*), los ovocitos inician su desarrollo abruptamente cuando los organismos llegan a los 60 cm de AD.

Los ovocitos presentes en el ovario a lo largo del año, resultaron ser muy variables tanto en número como en diámetro para todas las tallas (AD), ya que en tallas pequeñas (60 cm AD), se registraron ovocitos vitelogénicos de 3 cm de diámetro; así como ovocitos de 2.5 cm de diámetro en hembras de 130 cm AD, lo que indica que en esta especie el desarrollo y maduración de los ovocitos es en términos generales continuo por lo menos por los datos arrojados en el presente estudio.

La gran variación de tallas de los ovocitos impidió hacer una valoración precisa para estimar el periodo que dura el desarrollo completo de los ovocitos, así como de la talla a la cual se lleva a cabo la ovulación. Sin embargo, la periodicidad temporal del diámetro máximo del ovocito para *Dasyatis americana*, así como del IGS registrado en este trabajo para hembras, indican que en los meses de julio, agosto y marzo (cuando se presentan los valores más bajos) corresponden el inicio de la vitelogénesis. De igual manera los valores máximos señalan que durante los meses de junio, diciembre y febrero podrían encontrarse ovocitos pre-ovulatorios, dando por hecho que los valores de mayo y noviembre son los meses en que registran los periodos de descanso (pre-vitelogénesis), de la mayoría de los organismos hembra en la zona de estudio arrojando un patrón ≤ 4 meses, desde la maduración a la expulsión del ovocito.

En trabajos sobre el periodo de ovulación en otras especies, tales como en *Squalus megalops* (Braccini *et al*, 2006), sugieren que el ovocito puede alcanzar tallas grandes antes de que el útero este fuertemente desarrollado. La observación de ovocitos maduros durante la mayor parte del año en *D. americana* sugiere que su crecimiento, así como la fase de ovulación no están sincronizados estacionalmente entre los organismos. Es necesario resaltar que no se han realizado en *D. americana* algún tipo de estudios que apoyen los resultados encontrados en el presente estudio; de manera que las fases de vitelogénesis, maduración y ovulación de los ovocitos pueden ser diferentes de acuerdo a la zona de estudio, siendo para este trabajo la zona del SAV.

Para estimar el periodo de gestación, es preciso resaltar el momento en el que el útero se diferencia para albergar a las crías. Hecho que da inicio cuando las hembras alcanzan tallas de los 61 cm de AD, en donde su distinción del oviducto es más evidente, conformando un saco angosto fuertemente muscularizado. Para este estudio a partir de los 61 cm de AD presento 7 cm de largo y aproximadamente 12 g de peso con un desarrollo incipiente del trophonemata, con una longitud ~ 0.5 cm; registrando en hembras preñadas y hembras maduras de tallas mayores, úteros que alcanzan longitudes de 15 a 20 cm con más de 300 g de peso y trophonemata con longitudes de hasta 5 cm, lo cual dependió de su estado del ciclo reproductivo en que se encontraban.

Otro aspecto importante para el adecuado desarrollo de los embriones es la leche uterina, la cual se encontró muy abundante abarcando en su totalidad al embrión; presentando una consistencia espesa (viscosa), cremosa con una coloración amarillenta. En etapas tempranas en el desarrollo de los embriones (aun con vitelo evidente), se presento poco abundante y con una consistencia hialina y viscosa (tipo mucosidad).

La presencia de embriones considerados a término (octubre, diciembre, febrero, abril y junio) durante varios meses no permitió establecer un periodo de gestación. Sin embargo se puede determinar que la expulsión de crías se lleva a cabo principalmente a finales de primavera y mediados de otoño, periodos en los que la presencia de hembras preñadas es más concurrente. Esto concuerda con lo estimado por Henningsen (2000), quien determinó que los embriones se desarrollan durante 135-226 días (4.5 meses), con base en observaciones desde el momento de la copula al momento de expulsión de sus crías.

Durante el presente estudio no fue posible determinar si existe una estacionalidad reproductiva bien definida, debido a que las tallas de los embriones no presentaron un patrón estacional, encontrándose embriones con tallas similares en diferentes meses a lo largo del año, así como embriones con tallas muy heterogéneas en el mismo mes. De la misma manera se puede asentar que la zona de pesca en punta Antón Lizardo no es por ende una área de crianza para *D. americana*, que de acuerdo con Castro (1999), indica que la presencia de hembras grávidas con embriones a termino, no es indicativo para establecer una área de crianza. Es muy difícil estimar que tan cerca se encuentra el nacimiento de las crías, así como el sitio elegido por la especie para parir ya que hay que tomar en cuenta los patrones migratorios y las condiciones ambientales propicias para la especie en cuestión.

7.2.4 FECUNDIDAD



Se encontró en este estudio que el promedio de crías por hembra fue similar a lo reportado por otros autores. Henningsen (2000) calculó un promedio de 4 crías para *D. americana* en cautiverio, y Aguiar (2005) reportó un rango de 3 – 5 crías para hembra en vida libre, siendo este último el más cercano a lo encontrado en la zona de estudio para esta especie.

La figura 34 muestra que la fecundidad no es constante para *D. americana*, en donde se aprecia que en hembras preñadas de tallas > de 80 cm de AD a 100 cm de AD y > de 113 cm de AD; es baja (3 crías). No así los organismos del intervalo > de 100 cm de AD y < de 112 cm de AD, que su fecundidad fue alta (5 crías).

La relación entre fecundidad y AD encontrada indica que en *Dasyatis americana* pudiese existir un cenit reproductivo, con un incremento en la fecundidad relacionada con el aumento en talla (y edad) y una talla máxima donde físicamente pueden albergar y mantener una cantidad mayor de crías. La capacidad reproductiva decaería después, quizá alcanzar el fin de su etapa de reproducción dentro de la población.

En cuanto al número de ovocitos, se observó que es diferente al número de embriones encontrados en el útero. Esto puede deberse a que algunos de éstos degeneran antes de ser ovulados (atresia), siendo reabsorbidos.

La fecundidad en el género *Dasyatis* por lo regular tiende a ser bajo, y con ciertas variaciones que van de acuerdo con la talla de la hembra, así como de la talla y peso de los embriones (Villavicencio, 1994; Henningsen, 2000). Tal como se observa para *D. longus* (1-3), en *D. sabina* (1-4), *D. sayi* (1-6) y en *D. centroura* de 4-6 (Villavicencio, 1994). Es probable que durante las operaciones de pesca se puedan perder algunos embriones, tal como se observó y registró en este trabajo en donde se encontraron algunas hembras que habían sufrido abortos por captura y se apreciaba la pérdida total de los embriones (hecho que se evidenció con la presencia de “leche uterina” en úteros desarrollados y altamente vascularizados con trophonemata > 5 cm de longitud), por lo cual se podría suponer que la fecundidad en este género es mayor a la reportada.

