



El Colegio de la Frontera Sur

Pesquería de *Dasyatis americana* en el oeste del Banco de
Campeche, México.

TESIS

Presentada como requisito parcial para optar al grado de
Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural

Por

José Alfredo Hernández López

2009

Índice de contenido de la tesis.

Índice de tablas	III
Índice de figuras	IV
Agradecimientos	VI
Resumen	VII
Introducción	8
Objetivos.	13
General	
Específicos	
Materiales y métodos	14
Resultados	22
Discusión	31
Literatura citada	39
Tablas	46
Figuras	53
Anexos	74
Hoja de envío del Artículo	74
Artículo sometido	75

Índice de tablas.

Tabla	Pág.
Tabla 1. Resultados del ANOVA de dos vías para dos tipos de CPUEs (Kg /100 anzuelos vs Kg/lt de combustible) y dos estratos de tiempo (<24 y 24> horas de pesca).	46
Tabla 2.- Escala de madurez de machos	47
Tabla 3. Comparación de las principales características de la pesquería multiespecífica donde ocurre <i>D. americana</i> , dividida por tiempos de pesca.	48
Tabla 4.- Resultados del ANOVA de dos vías de las capturas totales, para los estratos de profundidad por grupos y por anzuelos.	49
Tabla 5. Resultados del ANOVA de dos vías para la captura de <i>D. americana</i> , por estratos de profundidad y por anzuelos.	50
Tabla 6. Composición de especies capturadas por la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro, Centla, Tabasco.	51
Tabla 7. Resultados del ANOVA para las capturas totales de la flota pesquera que opera en el Puerto de San Pedro, Centla, Tabasco.	52

Índice de figuras.

Figura 1. Relación entre el esfuerzo (número de anzuelos por lancha) y la captura total.	53
Figura 2. Relación entre el número de anzuelos y el tiempo empleados por la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro, Centla, Tabasco.	54
Figura 3. Porcentaje de uso en el número de anzuelos por arte de pesca, utilizados por la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.	55
Figura 4. Área de pesca de la flota palangrera del puerto de San Pedro, Centla, Tabasco. Subárea A: 10 a 40m de profundidad 94% de los eventos de pesca. Subárea B: 40 a 100m de profundidad 6% de los eventos de pesca.	56
Figura 5.-Variación estacional de la profundidad de pesca de la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco. Los números arriba de los ejes de D.E. indican el número de lances por mes.	57
Figura 6. Promedio \pm DE de la CPUE total (kg*100 anzuelos/hr) por número de anzuelos, de la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro, Centla, Tabasco.	58
Figura 7. CPUE (kg*100 anzuelos/hr) de <i>Dasyatis americana</i> en relación al número total de anzuelos.	59
Figura 8. Relación entre los estratos de profundidad, número de anzuelos y tiempo total de pesca, de la flota artesanal del puerto de San Pedro, Centla, Tabasco.	60
Figura 9. Relación entre los estratos de profundidad, número de anzuelos y tiempo total de pesca, para <i>D. americana</i> en el puerto de San Pedro, Centla, Tabasco.	61
Figura 10. Contribución y variación mensual de todas las especies capturadas por la flota pesquera que opera en el Puerto de San Pedro, Centla, Tabasco.	62
Figura 11. CPUE total \pm DE en Kg de las Capturas totales reportadas por la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco. Se incluye a <i>D. americana</i> con respecto a los otros grupos capturados	63

Figura 12. Distribución de tallas, sexos y estadios de <i>D. americana</i> capturados por la flota pesquera en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.	64
Figura 13. Distribución mensual de Promedio \pm DE de las tallas por estadio para machos y hembras de <i>D. americana</i> en el Puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.	65
Figura 14. Relación Promedio \pm DE de las tallas y estadios de machos y hembras con la profundidad de captura de <i>D. americana</i> en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.	66
Figura 15.-.Relación ancho de disco-peso total de machos y hembras de <i>D. americana</i> en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.	67
Figura 16.- Factor de condición por sexos y por estadios de <i>D. americana</i> en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.	68
Figura 17. Variación estacional del Promedio \pm DE del Factor de condición por sexos para individuos adultos para <i>D. americana</i> capturados por la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.	69
Figura 18. Estadios de madurez sexual de machos de <i>D. americana</i> , reportados por la flota pesquera que opera en el Puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.	70
Figura 19. Relación longitud ancho de disco-longitud aleta pélvica para hembras de <i>D. americana</i> capturadas por la flota pesquera del Puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.	71
Figura 20. Proporción de sexos y estadios de madurez para <i>D. americana</i> capturados por la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.	72
Figura 21. Proporción de adultos maduros L_{50} de <i>D. americana</i> capturados por la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.	73

Agradecimientos.

A El Colegio de la Frontera Sur, por ser orgullosamente egresado de esta institución, así como también a cada uno de los investigadores y técnicos que compartieron sus conocimientos en el aula de clases y en las salidas de campo. A mis compañeros de generación por la convivencia.

A los miembros del jurado, por las revisiones y puntos de vista en este trabajo de investigación.

A la Dra. Carmen Pozo, ECOSUR Chetumal, por la oportunidad brindada en uno de los momentos más difíciles y por la confianza...gracias, este es el resultado.

A ti Manuel por el asesoramiento y correcciones a esta investigación, y por darme la confianza y sobre todo la amistad que ha surgido, no omito agradecer todo el apoyo que me brindaste desde el primer día que llegue el Eco. De igual forma agradezco y reconozco el apoyo del equipo de pesquerías de la Unidad Villahermosa, Wendy, Edith, Elsy, Angelito, Noé, Darwin, y los visitantes extranjeros que tuvimos, ya que ellos fueron pieza clave en la tomas de datos.

Algo muy primordial que no quiero dejar de mencionar y es una parte importante en esta investigación, es el apoyo por parte de la flota pesquera del Puerto de San Pedro y San Pablo, a todos y cada uno de ellos muchas gracias ya que nos prestaron los organismos y en ocasiones nos ayudaron en la recopilación de información reconociendo que sin ellos esta investigación no pudiera haberse realizado, gracias...banda...

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por la beca otorgada para la realización de esta etapa de mi vida.

A mis padres Cristóbal y Rosa Elena, por ser las personas que Dios me presto para darme la vida y guiarme en este mundo, al apoyo desinteresado para lograr esta meta y por la comprensión en esta etapa de mi vida. A mis hermanos, Kisha y Tobin por ser siempre buenos hermanos, esperando esta convivencia permanezca para toda la vida.

A Clío mi esposa, por ser la persona que Dios me mando para darme la enorme felicidad de ser padre y esposo, por la paciencia, confianza y fortaleza en el tiempo que duro esto y que se ve reflejado en la conclusión de este trabajo.

A mis hijos:

Alana y Jesús Cristóbal, por ser los motivos de superación y búsqueda de una mejor forma de vida en pro de su desarrollo.

A todas aquellas personas que directa e indirectamente tuvieron participación en cada una de las etapas de mi vida que hicieron posible este logro.

En especial a una persona que ya no está físicamente conmigo, pero sigue siendo un motivo muy grande para concluir este proceso, con toda mi admiración y respeto a tu memoria tío Chilo, esto es también para ti.

Resumen.

Se evaluaron los principales parámetros biológicos-pesqueros (abundancia relativa y estructura poblacional) de *Dasyatis americana* provenientes de la flota artesanal del puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco, durante febrero 2006 a marzo 2007. En total fueron analizados 115 viajes de pesca. El área de pesca fue dividida en dos (A y B), siendo el área "A" la zona donde se registro la mayor incidencia de eventos de pesca con un 94%, a su vez es la de más baja profundidad (10-40 m). El máximo CPUE para *D. americana* se observó en el mes de febrero de 2006 con 2.96 ± 1.26 kg y la menor en agosto con 0.22 ± 0.17 kg. Se muestrearon un total de 682 organismos de *D. americana* (287 hembras y 395 machos), siendo la proporción hembra: macho de 1:1.4. *D. americana* presentó dominancia de machos de los 45 a los 60 cm de ancho de disco (AD). Las hembras adultas dominaron a partir de los 85 cm de AD. En lo que respecta la talla (AD) con la profundidad de captura y la madurez de ambos sexos, se observa un ligero incremento del AD conforme aumenta la profundidad de pesca. La talla media de maduración L_{50} , de hembras la obtuvieron a los 92 cm AD, mientras que los machos a los 52 cm de AD.

Palabras claves: CPUE, Miliobatiformes, Golfo de México, pesca artesanal, San Pedro y San Pablo.

Introducción.

Los elasmobranquios poseen una tasa de crecimiento lenta, edad de madurez sexual tardía, tasas reproductivas bajas, y mecanismos de reproducción altamente especializados que determinan un bajo potencial reproductivo y bajas tasas de crecimiento poblacional. Éstas características los hacen altamente vulnerables al aumento de mortalidad por pesca (Bonfil, 1994; Camhi 1998; Smith *et al.*, 1998). Este efecto se agudiza debido a las complejas relaciones entre la pesca y la estructura espacio-temporal de sus poblaciones, así como por los prolongados periodos de reacción a los efectos del aumento de mortalidad y las medidas de ordenación pesquera (Musick, 1999; Musick, 2005).

A nivel de ecosistema, la disminución de las poblaciones de elasmobranquios por aumento de la mortalidad por pesca pone en riesgo su papel como controladores de una gran diversidad de grupos tróficos inferiores (Ellis *et al.*, 1996; Camhi *et al.*, 1998; Stevens *et al.*, 2000; Schindler *et al.*, 2002). El mantenimiento de la integridad de sus poblaciones es de suma importancia biológica, ecológica y pesquera (Hoenig y Gruber, 1990), por lo que la explotación de este importante grupo requiere puntos de referencia biológicos específicos para cada especie o grupo de especies (Downes, 1982; Beamish y McFarlane 1985; Rodríguez De la Cruz *et al.*, 1996; Bonfil, 1997; Stevens *et al.*, 2000).

A pesar del incremento en el valor económico de los productos derivados de las diversas especies de tiburones y rayas alrededor del mundo, en la actualidad una gran cantidad de problemas persisten para la obtención de puntos de referencia biológicos para la explotación de elasmobranquios. Estos problemas son derivados de la falta de información biológica específica para las especies explotadas. Así mismo las estadísticas de pesca de casi todos los países omiten la separación de especies y frecuentemente la pesca de descarte no es reportada (Castro *et al.*, 1999). Para lograr un manejo y explotación sostenible de estos recursos resulta necesario la generación de información específica de las especies que nos permita conocer la importancia y el estatus pesquero de este grupo, las asambleas de especies que son explotadas, su dinámica poblacional, así como su importancia biológica y ecológica (Musik, 2005).

Como en otras partes del mundo, en México la explotación de elasmobranquios se incrementó gradualmente durante las últimas dos décadas, alcanzando en el año de 2002 el sexto lugar a nivel mundial en la producción de tiburón y cazón con 3,1000 toneladas (INE, 2003). Sin embargo y debido a las características propias de estas especies, sus volúmenes de captura han disminuido rápidamente en poco tiempo; consecuentemente, especies que antes eran de poco interés comercial, como las rayas, han incrementado su importancia y por lo tanto su nivel de explotación. El aumento de la pesca de rayas en México se ve reflejada con la aparición de este grupo en los registros oficiales a partir de 1986 (SAGARPA, 2001). Tal es la importancia que en 2003 representaron 40% del peso total desembarcado de elasmobranquios en México.

En los estados del Golfo de México y Mar Caribe las pesquerías de raya se encuentran distribuidas de la siguiente manera: Quintana Roo 0.03 %, Yucatán 6.08 %, Tamaulipas 6.5 %, Veracruz 13.20 %, Tabasco 33.96 % y el estado de Campeche con 40.22 % (SAGARPA, 2006), correspondiendo al 51.88 % del total nacional. Las familias más representativas, por su presencia y valor, son: Dasyatidae, Myliobatidae, Rhinopteridae y Gymnuridae (Castillo *et al.*, 1998; Villaseñor *et al.*, 1998; SAGARPA, 2006). Sin embargo se observa el mismo problema que presentan los registros de tiburón, las estadísticas no son específicas, por lo que no se puede conocer la contribución relativa de cada especie o familia (Manjarres, 1999; Caldas, 2006; Acevedo *et al.*, 2007).

En el estado de Tabasco las pesquerías de raya son reportadas en los cuatro puertos pesqueros marinos: Sánchez Magallanes, Chiltepec, Frontera y San Pedro. Los mayores volúmenes de captura son reportados en los puertos de San Pedro y Chiltepec, cuyas flotas pesqueras están estrechamente asociadas al Banco de Campeche y a sus zonas adyacentes. Estas zonas son caracterizadas por su baja profundidad y su alta productividad marina (De Lanza y Gómez, 2004). A pesar de la importancia pesquera de esta zona y al aumento en la captura de elasmobranquios y principalmente de rayas, no existen datos precisos de cómo se desarrolla esta actividad, y el posible impacto que tiene sobre las poblaciones de estas especies. Sin embargo, es probable que *Dasyatis americana* especie de grande aporte y alta abundancia en las zonas someras del Golfo de México (Bigelow, *et al.*, 1953; Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez, 1996) sea el batoideo más común en la pesca artesanal de Tabasco (Mendoza-Carranza *com per*). A pesar de la abundancia, tamaño y amplia distribución de *D. americana* a lo largo de la costa Atlántica del continente americano

(Bigelow, *et al.*, 1953; Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez, 1996), solamente existen algunas referencias taxonómicas, y estudios de sus hábitos reproductivos y de alimentación (Smith y Merriner, 1986, 1987, 1995; Schwartz, 1990; Stokes y Holland, 1992; Henningsen, 2000; Aguiar, 2002; Chapman *et al.*, 2003). A nivel internacional se menciona que la población de *D. americana* en las costas de Estados Unidos de América es saludable; sin embargo los datos acerca del estado de sus poblaciones en otras regiones de su distribución son escasos (Grubbs *et al.*, 2006). Solamente se ha reportado un incremento de la presión pesquera sobre *D. americana* en las costas de Brasil, principalmente en los estados de Ceará y Bahia (Buckup, 2000; Gadig *et al.*, 2000).

La relativa alta abundancia entre los elasmobranquios, amplia distribución y consiguiente importancia ecológica de *D. americana* en los ambientes marinos costeros atlánticos de América la hacen altamente susceptible al aumento de mortalidad por pesca. Por lo anterior es importante generar información acerca del estatus poblacional y pesquero actual, para poder predecir y medir los posibles impactos sobre sus poblaciones. El objetivo del presente trabajo es describir las principales características poblacionales (abundancia relativa, estructura de tallas, pesos y sexos) de *Dasyatis americana*, a través del análisis de sus capturas de la flota pesquera del puerto de San Pedro, Tabasco y que opera en la zona Oeste del Banco de Campeche.

Objetivos.

Objetivo general.

- Describir y analizar los principales parámetros biológico-pesqueros (abundancia relativa y estructura poblacional) de la población de *Dasyatis americana* de la zona Oeste del Banco de Campeche capturada por la pesca artesanal del puerto de San Pedro, Centla, Tabasco, México.

Objetivos específicos.

- Describir las características de la flota pesquera dedicada a la captura de *D. americana* en el puerto de San Pedro y San Pablo.
- Estimar la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de *D. americana* y analizar su variación temporal.
- Estimar la importancia en volumen de pesca de *D. americana* en relación a otros grupos de especies y analizar su variación temporal.
- Determinar y analizar la estructura de tallas, sexos y madurez sexual de *D. americana* a lo largo de un ciclo anual.

Materiales y Métodos.

Programa de muestreo

Se realizaron visitas mensuales durante 14 meses (febrero 2006-marzo 2007) al puerto de San Pedro, Tabasco, México con la finalidad de obtener los datos pesqueros y biológicos de *Dasyatis americana* a partir los desembarques de la pesca artesanal. Para la obtención de los datos fueron considerados dos puntos de entrega adyacentes dentro del puerto de San Pedro.

Características operacionales de la pesca.

Para cada desembarque muestreado, se aplicaron encuestas relativas a las actividades pesqueras, con los que se obtuvo la información necesaria para determinar las características operacionales de la pesca de *D. americana* y que incluyeron (Gulland y Rosenberg, 1992):

- Numero de pescadores.
- Tipo y características de la embarcación (tamaño y potencia del motor).
- Número de anzuelos por palangre y anzuelos totales.
- Número total de lances por viaje de pesca.
- Tiempo total de la operación de pesca que abarcó desde el momento de la salida de cada lancha del puerto hasta la hora y día de su retorno.
- Tiempo efectivo de pesca que incluyó el tiempo efectivo de trabajo del arte de pesca.

- Profundidad y distancia de pesca.
- Combustible gastado.
- Captura en kilogramos de todos los grupos de especies según la clasificación comercial. Estos fueron obtenidos de los registros comerciales del centro de recepción al momento de que cada lancha entrega los productos capturados.

Área de las profundidades de pesca.

El área de pesca fue determinada con la ayuda de un GPS Magellan sport track a través de un mapeo del perímetro máximo del área de pesca y dos viajes a bordo de lanchas pesqueras en operación. La distancia de pesca y profundidad se determinó a través de las entrevistas de pesca y fueron cotejadas y ajustadas a través de sondeos *in situ* y con ayuda de mapas batimétricos.

Análisis de datos.

Determinación del esfuerzo

Para determinar el esfuerzo pesquero fueron considerados los siguientes parámetros: tiempo efectivo de pesca, número de anzuelos totales (número de anzuelos por lancha X número de lances) y gasto de gasolina.

Captura por Unidad de Esfuerzo.

El tiempo de pesca no se empleó como variable de esfuerzo, pues no se comporta de forma continua. En relación al tiempo de pesca fueron observados dos grupos, los

eventos con menores a 24 horas y los eventos con duración mayor a 24 horas. Con base a este criterio los dos grupos de tiempo de pesca, fueron comparados entre ellos con los siguientes parámetros: número de anzuelos, litros de gasolina, distancia y profundidad de pesca, CPUEtotal y CPUE de *D. americana* ($CPUE = Kg * 100$ anzuelos).

El número total de anzuelos y el gasto de combustible, se expresaron en CPUE como: $Kg * 100$ anzuelos y $Kg * 10$ lts de combustible. Se realizó un ANOVA de dos vías entre ambos tipos de CPUEs estandarizados basados en la captura total ($Kg / 100$ anzuelos vs Kg/lit de combustible) siendo la primer variable de agrupación el estrato de tiempo de pesca y como segunda variable de agrupación los dos tipos de esfuerzo y se comprobó que ambos CPUEs no presentan diferencias significativas en su comportamiento (MANOVA, $F=0.04$, $p=0.833$). Así mismo tampoco hubo diferencias significativas entre estratos de tiempo (MANOVA, $F=1,09$, $p=0.35$), y no existió interacción entre variables (MANOVA, $F=0.09$, $p=0.76$; Tabla 1).

Se consideró que la mejor variable de esfuerzo es el número total de anzuelos, ya que el gasto de gasolina está más relacionado con el transporte hacia las zonas de captura y de regreso a la costa, que con la actividad pesquera en sí, esto por la misma eficacia del arte de pesca, palangre de fondo que es un arte de pesca pasivo y que su eficiencia varía de acuerdo al tiempo y número de anzuelos.

A partir de este resultado parcial fue analizado el comportamiento de la CPUE basada en Kg*100 anzuelos. Para esto, los datos fueron agrupados en grupos de 500 anzuelos. La relación entre la captura total con el esfuerzo (número total de anzuelos) fue explicada por una ecuación de tercer orden ($\text{kg totales} = -4\text{E-}09x^3 + 5\text{E-}05x^2 - 0.0855x + 142.45$ $R^2 = 0.8873$), (Figura 1).

A pesar que esta ecuación explica la relación entre el esfuerzo de pesca y la captura, la complejidad de la ecuación y debido a que esta función no toma en cuenta un importante parámetro, que es el tiempo que trabaja el arte de pesca, se propone que un mejor estimador de la abundancia es: la captura en kg*100 anzuelos dividida entre el número de horas de pesca ($\text{CPUE}_H = \text{kg*100 anzuelos/hr}$). La relación entre el tiempo en horas y número total de anzuelos y anzuelos por hora es explicada por la siguiente ecuación: $\text{anzuelos/hr} = 239.517 + (0.1459 * \text{anzuelos totales}) - (33.3632 * \text{horas})$, existe una relación inversa entre el número de anzuelos y el tiempo que estos son empleados (Figura 2).

Para probar posibles diferencias del CPUE total y de *D. americana* entre el número de anzuelos empleados y las profundidades de capturas fue realizado un análisis por estratos de profundidad (5-20, 21-30 y 31-50 metros) y número de anzuelos (250-1000, 1500-2500, 3000-4500 y 5000-8000 anzuelos totales). Para detectar posibles diferencias se utilizó un ANOVA de dos vías.

Colecta de datos biológicos.

La proporción de especies y/o grupos capturados fue determinada mediante el registro de los pesos comerciales. Todos los organismos de *D. americana* capturados por las lanchas muestreadas fueron medidos (ancho de disco en cm) y pesados (peso total en kg \pm 5 kg), se identificó el sexo y estadio de madurez sexual.

Madurez sexual.

Los estadios de madurez de los machos fueron determinados mediante la escala de madurez "ELASMO 1" (Tabla 2) propuesta por Stehmann (2002). Para esto se midió la longitud del clasper (gonopterigio) desde la base (parte terminal de la aleta pélvica), hasta la parte distal del mismo y se determinó la madurez mediante la calcificación del clasper, siendo los maduros aquellos con el clasper bien calcificado, el cual rota fácilmente hacia la parte ventral del animal (Pratt, 1979; Smith y Merriner, 1986). Así mismo se midió la longitud de la aleta pectoral, para correlacionarla con la madurez del organismo.

Para determinar y contabilizar el número de hembras grávidas los criterios seguidos fueron la presencia de embriones o signos de haber abortado en el proceso de captura. Para identificar hembras grávidas que habían abortado se establecieron tres condiciones: a) que la hembra presentara abundante leche uterina, b) útero distendido y c) trofenemas con longitudes mayores a 1.5 cm.

Composición de las capturas asociadas a la pesca de *Dasyatis americana* y su variación temporal.

Con la finalidad de analizar las relaciones entre especies capturadas así como su estacionalidad, a partir de la CPUE_H de las especies y/o grupos más abundantes capturadas se realizó un análisis canónico de correspondencia simple.

La variación estacional de *D. americana*, teleósteos y otros elasmobranquios fue analizada a partir del comportamiento mensual de la CPUE_H, empleándose un ANOVA de dos vías.

Estructura de tallas y sexos de *Dasyatis americana*.

Se analizaron la distribución de frecuencia de talla por sexos y estadios de madurez sexual (maduros, inmaduros) Las tallas medias de cada estadio fueron comparadas con una ANOVA simple. (Zar, 1984).

Relación talla profundidad.

De igual forma se analizó la relación entre las tallas de ancho de disco con la profundidad de captura, esto con la finalidad de poder determinar sitios estratégicos o de preferencias de los organismos de acuerdo al tamaño y relacionarlos con los estratos de profundidad. Para determinar posibles diferencias estadísticas entre los datos se realizó un ANOVA de dos vías.

Relación diámetro del disco-peso total.

La determinación de la relación entre el ancho de disco-peso total de hembras y machos, fue calculado a través de una regresión lineal previa transformación logarítmica (Ricker, 1958; Gulland, 1983; Sparre y Venema, 1995). Posteriormente se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA) para comparar ambas regresiones (Sokal y Rohlf, 1981; Zar, 1984).

$$W = a L^b$$

Donde:

W= Peso.

L=Longitud.

a=Constante de proporcionalidad.

b= Exponente que expresa las características del tipo de incremento.

El factor de condición (K) fue calculado a partir de la longitud total (LT) y peso total (PT):

$$K = PT/LT^b$$

Los valores de K mensuales, por sexos y estadios, fueron comparados por medio de un análisis de varianza de dos vías (Sokal y Rohlf, 1981; Zar, 1984). Previamente fueron comprobados los criterios de homogeneidad de varianza y normalidad de los datos (Zar, 1984).

Fue realizado un análisis estacional del factor de condición pero tomando en consideración solo aquellos organismos considerados maduros (hembras y machos), esto con la finalidad de poder determinar la preparación del individuo a la fase

reproductiva. Las diferencias estadísticas se analizaron mediante un ANOVA de dos vías, para los sexos y meses de cada sexo.

Madurez sexual

Los machos se clasificaron en tres grupos, para ellos fueron analizadas correlaciones entre la longitud de la aleta pectoral y clasper con la longitud del clasper y ancho de disco. Para el caso de las hembras las correlaciones obtenidas fueron determinadas por la longitud del ancho de disco-longitud aleta pélvica, esto con la finalidad de poder observar las tallas de hembras adultas y juveniles (Stehmann, 2002).

Proporción de sexos y estadios de madurez.

La proporción de sexos y estadios (maduros vs inmaduros) se calculó mensualmente. Se utilizó una prueba de X^2 , para evaluar las diferencias entre las proporciones de sexos y estadios por mes (Underwood, 1997).

Talla de madurez sexual (L_{50})

La obtención de la L_{50} se calculó mediante la talla de madurez de cada sexo. Este método calcula la madurez mediante una ojiva de madurez. En este caso se calculó la proporción de animales maduros por clase de talla (4 cm de AD). A los datos se les ajusta una regresión logística [$\text{ancho total} = 1/(1+e^{a+(b*\text{ancho total})})$] con la cual se calcula la L_{50} a través de la intersección del eje y donde marca el L_{50} con el eje x. Donde a y b son coeficientes estimados de los datos de la curva logística. (Conrath y Musick, 2002).

Resultados

Flota pesquera.

En los 14 meses de muestreo fueron realizadas 115 entrevistas de pesca y contabilizadas 29 lanchas, en los dos sitios o embarcaderos muestreados. La composición de la flota en relación al tamaño de la embarcación es homogénea, todas las lanchas son de fibra de vidrio y miden 25 pies de eslora. El motor más común es el de 75 Hp con 39.06%, seguido por los de 60 y 80 Hp con 29.68 % cada uno y 1.56% de frecuencia de uso para los de 70 Hp. Las lanchas se emplean para pesca multiespecífica, pero es principalmente dirigida a *Bagre marinus* y *D. americana*, ya que comparten el mismo arte de pesca (palangre de fondo). Sin embargo existe otro grupo de lanchas que además de pescar las especies referidas también se dedican a la pesca de huachinango *Lutjanus* sp, que aunque comparten las mismas características operacionales de pesca (tamaño y tipo de lancha, arte de pesca) estas usan para la pesca de huachinango un arte de pesca llamada ristra y realizan la actividad pesquera en otras zonas de captura.

La flota pesquera del puerto de San Pedro que captura *D. americana* utiliza como arte de pesca el palangre de fondo. El número de anzuelos por palangre más frecuente es de 500 unidades (34.59%), seguidos de los de 400 con un 22.72 %, el número de anzuelos de los demás palangres apenas llegan al 9% (Figura 3). El tipo de anzuelo empleado por toda la flota pesquera de San Pedro es el llamado “garra de águila” (Eagle claw).

Área y profundidades de pesca.

El área de pesca donde se captura *D. americana* se localiza al oeste del Banco de Campeche, entre los paralelos 18°35' y 19°10' LN y 92°06' y 92°40' LW. Su área total es de 531.5 km² aproximadamente, y fue dividida de acuerdo a la frecuencia de eventos de pesca, en relación a la profundidad donde estos eran realizados, siendo determinadas dos áreas: área A, con 492.05 km² y que va de los 10 a los 40 metros de profundidad, donde fueron registrados la mayoría de los eventos de pesca (94%) y el área B con 39.45 km², y con profundidades mayores a los 40 metros, donde se registró el resto (6%) de los eventos de pesca (Figura 4).