IX. CONCLUSIONES



- ✓ En la zona de operación de la pesquería artesanal en punta Antón Lizardo, que incluye parte del Sistema Arrecifal Veracruzano, se capturan comúnmente tanto organismos juveniles, como subadultos y adultos de la raya blanca *Dasyatis americana*.
- ✓ Las mayores capturas en esta zona se presentan durante los periodos de “Nortes”, debido probablemente al incremento en la productividad biológica del Sistema Arrecifal Veracruzano, el cual es parte importante de la zona de captura.
- ✓ La ausencia de organismos neonatos, así como la presencia de pocas hembras grávidas a término indican que la zona no es considerada como un área de crianza para la especie.
- ✓ La relación morfométrica de los organismos presentó diferencias significativas para ambos sexos.
- ✓ La relación que guarda el AD y el peso no presentó diferencias significativas para ambos sexos, teniendo un crecimiento de tipo isométrico.
- ✓ No existe una segregación de sexos en la zona, encontrándose hembras y machos en igual proporción en todos los estadios de desarrollo.
- ✓ Sólo el ovario derecho es funcional y no presenta un patrón estacional de crecimiento. Los ovarios están maduros cuando alcanzan tamaños alrededor de los 10 cm de longitud.
- ✓ La talla de los testículos depende de la condición reproductiva del macho, en general tienden a desarrollarse a los 10 cm de longitud.
- ✓ El tamaño de los mixopterígios está correlacionado positiva y significativamente con la talla del macho.

- ✓ La talla de primera madurez sexual para la especie es de 60 cm para hembras y 51 para machos; y la proporción de organismos maduros (L_{50}) fue de 58 cm AD para machos y 70 cm AD para hembras.
- ✓ No existe una temporada de apareamiento claramente definida para *D. americana* en la zona, pero se estima que ocurre al menos en los meses de marzo y agosto, por lo que se deduce que probablemente existan dos periodos reproductivos al año.
- ✓ La ovulación tiene lugar cuando el diámetro del folículo (ovocito) es de 4.2 cm de diámetro.
- ✓ El periodo de gestación no se pudo estimar claramente, aún cuando se infiere alrededor de los 4.5 meses.
- ✓ El útero inicia su diferenciación del oviducto cuando los organismos alcanzan los 60 cm AD, pero son funcionales hasta que la hembra alcanza su madurez sexual.
- ✓ La fecundidad encontrada fue baja con un promedio de 3 (mín. 2 – máx. 7).
- ✓ La especie no presenta un ciclo reproductivo estacional definido en la zona.

X. RECOMENDACIONES

- ☞ Se recomienda realizar estudios de la biología reproductiva de *Dasyatis americana* en otras áreas del Golfo de México, para poder llevar a cabo estudios comparativos, así como ubicar zonas de reproducción y crianza.
- ☞ Se recomienda también realizar estudios sobre la demografía, ecología trófica, y edad y crecimiento de la especie en la zona, a fin de integrar la información necesaria que permita desarrollar medidas de manejo y protección para la especie, asegurando su aprovechamiento sustentable.

XI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA



- Aguiar, A. A. 2005. **Estrutura e Densidade Populacional e Uso de Habitat por *Dasyatis americana* Hildebrand and Schroeder, 1928 (Chondrichthyes; Dasyatidae) no Arquipélago de Fernando da Noronha, Brasil.** Dissertação de Maestrado em Ciências Biológicas (Área de Concentração Zoológica), 74 p.
- Applegate, S. P., L. Espinosa-Arrubarena, L.; B. Menchaca-Lopez, and F. Sotelo-Macias. 1979. **Tiburones Mexicanos.** Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológica. Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar. México, D. F., 147 p.
- **Atlas de México.** 1996. Secretaría de Educación Pública. México 125 p.
- Bacheler, N.M. y J. A. Buckel. 2004. **Does hook type influence the catch rate, size, and injury of grouper in a North Carolina commercial fishery?.** Fisheries Research 69: 303-311
- Bigelow, H. B. and W. C. Schroeder. 1950. **New and little know cartilaginous fishes from the Atlantic.** Bull. Mus. Comp. Zool. 103(7): 385-408
- Bigelow, H.B. and W.C. Schroeder. 1953. **Sawfishes, guitarfishes, skates and rays, and chimaeroids. In: Fishes of the western North Atlantic, Part 2,** edited by J.Tee-Van, C.M. Breder, A.E.Parr, W.C. Schroeder, and L.P. Schultz. *Sears Found. Mar. Res. Mem.*, (1):588
- Bigelow, H. B. and W. C. Schroeder. 1954. **A new family, a new genus, and two species of batoid fishes from the Gulf of Mexico.** Breviora 24: 1- 16
- Bonfil, R., Mena R. y de Anda D., 1988. **El recurso Tiburón-cazón en el sureste de México.** In los recursos Pesqueros del País. Secretaría de Pesca. México. D. F. 421-439
- Braccini, J. M; Gillanders, B. M. y T. I. Walker. 2006. **Determining reproductive parameters for population assessments of chondrichthyan species with asynchronous ovulation and parturition: piked spurdog (*Squalus megalops*) as a case study.** Marine and Freshwater Research, 57: 105-119
- Branstetter, S. 1981. **Biological notes on the sharks of the North Central Golf of Mexico.** Contributions in Marine Science V 24: 13-34.
- Caillett, M. G. y K. J. Goldman. 2004. **Age Determination and Validation in Chondrichthyan Fishes.** CRC Press. 399 - 447
- Carrera, F. M. 2004. **Biología reproductiva del tiburón azul *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) en la costa occidental de Baja California Sur, México.** Tesis de Maestría. IPN, CICIMAR. 67 p