La profundidad de pesca varió estacionalmente, siendo observado que el periodo con las menores profundidades y abajo del promedio general (23 m de profundidad) fue de junio de 2006 a septiembre de 2006. En este mes se registra la menor profundidad de todo el periodo (15.78 ±9.57 m). El periodo con mayores profundidades fue octubre de 2006 a enero de 2007 y la mayor profundidad promedio se registró en noviembre con 36.11±5.23 m (Figura 5). Se observaron diferencias significativas entre las profundidades de pesca mensuales (K-W: H=29.47 g.l.=13 p=0.0056).

Captura por unidad de esfuerzo.

Los tiempos de pesca estuvieron distribuidos en dos grupos, los pescadores con un tiempo de pesca menor a 24 horas que representan la mayoría de los eventos (85.5%) y los pescadores que emplean más de 24 horas en la pesca, que representan el

restante 14.5%. De los dos bloques analizados por horas de pesca (menor a 24 hrs y mayor a 24 hrs) se observa que los números de anzuelos, litros de gasolina, distancia y profundidad son mayores en el grupo de más 24 hrs que en el menor a 24 hrs, pero la CPUE para la captura total y para *D. americana* es mayor en las de menor a 24 horas. ($p < 0.05$, Tabla 2). La CPUE total no presenta diferencias significativas sin embargo la CPUE de *D americana* es significativamente diferente entre los dos bloques (Tabla 3).

El comportamiento de la $CPUE_H$ (kg/anzuelo*hr) para la captura total, se mantiene similar entre todos los números de anzuelos (media= 20.70 ± 12.61 kg*anzuelo/hr). (Figura 6). El valor máximo fue registrado a los 3000 mil anzuelos con 25.55 ± 13.01 kg*anzuelo/hr y el mínimo (7.39 ± 1.00 kg*anzuelo/hr) a los 250 anzuelos. No se encontró relación significativa entre el incremento en el número de anzuelos y la $CPUE_H$.

El esfuerzo y la captura de *Dasyatis americana* se relacionó mediante una regresión logarítmica negativa ($r^2=0.72$) entre la captura por hora y el número de anzuelos, la prueba estadística indica que esta regresión fue diferente de cero ($p < 0.05$). Para esta correlación fueron eliminados los datos provenientes de los 250, 3,500, 5,000 y 7,000 anzuelos por ser datos aislados ($n=1$). Esto aparentemente indica una mayor abundancia de *D. americana* en zonas de baja profundidad debido a que es ahí donde se emplean casi en su totalidad los palangres de 250 a 3,000 anzuelos (Figura 7).

En relación a los estratos de profundidad las mayores CPUE fueron observadas en las profundidades de 20-30 m con 24.09 ± 17.68 kg*anzuelos/hr. Dentro de ese mismo estrato también se registró el máximo valor de toda la serie para los 1500-2500 anzuelos con 25.28 ± 17.68 kg*anzuelos/hr (Figura 8). No existen diferencias significativas para la $CPUE_H$ ni entre estratos de profundidad ni entre el número anzuelos empleados. No se encontró interacción entre variables (Tabla 4).

El estrato de profundidad donde se observó el mayor CPUE de *D. americana* (10.70 ± 11.38 kg*anzuelos/hr) fue de los 20 a 30 m (Figura 9). Dentro de este mismo estrato también fueron observadas las mayores CPUEs (13.79 ± 12.98 kg*anzuelo/hr). El ANOVA para nuestros datos de CPUE de *D. americana* indica que no existen diferencias significativas ni entre estratos de profundidad ni entre número anzuelos empleados, así mismo no existe interacción entre variables (Tabla 5).

Composición de las capturas asociadas a la pesca de *Dasyatis americana* y su variación temporal.

Bagre marinus con un total de 7,773.5 kg en los meses de muestreo, es la especie que domina en el grupo de los teleósteos (Tabla 6). Para el caso específico de *Dasyatis americana*, reporta un total de 7,580 kg, apenas debajo de las capturas de *B. marinus*. El grupo de los elasmobranquios, dominados por el cazón y tiburón reportan 367 y 292 kg, respectivamente, estos no pudieron ser identificados por especie ya que los pescadores lo reportan de manera conjunta.

En lo que respecta a la contribución y la variación mensual de todas las especies capturadas. *Bagre marinus* se asocia a los meses de junio-septiembre, *D. americana* a febrero-marzo-febrero 2007, junto con *Lutjanus* sp. En ellos se ve la variación estacional bien marcada a través de los periodos de muestreo. Esto lo fundamenta el 78.5 % que es la suma de las dos variables de correspondencia. Por otra parte tiburón, tripa y *Aetobatus narinari* se separan de los grupos sin lograr una correspondencia con algún mes (Figura 10).

El máximo CPUE de *D. americana* se observó en el mes de febrero 2006 con 2.96 ± 1.26 kg y la menor en agosto con 0.22 ± 0.17 kg. El grupo de los elasmobranquios obtiene su mayor CPUE en el mes de febrero 2007 con 0.26 ± 0.45 kg y el mínimo en marzo 2006 con 0.007 ± 0.16 kg. El grupo de los teleósteos obtiene la mayor en agosto 2006 con 1.73 ± 0.38 kg, y la menor en diciembre 2006 con 0.32 ± 0.56 kg (Figura 11).

El ANOVA de dos vías mostro diferencias altamente significativas $p < 0.001$ entre los CPUE de *D. americana* con respecto a los otros dos grupos capturados y entre los meses de estudio (Tabla 7).

Estructura de tallas.

Se muestrearon un total de 682 organismos de *D. americana* (287 hembras y 395 machos), siendo la proporción hembra: macho de 1:1.4. La estructura de tallas de la población de *D. americana* capturada por la flota pesquera de San Pedro presentó dominancia de machos de los 45 a los 60 cm de ancho de disco (AD). La mayor frecuencia de machos adultos se registró a los 60 cm de AD. Las hembras adultas

dominaron a partir de los 85 cm de AD (Figura 12). Hubo diferencias significativas entre la distribución de tallas de ambos sexos (K-S, $D'=0.59$, $p<0.01$).

El promedio de AD para los machos adultos fue de 61.37 ± 5.22 cm y los juveniles de 57.79 ± 5.46 cm. Para el caso de las hembras las adultas obtienen un promedio de 88.07 ± 7.78 cm AD, mientras que las juveniles registran un 71.12 ± 10.66 cm AD.

El promedio de AD de las hembras fue mayor en todos los meses. Marzo de 2006 es el mes con el mayor promedio de hembra adulta con 98 cm AD, a su vez es el único registro para este mes. En marzo de 2007 se registra el menor promedio con 78.5 ± 14.84 cm AD. En el caso de hembras juveniles, febrero 2006 es el mes con el promedio más grande con 74.08 ± 8.43 cm, el promedio más bajo se registro en el mes de septiembre 2006 con $63.30\pm 11-13$ cm. Para el caso de los machos, los adultos registran el mayor promedio en el mes de agosto 2006 con 65.75 ± 2.85 cm, y el promedio menor ocurre en el mes de abril de 2006 con 57.28 ± 4.03 cm. Los machos juveniles obtienen en el mes de febrero de 2006 el mayor promedio con 62.61 ± 5.12 cm y el promedio menor se registro en el mes de septiembre de 2006 con 62.61 ± 5.12 cm (Figura 13). Hubo diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA $F=4.29$, $G.L=13$ y $p<0.001$). De igual forma se encontraron diferencias significativas, entre las AD de hembras y machos (ANOVA, $F=330.51$, $G.L=1$ y $p=0.001$). No hubo interacción entre las variables.

Relación talla profundidad.

En lo que respecta la talla (AD) con la profundidad de captura y la madurez de ambos sexos, se observa un ligero incremento del AD conforme aumenta la profundidad de pesca (Figura 14). En el caso de machos adultos estos incrementan el AD, con la profundidad de captura. A los 5 metros de profundidad de captura se registran machos adultos con 60 cm de AD y conforme se incrementa la profundidad de captura se incrementa el AD. En el caso de los machos juveniles sucede lo contrario el AD disminuye conforme aumenta la profundidad de captura, solo es observado en los 20 metros de profundidad un ligero aumento, aun así la tendencia se observa de forma descendente. Para el caso de las hembras, las adultas se comportan de la misma forma que los machos adultos, incrementan el AD conforme aumenta la profundidad de pesca, se observa un pico en los 40 metros donde está la medida máxima de AD posteriormente hay un descenso a los 50 metros (109 a 92 cm de AD). Las hembras juveniles aumentan de AD conforme aumenta la profundidad. La prueba de ANOVA no mostro diferencias significativas del AD con la profundidad para ninguno de los dos sexos.

Relación ancho de disco-peso.

Las ecuaciones que explican la relación longitud del disco (LD)-peso total (PT) fueron: $PT=0.00005*(LD)^{2.875}$ y $PT = 0.00006 (LD)^{2.831}$, con coeficientes de regresión de 0.87 y 0.71 para hembras y machos respectivamente. El análisis de covarianza mostró diferencias significativas entre las regresiones de LD-PT entre machos y hembras ($F=16.49$ G.L=1, $p<0.001$). Los valores de b de machos y hembras fueron isométricos

(Figura 15). En ambos casos la prueba de T de Student no rechaza la hipótesis nula de que el valor de b fuera igual a 3 ($t = -10.97$, G.L.=255, $p=1.00$ y $t = -16.71$, G.L.=355, $p=1.00$ para hembras y machos respectivamente).

Factor de condición.

El factor de condición fue mayor para los machos, 0.59 y 0.56 para adultos y juveniles. En el caso de las hembras estas obtuvieron 0.51 y 0.50 para adultas y juveniles respectivamente. La prueba de ANOVA demostró diferencias significativas entre todos los estadios, ($F=13234.88$. G.L.=3, $p=0.0000$) (Figura 16).

Los machos adultos son los que obtienen mayor factor de condición, siendo septiembre 2006 el que registra el mayor dato con 0.69, mientras que mayo 2006 el mínimo con 0.55. Para el caso de las hembras el mayor se localizo en marzo 2007 con 0.62, mientras que el menor en marzo de 2006 con 0.46, (Figura 17). En ambos casos los datos presentados no logran establecer alguna tendencia del factor de condicion con respecto a la preparacion de la hembra o el macho al periodo de reproducción. La prueba de ANOVA demostro diferencias estadísticas significativas entre los sexos ($F=23.952$, G.L.=1, $p<0.001$). Entre los meses no se encontraron diferencias significativas para ambos sexos ($F=0.770$, G.L. 13, $p=0.6914$).

Madurez sexual

Se observan tres grupos de madurez sexual en machos (Figura 18): A) juveniles que se localizan en los valores por debajo de los 0.5 de la relación aleta pectoral-clasper y 0.05 de la relación tamaño de clasper-ancho de disco. B) Los subadultos con valores menores a los de los adultos (<1) y en 0.1 de la relación tamaño de clasper-ancho de disco. C) Los machos adultos de *D. americana* se encuentran mayormente cuando la relación aleta pectoral-clasper es igual a uno y cuando la relación tamaño de clasper-ancho de disco es igual a 0.2. En los tres casos se observa que a medida que el organismo crece también lo hace la relación clasper-aleta pectoral.

En el caso de las hembras están obtienen un relación positiva entre la longitud de la aleta pélvica y el ancho de disco, este comportamiento se observa en la Figura 19. A partir de los 80 cm de ancho de disco y de los 12 cm de longitud de aleta pélvica las hembras pueden ser consideradas adultas.

Proporción de sexos y estadios de madurez.

Los machos adultos se encontraron en todos los meses de estudio, siendo marzo de 2006 el mes con mayor proporción de adultos registrados, mientras que mayo de 2006 fue el de menor proporción. Para el caso de los juveniles enero 2007 fue el mes con mayor proporción y en abril de 2006 no se registra ninguno. Por otro lado las hembras adultas se registraron en todos los meses de estudio, siendo diciembre de 2006 el mes con mayor proporción y marzo de 2006 con la menor proporción. Las hembras juveniles

de igual forma se presentan en todos los meses de estudio con mayor proporción en el mes de mayo 2006 y la menor en marzo de 2006, (Figura 20).

Talla mínima de madurez sexual.

En lo referente a las talla media de maduración L_{50} , las hembras lo obtuvieron a los 92 cm de AD, mientras que los machos la obtuvieron en los 52 cm de AD (Figura 21).

Discusión

El área oeste del Banco de Campeche al ser una zona somera y de alta productividad (Bogdanov, *et al.*, 1968) y con elevados aportes de nutrientes proveniente de la laguna de Términos y el sistema de ríos Grijalva-Usumacinta (Yáñez, 1963; Chávez, 1988), la convierten en una zona con condiciones ideales para una gran diversidad de especies que la emplean como zona de reproducción y reclutamiento de juveniles, entre ellas, diversas especies de elasmobranchios (Castillo-Géniz *et al.*, 1998). La división de dos áreas de explotación (A y B), indica que las zonas más someras son las que registran mayores eventos de pesca. La estacionalidad que se aprecia en la figura 2, determina igual la intensidad de los lances y es producto del mayor número de lanchas que operan en la zona A (somera), por otra parte el número de lanchas que van a distancias mayores de la costa (zona B), son menores, ya que las especies objetivo son *Lutjanus* sp y otras especies de tiburón, por lo que el esfuerzo y captura difiere de la zona A y con ello los lances, tiempo y anzuelos por hora.

Tomando en cuenta que el tiempo de pesca es un valor de esfuerzo del arte y que el gasto de gasolina está más relacionado con el transporte hacia las zonas de pesca que con el uso directo del arte de pesca (palangre de fondo), se llegó a la conclusión que un mejor estimador de la CPUE es: la captura en kg por 100 anzuelos dividida entre el número de horas de pesca ($CPUE = \text{kilogramos} \cdot 100 \text{ anzuelos} / \text{tiempo de pesca}$ o sea $\text{kg} \cdot 100 \text{ anzuelos} / \text{hr}$). Y como se puede observar las zonas menos profundas al igual que los tiempos menores a 24 horas y el número de anzuelos menores a los 3,500, están

relacionados con los registros mayores del CPUE. Esto nos permite hacer estimaciones precisas de la CPUE, a través de la relación de la captura total en peso de una especie con el esfuerzo desplegado (Gulland, 1983; Castillo *et al.*, 1998; Braccini y Chiaramonte, 2002; Cortes, 2004). La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se supone que es proporcional a la abundancia y por ello se incluye como un índice de abundancia relativa que permite obtener una aproximación a las poblaciones, cuando no es posible estimar con precisión su tamaño total; refleja cambios en la densidad, disminución en la abundancia y alteraciones en la distribución poblacional (Clark y Tracey, 1994; Hinton y Maunder, 2004). Sin embargo, es importante considerar que una de sus limitantes como representativo de la abundancia se da cuando el esfuerzo aplicado sobre una población es mínimo en tiempo o volumen de capturas (Hilborn y Walters, 1992).

Todo esto hace suponer que en la zona A es donde hay mayor probabilidad de encontrar a *D. americana*. Estas mismas condiciones hacen que esta área presente una elevada importancia pesquera que pone en riesgo a las poblaciones explotadas. Como ejemplo, en el pasado *Carcharodon perezii* y *C. falciformes* fueron especies abundantes y frecuentes en la composición de pesca de tiburones para la región del Golfo de México (Compagno, 1984; Branstetter, 1987). Sin embargo, estudios posteriores llevados a cabo en la misma región determinaron que estas especies se encuentran sobreexplotadas, principalmente por la presión pesquera ejercida sobre las poblaciones juveniles (Bonfil, 1997; Castillo-Géniz, *et al.*, 1998; Baum y Myers, 2004). Ante la disminución de las poblaciones de tiburones, la presión pesquera a aumentado sobre

especies antes consideradas de bajo valor, como *D. americana*. De acuerdo a este estudio esta especie actualmente representa la principal y más abundante especie de elasmobranquio dentro de la pesca artesanal del Puerto de San Pedro.

La presencia de *D. americana* en los dos sitios de captura, podría indicar que emplean esta área como un corredor de paso; no obstante y pese a su interés, esta especie no ha sido objeto de estudio biológico-ecológico, siendo este el primero en parámetros pesqueros del Golfo de México.

Un posible sesgo del CPUE con respecto a las lanchas debe ser considerado, ya que en la base de datos no se registraron aquellas lanchas que no reportaban captura de *D. americana*, aunque se pudo observar que éstas lanchas operaban en tiempos mayores a 24 horas. Para el caso de lanchas que operaban en tiempos menores a 24 horas la probabilidad de error se podría considerar en un 1 % aproximadamente.

Cambios estacionales de la composición de capturas pueden relacionarse con la biología y ecología de la especie. Movimientos de los organismos según la disponibilidad de alimento y la reproducción. Esto puede ser asumido si observamos la figura 14, donde se aprecia a detalle las preferencias de los organismos adultos por la profundidad y los juveniles a zonas más someras. Moreno (2006) menciona que *Narcine bancroftii*, presente segregación espacial por sexos en Playa Salguero, para este caso las capturas son más bajas entre diciembre y enero cuando los animales maduros buscan aguas más profundas y marcadamente altas en febrero y marzo,

meses en los que las hembras gestantes vienen a parir sus embriones en aguas costeras, acontecimiento que lleva a tener más probabilidad de captura. Este tipo de comportamiento es visto en otras especies (Cousseau, 1986; Chiaramonte y Pettovello, 2000; Rojas, 2006). Estos son los factores más importantes que pueden estar relacionados a las variaciones de la CPUE, otro punto a considerar y que apoya esta hipótesis es que las zonas de captura de *D. americana* son las mismas durante todo el año (Smith y Merriner, 1987; 1993; Blaylock, 1993; Villavicencio-Garayzar, 1995, Castro-Aguirre y Pérez -Espinosa, 1996; Musick, 2005).

Existe un sucesión importante en la CPUE estacional entre peces teleósteos, representado casi exclusivamente por *Bagre marinus*. Este comportamiento responde a una interacción entre el ciclo reproductivo de *B. marinus* y su acercamiento a la costa para el evento reproductivo durante los meses de mayo a septiembre (Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutti, 2005; Ramírez y Segura, 2007). Este movimiento migratorio tanto de *B. marinus* y de la flota pesquera artesanal, está estrechamente relacionado a la etapa reproductiva de *B. marinus*, por su acercamiento a la costa (Mendoza-Carranza *et al.*, 2004). Fuera de esta temporada, la pesquería se centra en *D. americana*. A pesar de estas inferencias, es necesario profundizar en el estudio de los patrones migratorios de *D. americana* y su relación con sus fluctuaciones en abundancia. Estos patrones migratorios, tanto batimétricos como a lo largo de la línea de costa, han sido observados en otras especies de rayas como: *Raja clavata*, *R. montagui* y *R. radiata* (Walker *et al.*, 1997; Chevolot *et al.*, 2006)

Estudios precisos del comportamiento pesquero y poblacional de rayas y tiburones son importantes desde el punto de vista de manejo, pues esta situación se agudiza si se toma en cuenta sus características biológicas, (bajas tasas reproductivas, baja fecundidad y crecimiento lento) que los hace altamente susceptibles a la mortalidad por pesca, esta afirmación ha sido comprobada para las poblaciones de tiburones como el tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) y tiburones martillos (*Sphyrna* sp.) donde se observa un descenso de su población de 75% debido al incremento de la presión de pesca sobre sus poblaciones (Rowe y Hutchings, 2003).

Nuestros datos indican que las hembras de *D. americana* en general son más grandes que los machos. Walmsley-Hart *et al.*, (1999) encontraron en Sudáfrica, que las tasas de crecimiento de *Leucoraja wallacei* y *Dipturus pullopunctatus* difieren entre los sexos, un rasgo común en las especies de Miliobatiformes, donde las hembras alcanzan un mayor tamaño que los machos, pero crecen más lentamente. En *Dasyatis dipterura* en Baja California Sur, México, los machos son más numerosos entre los 45 y 50 cm de AD, y las hembras solo son reportadas por arriba de los 70 cm AD (Smith, 2005). El mayor tamaño corporal alcanzado por las hembras de los Miliobatiformes es una consecuencia de sus estrategias reproductivas; las hembras logran un mayor tamaño para poder llevar el mayor número de crías dentro (Walmsley-Hart *et al.*, 1999). La relación hembra-macho obtenida en el presente estudio fue de 1:1.4. La proporción de sexos muestra una ligera ventaja hacia los machos, esto puede deberse a las mismas condiciones reproductivas de la especie. Las hembras bajan su consumo de energía cuando entran al periodo reproductivo, esto conlleva a que la hembra no busque

alimentación en el lecho marino y por tanto la probabilidad de capturada por el arte de pesca empleado, el palangre de fondo, es menor (Bizarro *et al.*, 2007).

Con excepción de septiembre 2006, todos los demás meses reportan hembras con embriones, aunque el tamaño de estos últimos pueden ser distintos y se pudiera pensar en una temporada específica de alumbramiento. En observaciones de *D. americana* en condiciones de cautiverio se observó que esta especie tiene dos ciclos reproductivos al año (Henningesen, 2000), mientras que en trabajos con especies de la misma familia Dasyatidae se reportan ciclos definidos de reproducción anuales, como *D. sabina* (Snelson *et al.*, 1988; Johnson y Snelson, 1996; Maruska *et al.*, 1996) y *D. say* (Snelson *et al.*, 1989). Es importante que futuros estudios consideren la definición del periodo de gestación de *D. americana*, por medio de estudios específicos como la medición y seguimiento temporal del desarrollo de embriones y ovocitos de esta especie, así como el cálculo de su fecundidad de la especie a través del conteo del número promedio de embriones que pueden producir las hembras (Pérez-Jiménez y Sosa-Nishizaki, 2008). Por lo que, una de las primicias es considerar en futuros estudios el impacto que ejerce la pesca artesanal sobre los eventos reproductivos de *D. americana* y su efecto sobre sus poblaciones. En especial de los machos, considerando los resultados del L_{50} , las capturas se están orientando a organismos que aún no han alcanzado la madurez sexual, ya que el 93% de los individuos capturados están por debajo del L_{50} y por lo tanto conllevaría a una disminución en el tamaño de las poblaciones, considerando el efecto Alle. Esto resulta interesante desde el punto de vista de la biología-ecología de la especie. Por todas estas suposiciones se infiere que la renovación del stock de pesca

no se lleva a cabo eficientemente. Para el caso de las hembras no parece haber problemas ya que el 95% de los individuos capturados están por encima del L_{50} .

De acuerdo a los datos presentados *D. americana* utiliza las zonas someras del oeste del Banco de Campeche como áreas de reproducción y alumbramiento, existiendo una fuerte interacción entre las poblaciones de *D. americana* y la pesca artesanal llevada a cabo en esa zona, observándose que esta es la especie de elasmobranquio más importante de la pesca artesanal de la zona oeste del Banco de Campeche. Caso similar ha sido observado en el Caribe Colombiano para las rayas *Urotrygon venezuelae*, *Narcine bancroftii* y *D. americana* (Grijalba-Bendeck *et al.*, 2007). Por lo que, una de las primicias más importantes a considerar en futuros estudios, es el impacto que ejerce la pesca artesanal sobre los eventos reproductivos de *D. americana* y su efecto sobre sus poblaciones. Para finalizar el contar con monitoreos permanentes de los volúmenes de captura y definir la composición de las capturas e identificación de las especies desembarcadas, permitirá determinar los cambios en la estructura poblacional y como tal inferir que factores ambientales o antropogénicas pueden estar influyendo en las comunidades explotadas. Los datos del CPUE aquí presentados pueden considerarse como un punto de partida para posteriores evaluaciones pesqueras del recurso en esta u otras regiones, además de ser la punta de lanza para futuros trabajos en la especie y sus poblaciones.

Literatura citada.

- Acevedo, K., J. Bohórquez-Herrera, F. Moreno, E. Molina, M. Grijalba-Bendeck y P. Gómez-Canchong. 2007. Tiburones y rayas (subclase Elasmobranchii) descartados por la flota de arrastre camaronero en el Caribe de Colombia. *Acta Biol. Colomb.*, 12(2):71-81.
- Aguiar, A. A. 2002. Proposta de una nova chave de identificação para os Myliobatiformes (sensu Compagno, 1999) (Chondrichthyes: Elasmobranchii) do Brasil. Monografía, Departamento de Biología Marinha, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 74pp.
- Baum, J.K y Myers, R.A. 2004. Shifting baselines and the decline of pelagic sharks in the Gulf of Mexico. *Ecol. Lett.*, 7:135-145.
- Beamish, R.J. y McFarlane, G.A. 1985. Annulus development on the second dorsal spine of the spiny dogfish (*Squalus acanthias*) and its validity for age determination. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 42: 1799-1805.
- Bigelow, H.B y 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. Men., (1): 558 p.
- Blaylock, R.A. 1993. Distribution and abundance of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in lower Chesapeake Bay. *Estuaries* 16 (2), 255–263.
- Bogdanov, D.V., Asokolov y N.S. Khromov.1968. Region of high biological and comercial productivity in the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. *Accademy of*

- Sciences of the URSS. Scripta Technica Inc. for the American Geophysical Union. *Oceanology*, 8(3): 371-381.
- Bonfil, R. 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. FAO fisheries technical paper 341, Roma. 119 pp.
- Bonfil, S. R. 1997. Status of shark resources in the Southern Gulf of Mexico and Caribbean: implications for management. *Fish. Res.* 29: 101-117.
- Braccini, J. M. y Chiaramonte, G. E. 2002. Biología de la raya *Psammobatis extenta* (Garman, 1913) (Batoidea: Rajidae). *Revista Chilena de Historia Natural.* 75: 179-188.
- Branstetter, S. 1987. Age, growth and reproductive biology of the silky shark, *Charcharhinus falciformis*, and scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the northwestern Gulf of Mexico. *Environ. Biol. Fish.*, 19(3): 161-173.
- Buckup, P.A., Nunan, G.W., Gomes, U.L., Costa, W.J.E.M. y Gadig, O.B.F. 2000. Peixes. In: Rio de Janeiro 2000. Espécies ameaçadas de extinção no Município do Rio de Janeiro: flora e fauna. pp:52–60. Rio de Janeiro, Secretaria Municipal de Meio
- Caldas, J.P. 2006. Análisis preliminar de la pesquería de tiburones y rayas en el mar Caribe colombiano. En Resúmenes VII Congreso de Ciencias del Mar. Marcaba 2006. Habana, Cuba. P 203.
- Castro-Aguirre, J.L. y Espinosa-Pérez, H. 1996. Listado faunístico de México. VII. Catalogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideiomorpha). Instituto de biología, UNAM. México, D.F.