- Carpenter, K.E. (ed.). **The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes, and chimaeras.** FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome, FAO. 2002. 600 p
- Castillo, G. J. L. y J. F. Márquez F. 1993. **La pesquería del tiburón en México: Una revisión histórica del Golfo de México.** Programa nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras del Recurso Tiburón. INP. México. 24 p.
- Castro, A.J.L. and H. Espinosa P. 1996. **Listados faunísticos de México. VII Catalogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideiomorpha).** Universidad Nacional Autónoma de México, 75 p.
- Castro, J. I. 1993. **A field guide to the sharks commonly caught in commercial fisheries of the south-eastern United States.** NOAA Technical Memorandum NMFS 338. 47 p.
- Carrier, J. C., J. A. Musick, y M. R. Heithaus. 2004. **Biology of sharks and their relatives.** CRC marine biology series. 596 p.
- Chapman, D. D. *et all.* 2003. **Mating behavior of southern stingrays, *Dasyatis americana* (Dasyatidae).** Environmental Biology of Fishes 68: 241-245
- Clark, E. y K. von Schmidt. 1965. **Sharks of the central gulf coast of Florida.** Bulletin of Marine Science. 15 (1): 13-83.
- Compagno, L.J.V. 1973. **Interrelationships of living elasmobranchs.** In *Interrelationships of fishes*, edited by Greenwood, P.H., R.S. Miles, and C. Patterson. New York, Academic Press, 15-61.
- Compagno, L.J.V. 1977. **Phyletic relationships of living sharks and rays.** *Amer. Zool.*, 17: 303-322.
- Compagno, L.J.V. 1984. **Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species know to date.** Part 2. Carcharhiniformes. FAO Fish Synop. Roma. (125)4: 466-468.
- Compagno, L.J.V. 1990. **Shark Exploitation and Conservation. Elasmobranchs as living resources.** U.S. Dept. Commerce. NOAA Technical Report NMFS 90: 391-414.
- Conrath, C. L. 2004. **Reproductive Biology.** (Chap. 7). 133:164; in Elasmobranch Fisheries Management Techniques. Edited by John A. Musick and Ramón Bonfil. APEC Fisheries Working Group.
- Francis, M. y Stevens, J. D. 2000. **Reproduction, embryonic development, and growth of the porbeagle shark *Lamna nasus*, in the southwest Pacific Ocean.** Fish. Bull. 98: 41-63.

- Fuentes, M. P. *et al.* 1998. **Los recursos pesqueros del estado de Veracruz y sus perspectivas de desarrollo.** (en prensa)
- Garrick, J.A.F. 1982. **Sharks of the genus *Carcharhinus*.** NOAA Tech. Rep. NMFS. 445: 1-194.
- Gelsleichter J., *et al.* 2006. **Organochlorine concentrations, reproductive physiology, and immune function in unique populations of freshwater Atlantic stingrays (*Dasyatis sabina*) from Florida's St. Johns River.** Chemosphere 63: 1506-1522
- Hazín F., Fischer A. y M. Broadhurst. 2001. **Aspects of reproductive biology of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*, off northeastern Brazil.** Environmental Biology of Fishes 61: 151-159
- Hamlett, W.C. & T. J. Koob. 1999. **Female reproductive system**, 398-443. En: Hamlett, W.C. (Ed.) *Sharks, skates and rays the biology of Elasmobranch fishes.* The Johns Hopkins Univ. Press, E.U.A.
- Hamlett, W.C. 1999. **Male reproductive system**, 444-470. En: Hamlett, W.C. (Ed.) *Sharks, skates and rays the biology of Elasmobranch fishes.* The Johns Hopkins Univ. Press, E.U.A.
- Hamlett. W. C. 2005. **Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes: Sharks, Batoids and Chimaeras.** v. 3. Science Publishers, Inc. Enfield, Nh, USA. 562 p.
- Hennemann, R. M. 2001. **Sharks and Rays: Elasmobranch guide of the world.** IKAN, Germany 304 p.
- Henningsen, A. D. 2000. **Notes on Reproduction in the Southern Stingray, *Dasyatis americana* (Chondrichthyes: Dasyatidae), in a Captive Environment.** Copeia 3: 826-828
- Henningsen, A. D., 2002. **Age and Growth in captive southern stingray, *Dasyatis americana*.** Abstract, American Elasmobranch Society. Annual Meeting, Kansas City.
- Hoyos, P. E. M. 2003. **Biología reproductiva del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) de Baja California Sur.** Tesis de Maestría; IPN, CICIMAR. 60 p
- Ismen, A. 2003. **Age, growth, reproduction and food of common stingray (*Dasyatis pastinaca* L., 1758) in Iskenderun Bay, the eastern Mediterranean.** Fisheries Research 60: 169-176
- Joung, S. J y Chen, C. T. 1995. **Reproduction in the sand bar, *Carcharhinus plumbeus*, in the waters off Northeastern Taiwan.** Copeia (3): 659-665.
- Krutak P. R., Rickles, S. E. y R. Gío A. 1980. **Modern ostracod species diversity, dominance, and biofacies patterns Veracruz-Antón Lizardo Reefs, Mexico.** Anales del centro de Ciencias del Mar y Limnología.

- Liu, K. M., Chen, T. C., Liao, T. H. y Joung, S. J. 1999. **Age, growth, and reproduction of the pelagic thresher shark, *Alopias pelagicus* in the Northwestern.** *Copeia* (1): 68-71.
- Maruska K. P., Cowie E. G. y T. C. Tricas. 1996. **Periodic gonadal activity and protracted mating in Elasmobranch fishes.** *The Journal of Experimental Zoology* 276: 219-232
- McEachran, J.D., K.A. Dunn, and T. Miyake. 1996. **Interrelationships of batoid fishes (Chondrichthyes: Batoidae).** In *Interrelationships of fishes*, edited by M.L.J. Stiassny, L.R. Parenti, and G.D. Johnson. New York, Academic Press, 63-84.
- McEachran, J.D. and K.A. Dunn. 1998. **Phylogentic analysis of skates, a morphologically conservative clade of elasmobranches (Cheondrichthyes: Rajidae).** *Copeia* (1998):271-290.
- McEachran, J.D. and J.D. Fechhelm. 1998. **Fishes of the Gulf of Mexico, Vol. 1. Myxiniformes to Gasterosteiformes.** Austin, University of Texas Press, 1112 p.
- McEachran, J.D. y M. R. de Carvalho. 2002. **Batoid Fishes.** In **Carpenter, K.E. (ed.) The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 1: Introduction, mollusks, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes, and chimaeras.** FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome, FAO. 2002. 600 p
- Michael, S. W., 1993. **Reef sharks and rays of the world: a guide to their identification, Behaviour and Ecology.** A Sea Challengers Publication, 107 p.
- 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
- Osorno, R. M., 1992. **Aspectos biológicos de los tiburones capturados en las costas de Tamaulipas y Veracruz, México.** Tesis Prof. Biología. U.V. Xalapa, Ver. 147 p.
- Otake, T. 1990. **Classification of reproductive modes in sharks with comments on female reproductive tissue and structures.** NOAA Tech. Rep. NMFS. 93: 111-130
- Pineda, S. H., Restrepo, L.F. y M. Olivera Á. 2004 **Comparación morfométrica entre machos y hembras de Cachama Negra (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818) mantenidos en estanque.** *Rev Col Cienc Pec* Vol. 17: Suplemento.
- Pratt, H. L. Jr. 1979. **Reproduction of the blue shark, *Prionace glauca*.** *Fish. Bull.* 77: 445-470
- Pratt, H. L. Jr. 1988. **Elasmobranch gonad structure: a descriptive survey.** *Copeia* (3): 719-729.
- Pratt, H. L., y Casey, J. G. 1990. **Shark reproductive strategies as a limiting factor in directed fisheries, whith a review of Holden's metod of estimating growth-parameters.** En: *Elasmobranchs as living resources: Advances in biology, ecology, systematics and status of the*

fisheries. H. L. Pratt, Jr., S. H. Gruber, y T. Taniuchi, (Eds.), U.S. Dep. Comer., NOAA Tech. Rep. NMFS, 90: 97-109

- Pratt, H. L. y Otake, T. 1990. **Recommendations for work needed to increase our knowledge of reproduction relative to fishery management.** NOAA Tech. Rep. NMFS, 90: 509-510.
- Rodríguez de la Cruz, M.C., Castillo, G.J.L. y J. F. Márquez F. 1996. **Informe final del proyecto de investigación: Evaluación de la pesquería de tiburón en el Golfo de México.** CONACYT. 184 p.
- Santana, H. H., Macías Z. R. y Valdez F. J. J. 1998. **Selectividad del sistema de palangre utilizado por la flota mexicana en la Zona Económica Exclusiva.** Ciencias Marinas 24 (2): 193-210
- Secretaría de pesca. (1988-2003). **Anuarios Estadísticos de Pesca.** México.
- Secretaría de pesca (SAGARPA). 2003. **Carta Nacional Pesquera.** México.
- Secretaría de Marina. 1999a. **Estudios de la dinámica marítima dentro del mar territorial y zonas costeras de la República Mexicana.** 3er parte: Alvarado a Coatzacoalcos, Veracruz. Dirección General de Oceanografía Naval. Instituto de investigaciones Oceanográficas del Golfo y Mar Caribe, Antón Lizardo, Veracruz. 158 p.
- Secretaría de Marina. 1998a. **Estudios de la dinámica marítima dentro del mar territorial y zonas costeras de la República Mexicana.** 1er parte: Tecolutla a Punta del Morro, Veracruz. Dirección General de Oceanografía Naval. Instituto de investigaciones Oceanográficas del Golfo y Mar Caribe, Antón Lizardo, Veracruz. 116 p.
- Secretaría de Marina. 1998b. **Estudios de la dinámica marítima dentro del mar territorial y zonas costeras de la República Mexicana.** 2da. parte: Punta del Morro a Alvarado, Veracruz. Dirección General de Oceanografía Naval. Instituto de investigaciones Oceanográficas del Golfo y Mar Caribe, Antón Lizardo, Veracruz. 143 p.
- Secretaría de Marina. 1999b. **Estudios de zooplancton, en el sistema arrecifal veracruzano.** Dirección General de Oceanografía Naval. Instituto de investigaciones Oceanográficas del Golfo y Mar Caribe, Antón Lizardo, Veracruz. 78 p.
- Sminkey y Musick 1995.
- Snelson, F. F., et all. 1988. **Reproduction and Ecology of the Atlantic Stingray, *Dasyatis sabina*, in Florida Coastal Lagoons.** Copeia 3: 729-739
- Snelson, F. F., et all. 1990. **Southern Stingray, *Dasyatis americana*: Host for a Symbiotic Cleaner Wrasse.** Copeia 4: 961-965

- Stehmann, M. 2002. **Proposal of a maturity stages scale for oviparous and viviparous cartilaginous fishes (Pisces, Chondrichthyes)**. Archives of Fisheries and Marine Research, 50: 23-48
- Stevens, J. D. 1984. **Biological observations on shark caught by sport fishermen of New South Wales**. Aust. J. Mar Freshw. Res. 35: 573-590
- Velasco, T. J. y F. Báez, 2000. **Ensayos sobre la cultura de Veracruz**. Universidad Veracruzana 205 – 206 (223 p).
- Vidal, V. y F. Vidal. 1990. **Atlas oceanográfico del Golfo de México**. Vol. I y II. Grupo de Estudios Oceanográficos. Instituto de Investigaciones Eléctricas. México 1122 p.
- Villavicencio G. C. J., C. Downtown H. y E. M. Meléndez. 1994. **Tamaño y reproducción de la raya *Dasyatis longus* (Pises: Dasyatidae) en Bahía Almejas, Baja California Sur**. Rev. Biol. Trop. 42 (1/2): 375-377
- Villavicencio G. C. J. 1995. **Distribución temporal y condición reproductiva de las rayas (Pises:Batoideo), capturadas comercialmente en Bahía Almejas BCS México**. Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar. UABCS 6(1-2):1-12
- Walker, T. I. 1998. **Can shark resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries**. Marine and Freshwater Research 49: 553-572
- Walker, T. I. 2005. **Reproduction in fisheries science**. In “Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes: Sharks, Rays and Chimeras” (Ed. W. C. Hamlett) pp 81-127
- William D. y K. M. Sullivan. 1993. **Diet and Feeding habits of the southern stingray *Dasyatis americana* in the central Bahamas**. Bulletin of Marine Science, 52(3): 1007-1013
- White, W. T. *et all* 2006. **Data on the bycatch fishery and reproductive biology of mobulid rays (Myliobatiformes) in Indonesia**. Fisheries Research 82: 65-73
- Wourms, J. P. 1977. **Reproduction and development of chondrichthyan fishes**. Amer. Zool. 17: 379-410
- Wourms, J.P. 1981. **Viviparity: maternal- fetal relationships in fishes**. Amer. Zool. 21: 473-515
- Yokota L. y R. P. Lessa. 2006. **A nursery area for sharks and rays in Northeastern Brazil**. Environmental Biology of Fishes 75: 349-360



P A G I N A S W E B

http://www.elasmo.com/frameMe.html?file=batoids/extant/dasyatis_spp.html&menu=bin/menu_batoid-alt.html

http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Dasyatis_americana.html

http://www.elasmodiver.com/elasmobranch_evolution.htm

<http://www.fisbase.com>

<http://www.ine.gob.mx>

<http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx>

<http://www.ichthyology.gov.com>



A N E X O 1

DIAGNOSIS DE LA RAYA BLANCA

A continuación se expone su clasificación taxonómica de acuerdo a Compagno en 2004:

| | |
|--------------------|--|
| PHYLUM: | Chordata (Haeckel, 1874). |
| SUBPHYLUM: | Vertebrata (Duchesne, 1975). |
| SUPERCLASE: | Gnathostomata (Save y Soderbergh, 1934). |
| CLASE: | Chondrichthyes (Arambourg y Bertin, 1958). |
| SUBCLASE: | Elasmobranchii (Müller, 1844). |
| COHORTE: | Euselachii (Regan, 1966). |
| SUBCOHORTE: | Neoselachii, (Compagno, 1977). |
| SUPERORDEN: | Galeomorphii, (Compagno, 1973). |
| ORDEN: | Myliobatiformes, (Compagno, 1973). |
| FAMILIA: | Dasyatidae (Jordan, 1888). |
| GÉNERO: | <i>Dasyatis</i> (Refinesque, 1810). |
| ESPECIE: | <i>D. americana</i> (Hildebrand y Schroeder, 1928). (Figura A) |