- Castro, J.I., Woodley, C.M. y Brudek R.L. 1999. Preliminary evaluation of the status of shark species. FAO fisheries technical paper 380, Roma, 78p.
- Chapman, D.D., Corcaran, M.J., Harvey, G.M., Malan S. y Shivji M.S. 2003. Mating behavior of southern stingrays, *Dasyatis americana* (Dasyatidae). Environmental Biology of Fishes, 68 (3): 241-245.
- Chávez, L. 1988. Ecología y conservación del delta de los ríos Usumacinta-Grijalva. INIREB. División Regional-Tabasco y Gobierno del Estado de Tabasco. 720 p.
- Chevolut, M., Ellis, J. R., Hoarau, G., Rijnsdorp, A. D., Stam, W. T. y Olsen, J. L. 2006. Population structure of the thornback ray (*Raja clavata* L.) in British Waters. Journal of Sea Research 56. 305–316
- Chiaromonte, G. y Pettovello, P. 2000. The biology of *Mustelus schmitti* in southern Patagonia, Argentina. J. Fish Biol. 57: 930-942.
- Clark, M.R. y D.M. Tracey. 1994. Changes in a population of orange roughy, *Hoplostethus atlanticus*, with commercial exploitation on the Challenger Plateau, New Zealand. Fish. Bull., 92:236-253.
- Compagno, L.J.V. 1984. FAO species catalogue. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Vol 4 (Parts 1 and 2). FAO Fish. Synop., (125):655 pp.
- Conrath, C.L y Musick J.A. 2002. Reproductive biology of the dusky smooth-hound, *Mustelus canis*, in the northwest Atlantic Ocean. *Env. Biol. Fish.*, 64: 367.377.
- Cousseau, M. 1986. Estudios biológicos sobre peces costeros con datos de dos campañas de investigación realizadas en 1981. V. El gatuzo (*Mustelus schmitti*). Publ.Com. Téc. Mixta del Frente Mar. 1: 60-66.

- De Lanza E. G. y Gómez R.J.C. 2004. Características físicas y químicas del Golfo de México. 105-136 In: Diagnostico ambiental del Golfo de México. M. Caso, I. Pisanty, E escurra (eds) Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).
- Downes, Ommanney. F. 1982. Colección de la Naturaleza. Los peces. 2da edición. Editorial Time-Life, México D.F.:190p.
- Ellis, E.R., Pawson, M.G. y Shackley, S. E. 1996. The comparative feeding ecology of six species of sharks and four species of rays (Elasmobranchii) in the North-East Atlantic. Journal of the Marine Biological Association of United Kingdom. 76: 89-106.
- Gadig, O.B.F., Bezerra, M.A., Feitosa, R.D. y Furtado-Neto, M.A. 2000. Ictiofauna marinha do Estado do Ceará, Brasil: I. Elasmobranchii. Arquivos de Ciências do Mar, Fortaleza. 33:51-56.
- Grijalba-Bendeck, Marcela, POLO-SILVA, Carlos y ACERO P, Arturo. 2007. An Approximation of Batoid Abundance from Artesian Fishery, Santa Marta (Colombia). *bol. invemar*, Jan./Dec. 2007, vol.36, no.1, p.251-268. ISSN 0122-9761.
- Grubbs, D.R., Snelson, F., Piercy, A., Rosa, R.S. y Furtado, M. 2006. *Dasyatis americana*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 12 November 2008.
- Gulland, J.A. 1983. Fish stock assessment: a manual of basic methods Vol. I. Chischester, U.K. Wiley Interscience, FAO/Wiley Series on Food and Agriculture, 223p.
- Henningsen, A. D. 2000. Notes on reproduction in the southern stingray, *Dasyatis Americana* (Chondrichthyes: Dasyatidae). *Copeia*, 3: 826-828.

- Hilborn, R. y C.J. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty (Eds): Chapman and Hall, Nueva York. 200 p.
- Hinton, M. y Maunder, M. 2004. Methods for standardizing CPUE and how to select among them. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56(1):169-177.
- INE. 2003. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, México. 220p.
- Musick, J.A. 1999. Ecology and conservation of long-lived marine animals. In J.A. Musick (ed.). Life in the slow lane: ecology and conservation of long-lived marine animals, pp.1–10. Amer. Fish. Soc. Symp. 23. Bethesda, Maryland.
- Musick, J.A. 2005. Introduction: management of sharks and their relatives (Elasmobranchii) In J.A. Musick y R. Bomfil (Eds) Management techniques for elasmobranch fisheries. FAO fisheries technical papers T474, 261p.
- Pérez-Jiménez, J.C. y Sosa-Nishizaki, O. 2008. Reproductive biology of the brown smoothhound shark *Mustelus henlei*, in the northern Gulf of California, México. Journal of Fish Biology. Reproduction in the blue shark, *Prionace glauca*. Fish.Bull. 77 (2), 445-470.
- Rodríguez De la Cruz, M. C., Castillo-Geniz, J.L. y Márquez, J.F. 1996. Evaluación de la Pesquería de tiburón del Golfo de México. Informe final. Instituto Nacional de la Pesca, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México. Clave 116002-5-1314N-9206. 198 p.
- Rowe, S. y Hutchings, J. 2003. Mating system and the conservation of commercially exploited marine fishes. Department of Biology, Dalhousie University. Publicación Elsevier. Vol.18 No. 11. Noviembre 2003.
- SAGARPA, 2001. Anuario estadístico de Pesca.

- SAGARPA, 2006. Anuario estadístico de Pesca.
- Schindler, D.E., Essington, T.E., Kitchell, J.F., Boggs, C. y Hilborn, R. 2002. Sharks and tunas: Fisheries impacts on predators with contrasting life histories. *Ecological Applications*, 12(3): 735–748.
- Smith, D. W. 2005. Life history aspects and population dynamics of commercially exploited stingrays, *Dasyatis dipterura*. Thesis of master of science in marine science. San Francisco State University, San Francisco, California, USA.
- Smith, J.W. y Merriner, J. V. 1986. Observation on reproductive biology of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in Chesapeake Bay. *Fishery Bulletin*, 84 (4): 871-877.
- Smith, J.W. y Merriner J.V. 1987. Age and growth, movements and distribution of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in Chesapeake Bay. *Estuaries*, 10 (2): 153-164.
- Smith, J.W. y Merriner, J. V. 1995. Food habits and feeding behavior of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in Lower Chesapeake Bay. *Estuaries*, 8 (3): 305-310.
- Smith, S.E., Au, D.W. y Show, C. 1998. Intrinsic rebound potentials of 26 species of Pacific sharks. *Mar. Freshw. Res.*, 41: 663–678.
- Sokal, R. R. y Rohlf, F. J. 1981. *Biometry*. 2nd ed. W. H. Freeman (eds.). New York. 859p.
- Sparre, P. y Venema, S. C. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales, Parte I, manual. FAO Documento Técnico de Pesca, No 306.1. Chile. 420 p.
- Stevens, J.D., R, Bonfil, N.K. Dulvy, y P. A. Walker. 2000. “The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (Chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *Journal of Marine Science*”. 57: 476-494.

- Stokes, M. D. y Holland, N. D. 1992. Southern stingrays (*Dasyatis americana*) feeding on lancelets (*Brachiostoma floridae*). *Journal of Fish Biology*, 41: 1043-1044.
- Underwood, A.J. 1997. Experiments in ecology-Their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge: Cambridge University Press. 504 pp.
- Villaseñor, R., Igartúa, L.E., Bermudez R., E.A. y Morales G., M. 1998. Situación actual y tendencias de la administración de las pesquerías de tiburón y batoideos en México. Dirección General de Administración de Pesquerías, Sría. de Medio Amb. Rec. Nat. y Pesca, México. 46 p y 5 Anexos.
- Villavicencio-Garayzar, C.J. 1995. Distribución temporal y condición reproductiva de las rayas (Pisces: Batoidei), capturadas comercialmente en Bahía Almejas, B.C.S., México. *Revista de Investigación Científica* 6(1-2): 1-12.
- Walker, P.A., Howlett, G., y Millner, R., 1997. Distribution, movement and stock structure of three ray species in the North Sea and Eastern English Channel. *ICES J. Mar. Sci.* 54, 797–808.
- Walmsley–Hart S.A., Sauer, Whh. y Buxton, C.D. (1999) The biology of the skates *Raja wallacei* and *R. pullopunctata* (Batoidea: Rajidae) on the Agulhas Bank, South Africa. *South African Journal of Marine Science* 21: 165-179.
- Yañez, C., A., 1963. Batimetría, salinidad, temperatura y distribución de los sedimentos recientes en la laguna de Términos, Campeche, México. *Bol. Inst. Geol. UNAM* 67 (1): 1-47.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. 2nd. ed. Prentice Hall. New Jersey. 718p.

Tabla 1. Resultados del ANOVA de dos vías para dos tipos de CPUEs (Kg /100 anzuelos vs Kg/lt de combustible) y dos estratos de tiempo (<24 y 24> horas de pesca).

Fuente	suma de cuadrados	g.L	cuadrados medios	F	p
Grupos de tiempo	3.1671	1	3.1671	3.19	0.0757
Esfuerzo	0.0439	1	0.0439	0.04	0.8336
Grupos de tiempo*esfuerzo	0.8749	1	0.8749	0.09	0.767
Residuo	214.7453	216	0.9941		
Total	217.9999	219	0.9954		

Tabla 2.- Escala de madurez de machos

Machos	
Escala	Descripción
A o 1	Juvenil, inmaduro.
B o 2	Subadulto, Adolescente, o en periodo de maduración.
C o 3	Adulto, maduro.
D o 4	Activo, en copulación.

Tabla 3. Comparación de las principales características de la pesquería multiespecífica donde ocurre *D. americana*, dividida por tiempos de pesca.

	<24 horas	>24 horas	t	p
N	94 (85.5%)	16 (14,5%)	-	-
No. Anzuelos	1306±692	4319±2112	-10.96	0.000
Litros gasolina	58.50±19.28	196.25±64.17	-17.05	0.000
Distancia	20.31±12.72	49.42±24.78	-7.17	0.000
Profundidad	18.51±7.31	28.62±9.43	-4.89	0.000
CPUE total*	21.67±13.08	15.02±7.13	1.97	0.050
CPUE <i>D. americana</i> *	9.76±10.26	3.73±4.37	2.30	0.023

* CPUE=kg/100 anzuelos

Tabla 4.- Resultados del ANOVA de dos vías de las capturas totales, para los estratos de profundidad por grupos y por anzuelos.

Fuente	suma de cuadrados	g.L	cuadrados medios	F	p
Profundidad por grupos	261.4029	2	130.7014	0.78	0.4617
f anzuelos 2	101.1655	3	33.7218	0.2	0.8955
Profundidad por grupos*f anzuelos 2	279.2611	6	46.5435	0.28	0.9463
Residuo	16272.4323	97	167.7570		
Total	17155.0617	108	158.8431		

Tabla 5. Resultados del ANOVA de dos vías para la captura de *D. americana*, por estratos de profundidad y por anzuelos.

Fuente	suma de cuadrados	g.L	cuadrados medios	F	p
Profundidad por grupos	16.8876	2	8.4438	0.09	0.9151
frecuencia anzuelos 2b	286.7020	2	143.3510	1.51	0.2269
Profundidad por grupos b*frecuencia de anzuelos 2b	682.1151	4	170.5287	1.79	0.1368
Residuo	8942.9230	94	95.1374		
Total	10235.4175	102	100.3472		

Tabla 6. Composición de especies capturadas por la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro, Centla, Tabasco.

Nombre común	Nombre científico	kg total
BANDERA	<i>Bagre marinus</i>	7773
BALA	<i>Dasyatis americana</i>	7580
CURUCO	<i>Arius felix</i>	1865
PALOMETA	<i>Trachinotus falcatus</i>	714
JUREL	<i>Caranx hippos</i> y <i>C. lattus</i>	423
HUACHINANGO	<i>Lutjanus sp</i> (complejo de especies)	384
CAZON	Complejo de especies	367
TIBURON	Complejo de especies	292
SABALO	<i>Megalops atlanticus</i>	179
TRIPA	Complejo de especies	144
PETO	<i>Scomberomus sp.</i>	118
BACALAO	<i>Rachycentron canadum</i>	103
CHUCHA	<i>Aetobatus narinari</i>	95
CHERNA	<i>Ephinephrelus sp.</i> (complejo de especies)	72
PARGUETE	<i>Pagrus pagrus</i>	32
VAQUITA	<i>Balistes capriscus</i>	28
ROBALO	<i>Centropomus undecimalis</i>	17
COJINUDA	<i>Caranx bartholomaei</i>	15
VILLAJAIBA	<i>Lutjanus sinagris</i>	7
MARIPOSA	<i>Gymnura micrura</i>	6
PICUDA	<i>Sphiraena sp.</i>	6
MOJARRA BLANCA	<i>Gerridae</i>	1

Tabla 7. Resultados del ANOVA para las capturas totales de la flota pesquera que opera en el Puerto de San Pedro, Centla, Tabasco.

Fuente	suma de cuadrados	g.L cuadrados medios	F	p
mes	29.2573	13	2.2505	4.41 0.0000
grupo	44.8329	2	22.4164	43.89 0.0000
mes*grupo	43.2507	26	1.6634	3.26 0.0000
Residuo	122.5755	240	0.5107	
Total	245.6269	281	0.8741	

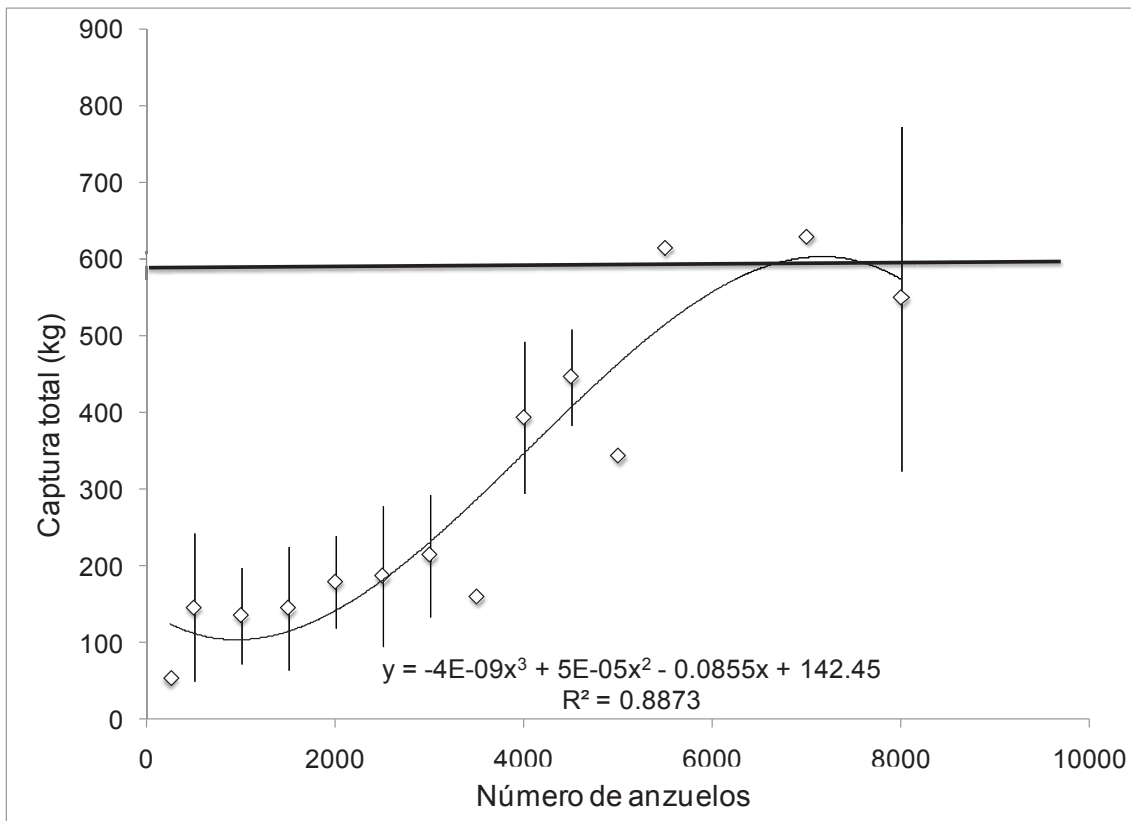


Figura 1. Relación entre el esfuerzo (número de anzuelos por lancha) y la captura total.

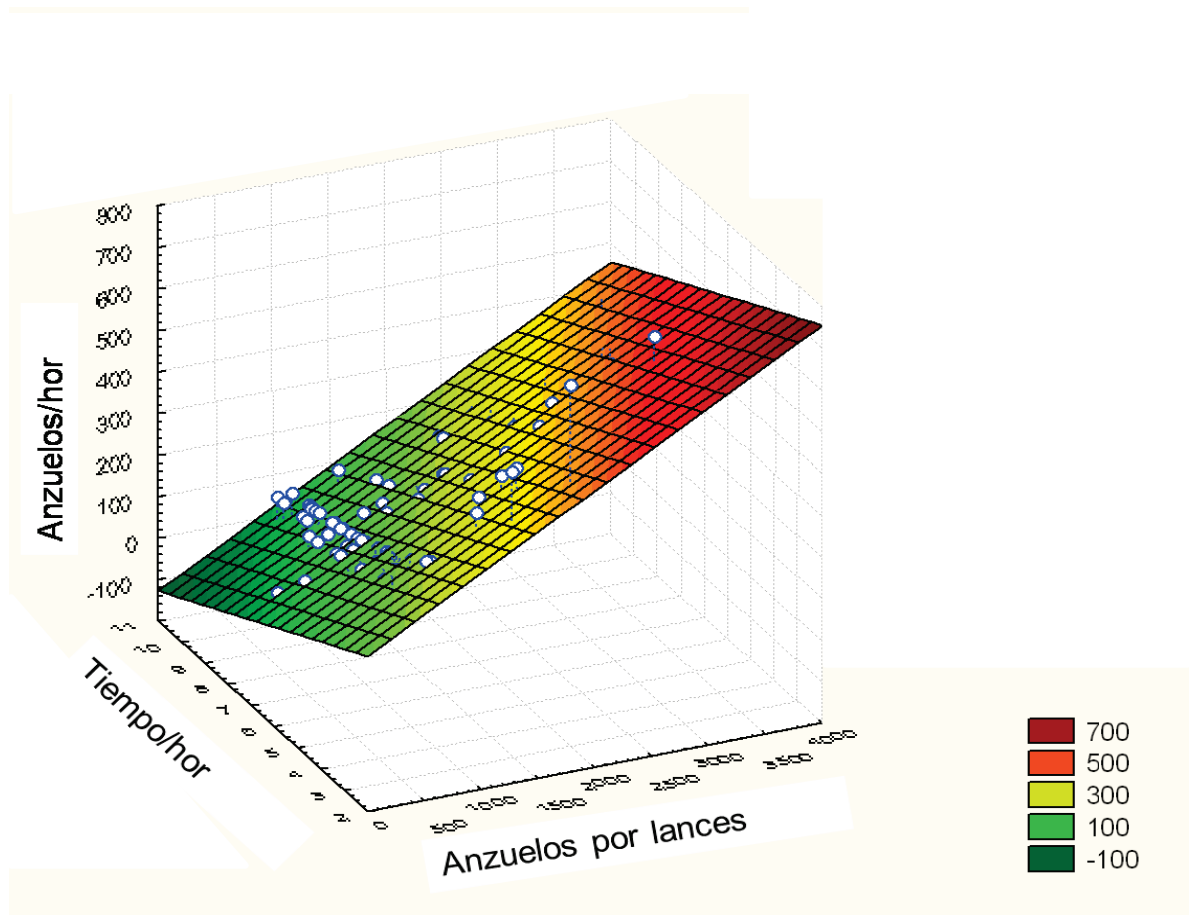


Figura 2. Relación entre el número de anzuelos y el tiempo empleados por la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro, Centla, Tabasco.

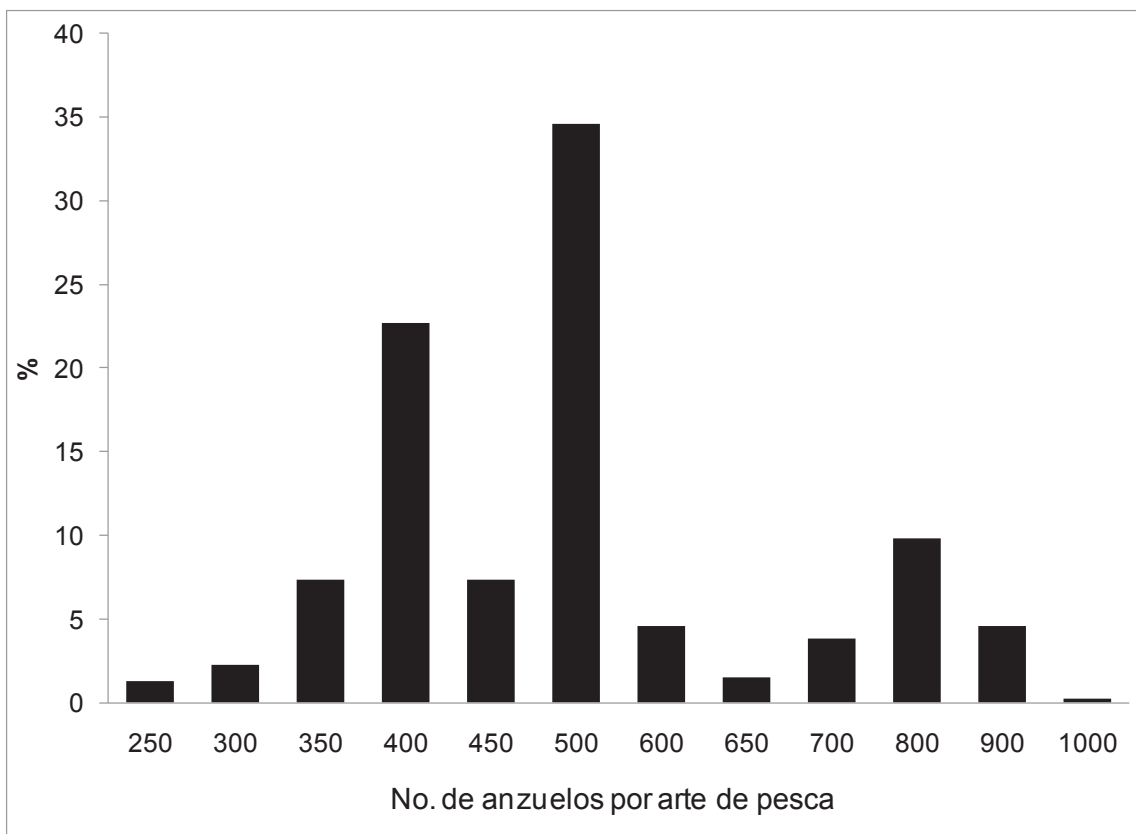


Figura 3. Porcentaje de uso en el numero de anzuelos por arte de pesca, utilizados por la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.

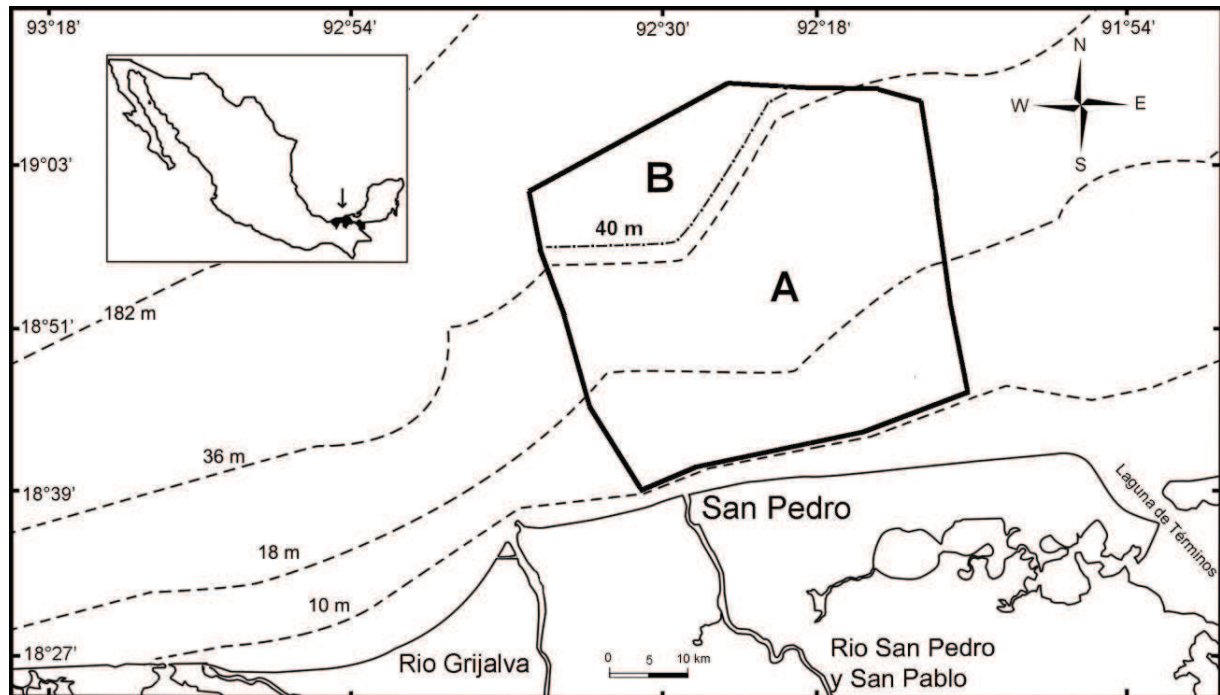


Figura 4. Área de pesca de la flota palangrera del puerto de San Pedro, Centla, Tabasco. Subárea A: 10 a 40m de profundidad 94% de los eventos de pesca. Subárea B: 40 a 100m de profundidad 6% de los eventos de pesca.

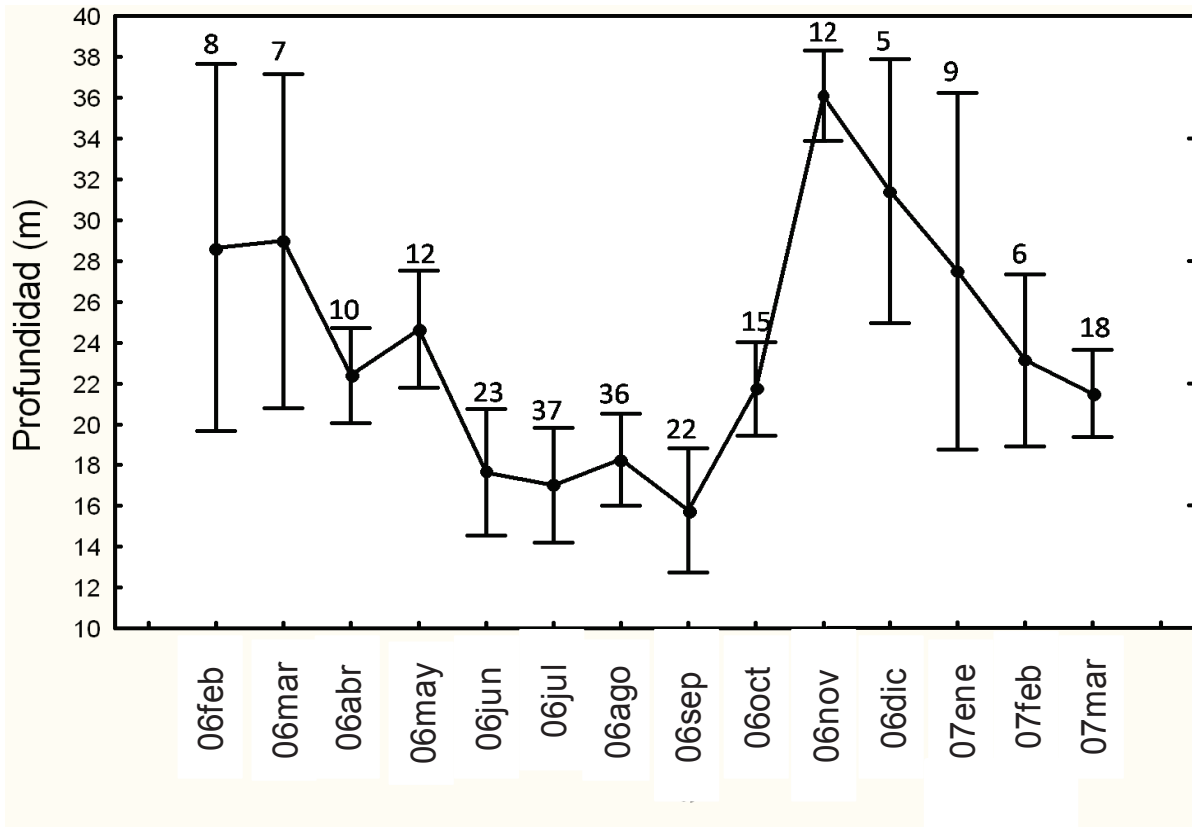


Figura 5.-Variación estacional de la profundidad de pesca de la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco. Los números arriba de los ejes de D.E. indican el número de lances por mes.