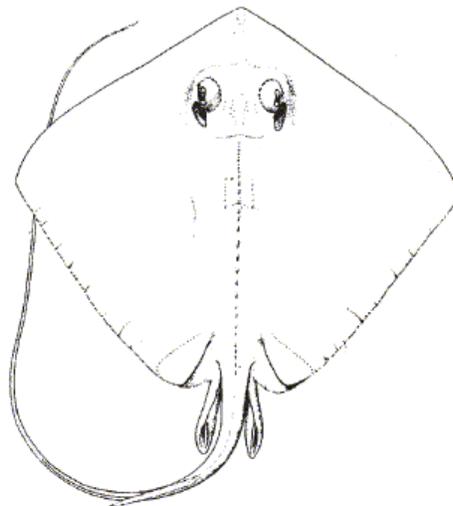


Fig. A. Raya blanca *Dasyatis americana* Hildebrand y Schroeder, 1928. (McEachran y Carvalho, 2002)



El análisis sobre la especie que se expone a continuación, se basó en la recopilación de información sobre *Dasyatis americana*, provista por varios autores (Bigelow y Schroeder (1953), William y Sullivan (1993), Henningsen (2000), McEachran (2002), Hamlett (2002), Chapman (2003), Nelson (2004), Compagno, 2004, algunas de las fotografías utilizadas para ilustrar el presente anexo fueron tomadas del trabajo de campo de la zona de punta Antón Lizardo, Veracruz).

DISTRIBUCIÓN

D. americana posee un rango de distribución restringido al continente americano, localizándose dentro de aguas tropicales y subtropicales desde el sureste del Océano Atlántico Occidental, desde Florida hasta Sureste de Brasil, incluyendo a las Bahamas, Golfo de México y mar Caribe, las Antillas menores y mayores bordeando la costa noreste de América del Sur (figura B).

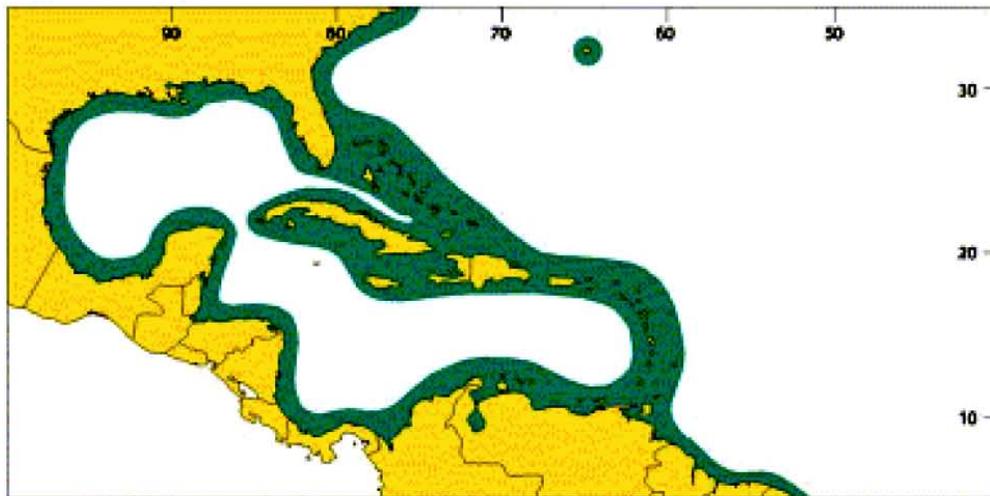


Fig. B. Distribución de *Dasyatis americana* (Tomada de McEachran y Carvalho. 2002)

En costas Mexicanas se le ha reportado en Tampico Tamaulipas, en la desembocadura del río Tuxpan y el Sistema Arrecifal Veracruzano, la Laguna de Términos y Bancos de Campeche, así mismo en Progreso y Celestun en Yucatán.

HÁBITAT



Como muchas otras rayas, *Dasyatis americana* prefiere las costas someras o estuarios con fondos limo-arenosos (rara vez en fondos lodosos) de la plataforma interna del Golfo de México, camas de pastos marinos y zonas arrecifales.

Las rayas látigo blanca tienen preferencia por las temperaturas de aguas tropicales y subtropicales (28 – 32 °C), aun cuando es común encontrarlas en rangos más amplios de temperatura (15.4 a 30.3 °C). Se les encuentra en amplios rangos de salinidad (28.5 a 36.2‰); presentan ciertos movimientos de penetración temporal hacia ambientes polihalinos en estuarios y en desembocaduras de ríos.

Se encuentran a profundidades de la zona intersticial a más de 20 metros, pero también han sido vistas en zonas con profundidades de 50 a 60 m. En Veracruz se captura aproximadamente a 70 brazas (palangre tiburonero con 500 a 700 anzuelos del número 3 al 6 (Carta Nacional Pesquera 2003). Permanecen en las paredes y de los arrecifes grandes donde es difícil que sean depredadas, pudiéndose observar solitarios, en pares y muy frecuentemente en numerosas agregaciones. Esta especie es considerada como un activo nadador, realizando migraciones en los meses de verano a través de la superficie a altas latitudes.

DESCRIPCIÓN

Dasyatis americana tienen un rango máximo de ancho de disco de 150 cm., y un peso estimado de 97 kg., presenta un disco de forma romboide con esquinas externas abruptamente redondeadas a agudas (anguladas) es de 1.2 veces más ancho que largo, no presenta aletas dorsales ni caudales. Ojos y espiráculos generalmente grandes. Boca ventral arqueada, la nariz proyectada con un ángulo aproximado de 135 grados. Presenta una línea irregular de espinas dorsales cortas en la porción superior que van de la cabeza a la cola. La cola está aplanada dorsoventralmente, llegando a alcanzar longitudes casi del doble de la longitud del cuerpo y contiene una espina (rara vez dos) serrada redondeada e inclinada dorsoventralmente, posee cerca de 52 a 80 pequeñas serraciones a ambos lados, la longitud de la espina es similar a la distancia existente entre el margen orbital de los ojos.



Posee un pliegue muy reducido en la parte superior de la cola y uno inferior muy desarrollado, que se origina por debajo de la espina y se extiende a la punta de la cola. La coloración del dorso del disco va de café claro uniforme, o gris (intenso en juveniles), a oliváceos sufriendo variaciones de acuerdo al sustrato en donde vive regularmente. La porción ventral es blanca con márgenes de las aletas y cola de grises a marrones o café oscuro (figura C).

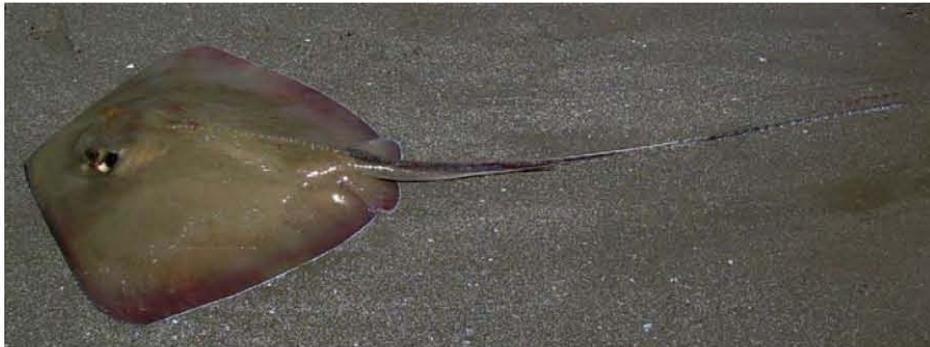


Fig. C. Raya blanca *Dasyatis americana* del Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), capturada en punta Antón Lizardo, Ver.

Los dentículos dérmicos característicos de elasmobranquios son esporádicos en Myliobatiformes, que desarrollan en su lugar pequeñas protuberancias esporádicas en la parte superior del disco, los cuales están presentes desde la región posterior de la nuca y corren hacia abajo por la línea media del cuerpo en forma decreciente. En organismos grandes pueden llegar a presentar pequeñas protuberancias en la región de la espina; en las hembras estas protuberancias están típicamente pronunciadas y agregadas en paquetes densos a diferencia de los machos.

REPRODUCCIÓN

D. americana presenta un dimorfismo sexual marcado; en donde las hembras llegan a ser mucho mas grandes que los machos; las hembras maduran de los 75 a los 80 cm de Ancho de Disco (AD) y los últimos alcanzan su madures sexual a los 51 cm AD. Un estudio realizado con organismos en cautiverio sugiere un ciclo reproductivo bianual (aun en investigación).



La raya blanca *Dasyatis americana*, presenta viviparidad aplacentaria con trophonemata, donde los embriones son retenidos en el útero (por todas partes) durante la gestación e inicialmente nutridos por el contenido del saco vitelino, existiendo un incremento del 3750% del peso húmedo del huevo al feto en término, las células epiteliales superficiales del trophonemata van desde 1.5 cm. a 4 cm. de longitud reduciéndose en la base y expandiéndose a la punta desde un patrón de conexiones superficiales cada uno con un vaso sanguíneo central. El vaso es pequeño al inicio de la gestación pero al final de ésta alcanza el tamaño de un seno venoso, debido al incremento del volumen de la sangre del trophonemata; en hembras que contienen huevos fertilizados el epitelio que recubre los vasos es de tipo cúbico simple, en contraste con el del útero con fetos terminales donde el epitelio es escamoso creando espacio para la difusión e intercambio de gases.

Su gestación se ha estimado de 135 – 226 días (en condiciones de cautiverio), se presume eventos de copula, cuando el macho monta a la hembra dorsalmente y posteriormente se voltea e inserta el myxopterigio en el oviducto de la hembra, sus crías miden al nacer de 17 a 18 cm. (se han reportado hasta 20 cm. y 34 cm. en condiciones de cautiverio).

La fecundidad promedio es de 4 a 5 crías (figura D), representando una considerable inversión energética en relativamente pocas crías, la membrana mucosa del útero esta densamente recubierta por trophonemata y es posible que sea un sitio de secreción de nutrientes y funciones respiratorias. En embriones de la raya blanca tanto el estómago como el intestino funcionan al inicio del desarrollo para digerir y absorber los nutrientes histotróficos; en donde la mucosa gástrica consiste en una superficie de epitelio columnar con mucosidad que fluye hacia el orificio gástrico; las glándulas gástricas están repletas de células superficiales de tipo piramidal con microvellosidades apicales con mucus.



Fig. D. Embriones de 10 cm de AD, tomados del útero de *D. americana*, playa Zapote, punta Antón Lizardo.



Al final de la gestación cuando los filamentos externos son reabsorbidos y las demandas respiratorias de los embriones se incrementan, las modificaciones morfológicas del trophonemata son mas evidentes, el grado de histotrophya lipídica es considerablemente menor a mediados de la gestación con cerca de 3 mg/g; la leche uterina presenta una consistencia espesa, cremosa y dulce de un color amarillento (consistencia de una malteada de vainilla) figura E.

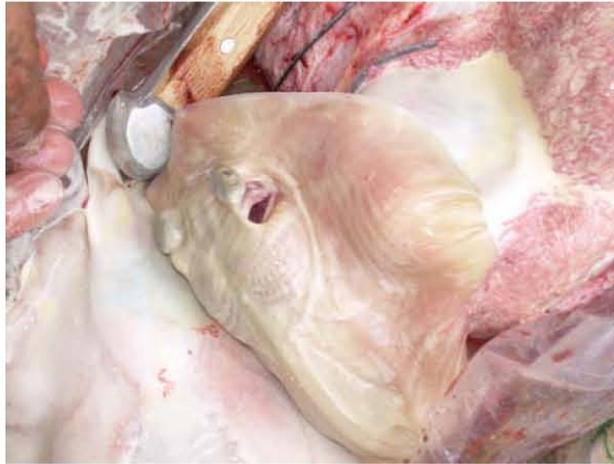


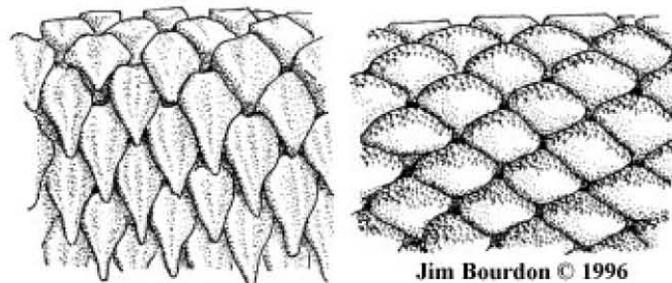
Fig. E. Útero con embrión (*Dasyatis americana*), presentando trophonemata muy vascularizada y “leche uterina” de color amarillo, fotografía tomada en punta Antón Lizardo.

HABITOS ALIMENTICIOS

Se alimenta constantemente preferentemente durante la noche, a lo largo el epibentos buscando sus presas, como peces óseos y crustáceos, entre otras de sus presas están los estomatópodos, moluscos, anélidos y rayas pequeñas. La maniobra que emplea es rastrear el fondo arenoso del piso marino, empleando mecanismos electro-receptores altamente desarrollados, en combinación con agudos sentidos del olfato y del tacto; donde tiende a crear corrientes con las aletas pectorales para formar depresiones en la arena y de esta manera exponer a los organismos de los que se alimenta, cubriéndolos completamente con su cuerpo y permaneciendo oculta en la arena mientras se alimenta. Por lo general, mientras dura este proceso, solo exponen los ojos y la cola.