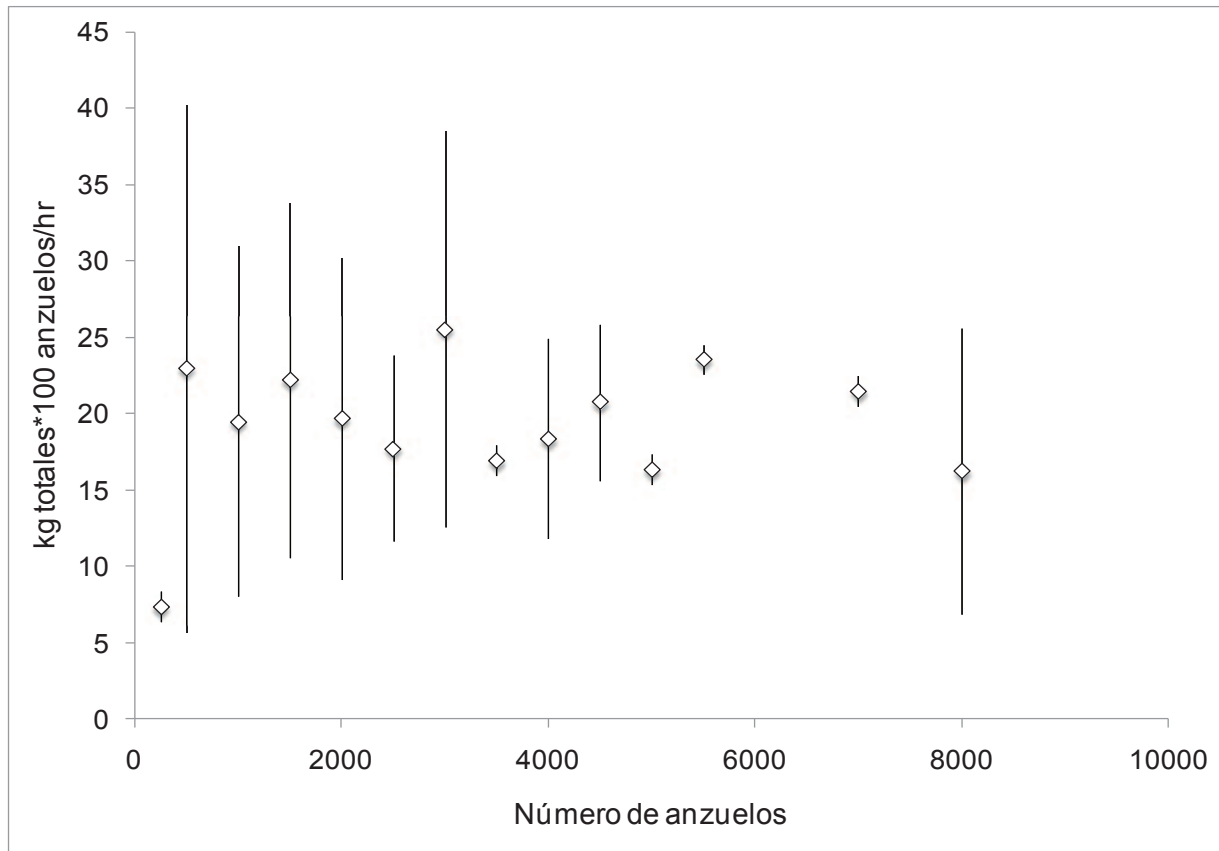


Figura 6. Promedio \pm DE de la CPUE total (kg*100 anzuelos/hr) por número de anzuelos, de la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro, Centla, Tabasco.

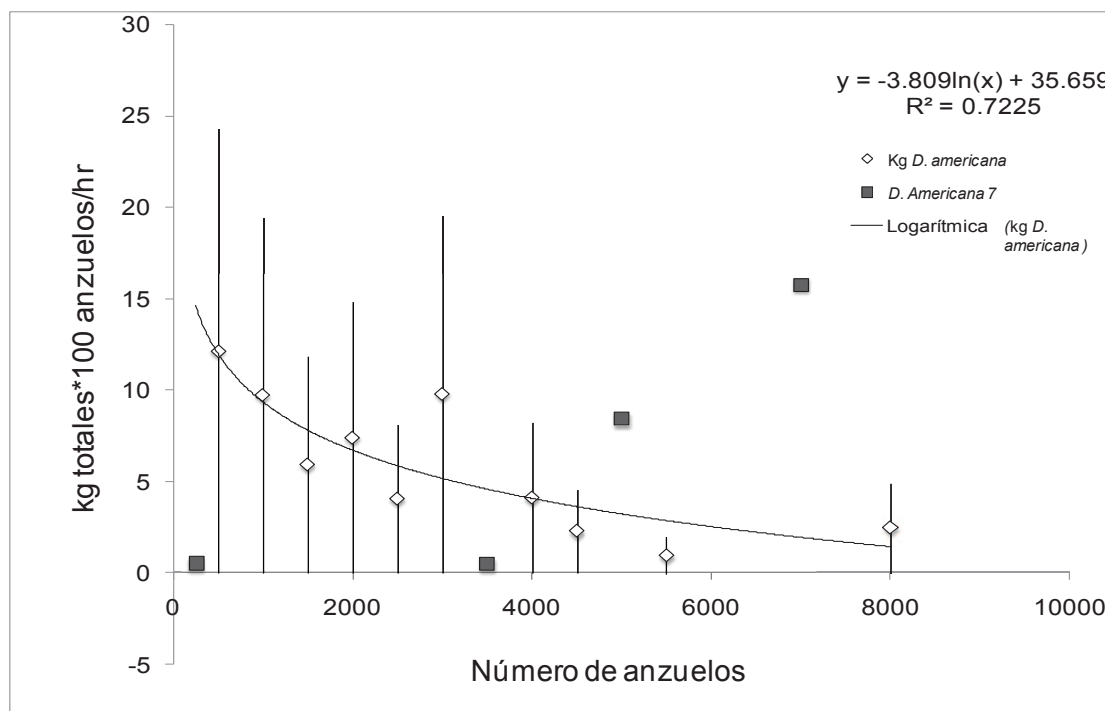


Figura 7. CPUE (kg*100 anzuelos/hr) de *Dasyatis americana* en relación al número total de anzuelos.

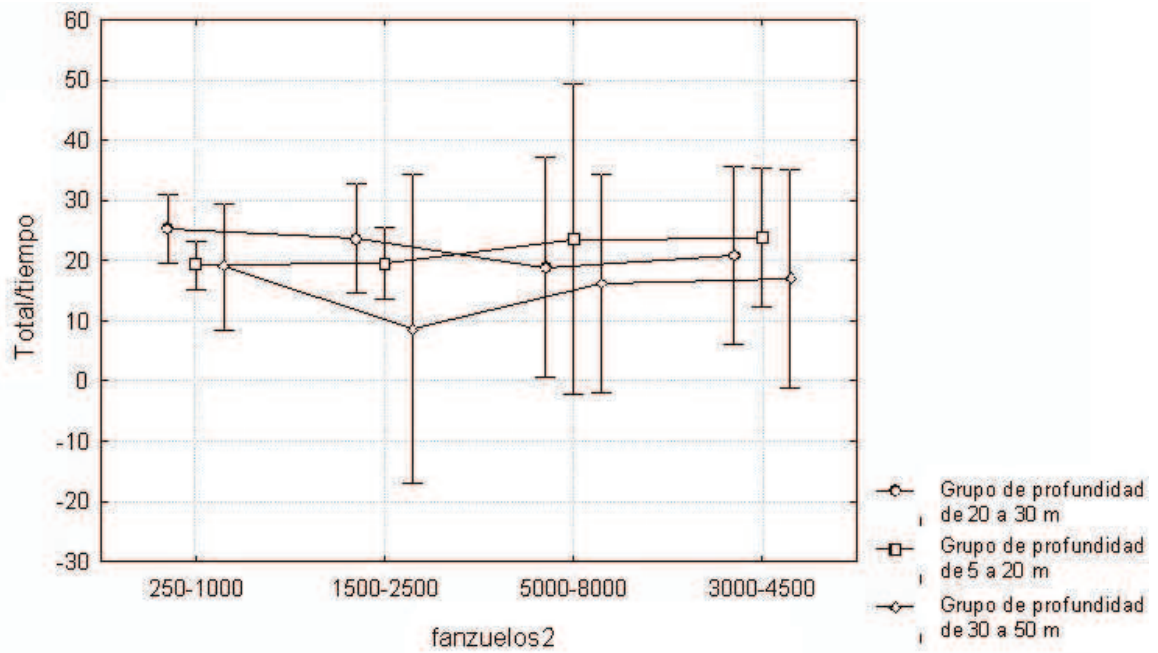


Figura 8. Relación entre los estratos de profundidad, número de anzuelos y tiempo total de pesca, de la flota artesanal del puerto de San Pedro, Centla, Tabasco.

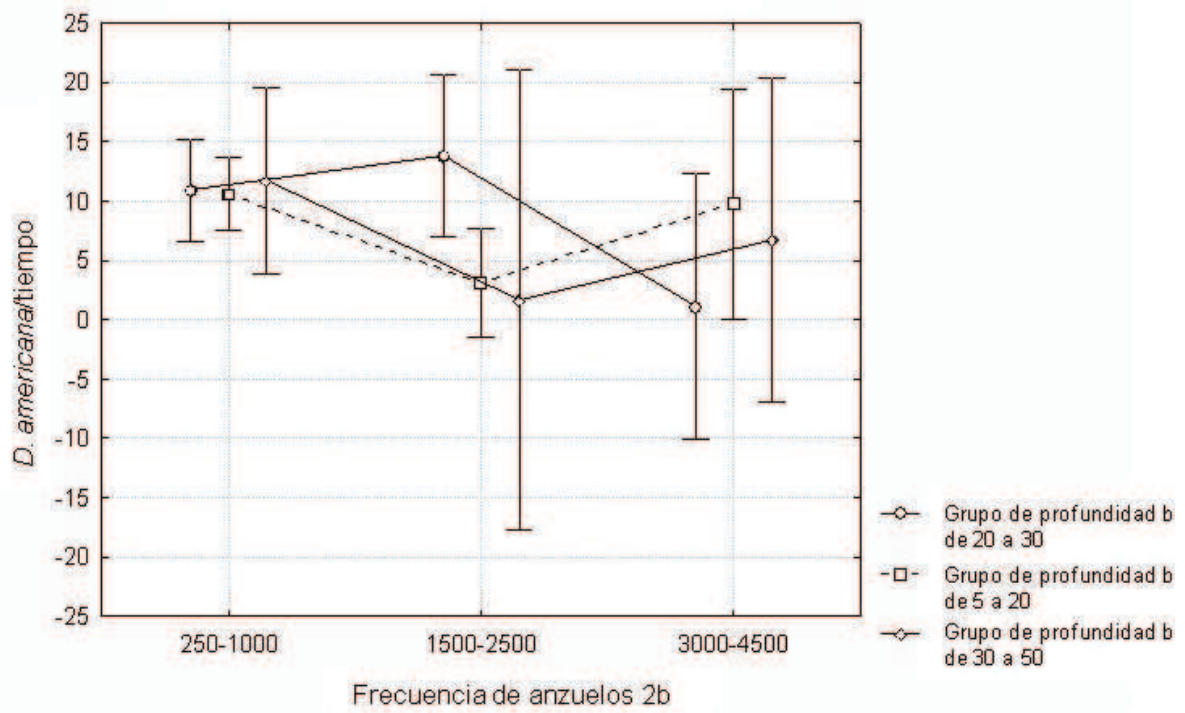


Figura 9. Relación entre los estratos de profundidad, número de anzuelos y tiempo total de pesca, para *D. americana* en el puerto de San Pedro, Centla, Tabasco.

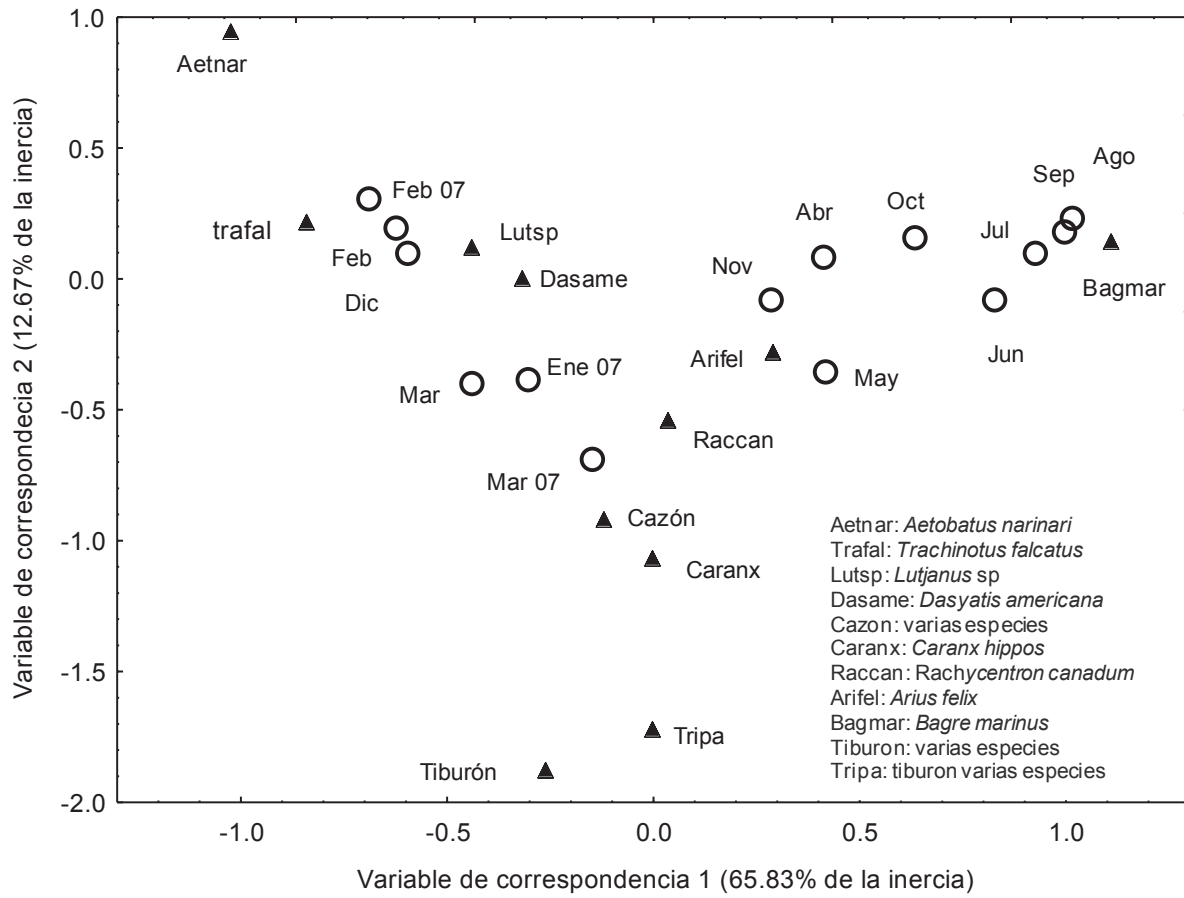


Figura 10. Contribución y variación mensual de todas las especies capturadas por la flota pesquera que opera en el Puerto de San Pedro, Centla, Tabasco.

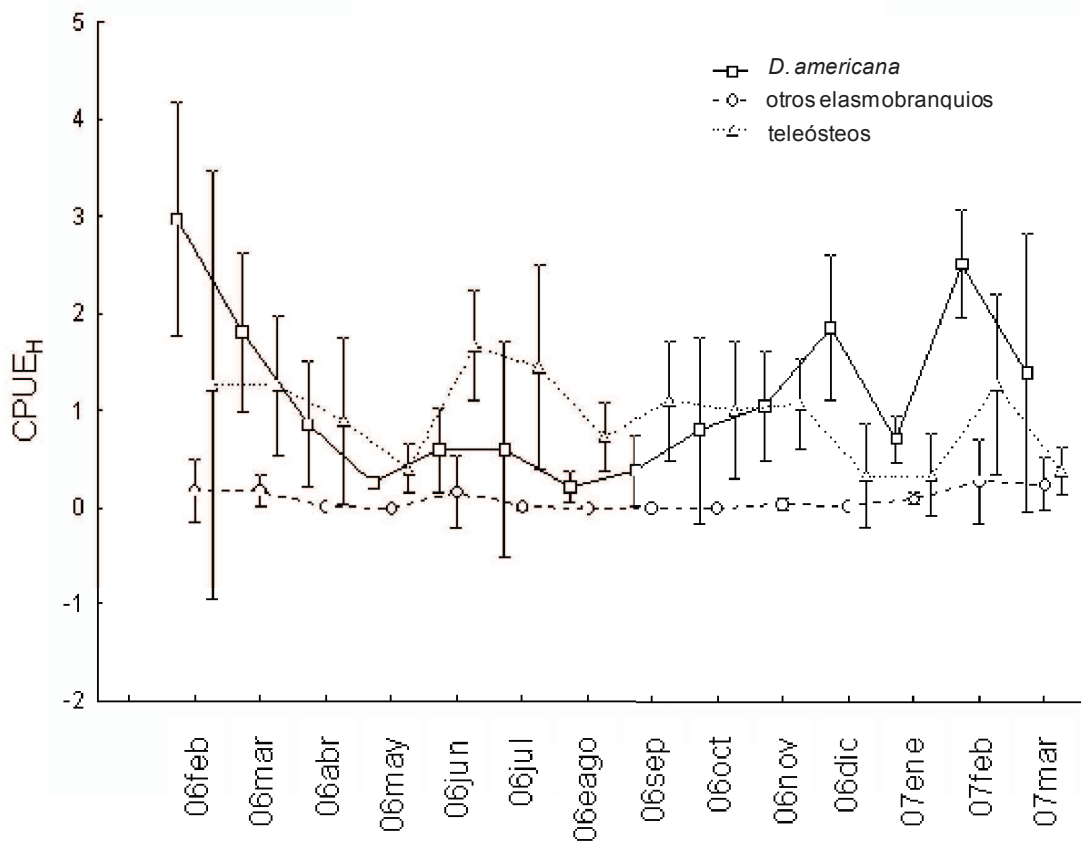


Figura 11. CPUE total \pm DE en Kg de las Capturas totales reportadas por la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco. Se incluye a *D. americana* con respecto a los otros grupos capturados

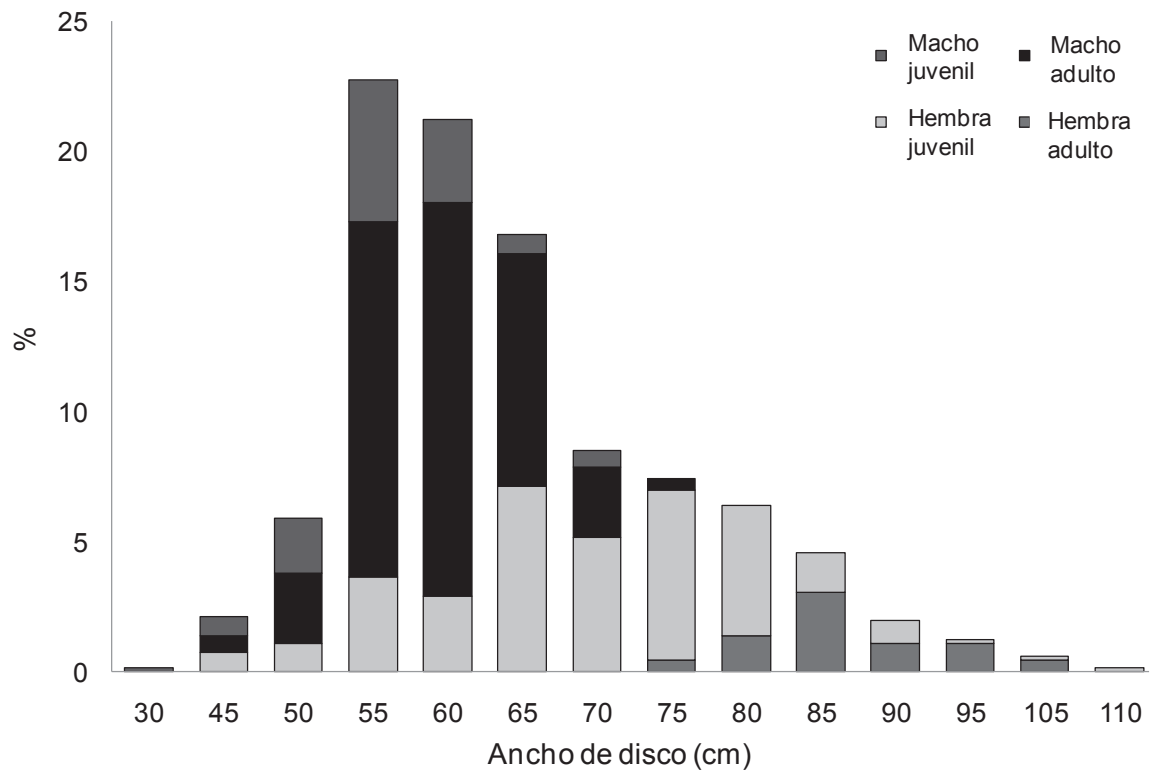


Figura 12. Distribución de tallas, sexos y estadios de *D. americana* capturados por la flota pesquera en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.

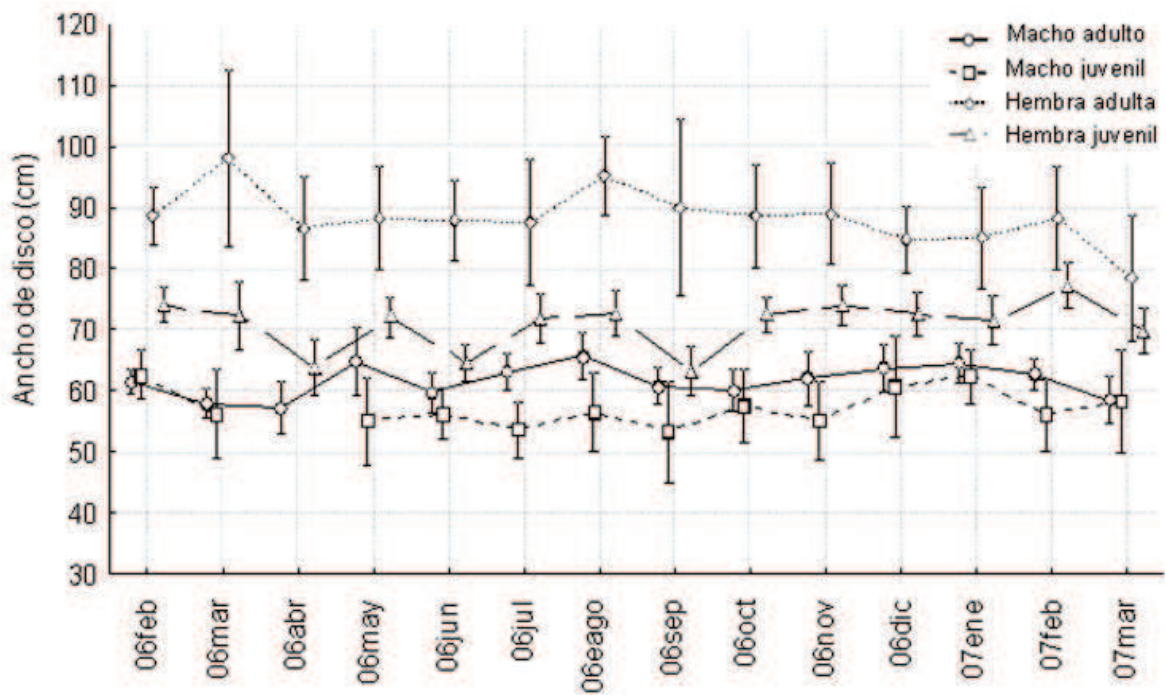


Figura 13. Distribución mensual de Promedio \pm DE de las tallas por estadio para machos y hembras de *D. americana* en el Puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.

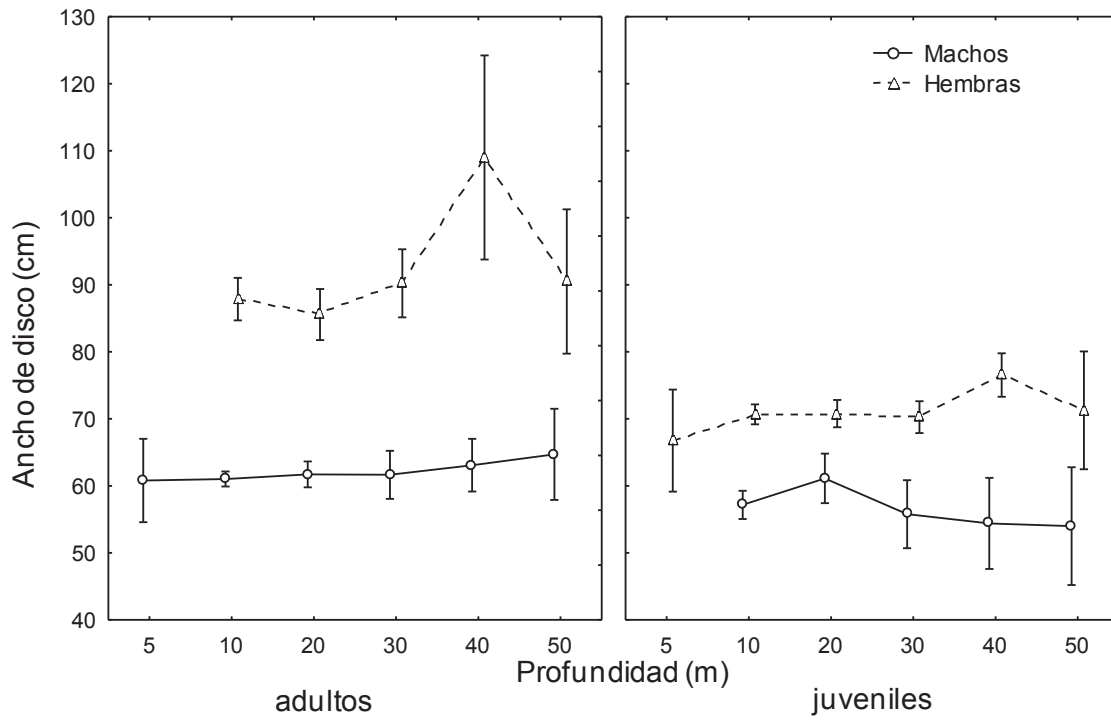


Figura 14. Relación Promedio \pm DE de las tallas y estadios de machos y hembras con la profundidad de captura de *D. americana* en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.

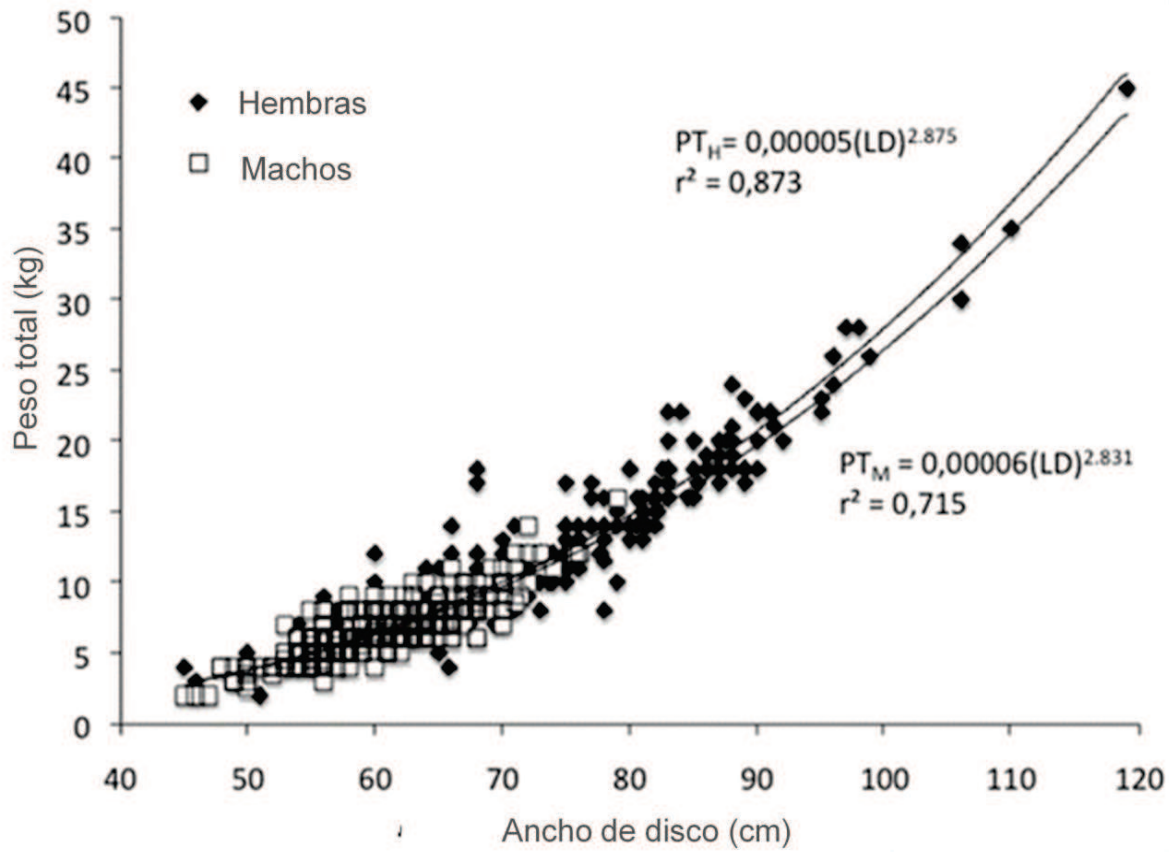


Figura 15.-Relación ancho de disco-peso total de machos y hembras de *D. americana* en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.

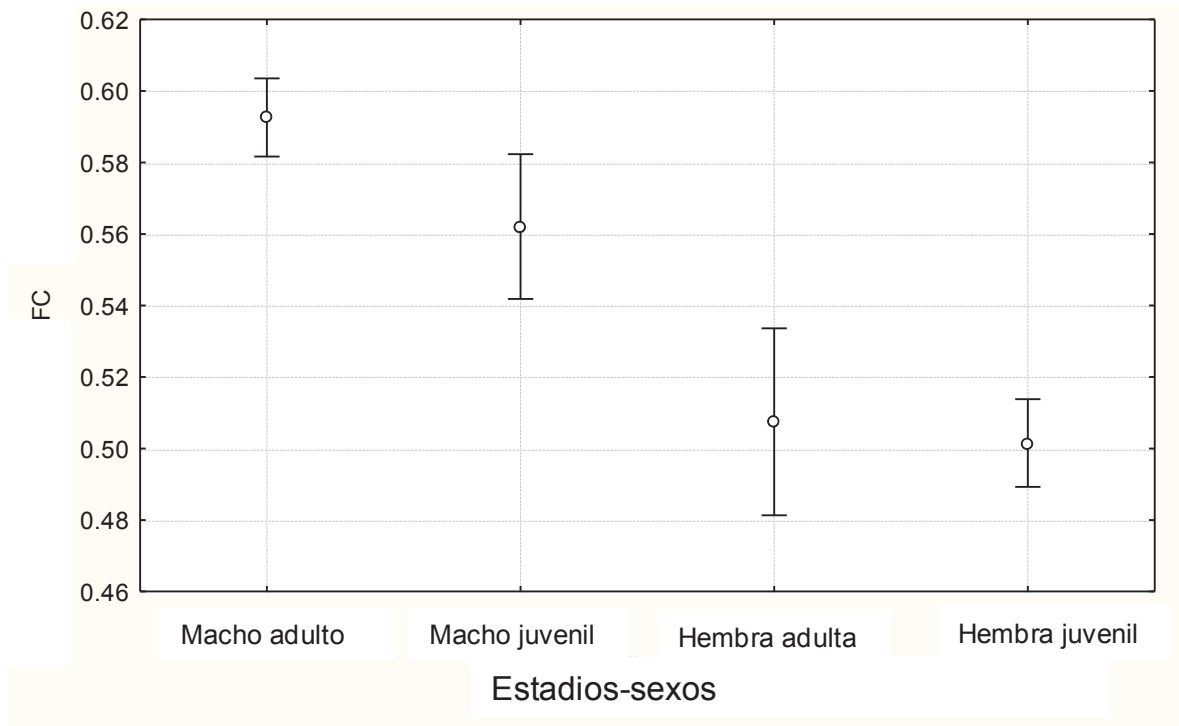


Figura 16.- Factor de condición por sexos y por estadios de *D. americana* en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.

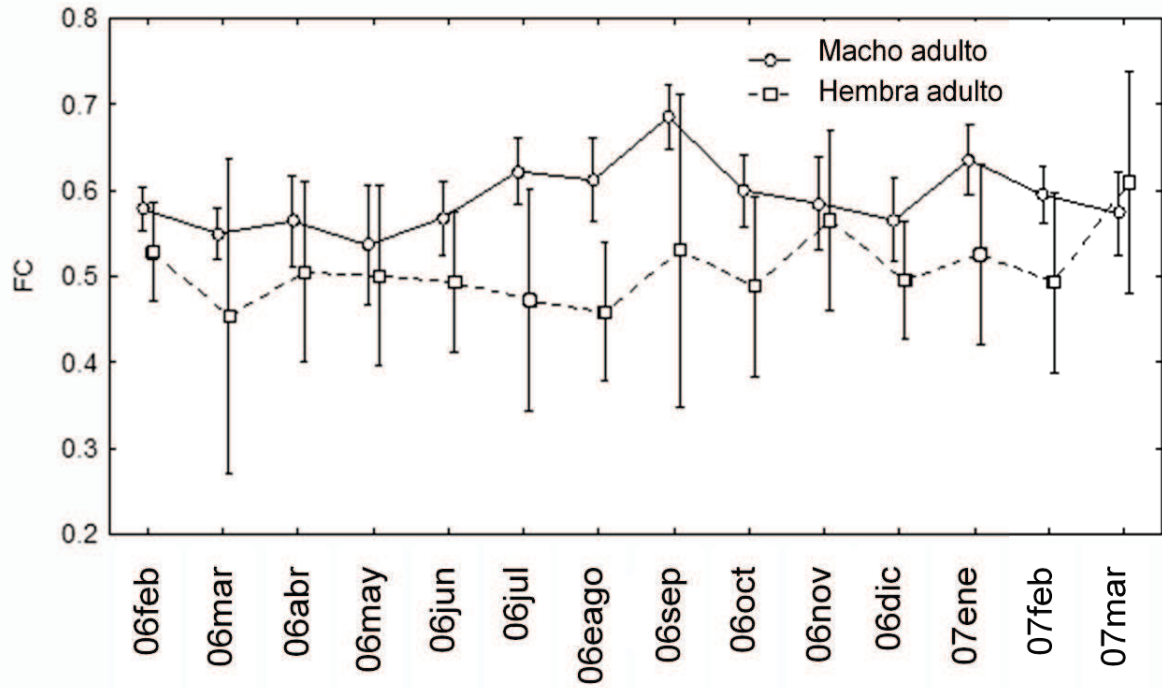


Figura 17. Variación estacional del Promedio \pm DE del Factor de condición por sexos para individuos adultos para *D. americana* capturados por la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.

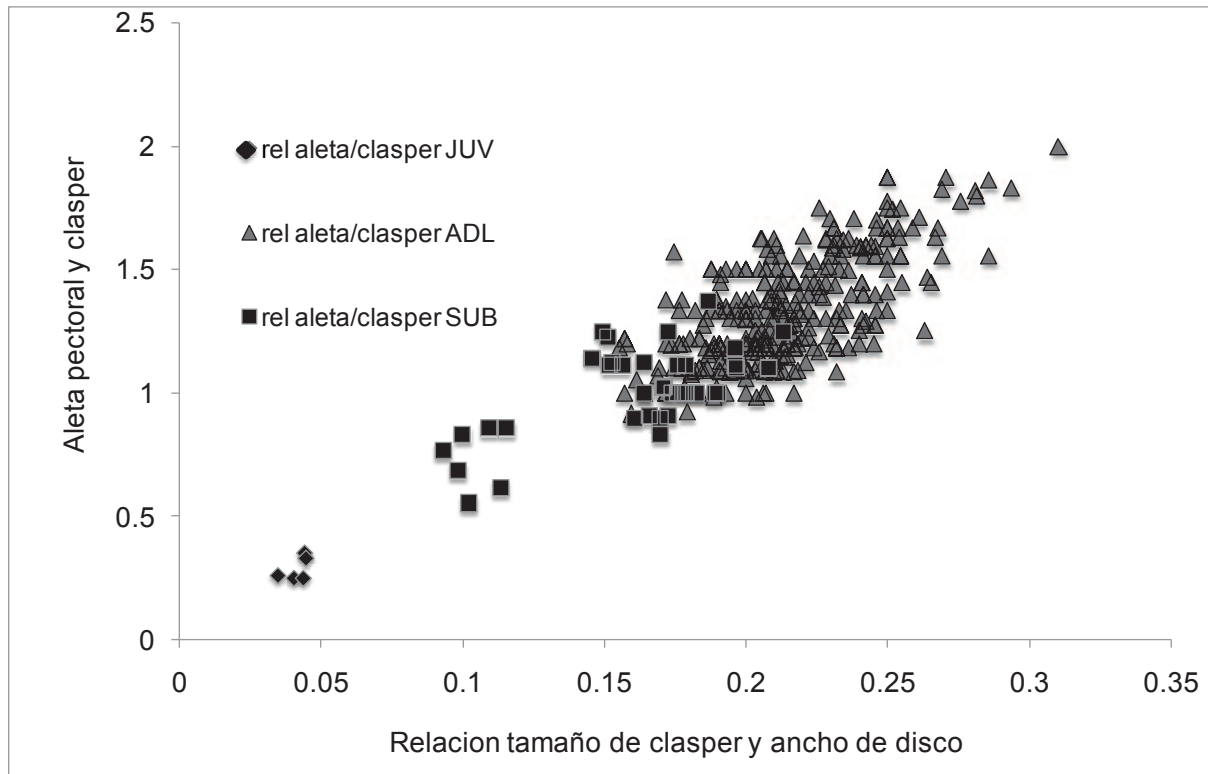


Figura 18. Estadios de madurez sexual de machos de *D. americana*, reportados por la flota pesquera que opera en el Puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.

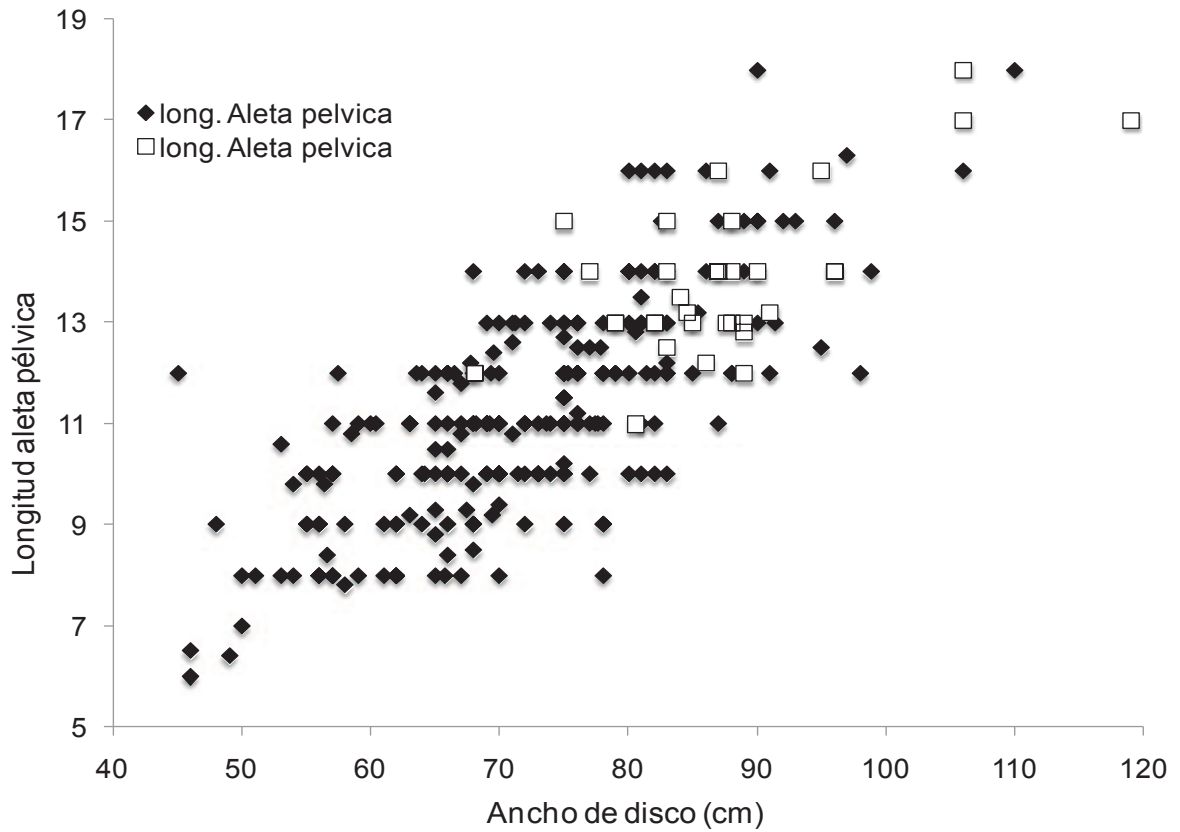


Figura 19. Relación longitud ancho de disco-longitud aleta pélvica para hembras de *D. americana* capturadas por la flota pesquera del Puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.

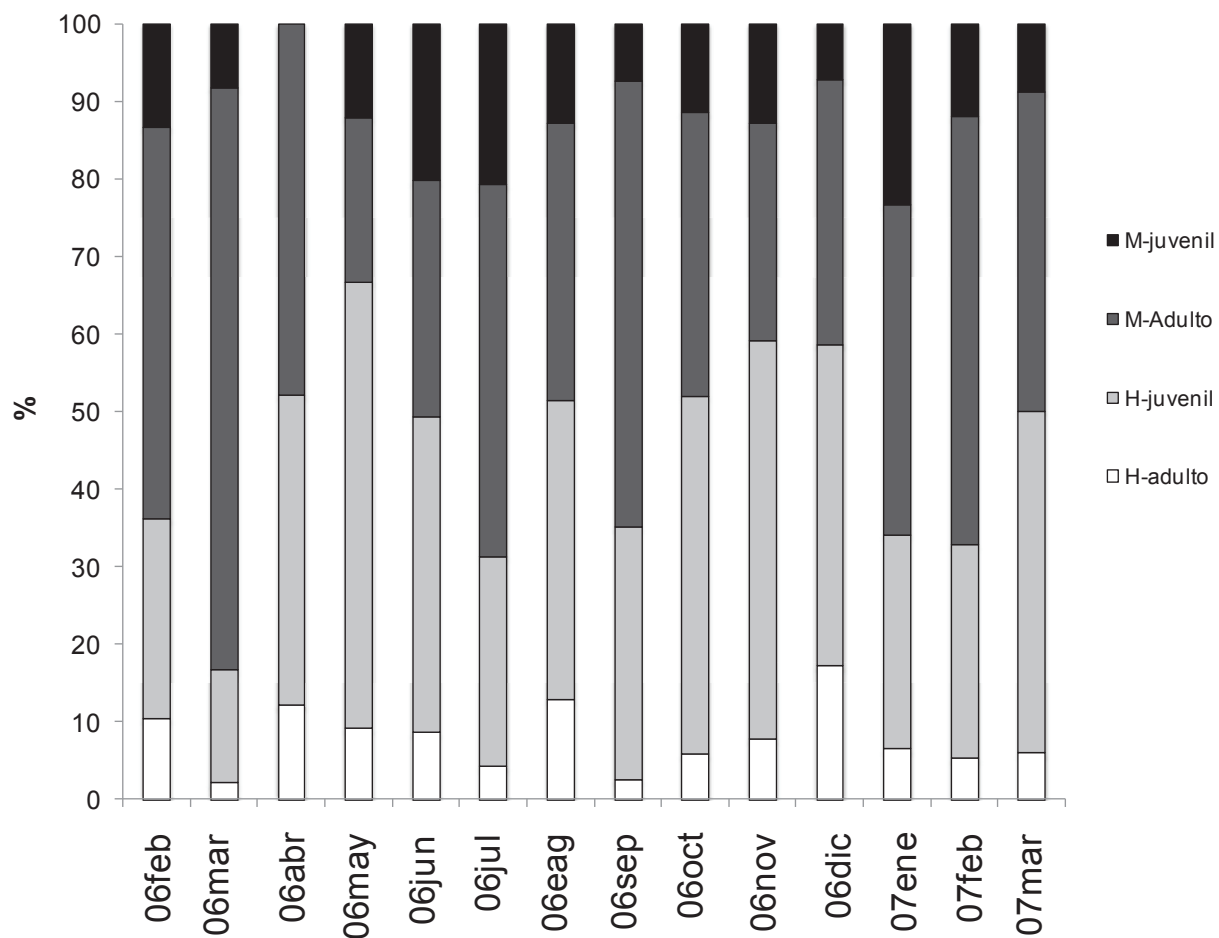


Figura 20. Proporción de sexos y estadios de madurez para *D. americana* capturados por la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.

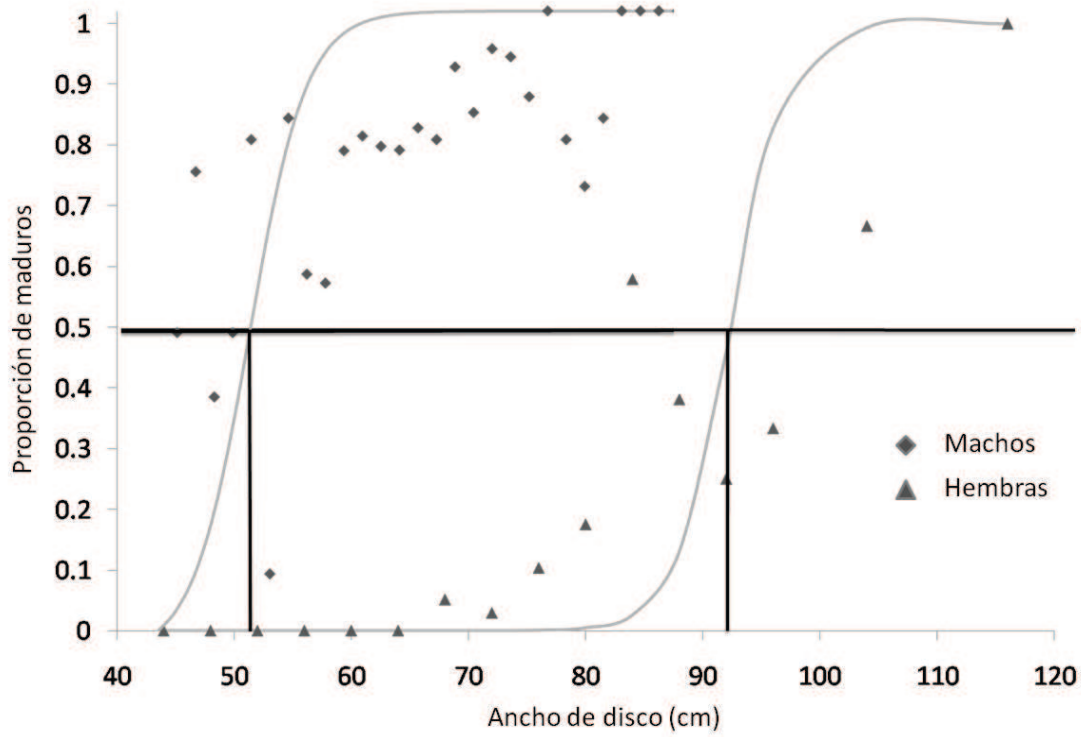


Figura 21. Proporción de adultos maduros L_{50} de *D. americana* capturados por la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.

Anexos.

Hoja de envío del artículo: Biología pesquera y dinámica poblacional de la raya látigo *Dasyatis americana* (PISCIS: ELASMOBRANCHII) el elasmobranchio más importante en la pesca artesanal del oeste del Banco de Campeche, México.



Artículo enviado:

Biología pesquera y dinámica poblacional de la raya látigo *Dasyatis americana* (PISCIS: ELASMOBRANCHII) el elasmobranquio más importante en la pesca artesanal del oeste del Banco de Campeche, México.

Fisheries biology and population dynamic of southern stingray *Dasyatis americana* (PISCES: ELASMOBRANCHII) a very important elasmobranch in artisanal fisheries of western Campeche Bank, Mexico.

Hernández-López José Alfredo¹, Mendoza-Carranza Manuel¹.

¹ El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa. Carretera Villahermosa-Reforma km 15.5, r/a Guineo 2da sección, Centro, Tabasco, Departamento de Aprovechamiento de Recursos Acuáticos.

Correspondencia: M. Mendoza-Carranza, Apartado postal 1042, Administración de correos de Tabasco 2000, Calle Planetario s/n esquina con circuito C.P. 86031, tel. (019933136110) Villahermosa, Tabasco, México (e-mail: mcarranza@ecosur.mx)

Biología pesquera y dinámica poblacional de *Dasyatis americana*.

Biología pesquera y dinámica poblacional de la raya látigo *Dasyatis americana* (PISCIS: ELASMOBRANCHII) el elasmobranquio más importante en la pesca artesanal del oeste del Banco de Campeche, México.

Resumen.

Se evaluaron los principales parámetros biológicos-pesqueros (abundancia relativa y estructura poblacional) de *Dasyatis americana* provenientes de la flota artesanal del puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco, durante febrero 2006 a marzo 2007. En total fueron analizados 115 viajes de pesca. El área de pesca fue dividida en dos (A y B), siendo el área “A” la zona donde se registro la mayor incidencia de eventos de pesca con un 94%, a su vez es la de más baja profundidad (10-40 m). El máximo CPUE para *D. americana* se observó en el mes de febrero de 2006 con 2.96 ± 1.26 kg y la menor en agosto con 0.22 ± 0.17 kg. Se muestrearon un total de 682 organismos de *D. americana* (287 hembras y 395 machos), siendo la proporción hembra: macho de 1:1.4. *D. americana* presentó dominancia de machos de los 45 a los 60 cm de ancho de disco (AD). Las hembras adultas dominaron a partir de los 85 cm de AD. En lo que respecta la talla (AD) con la profundidad de captura y la madurez de ambos sexos, se observa un ligero incremento del AD conforme aumenta la profundidad de pesca. La talla media de maduración L_{50} , de hembras la obtuvieron a los 92 cm de AD, mientras que los machos a los 52 cm de AD.

Abstract.

The main parameters were evaluated about Biological and fishery parameters were evaluated for *D americana* (relative abundance and population structure) of *Dasyatis americana* landed from February 2006 to March 2007 by the artisanal fishing boats from the port of San Pedro and San Pablo, Centla, Tabasco. Twenty nine boats and 115 interviews of fishing were analyzed, obtaining a CPUE 20.70 ± 12.61 kg*100hook/hr. The fishing area was divided in two (A and B), being the area "A" where the major incidence of fishing events was recorded, with a 94%, it is one of the lowest depths as well (10-40 m). The maximum CPUE for *D. americana* was observed in February the 2006 with $2,96 \pm 1.26$ kg and the minor month of in August with $0,22 \pm 0.17$ kg. With regard to the contribution and the monthly variation of all the captured species *Bagre marinus* is associated to the months June-September, *D. americana* on February-March-February 2007, along with *Lutjanus* sp. A total of 682 organisms of *D Americana* were sampled. (287 females and 395 males), being the proportion female: male of 1:1.4. *D. americana* presented displayed dominance of males of the 45 to the 60 cm in disc width (AD). The adult females dominated from the 85 cm of AD. Concerning the size (AD) with the depth of capture and the maturity of both sexes, a slight increase of the AD is observed as increases the depth of fishing. The medium size of maturity L_{50} of females got to 92 of cm of AD, while the males got 52 cm of AD.

Palabras claves: fisheries, *Dasyatis americana*, Miliobatiformes, Banco de Campeche,

Introducción.

Los elasmobranquios poseen características que los hacen altamente vulnerables al aumento de mortalidad por pesca (tasa de crecimiento lenta, edad de madurez sexual tardía, tasas reproductivas bajas, y mecanismos de reproducción altamente especializados (Bonfil, 1994; Camhi 1998; Smith *et al.*, 1998). Este efecto se agudiza debido a las complejas relaciones entre la pesca y la estructura espacio-temporal de sus poblaciones, así como por los prolongados periodos de reacción a los efectos de cambio en la mortalidad y las medidas de ordenación pesquera (Musick, 1999; Musick, 2005).

A pesar del incremento en el valor económico de los productos derivados de las diversas especies de tiburones y rayas alrededor del mundo, en la actualidad una gran cantidad de problemas persisten para la obtención de puntos de referencia biológicos para la explotación de elasmobranquios. Así mismo, las estadísticas de pesca de casi todos los países omiten la separación de especies y frecuentemente la pesca de descarte no es reportada (Castro *et al.*, 1999).

El mantenimiento de la integridad de sus poblaciones es de suma importancia biológica, ecológica y pesquera (Hoenig y Gruber, 1990), por lo que la explotación de este importante grupo requiere puntos de referencia biológicos específicos que nos permita conocer su importancia y estatus pesquero, las asambleas de especies que son explotadas y su dinámica poblacional (Downes, 1982; Beamish y McFarlane 1985; Rodríguez de la Cruz *et al.*, 1996; Bonfil, 1997; Stevens *et al.*, 2000; Musik, 2005).

En México, como en otras partes del mundo, la explotación de elasmobranquios se incrementó gradualmente durante las últimas dos décadas, alcanzando en el año de 2002 el sexto lugar a nivel mundial en la producción de tiburón y cazón con 31000 toneladas. Sin embargo en la actualidad

sus volúmenes de captura han disminuido rápidamente en poco tiempo. En consecuencia especies que antes eran de poco interés comercial, como las rayas, han incrementado su importancia y por lo tanto su nivel de explotación. El aumento de la pesca de rayas en México se ve reflejada en la aparición de este grupo en los registros oficiales a partir de 1986, en 2003, donde estas representaron 40% del peso total desembarcado de elasmobranquios en México (SAGARPA, 2001).