Esta raya posee múltiples hileras de dientes (figura F y G) que tienen un tamaño uniforme (a excepción de algunos dientes pequeños cerca de las comisuras de la boca), las hembras y los machos inmaduros tienen dientes tetragonales con esquinas redondeadas que les sirven para aplastar a su presa, en cambio los dientes de los machos maduros poseen cúspides cónicas bajas que utilizan para retener a la presa antes de aplastarla.



Jim Bourdon © 1996

Fig. F. Hileras de dientes en Macho (Izquierda), ancho = 9.0 mm. Hembra (derecha), ancho = 8.0 mm. (Fishes of the Western North Atlantic, 1948)

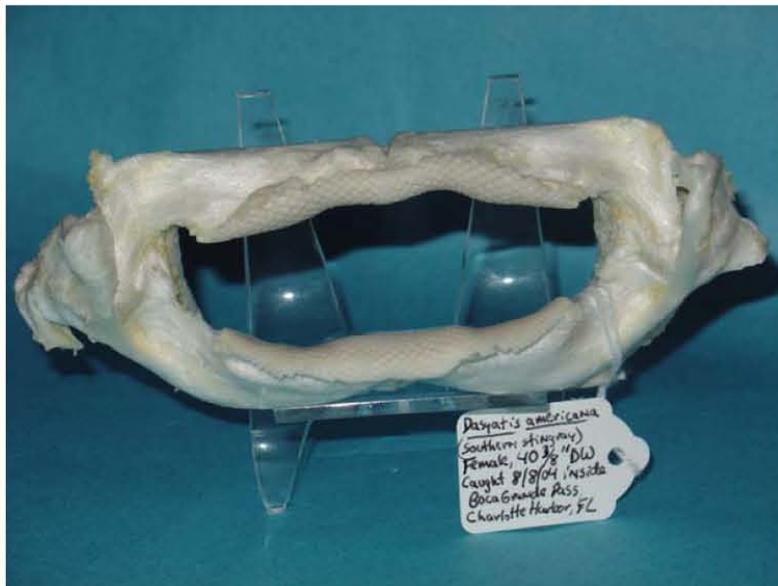


Fig. G. Mandíbula completa de *Dasyatis americana*.



INTERÉS PARA LA PESQUERÍA

A partir de 1997 se agrego en las categorías comerciales de los Anuarios Estadísticos de Pesca el grupo de “Rayas y similares”. Las capturas para Batoideos eran registradas en años anteriores en la categoría de “otras especies” dentro de las que se incluían datos de la mantaraya, chucho y el gavilán que eran regionalmente aprovechadas y por tanto los avisos de arribo contienen los valores históricos de su producción, en la figura 4 se presentan los niveles porcentuales de la captura de rayas y similares reportadas por los diferentes estados del Golfo de México, en donde claramente se presenta que el estado de Veracruz es el segundo mas productivo figura H.



Fig. H. Limpieza del producto en el campo pesquero de playa Antón Lizardo, Ver.

La pesca de rayas y mantas se realiza generalmente de manera incidental dentro de la pesca ribereña de tiburón con cimbra y palangre. Aun cuando no es la especie objetivo, se aprovecha parcialmente para el consumo directo como alimento fresco o bien, se emplea como carnada del mismo tiburón, aun cuando la tendencia esta cambiando por la demanda de aleta de Mantaraya, que brinda buen precio compitiendo ya con las diferentes presentaciones dentro del mercado interno del cazón-tiburón <fresco-congelado o seco-salado> (Carta Nacional pesquera, 2003).

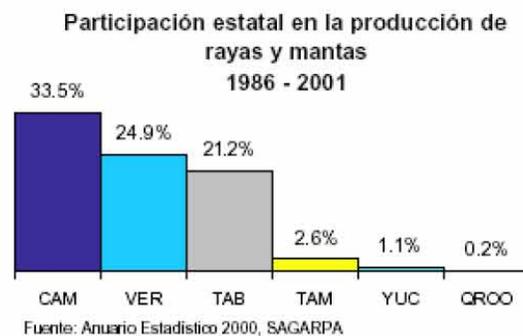


Fig. I. Captura porcentual de los estados del Golfo de México (Carta Nacional pesquera, 2003).



A N E X O 2

GLOSARIO DE TERMINOS

Andrógeno: nombre general que se aplica a cualquier sustancia similar a las hormonas sexuales masculinas en los vertebrados, que tiene a su cargo el desarrollo y la conservación de muchos caracteres sexuales. Los andrógenos naturales en los vertebrados son esteroides, producidos principalmente por los testículos y en menor cantidad por los ovarios y la corteza suprarrenal.

Anticuerpo. Proteína producida en los animales vertebrados cuando penetra en los líquidos orgánicos cierto tipo de sustancia (antígeno) que normalmente no existe en ellos; el anticuerpo se combina químicamente con el antígeno. Los anticuerpos suelen ser muy específicos, en el sentido de que se combinan únicamente con antígenos de un tipo determinado.

Antígeno: Sustancia, generalmente de alto peso molecular, capaz de provocar una respuesta de anticuerpo.

Carácter sexual secundario: Carácter propio de los animales en que los dos sexos tienen forma distinta; se excluyen las gónadas y los conductos, con sus glándulas asociadas, por lo que pasan los gametos.

Ciclo gonádico: Evento repetitivo dentro de las gónadas que conduce a la producción de gametos.

Ciclo ovárico. Serie de estadios de desarrollo por los que pasa la gónada femenina desde el reposo hasta el desove.

Ciclo reproductivo: Eventos repetitivos dentro de las gónadas que conducen a la producción de gametos.

Cigoto: Huevo, óvulo fecundado, antes de iniciarse la segmentación.

Clasper: Ver Myxopterígiros.

Cloaca: Parte terminal del intestino de muchos vertebrados en la cual desembocan los conductos renales y reproductores, en tales casos solamente hay una abertura posterior en el cuerpo.

Columna vertebral: Cadena longitudinal de pequeños huesos o cartílagos (vértebras) junto a la cara dorsal, que contiene la médula espinal, propia de los vertebrados.

Conducto deferente: Conducto del esperma en machos.

Copulación: Apareamiento sexual, transferencia de esperma a la hembra.

Embrión: Animal en proceso de desarrollo a partir del huevo fecundado.

Epidídimo: largo tubo enrollado y adosado al testículo de los vertebrados amniotas. Por un extremo recibe la esperma de los tubos seminíferos, que almacena y madura y por el otro extremo desemboca en el conducto deferente y éste en el exterior.

Estrógeno: Hormona sexual esteroide de la hembra de vertebrados, producida por la teca del folículo ovárico; actúa sobre caracteres sexuales secundarios.