En los estados del Golfo de México y Mar Caribe las pesquerías de raya se encuentran distribuidas de la siguiente manera: Quintana Roo 0.03 %, Yucatán 6.08 %, Tamaulipas 6.5 %, Veracruz 13.20 %, Tabasco 33.96 % y el estado de Campeche con 40.22 % (SAGARPA, 2006), correspondiendo al 51.88 % del total nacional. Las familias más representativas, por su presencia y valor, son: Dasyatidae, Myliobatidae, Rhinopteridae y Gymnuridae (Castillo *et al.*, 1998; Villaseñor *et al.*, 1998; SAGARPA, 2001). En el estado de Tabasco las pesquerías de raya son reportadas en toda su costa. Los mayores volúmenes de captura son reportados en los puertos de San Pedro y San Pablo y Chiltepec, cuyas flotas pesqueras están estrechamente asociadas al banco de Campeche y a sus zonas adyacentes. Estas zonas son caracterizadas por su baja profundidad y su alta productividad marina (De Lanza y Gómez, 2004). La especie más abundante y explotada por la flota pesquera de Tabasco es Atlántic stingray *Dasyatis americana* (Hildebrand y Schroeder, 1928) especie de grande porte y alta abundancia en las zonas someras del Golfo de México (Bigelow, *et al.*, 1953; Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez, 1996; Mendoza-Carranza *per com*).

A pesar de la abundancia, tamaño y amplia distribución de *D. americana* a lo largo de la costa Atlántica del continente americano (Bigelow *et al.*, 1953; Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez, 1996), solamente existen algunas referencias taxonómicas, y estudios de sus hábitos reproductivos y alimentación (Smith y Merriner, 1986, 1987, 1995; Schwartz, 1990; Stokes y

Holland, 1992; Henningsen, 2000; Aguiar, 2002; Chapman *et al.*, 2003) y muy escasos datos de su estatus pesquero, donde se menciona un incremento en sus volúmenes de captura en la costa norte de Brasil (Buckup, 2000; Gadig *et al.*, 2000).

Dasyatis americana posee características comunes a todos los elasmobranquios y que la hace muy susceptible a la mortalidad por pesca. La creciente importancia pesquera de esta especie en la pesca artesanal de Tabasco y el desconocimiento de su dinámica poblacional pone en riesgo sus poblaciones. El objetivo del presente trabajo es describir las principales características poblacionales (abundancia relativa, estructura de tallas, pesos y sexos) de *D. americana*, a través del análisis de sus capturas de la flota pesquera del puerto de San Pedro, Tabasco y que opera en la zona oeste del banco de Campeche.

Materiales y métodos.

Muestreo

Se realizaron visitas mensuales durante 14 meses (febrero 2006-marzo 2007) al puerto de San Pedro, Tabasco; México donde se obtuvieron datos pesqueros y biológicos de *D. americana* a partir los desembarques de la pesca artesanal en dos puntos de entrega en el puerto de San Pedro.

Se aplicaron 115 entrevistas de pesca y contabilizadas 29 lanchas. Con las que se obtuvo la información biológica pesquera de la especie. El área de pesca fue determinada con la ayuda de un GPS Magellan sport track a través de un mapeo del perímetro máximo del área de pesca y dos viajes a bordo de lanchas pesqueras en operación. La distancia de pesca y profundidad se determinó a través de las entrevistas de pesca y fueron ajustadas a través de sondeos *in situ* y con ayuda de mapas batimétricos.

La proporción de especies y/o grupos capturados fueron determinadas mediante el registro de los pesos comerciales. Todos los organismos de *D. americana* capturados por las lanchas

muestreadas fueron medidos (ancho de disco en cm) y pesados (peso total en $\text{kg} \pm 1$), se identificó el sexo y estadio de madurez sexual.

Captura por unidad de esfuerzo

La abundancia de la especie fue expresada en captura en $\text{kg} \cdot 100$ anzuelos dividida entre el número de horas de pesca ($\text{CPUE}_H = \text{Kg} \cdot 100 \text{ anzuelos/hr}$). Para probar posibles diferencias del CPUE total y de *D. americana* entre el número de anzuelos empleados y las profundidades de capturas fue realizado un análisis por estratos de profundidad (5-20, 21-30 y 31-50 metros) y número de anzuelos (250-1000, 1500-2500, 3000-4500 y 5000-8000 anzuelos totales). Para detectar posibles diferencias se utilizó un ANOVA de dos vías. Con la finalidad de analizar las relaciones entre especies capturadas así como su estacionalidad, a partir de la CPUE_H de las especies y/o grupos más abundantes capturadas se realizó un análisis de canónico de correspondencia simple. La variación estacional de *D. americana*, teleósteos y otros elasmobranquios fue analizada a partir del comportamiento mensual de la CPUE_H , empleándose un ANOVA de dos vías.

Estructura de tallas y sexos de *D. americana*.

Se analizaron la distribución de frecuencia de talla por sexos y estadios de madurez sexual (maduros, inmaduros) Las tallas medias de cada estadio fueron comparadas con una ANOVA simple. (Zar, 1984).

Relación talla profundidad.

De igual forma se analizó la relación entre las tallas de ancho de disco con la profundidad de captura, esto con la finalidad de poder determinar sitios estratégicos o de preferencias de los organismos de acuerdo al tamaño y relacionarlos con los estratos de profundidad. Para determinar posibles diferencias estadísticas entre los datos se realizó un ANOVA de dos vías.

La determinación de la relación entre el ancho de disco-peso total de hembras y machos fue calculado a través de una regresión lineal previa transformación logarítmica (Ricker, 1958; Gulland, 1983; Sparre y Venema, 1995). Posteriormente se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA) para comparar ambas regresiones (Sokal y Rohlf, 1981; Zar, 1984).

Donde:

W= peso total

AT=ancho total

a y b= constantes

$$W=aA^b$$

Madurez sexual.

Los estadios de madurez de los machos fueron determinados mediante la escala de madurez “*ELASMO I*” (Stehmann, 2002). Para determinar y contabilizar el número de hembras grávidas los criterios seguidos fueron: presencia de embriones. Para identificar hembras grávidas que habían abortado se establecieron tres condiciones: a) que la hembra presentara abundante leche uterina, b) útero distendido y c) trofenemas con longitudes mayores a 1.5 cm.

Los machos se clasificaron en tres grupos, juveniles, subadultos y adultos, para ellos fueron analizadas correlaciones entre la longitud de la aleta pectoral y clasper con la longitud del clasper y ancho de disco. Para el caso de las hembras las correlaciones obtenidas fueron determinadas por la longitud del ancho de disco-longitud aleta pélvica, esto con la finalidad de poder observar las tallas de hembras adultas y juveniles (Stehmann, 2002).

Proporción de sexos y estadios de madurez.

La proporción de sexos y estadios (maduros vs inmaduros) se calculó mensualmente. Se utilizó una prueba de X^2 , para evaluar las diferencias entre las proporciones de sexos y estadios por mes (Underwood, 1997).

Talla de madurez sexual (L_{50})

La obtención de la L_{50} se calculó mediante la talla de madurez de cada sexo. Este método calcula la madurez mediante una ojiva de madurez. En este caso se calculó la proporción de animales maduros por clase de talla (6 cm de AD). A estos datos se les ajusta una regresión logística [$\text{ancho total} = 1/(1+e^{a+(b*\text{ancho total})})$] con la cual se calcula la L_{50} a través de la intersección del eje y donde marca el L_{50} con el eje x. Donde a y b son coeficientes estimados de los datos de la curva logística. (Conrath y Musick, 2002).

Resultados

La composición de la flota pesquera del puerto de San Pedro es homogénea, todas las lanchas son de fibra de vidrio y miden 25 pies de eslora. El motor más común es el de 75 Hp con 39.06%, seguido por los de 60 y 80 Hp con 29.68 % cada uno y 1.56% de frecuencia de uso para los de 70 Hp. Las lanchas se emplean para pesca multiespecífica, pero es principalmente dirigida a *Bagre marinus* (Mitchill, 1815) y *D. americana*, ya que comparten el mismo arte de pesca (palangre de fondo). Sin embargo existe otro grupo de lanchas que además de pescar las especies referidas también se dedican a la pesca de huachinango *Lutjanus* sp, que aunque comparten las mismas características operacionales de pesca (tamaño y tipo de lancha, arte de pesca) estas usan para la pesca de huachinango un arte de pesca llamada ristra (vertical long line) y realizan la actividad pesquera en otras zonas de captura.

La flota pesquera del puerto de San Pedro que captura *D. americana* utiliza como arte de pesca el palangre de fondo. El número de anzuelos por palangre más frecuente es de 500 unidades (34.59%), seguidos de los de 400 con un 22.72 %, el número de anzuelos de los demás palangres apenas llegan al 9% (Figura 1). El tipo de anzuelo empleado por toda la flota pesquera de San Pedro es el llamado “eagle claw”.

Área y profundidades de pesca

El área de pesca donde se captura *D. americana* se localiza al oeste del banco de Campeche entre los paralelos 18°35' y 19°10' LN y 92°06' y 92°40' LW. Su área total es de 531.5 km² aproximadamente, la cual fue dividida de acuerdo a la frecuencia de eventos de pesca en relación a la profundidad donde estos eran realizados, siendo determinadas dos áreas: área A, con 492.05 km² y que va de los 10 a los 40 metros de profundidad, donde fueron registrados la mayoría de los eventos de pesca (94%) y el área B con 39.45 km², y con profundidades mayores a los 40 metros, donde se registró el resto (6%) de los eventos de pesca (Figura 2).

Composición de especies.

Bagre marinus con un total de 7773.5 kg en los meses de muestreo, es la especie que domina en el grupo de los teleósteos, Para el caso específico de *D. americana*, esta reporta un total de 7580 kg, apenas debajo de las capturas de *B. marinus*. (Tabla 1). Exceptuando *D. americana*, el resto de los elasmobranquios es dominado por el cazón y tiburón (367 y 292 kg, respectivamente) de los cuales no pudieron ser identificados por especie, ya que los pescadores lo reportan de manera conjunta.

Captura por unidad de esfuerzo.

El comportamiento de la CPUE_H (kg*100anzuelos/hr) para la captura total, se mantiene similar entre todos los números de anzuelos (media=20.70±12.61 kg*100anzuelos/hr). (Figura 3). El valor máximo fue registrado a los 3000 mil anzuelos con 25.55±13.01 kg*anzuelo/hr y el mínimo (7.39±1.00 kg*anzuelos/hr) a los 250 anzuelos. No se encontró relación significativa entre el incremento en el número de anzuelos y la CPUE_H (Tabla 2).

La prueba estadística de la regresión logarítmica negativa del esfuerzo y la captura de *D. americana* entre la captura por hora y el número de anzuelos, indica que la regresión fue diferente

de cero ($p < 0.05$). Para esta correlación fueron eliminados los datos provenientes de los 250, 3500, 5000 y 7000 anzuelos por ser datos aislados ($n=1$). Esto aparentemente indica una mayor abundancia de *D. americana* en zonas de baja profundidad debido a que es ahí donde se emplean casi en su totalidad los palangres de 250 a 3000 anzuelos (Figura 4).

El máximo CPUE de *D. americana* se observó en el mes de febrero 2006 con 2.96 ± 1.26 kg y la menor en agosto con 0.22 ± 0.17 kg. El grupo de los elasmobranquios obtiene su mayor CPUE en el mes de febrero 2007 con 0.26 ± 0.45 kg y el mínimo en marzo 2006 con 0.007 ± 0.16 kg. El grupo de los teleósteos obtiene la mayor en agosto 2006 con 1.73 ± 0.38 kg, y la menor en diciembre 2006 con 0.32 ± 0.56 kg (Figura 5). El ANOVA de dos vías mostro diferencias altamente significativas $p < 0.001$ entre los CPUE de *D. americana* con respecto a los otros dos grupos capturados y entre los meses de estudio.

En lo que respecta a la contribución y la variación mensual de todas las especies capturadas. *B. marinus* se asocia a los meses de junio-septiembre, *D. americana* a febrero-marzo-febrero 2007, junto con *Lutjanus* sp. En ellos se ve la variación estacional bien marcada a través de los periodos de muestreo. Esto lo fundamenta el 78.5 % que es la suma de las dos variables de correspondencia. Por otra parte tiburón, tripa y *Aetobatus narinari* (Euphrasen, 1790) se separan de los grupos sin lograr correspondencia con algún mes (Figura 6).

Relación ancho de disco-peso.

Las ecuaciones que explican la relación longitud del disco (LD)-peso total (PT) fueron: $PT = 0.00005 * (LD)^{2.875}$ y $PT = 0.00006 (LD)^{2.831}$, con coeficientes de regresión de 0.87 y 0.71 para hembras y machos respectivamente. El análisis de covarianza mostro diferencias significativas entre las regresiones de LD-PT entre machos y hembras ($F=16.49$ G.L=1, $p < 0.001$). Los valores de b de machos y hembras fueron isométricos (Figura 7). En ambos casos

la prueba de T de Student no rechazó la hipótesis nula de que el valor de b fuera igual a 3 ($t = -10.97$, G.L.=255, $p=1.00$ y $t = -16.71$, G.L.=355, $p=1.00$ para hembras y machos respectivamente).

Estructura de tallas.

Se muestrearon un total de 682 organismos de *D. americana* (287 hembras y 395 machos), siendo la proporción hembra: macho de 1:1.4. La estructura de tallas de la población de *D. americana* capturada por la flota pesquera de San Pedro presentó dominancia de machos de los 45 a los 60 cm de ancho de disco (AD). La mayor frecuencia de machos adultos se registró a los 60 cm de AD. Las hembras adultas dominaron a partir de los 85 cm de AD (Figura 8). Hubo diferencias significativas entre la distribución de tallas de ambos sexos (K-S, $D'=0.59$, $p<0.01$).

El promedio de AD para los machos adultos fue de 61.37 ± 5.22 cm y los juveniles de 57.79 ± 5.46 cm. Para el caso de las hembras las adultas obtuvieron un promedio de 88.07 ± 7.78 cm AD, mientras que las juveniles registran un 71.12 ± 10.66 cm AD.

El promedio de AD de las hembras fue mayor en todos los meses. Marzo de 2006 es el mes con el mayor promedio de hembra adulta con 98 cm AD, a su vez es el único registro para este mes. En marzo de 2007 se registra el menor promedio con 78.5 ± 14.84 cm AD. En el caso de hembras juveniles, febrero 2006 es el mes con el promedio más grande con 74.08 ± 8.43 cm, el promedio más bajo se registró en el mes de septiembre 2006 con $63.30 \pm 11-13$ cm. Para el caso de los machos, los adultos registran el mayor promedio en el mes de agosto 2006 con 65.75 ± 2.85 cm, y el promedio menor ocurre en el mes de abril de 2006 con 57.28 ± 4.03 cm. Los machos juveniles obtienen en el mes de febrero de 2006 el mayor promedio con 62.61 ± 5.12 cm y el promedio menor se registró en el mes de septiembre de 2006 con 53.33 ± 7.37 cm (Figura 9). Hubo diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA $F=4.29$, G.L.=13 y $p<0.001$). De

igual forma se encontraron diferencias significativas, entre las AD de hembras y machos (ANOVA, $F=330.51$, $G.L=1$ y $p=0.001$). No hubo interacción entre las variables.

Relación talla profundidad.

En lo que respecta la talla (AD) con la profundidad de captura y la madurez de ambos sexos, se observa un ligero incremento del AD conforme aumenta la profundidad de pesca (Figura 10). En el caso de machos adultos estos incrementan el AD, con la profundidad de captura. A los 5 metros de profundidad de captura se registran machos adultos con 60 cm de AD y conforme se incrementa la profundidad de captura se incrementa el AD. En el caso de los machos juveniles sucede lo contrario el AD disminuye conforme aumenta la profundidad de captura, solo es observado en los 20 metros de profundidad un ligero aumento, aun así la tendencia se observa de forma descendente. Para el caso de las hembras, las adultas se comportan de la misma forma que los machos adultos, incrementan el AD conforme aumenta la profundidad de pesca, se observa un pico en los 40 metros donde está la medida máxima de A.D. posteriormente hay un descenso a los 50 metros (109 a 92 cm de A.D.). Las hembras juveniles aumentan de AD conforme aumenta la profundidad.

Madurez sexual

Se observan tres grupos de madurez sexual en machos (Figura 11): A) juveniles que se localizan en los valores por debajo de los 0.5 de la relación aleta pectoral-clasper y 0.05 de la relación tamaño de clasper-ancho de disco. B) Los subadultos con valores menores a los de los adultos (<1) y en 0.1 de la relación tamaño de clasper-ancho de disco. C) Los machos adultos se encontraron mayormente cuando la relación aleta pectoral-clasper es igual a uno y cuando la relación tamaño de clasper-ancho de disco es igual a 0.2. En los tres casos se observa que a medida que el organismo crece también lo hace la relación clasper-aleta.

En el caso de las hembras están obtuvieron un relación positiva entre la longitud de la aleta pélvica y el ancho de disco, este comportamiento se observa en la Figura 12. A partir de los 80 cm de ancho de disco y de los 12 cm de longitud de aleta pélvica hembras pueden ser consideradas adultas.

Proporción de sexos y estadios de madurez.

Los machos adultos se encontraron en todos los meses de estudio, siendo marzo de 2006 el mes con mayor proporción de adultos registrados, mientras que mayo de 2006 fue el de menor proporción. Para el caso de los juveniles enero 2007 fue el mes con mayor proporción y en abril de 2006 no se registra ninguno. Por otro lado las hembras adultas se registraron en todos los meses de estudio, siendo diciembre de 2006 el mes con mayor proporción y marzo de 2006 con la menor proporción. Las hembras juveniles de igual forma se presentan en todos los meses de estudio con mayor proporción en el mes de mayo 2006 y la menor en marzo de 2006, (Figura 13).

Talla mínima de madurez sexual.

En lo referente a las talla media de maduración L_{50} , las hembras lo obtuvieron a los 92 cm de ancho de disco, mientras que los machos la obtuvieron en los 52 cm de ancho de disco (Figura 14).

Discusión.

El área oeste del Banco de Campeche al ser una zona somera y de alta productividad (Bogdanov, *et al.*, 1968) y con elevados aportes de nutrientes proveniente de la laguna de Términos y el sistema de ríos Grijalva-Usumacinta (Yáñez, 1963; Chávez, 1988), la convierten en una zona con condiciones ideales para una gran diversidad de especies que la emplean como zona de

reproducción y reclutamiento de juveniles, entre ellas, diversas especies de elasmobranquios (Castillo-Géniz *et al.*, 1998).

La división del área de pesca en dos subáreas, con respecto a los eventos de pesca, todo esto hace suponer que en la zona A es donde hay mayor probabilidad de encontrar a *D. americana*. Estas mismas condiciones hacen que esta área presente una elevada importancia pesquera que pone en riesgo a las poblaciones explotadas. Como ejemplo, en el pasado *Carcharhinus perezi* (Poey, 1876) y *Carcharhinus falciformis* (Müller y Henle, 1839) fueron especies abundantes y frecuentes en la composición de pesca de tiburones para la región del Golfo de México (Compagno, 1984; Branstetter, 1987). Sin embargo, estudios posteriores llevados a cabo en la misma región determinaron que estas especies se encuentran sobreexplotadas, principalmente por la presión pesquera ejercida sobre las poblaciones juveniles (Bonfil, 1997; Castillo-Géniz, *et al.*, 1998; Baum y Myers, 2004). Ante la disminución de las poblaciones de tiburones, la presión pesquera a aumentado sobre especies antes consideradas de bajo valor, como *D. americana*. De acuerdo a este estudio esta especie actualmente representa la principal y más abundante especie de elasmobranquio dentro de la pesca artesanal del Puerto de San Pedro.

Cambios estacionales de la composición de capturas pueden relacionarse con la biología y ecología de la especie, movimientos de los organismos según la disponibilidad de alimento y la reproducción. Estos son los factores más importantes que pueden estar relacionados a las variaciones de la CPUE, otro punto a considerar y que apoya esta hipótesis es que las de captura de *D. americana* son las mismas durante todo el año (Smith y Merriner, 1987; Blaylock, 1993, Villavicencio-Garayzar, 1995, Castro-Aguirre y Pérez -Espinosa, 1996; Musick, 2005). En *D. americana* se observó la preferencia de los adultos por zonas profundas y los juveniles a zonas más someras. Este tipo de comportamiento es visto en otras especies (Cousseau, 1986;

Chiaromonte y Pettovello, 2000). Patrones migratorios, tanto batimétricos como a lo largo de la línea de costa, han sido observados en otras especies de rayas como: *Raja clavata*, (Linnaeus, 1758), *Raja montagui* (Fowler, 1910) y *Raja radiata* (Donovan, 1808) (Walker *et al.*, 1997; Chevolut *et al.*, 2006)

Otro factor que influye en comportamiento de la CPUE de *D. americana* es la interacción con el ciclo reproductivo de *B. marinus* y su acercamiento a la costa para el evento reproductivo durante los meses de mayo a septiembre Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutti, 2005; Ramírez y Segura, 2007). Este movimiento migratorio tanto de *B. marinus* y de la flota pesquera artesanal, está estrechamente relacionado a la etapa reproductiva de *B. marinus*, por su acercamiento a la costa (Mendoza-Carranza *et al.*, 2004). Fuera de esta temporada, la pesquería se centra en *D. americana*. A pesar de estas inferencias, es necesario profundizar en el estudio de los patrones migratorios de *D. americana* y su relación con sus fluctuaciones en abundancia. Estos patrones migratorios, tanto batimétricos como a lo largo de la línea de costa, han sido observados en otras especies de rayas como: *R. clavata*, *R. montagui* y *R. radiata* (Walker *et al.*, 1997; Chevolut *et al.*, 2006)

Los datos indican que las hembras de *D. americana* en general son más grandes que los machos. Walmsley-Hart *et al.*, (1999) encontraron en Sudáfrica, que las tasas de crecimiento de *Leucoraja wallacei* (Hulley, 1970) y *Dipturus pullopunctatus* (Smith, 1964) difieren entre los sexos, un rasgo común en las especies de Miliobatiformes, donde las hembras alcanzan un mayor tamaño que los machos, pero crecen más lentamente. En *Dasyatis dipterura* (Jordan y Gilbert, 1880) en Baja California Sur, México, los machos son más numerosos entre los 45 y 50 cm de AD, y las hembras solo son reportadas por arriba de los 70 cm AD (Smith, 2005). El mayor tamaño corporal alcanzado por las hembras de los Miliobatiformes es una consecuencia de sus estrategias reproductivas; las hembras logran un mayor tamaño para poder llevar el mayor número de crías

dentro (Walmsley-Hart *et al.*, 1999). La relación hembra-macho obtenida en el presente estudio fue de 1:1.4. La proporción de sexos muestra una ligera ventaja hacia los machos, esto puede deberse a las mismas condiciones reproductivas de la especie. Las hembras bajan su consumo de energía cuando entran al periodo reproductivo, esto conlleva a que la hembra no busque alimentación en el lecho marino y por tanto la probabilidad de capturada por el arte de pesca empleado, el palangre de fondo, es menor (Bizarro *et al.*, 2007).

Con excepción de septiembre 2006, todos los demás meses reportan hembras con embriones, aunque el tamaño de estos últimos pueden ser distintos y se pudiera pensar en una temporada específica de alumbramiento. En observaciones de *D. americana* en condiciones de cautiverio se observó que esta especie tiene dos ciclos reproductivos al año (Henningsen, 2000), mientras que en trabajos con especies de la misma familia *Dasyatidae* se reportan ciclos definidos de reproducción anuales, como *Dasyatis sabina* (Lesueur, 1824) (Snelson *et al.*, 1988; Johnson y Snelson, 1996; Maruska *et al.*, 1996) y *Dasyatis say* (Lesueur, 1817) (Snelson *et al.*, 1989). Es importante que futuros estudios consideren la definición del periodo de gestación de *D. americana*, por medio de estudios específicos como la medición y seguimiento temporal del desarrollo de embriones y ovocitos de esta especie, así como el cálculo de su fecundidad de la especie a través del conteo del número promedio de embriones que pueden producir las hembras (Pérez-Jiménez y Sosa-Nishizaki, 2008).

De acuerdo a los datos presentados *D. americana* utiliza las zonas someras del oeste del Banco de Campeche como áreas de reproducción y alumbramiento, existiendo una fuerte interacción entre las poblaciones de *D. americana* y la pesca artesanal llevada a cabo en esa zona, observándose que esta es la especie de elasmobranquio más importante de la pesca artesanal de la zona oeste del Banco de Campeche. Caso similar ha sido observado en el Caribe Colombiano para las rayas *Urotrygon venezuelae*, (Schultz, 1949), *Narcine bancroftii* (Griffith y Smith, 1834) y *D.*

americana (Grijalba-Bendeck *et al.*, 2007). Por lo que, una de las primicias es considerar en futuros estudios el impacto que ejerce la pesca artesanal sobre los eventos reproductivos de *D. americana* y su efecto sobre sus poblaciones. En especial de los machos, considerando los resultados del L_{50} , las capturas se están orientando a organismos que aún no han alcanzado la madurez sexual, ya que el 93% de los individuos capturados están por debajo del L_{50} y por lo tanto conllevaría a una disminución en el tamaño de las poblaciones, considerando el efecto Alle. Esto resulta interesante desde el punto de vista de la biología-ecología de la especie. Por todas estas suposiciones se infiere que la renovación del stock de pesca no se lleva a cabo eficientemente. Para el caso de las hembras no parece haber problemas ya que el 95% de los individuos capturados están por encima del L_{50} .

Literatura citada.

- Aguiar, A. A. (2002). Proposta de una nova chave de identificação para os Myliobatiformes (sensu Compagno, 1999) (Chondrichthyes: Elasmobranchii) do Brasil. Monografia, Departamento de Biología Marinha, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 74pp.
- Baum, J.K y Myers, R.A. (2004). Shifting baselines and the decline of pelagic sharks in the Gulf of Mexico. *Ecol. Lett.*, 7:135-145.
- Beamish RJ y Ga McFarlane (1985). Annulus development on the second dorsal spine of the spiny dogfish (*Squalus acanthias*) and its validity for age determination. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 42: 1799-1805.
- Bigelow, H.B y 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. Men.*, (1): 558 p.
- Blaylock, R.A., (1993). Distribution and abundance of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in lower Chesapeake Bay. *Estuaries* 16 (2), 255–263.
- Bogdanov, D.V., Asokolov y N.S. Khromov. (1968). Region of high biological and commercial productivity in the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. *Accademy of Sciencies of the URSS. Scripta Technica Inc. for the American Geophysical Union. Oceanology*, 8(3): 371-381.
- Bonfil, R. (1994). Overview of world elasmobranch fisheries. *FAO fisheries technical paper* 341, Rome. 119 pp.
- Bonfil, S. R. (1997). Status of shark resources in the Southern Gulf of Mexico and Caribbean: implications for management. *Fish. Res.* 29: 101-117.

- Braccini J. M., Chiaramonte G. E. (2002). Biología de la raya *Psammobatis extenta* (Garman, 1913) (Batoidea: Rajidae). Revista Chilena de Historia Natural. 75: 179-188.
- Branstetter, S. (1987). Age, growth and reproductive biology of the silky shark, *Charcharhinus falciformis*, and scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the northwestern Gulf of Mexico. Environ. Biol. Fish., 19(3): 161-173.
- Buckup, P.A., Nunan, G.W., Gomes, U.L., Costa, W.J.E.M. y Gadig, O.B.F. (2000). Peixes. In: Rio de Janeiro 2000. Espécies ameaçadas de extinção no Município do Rio de Janeiro: flora e fauna. pp:52–60. Rio de Janeiro, Secretaria Municipal de Meio
- Camhi, M., S. Fowler., J. Musick., A. Bräutigam y Fordham. S. V. (1998). “Sharks and their relatives: Ecology and Conservation. IUCN/SSC Shark Specialist Group”. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. iv + 39 pp.
- Castillo-Geniz, J.L., Márquez F., J.F., Cid del Prado V., A.; Soriano V., S.R. y Ramírez S., C. (1998). Diagnóstico de la pesquería artesanal de tiburones del Golfo de México y Caribe mexicano, (inédito). Instituto Nacional de la Pesca, México. 43 p.
- Castro -Aguirre, J.L., H. Espinosa-Pérez. (1996). Listado faunístico de México. VII. Catalogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideiomorpha). Instituto de biología, UNAM. México, D.F.
- Castro, J.I., Woodley, C.M. y Brudek R.L. (1999). Apreliminary evaluation of the status of shark species. FAO fisheries technical paper 380, Rome, 78p.
- Chapman, D.D.; Corcaran, M.J.; Harvey, G.M.; Malan S. y Shivji M.S. (2003). Mating behavior of southern stingrays, *Dasyatis americana* (Dasyatidae). Environmental Biology of Fishes, 68 (3): 241-245.
- Chávez, L. (1988). Ecología y conservación del delta de los ríos Usumacinta-Grijalva. INIREB. División Regional-Tabasco y Gobierno del Estado de Tabasco. 720 p.

- Chevolot, M., J. R. Ellis., G. Hoarau., A. D. Rijnsdorp., W. T. Stam y J. L. Olsen. (2006). Population structure of the thornback ray (*Raja clavata* L.) in British Waters. *Journal of Sea Research* 56. 305–316
- Chiaramonte, G. y P. Pettovello. (2000). The biology of *Mustelus schmitti* in southern Patagonia, Argentina. *J. Fish Biol.* 57: 930-942.
- Clark, M.R. y D.M. Tracey. (1994). Changes in a population of orange roughy, *Hoplostethus atlanticus* with commercial exploitation on the Challenger Plateau, New Zealand. *Fish. Bull.*, 92:236-253.
- Compagno, L.J.V. 1(984). FAO species catalogue. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Vol 4 (Parts 1 and 2). FAO Fish. Synop., (125):655 pp.
- Conrath, C.L.; Musick J.A. (2002). Reproductive biology of the dusky smooth-hound, *Mustelus canis*, in the northwest Atlantic Ocean. *Env. Biol. Fish.*, 64: 367.377.
- Cortés, E. (2004) "Life History Patterns, Demography and Population Dynamics" In: *Biology of Sharks and Their Relatives*. J.C. Carrier, J.A. Musick, M.R. Heithaus (Eds.) CRC Press, Boca Raton, FL.
- Cousseau, M. (1986). Estudios biológicos sobre peces costeros con datos de dos campañas de investigación realizadas en 1981. V. El gatuzo (*Mustelus schmitti*). *Publ.Com. Téc. Mixta del Frente Mar.* 1: 60-66.
- De Lanza E. G. y Gómez R.J.C. (2004). Características físicas y químicas del Golfo de México. 105-136 In: *Diagnostico ambiental del Golfo de México*. M. Caso, I. Pisanty, E escurra (eds) Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).

- Downes-Ommanney, F. (1982). Colección de la Naturaleza. Los peces. 2da edición. Editorial Time-Life, Mexico D.F:190p.
- Gadig, O.B.F., Bezerra, M.A., Feitosa, R.D. y Furtado-Neto, M.A. (2000). Ictiofauna marinha do Estado do Ceará, Brasil: I. Elasmobranchii. Arquivos de Ciências do Mar, Fortaleza. 33:51-56.
- Gulland, J.A. (1983). Fish stock assessment: a manual of basic methods Vol. I. Chischester, U.K. Wiley Interscience, FAO/Wiley Series on Food and Agriculture, 223p.
- Hilborn, R. y C.J. Walters. (1992). Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty (Eds): Chapman and Hall, Nueva York. 200 p.
- Hinton, M. y M. Maunder. (2004). Methods for standardizing CPUE and how to select among them. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56(1):169-177.
- Hoening, J. M. y Gruber, S. H. (1990). life-history patterns in the elasmobrachs: implications for fisheries management. 9-16.
- Musick, J.A. (1999). Ecology and conservation of long-lived marine animals. In J.A. Musick (ed.). Life in the slow lane: ecology and conservation of long-lived marine animals, pp.1–10. Amer. Fish. Soc. Symp. 23. Bethesda, Maryland.
- Musick, J.A. (2005). Introduction: management of sharks and their relatives (Elasmobranchii) In J.A. Musick y R. Bomfil (Eds) Management techniques for elasmobranch fisheries. FAO fisheries technical papers T474, 261p.
- Rodríguez-De la Cruz, M. C., Castillo-Géniz, J.L. y Márquez F., J.F. (1996). Evaluación de la Pesquería de tiburón del Golfo de México. Informe final. Instituto Nacional de la Pesca, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México. Clave 116002-5-1314N-9206. 198 p.
- SAGARPA, (2001). Anuario Estadístico de Pesca.
- SAGARPA, (2006). Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca.

- Smith, J.W y Merriner, J. V. (1986). Observation on reproductive biology of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in Chesapeake Bay. Fishery Bulletin, 84 (4): 871-877.
- Smith, J.W y Merriner, J. V. (1995). Food habits and feeding behavior of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in Lower Chesapeake Bay. Estuarinies, 8 (3): 305-310.
- Smith, J.W. y Merriner J.V. (1987). Age and growth, movements and distribution of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in Chesapeake Bay. Estuaries, 10 (2): 153-164.
- Smith, S.E., Au, D.W. y Show, C. (1998). Intrinsic rebound potentials of 26 species of Pacific sharks. Mar. Freshw. Res., 41: 663–678.
- Sokal, R. R. and Rohlf, F. J. (1981). Biometry. 2nd ed. W. H. Freeman (eds.). New York. 859p.
- Stevens, J.D., R, Bonfil., N.K. Dulvy y P. A. Walker. (2000). “The effects of fishing on sharls, rays, and chimaeras (Chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. Journal of Marine Science”. 57: 476-494.
- Underwood, A.J. (1997). Experiments in ecology-Their logical desing and interpretation using analysis of variance. Cambridge: Cambridge University Press. 504 pp.
- Villaseñor, R., Igartúa., L.E., Bermudez R., E.A. y Morales G., M. (1998). Situación actual y tendencias de la administración de las pesquerías de tiburón y batoideos en México. Dirección General de Administración de Pesquerías, Sría. de Medio Amb. Rec. Nat. y Pesca, México. 46 p y 5 Anexos.
- Villavicencio-Garayzar, C.J. (1995). Distribución temporal y condición reproductiva de las rayas (Pisces: Batoidei), capturadas comercialmente en Bahía Almejas, B.C.S., México. Revista de Investigación Científica 6(1-2): 1-12.
- Yañez C., A., (1963). Batimetría, salinidad, temperatura y distribución de los sedimentos recientes en la laguna de Términos, Campeche, México. *Bol. Inst. Geol. UNAM* 67 (1): 1-47.

Zar, J.H. (1984). Biostatistical analysis. 2nd. ed. Prentice Hall. New Jersey. 718p.

1.- Tabla 1. Composición de especies capturadas por la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro, Centla, Tabasco.

Nombre común	Nombre científico	kg total
BANDERA	<i>Bagre marinus</i>	7773
BALA	<i>Dasyatis americana</i>	7580
CURUCO	<i>Arius felix</i>	1865
PALOMETA	<i>Trachinotus falcatus</i>	714
JUREL	<i>Caranx hippos</i> y <i>C. latus</i>	423
HUACHINANGO	<i>Lutjanus</i> sp. (complejo de especies)	384
CAZON	Complejo de especies	367
TIBURON	Complejo de especies	292
SABALO	<i>Megalops atlanticus</i>	179
TRIPA	Complejo de especies	144
PETO	<i>Scomberomus</i> sp.	118
BACALAO	<i>Rachycentron canadum</i>	103
CHUCHA	<i>Aetobatus narinari</i>	95
CHERNA	<i>Ephinephrelus</i> sp. (complejo de especies)	72
PARGUETE	<i>Pagrus pagrus</i>	32
VAQUITA	<i>Balistes capriscus</i>	28
ROBALO	<i>Centropomus undecimalis</i>	17
COJINUDA	<i>Caranx bartholomaei</i>	15
VILLAJAIBA	<i>Lutjanus sinagris</i>	7
MARIPOSA	<i>Gymnura micrura</i>	6
PICUDA	<i>Sphiraena</i> sp.	6
MOJARRA BLANCA	<i>Gerridae</i>	1

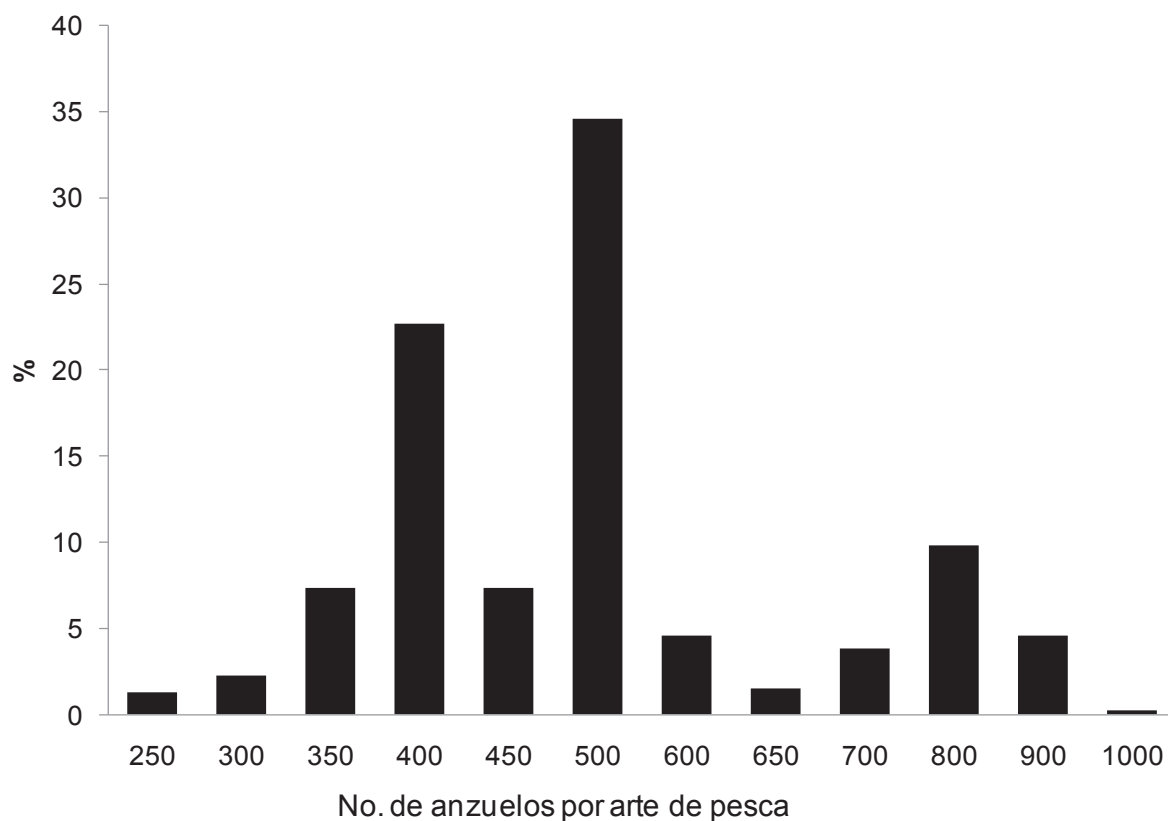
2.- Tabla 2. Comparación de las principales características de la pesquería multiespecífica donde ocurre *D. americana*, dividida por tiempos de pesca.

	<24 horas	>24 horas	t	p
N	94 (85.5%)	16 (14,5%)	-	-
No. Anzuelos	1306±692	4319±2112	-10.96	0.000
Litros gasolina	58.50±19.2	196.25±64.17	-17.05	0.000
	8			
Distancia	20.31±12.7	49.42±24.78	-7.17	0.000
	2			
Profundidad	18.51±7.31	28.62±9.43	-4.89	0.000
CPUE total*	21.67±13.0	15.02±7.13	1.97	0.050
	8			
CPUE <i>D. americana</i> *	9.76±10.26	3.73±4.37	2.30	0.023

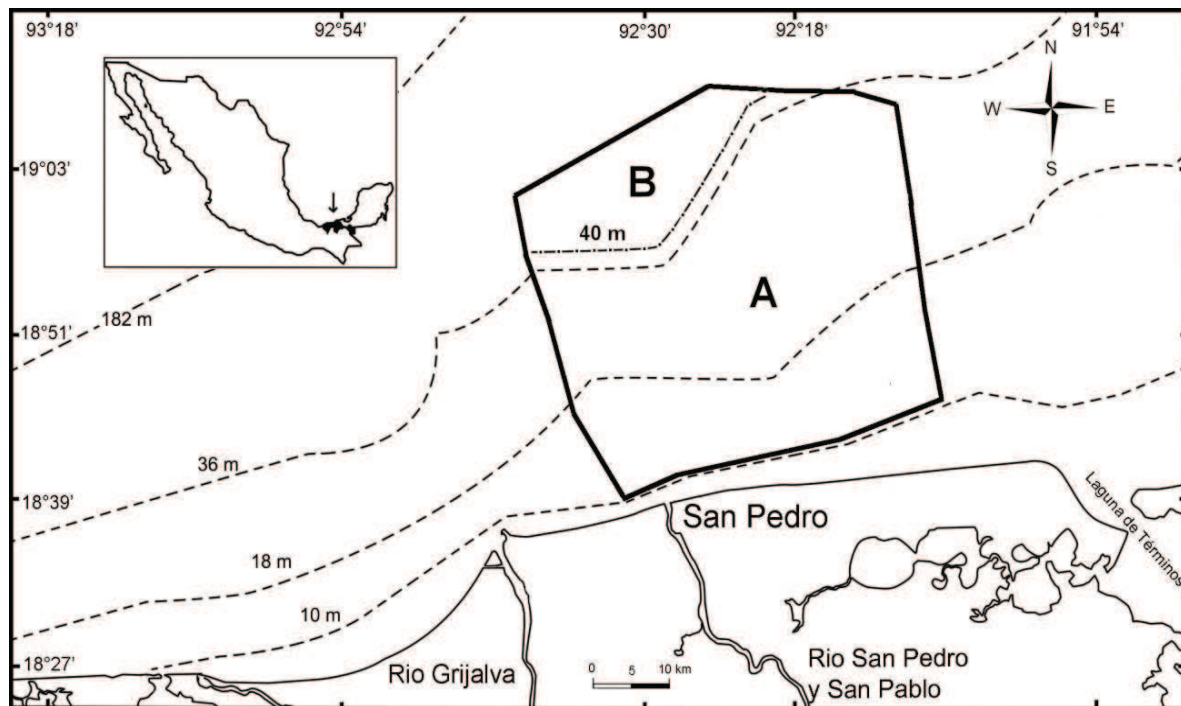
* CPUE=kg/100 anzuelos

3.- Tabla 3. Resultados del ANOVA de dos vías de las capturas totales, para los estratos de profundidad por grupos y por anzuelos.

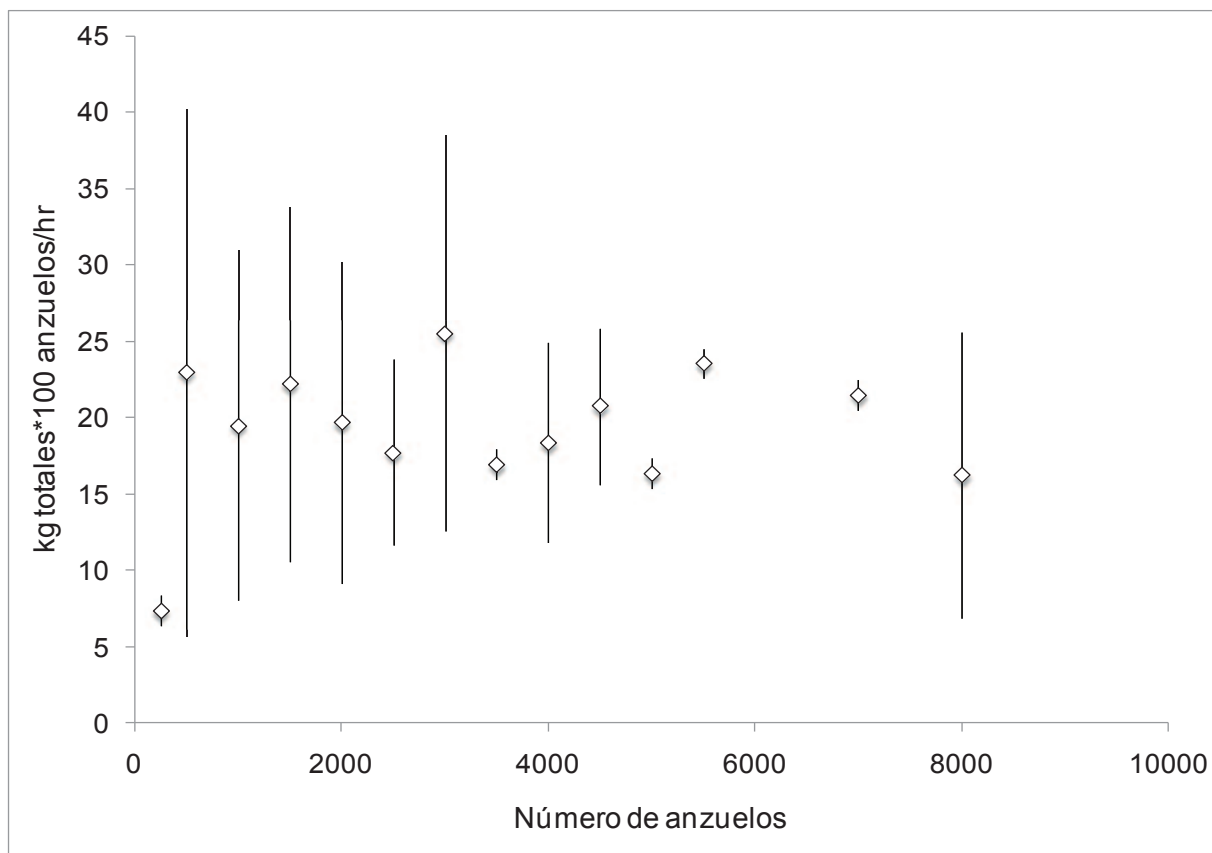
Fuente	suma de cuadrados	g.L	cuadrados medios	F	p
Profundidad por grupos	261.4029	2	130.7014	0.78	0.4617
f anzuelos 2	101.1655	3	33.7218	0.2	0.8955
Profundidad por grupos*f anzuelos 2	279.2611	6	46.5435	0.28	0.9463
Residuo	16272.4323	97	167.7570		
Total	17155.0617	108	158.8431		



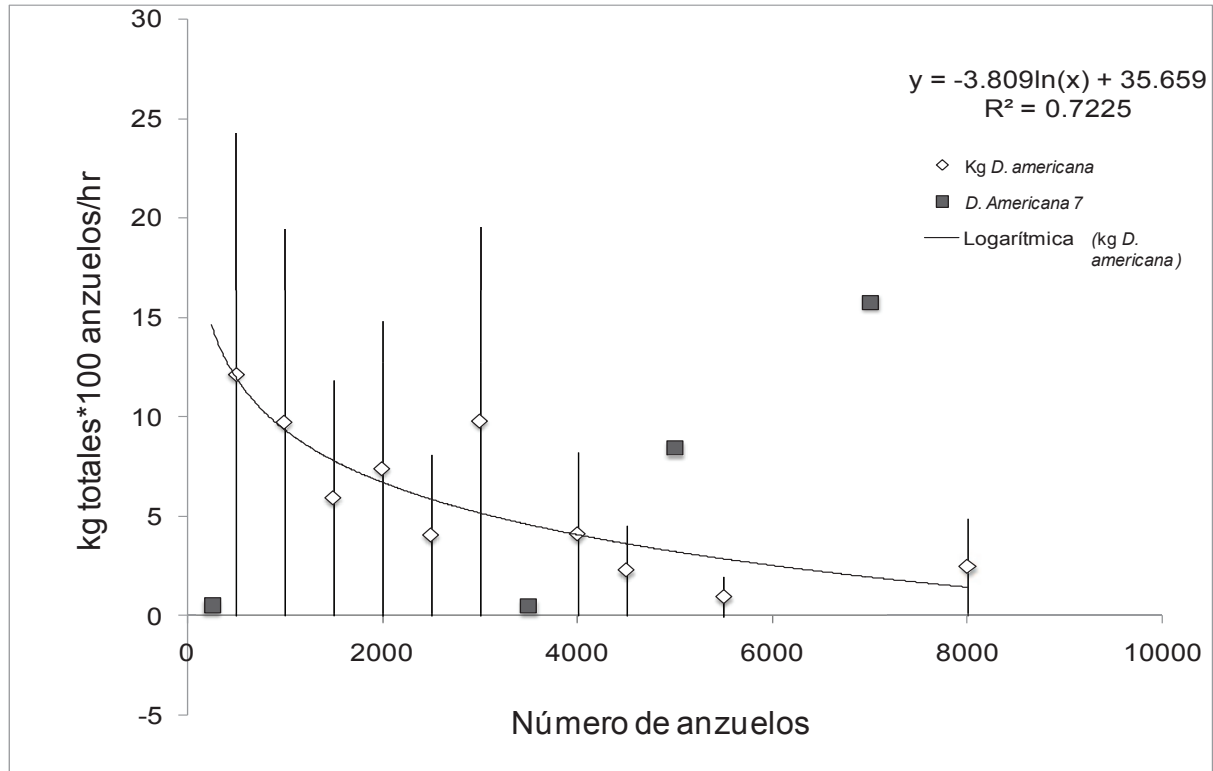
1.- Figura 1. Porcentaje de uso en el número de anzuelos por arte de pesca, utilizados por la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.



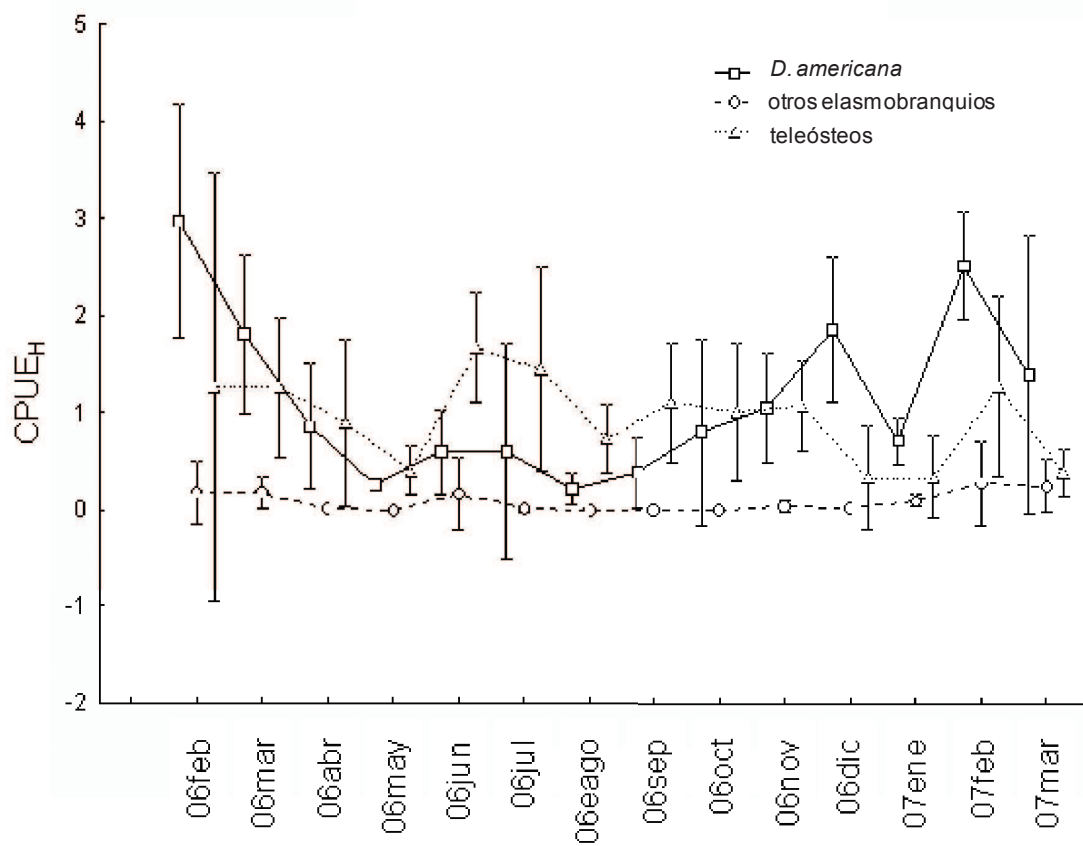
2.- Figura 2. Área de pesca de la flota palangrera del puerto de San Pedro, Centla, Tabasco. Subárea A: 10 a 40m de profundidad 94% de los eventos de pesca. Subárea B: 40 a 100m de profundidad 6% de los eventos de pesca.



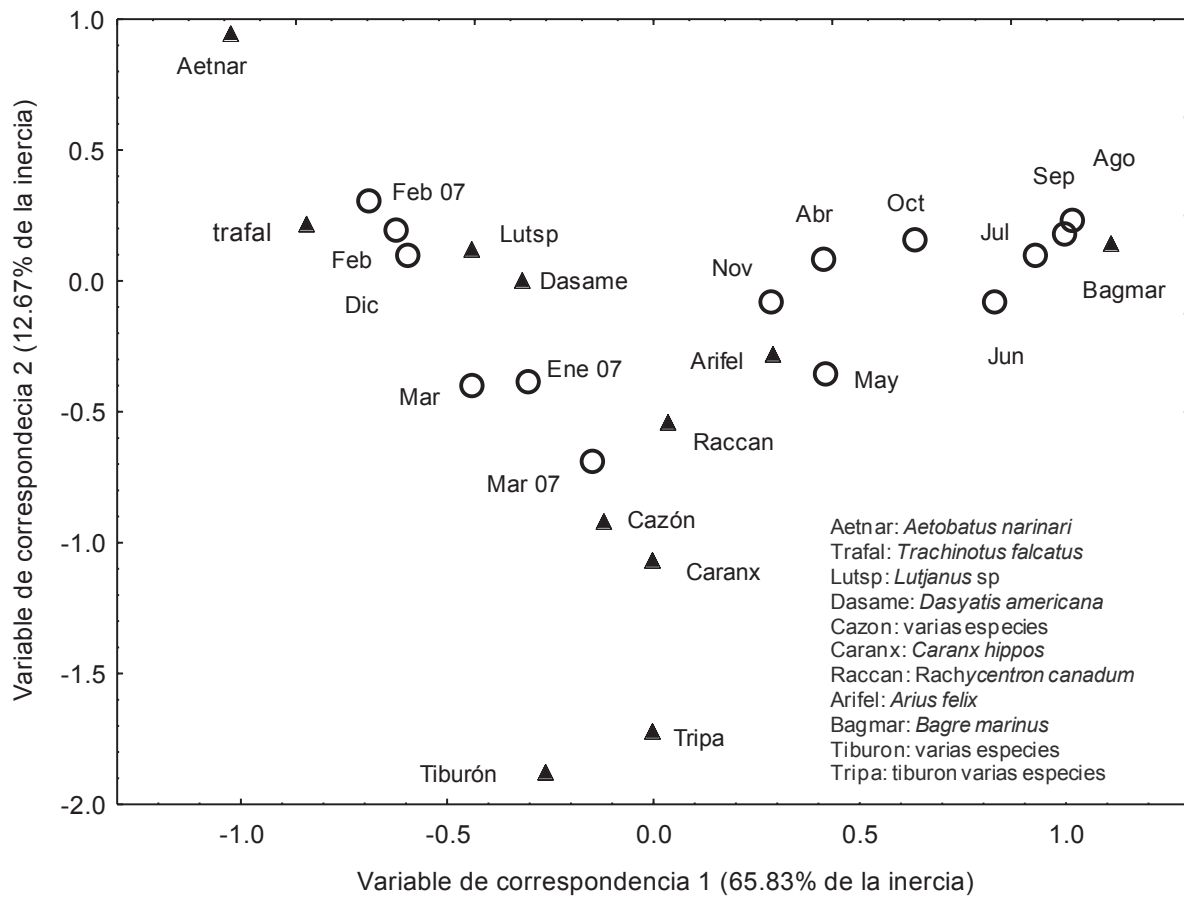
3.- Figura 3. Promedio \pm DE de la CPUE total (kg*100 anzuelos/hr) por número de anzuelos, de la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro, Centla, Tabasco.