Fecundación: Unión de dos células especiales, los gametos, que constituyen el proceso esencial de la reproducción sexual. La célula resultante, única, es el cigoto; la fecundación presenta dos aspectos a) la fusión de dos núcleos haploides que reúne en el cigoto una selección de genes de dos individuos distintos, b) la iniciación del desarrollo de un nuevo individuo.

Fecundación interna: Unión de gametos en el interior de la hembra.

Fecundidad: Capacidad máxima reproductiva de los organismos.

Fertilidad: Número real de progenie por unidad de tiempo.

Gameto: Cada una de las dos células que, en la reproducción sexual, se fusionan originando el cigoto.



Gestación: Periodo de desarrollo intrauterino del embrión.

Gónada: Órgano de los animales que produce gametos, en algunos produce también hormonas.

Huevo: Célula germinal femenina con sus membranas.

Histotropho: Nutrimento secretado en el lumen uterino, rico en grasas.

Hormona: Es una sustancia que es secretada en cantidades pequeñas por una parte del cuerpo y es transportado al órgano blanco, donde produce una respuesta fisiológica regulando y coordinando actividades.

Huevo de reposo (latencia): Huevos que solamente pueden desarrollarse después de un periodo de latencia, durante el cual son resistentes a las condiciones adversas.

Leche uterina: Ver Histotropho.

Microvellosidad: Proyección como cabello o filamento, que aumenta las superficies de absorción de nutrientes.

Myxopterígios: Órganos copuladores del macho, que son modificaciones de los bordes internos de las aletas pélvicas y se prolongan hacia atrás, mucho más que las aletas mismas, son característicos de los elasmobranquios (clasper).

Neonato: Organismo recién nacido.

Ovocito: Célula sexual femenina en fase de crecimiento y que experimenta la meiosis.

Ovogénesis: El proceso biológico mediante el cual los gametos femeninos pasan por las etapas de multiplicación y maduración hasta transformarse en óvulos.

Ovogonia: Nombre que recibe la célula sexual diploide, que todavía no ha iniciado su crecimiento, en hembras.



Ovario: Glándula genital femenina en la que tiene lugar la ovogénesis.

Oviducto: Tubo por el cual se conducen los óvulos del ovario al útero. En los vertebrados es un remanente del conducto o canal de Müller.

Óvulo: Célula aislada, grande, inmóvil, que contiene un número haploide.

Parto: Acto o proceso del nacimiento o momento en que las crías son expulsadas del cuerpo de la hembra al exterior del cuerpo de esta.

Placenta: Órgano de almacenamiento y de secreción temporal, intermedio entre la madre y el embrión.

Preñez: Estado que se caracteriza por se la madre portadora de uno o mas embriones en desarrollo.

Proporción de sexos: Proporción relativa de los números de machos y hembras en una población.

Reproducción sexual: Reproducción por fusión de núcleos haploides, generalmente gametos.

Saco vitelino: Bolsa que contiene vitelo que pende de la cara ventral de los embriones de los vertebrados ricos en vitelo. Tienen una capa externa de ectodermo, una interna generalmente absorbente, en endodermo y entre ambas, mesodermo con el celoma y vasos sanguíneos.

Semen: Líquido liberado del testículo por el conducto deferente: espermatozoides o células espermáticas en el líquido testicular al cual se ha añadido secreción de glándulas accesorias.

Trophonemata: Microvellosidades vascularizadas (Griego *trophē* - nutrimento, alimento; *nēmat* - hilos, filamentos), generadas en el útero.

Útero: Matriz, expansión muscular del conducto de Müller de las hembras en la cual se desarrolla el embrión.

Vesícula seminal (*Vesícula seminalis*): Órgano que almacena espermatozoides en el macho.



Vitelo: material nutritivo de reserva almacenado típicamente por el huevo y usado durante el desarrollo.

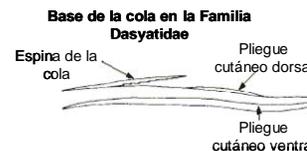
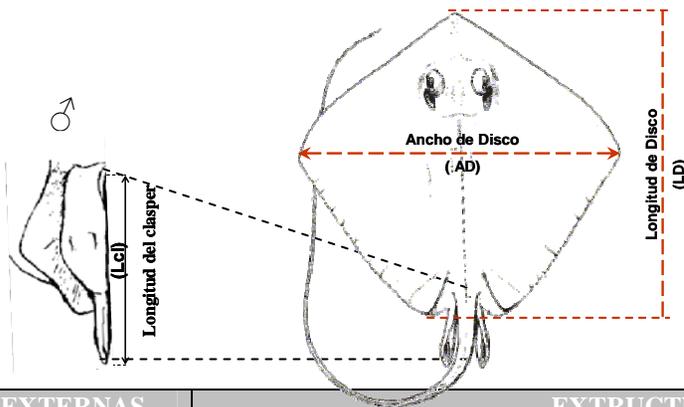
Vivíparos: Organismos cuyos embriones se desarrollan dentro de la madre y obtienen los elementos nutritivos por estrecho contacto con los tejidos maternos, frecuentemente mediante una placenta sin interposición de membranas del óvulo.

Viviparidad aplacentaria: El desarrollo embrionario se realiza dentro del cuerpo de la madre; el embrión se alimenta de vitelo del ovocito y también puede recibir alimento por parte de la madre, pero sin que exista una conexión directa con ella.

Viviparidad placentaria: El desarrollo embrionario se realiza en el cuerpo de la madre y existe una conexión entre el embrión y la madre a través de una pseudoplacenta por la cual le transmite alimento y a su vez el embrión expulsa sus desechos metabólicos.

FORMATO DE MUESTREO

Localidad: _____ Arte pesca: _____ # Anz. _____ --- Fecha: ____/____/____
 Artesanal: ____ Zona _____ Profundidad _____ Operación _____ Lancha _____ Permisionario _____



| # | ESPECIE | EXTRUCTURAS EXTERNAS | | | | | | EXTRUCTURAS INTERNAS | | | | | | | | Observaciones |
|----|---------|----------------------|----|------|-------|------|-----|----------------------|----|------|----------|----|--------|-----|-------------|---------------|
| | | LD | AD | SEXO | Lclas | PESO | LGO | PGO | LO | Ltes | PTes/Pov | #H | Long/H | # E | Long/Peso E | |
| 1 | DAME | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tipo de carnada utilizada: _____ Especies Acompañamiento: _____

LD = Longitud de Disco **AD** = Ancho de Disco **Lclas** = Longitud del clasper **LGO** = Longitud Glándula Oviducal **PGO** = Peso Glándula Oviducal
LO = Longitud Ovario **Ltes** = Longitud testículos **PTes/POv** = Peso de Testículo/Peso del Ovario # H = Núm. Huevos # E = Núm. Embriones