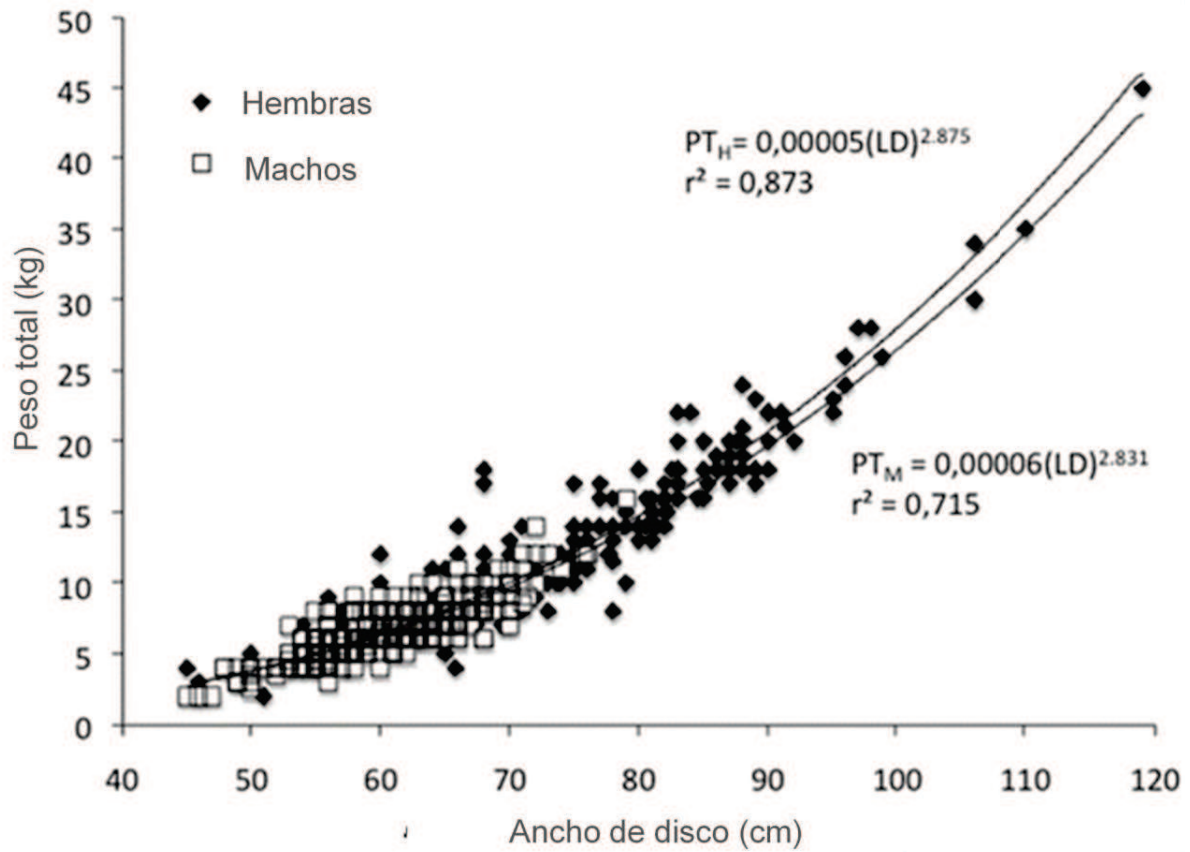
4.- Figura 4. CPUE (kg*100 anzuelos/hr) de *D. americana* en relación al número total de anzuelos.



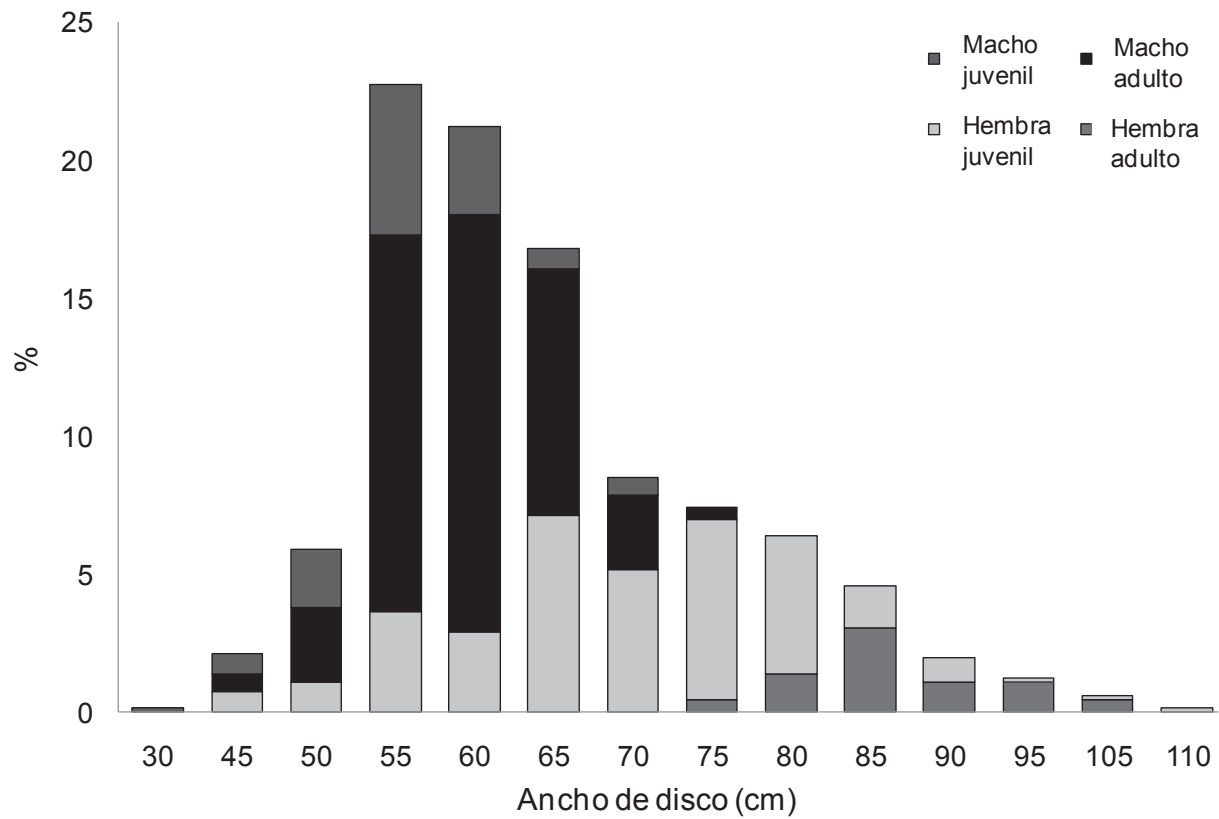
5.- Figura 5. CPUE total \pm DE en Kg de las Capturas totales reportadas por la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco. Se incluye a *D. americana* con respecto a los otros grupos capturados



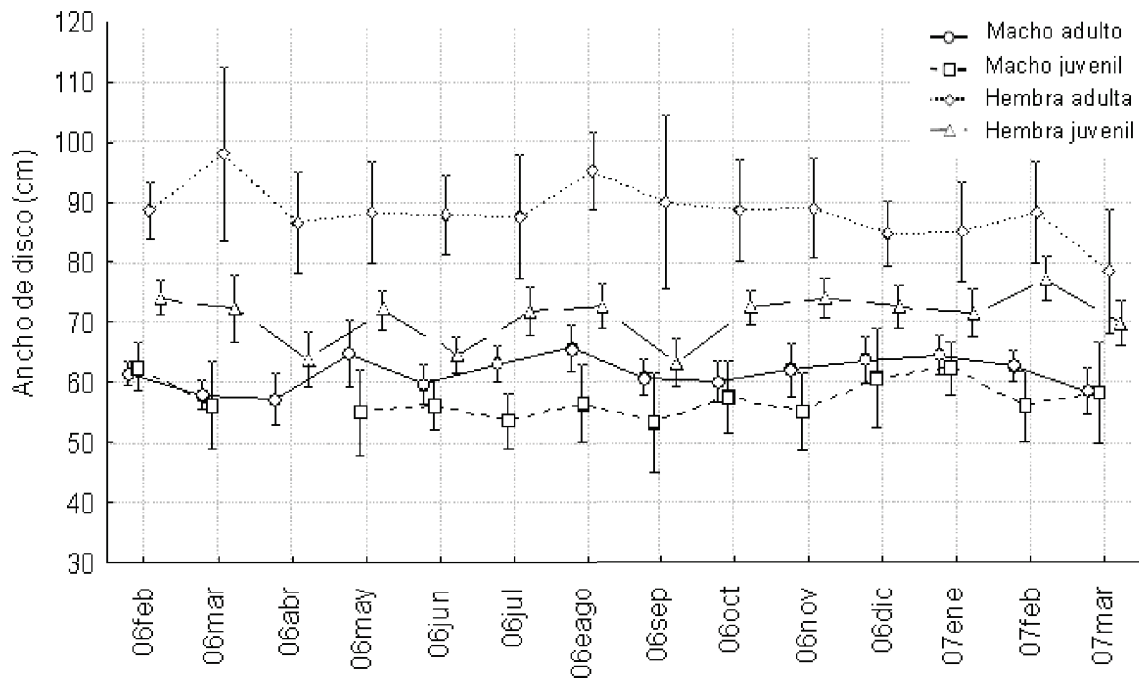
6.- Figura 6. Contribución y variación mensual de todas las especies capturadas por la flota pesquera que opera en el Puerto de San Pedro, Centla, Tabasco.



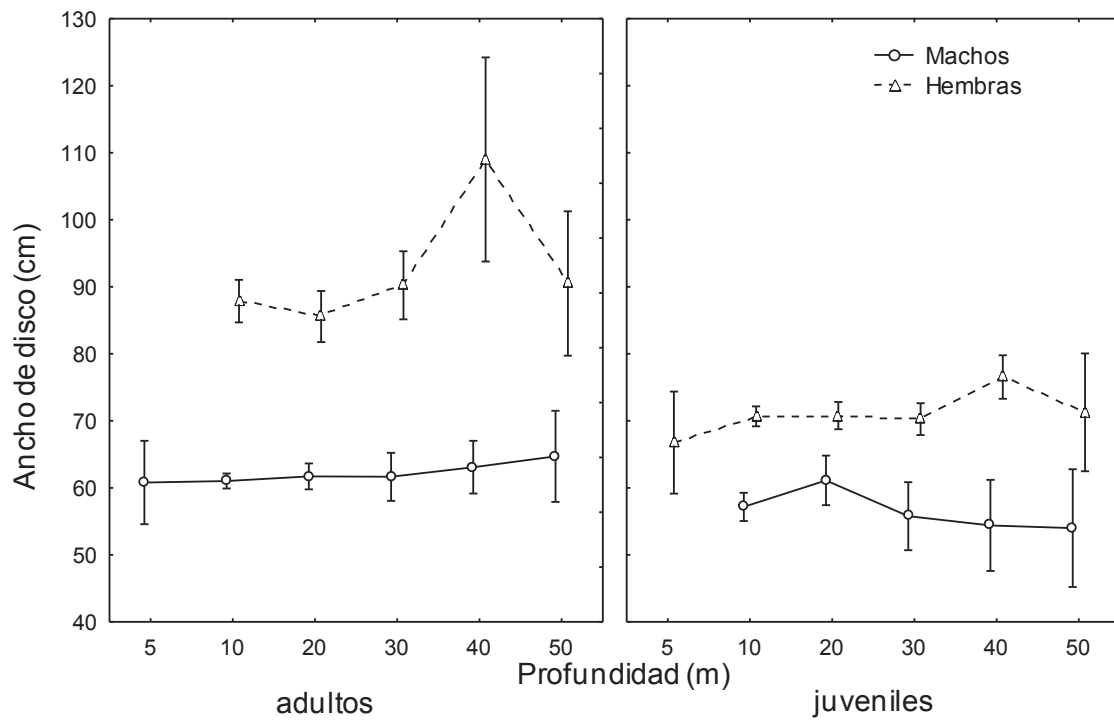
7.- Figura 7.-Relación ancho de disco-peso total de machos y hembras de *D. americana* en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.



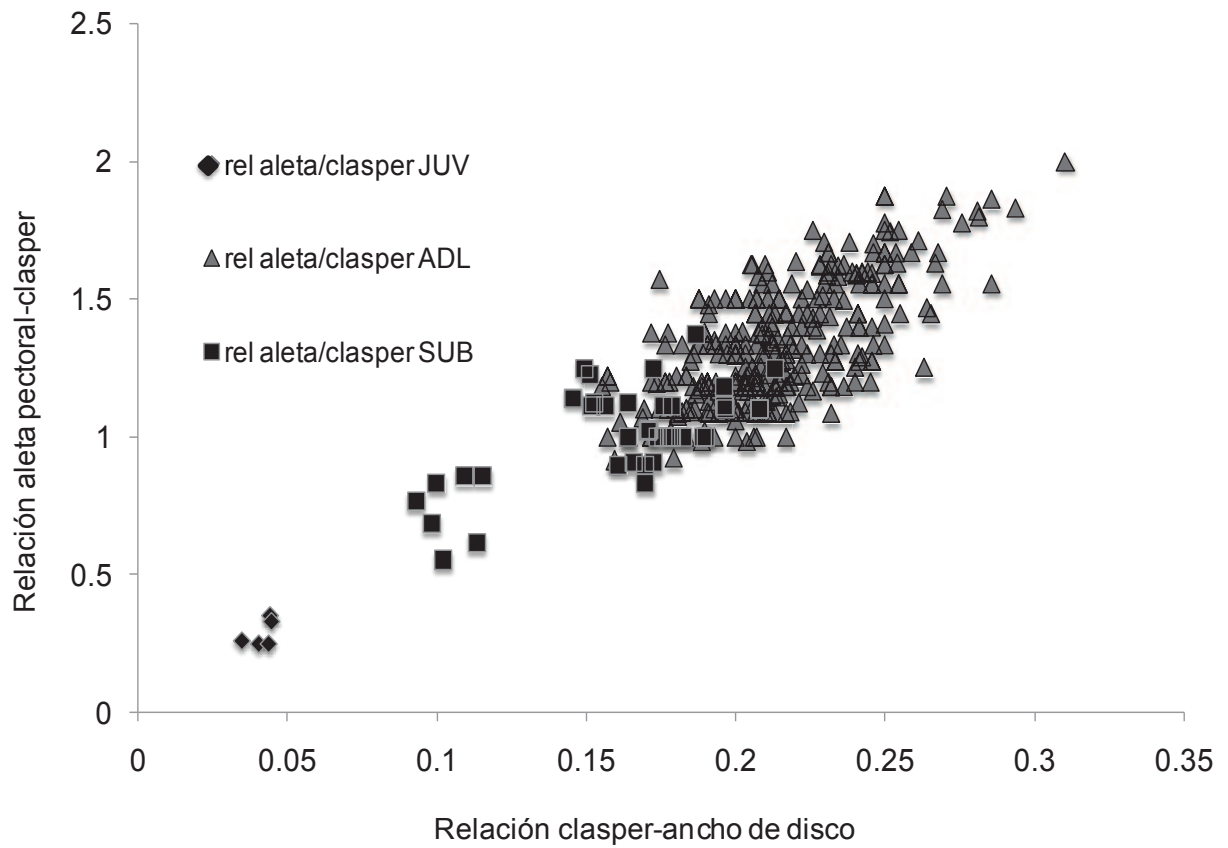
8.- Figura 8. Distribución de tallas, sexos y estadios de *D. americana* capturados por la flota pesquera en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.



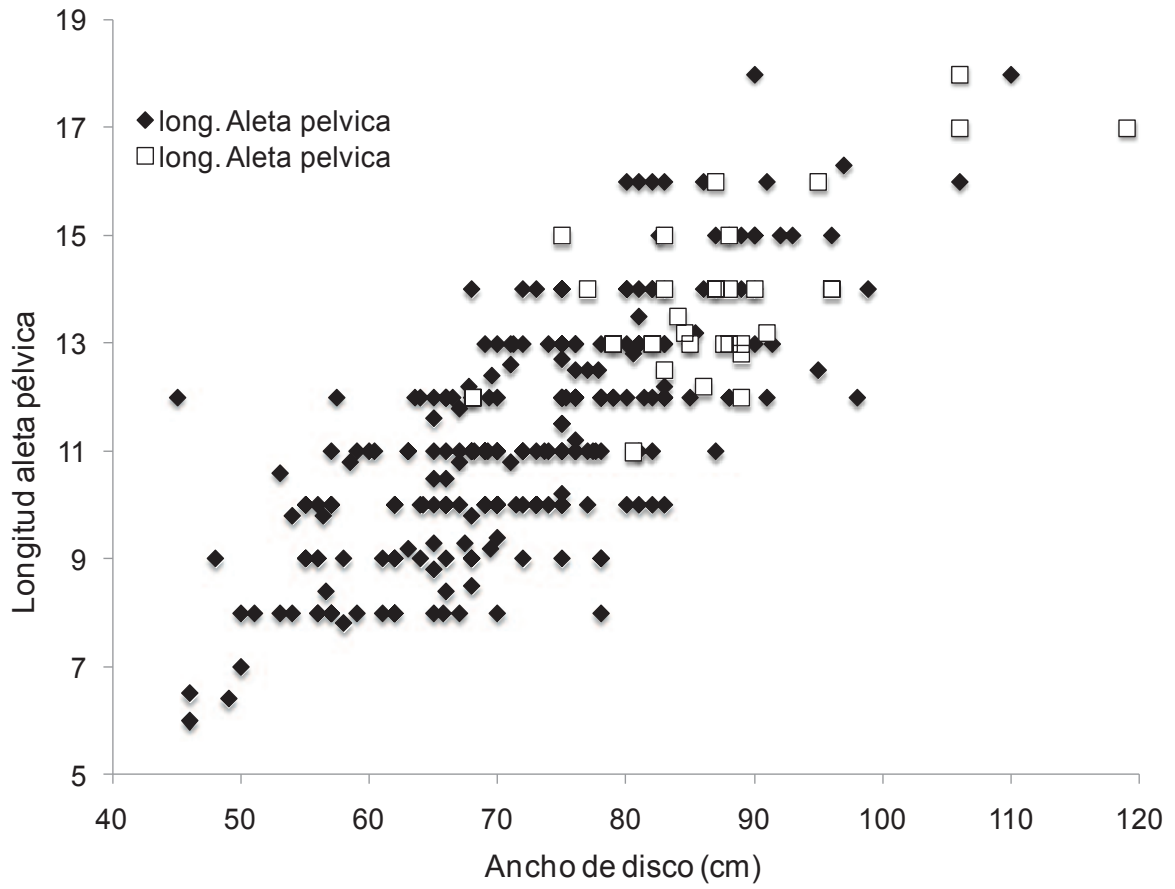
8.- Figura 9. Distribución mensual de Promedio \pm DE de las tallas por estadio para machos y hembras de *D. americana* en el Puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.



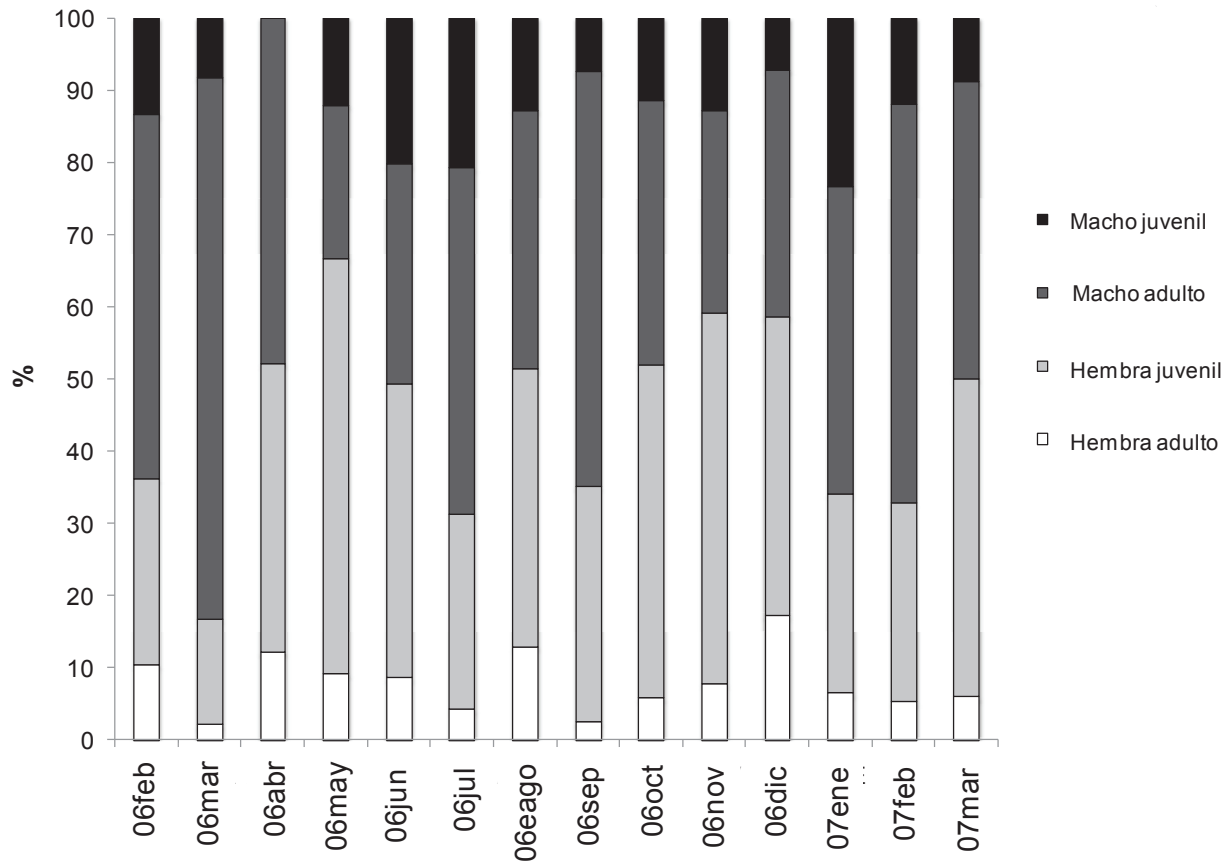
10.- Figura 10. Relación Promedio \pm DE de las tallas y estadios de machos y hembras con la profundidad de captura de *D. americana* en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.



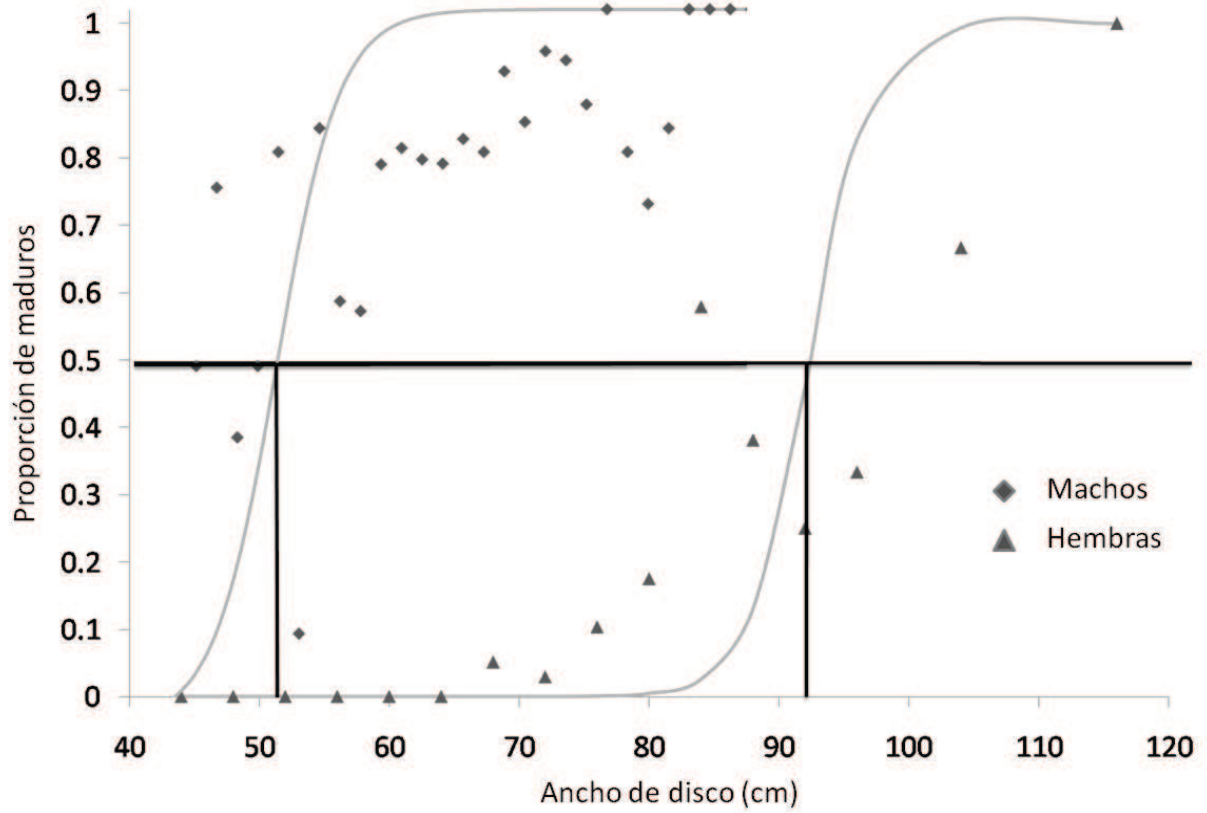
11.- Figura 11. Estadios de madurez sexual de machos de *D. americana*, reportados por la flota pesquera que opera en el Puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.



12.- Figura 12. Relación longitud ancho de disco-longitud aleta pélvica para hembras de *D. americana* capturadas por la flota pesquera del Puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.



13.- Figura 13.- Proporción de sexos y estadios de madurez para *D. americana* capturados por la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.



14.- Figura 14. Proporción de adultos maduros L_{50} de *D. americana* capturados por la flota pesquera que opera en el puerto de San Pedro y San Pablo, Centla, Tabasco.