

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO-AGROPECUARIAS



**"VARIACIÓN ESPACIO TEMPORAL DE LA DISTRIBUCIÓN Y
ABUNDANCIA RELATIVA DE PELÁGICOS MAYORES, OBTENIDOS
POR LA PESQUERÍA PALANGRERA MEXICANA DE ATÚN EN EL
GOLFO DE MÉXICO: 2003-2008"**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS**



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

EN EL ÁREA DE CIENCIA PESQUERA

presenta:

M.C. CECILIA QUIROGA BRAHMS

Director de tesis:

Dr. Heriberto Santana Hernández

Co-Director:

Dr. Sergio G. Castillo Vargasmachuca

"VARIACIÓN ESPACIO TEMPORAL DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA RELATIVA DE PELÁGICOS MAYORES, OBTENIDOS POR LA PESQUERÍA PALANGRERA MEXICANA DE ATÚN EN EL GOLFO DE MÉXICO: 2003-2008"

CONTENIDO

	Pág
RESUMEN	1
1 INTRODUCCIÓN	6
2. ANTECEDENTES	8
3. HIPÓTESIS	14
4. OBJETIVOS	15
5. METODOLOGÍA	15
5.1. Zona de estudio	16
5.2 Fuentes de información	17
5.3. Análisis de la información	18
6. RESULTADOS	23
6.1. Caracterización de la pesquería palangrera mexicana de atún en el Golfo de México.	23
6.2. Indicadores de la operación de la flota durante el periodo 2003-2008	27
6.3. Análisis de la distribución espacial y temporal del esfuerzo pesquero aplicado por la flota	30
6.4. Composición de las capturas	37
6.5 Relación de la distribución espacio temporal de las especies con la temperatura superficial del mar	76

6.6. Relación de la abundancia relativa de las especies con las franjas de latitud	86
6.7. Relación de la abundancia relativa por especie con la longitud de los reinales	90
6.8. Resultados generales de los análisis estadísticos	93
7. DISCUSIÓN	109
8. CONCLUSIONES	111
9. BIBLIOGRAFÍA	112

AGRADECIMIENTOS

A MI FAMILIA: A mis padres Guillermo Quiroga y Josefa Brahms por su infinito amor, inagotable generosidad y transmitirme sus principios de integridad, respeto y amor la vida. A mi Esposo Enrique con todo mi amor y agradecimiento por su compañía y apoyo. A mis hijas Lluvia y Nictié, por su amor y cobijo que me hacen valorar cada uno de mis días. A mis nietos Emiliano, Regina, Aranza y Nicolás por haberme hecho disfrutar el nivel sublime del amor filial. A mis hermanos, Frida, Ana, Guillermo, José, Edna y Erick por formar parte indispensable de mi vida.

A MIS TUTORES: A mi Director Dr. Heriberto Santana Hernández, por su invaluable guía, apoyo y por compartirme su tiempo y experiencia de forma siempre generosa.

Dr. Sergio Castillo Vargas-Machuca, por su gran apoyo sin el cual habría sido imposible alcanzar esta meta y a la Dra. Elaine Espino Barr, que además de su asesoría, agradezco su valiosa amistad.

AL INSTITUTO NACIONAL DE PESCA. Por haberme albergado durante 20 años y por facilitarme la información base para llevar a cabo este posgrado.

A las autoridades del INAPESCA, Maestro Raúl Romo Trujillo, Biol. Luis Beléndez Moreno, y Dr. Abraham Navarrete del Proo, quienes además de su invaluable amistad, me brindaron las facilidades para llevar a cabo el Doctorado.

A la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT, por la oportunidad de superarme académicamente y por el apoyo permanente de su personal administrativo.

A MIS ASESORES: El presente trabajo no habría sido posible sin la colaboración y asesoría de los expertos que me apoyaron para la realización de este trabajo: M.C. Karina Ramirez López, Dra. Gabriela Galindo Cortés, Dr. Juan Madrid Vera, Dra. Lourdes Jiménez Badillo, M.C. Ahimé Alvarez Vela, Ing. Erick Márquez Garcia, Biol. Aurora Monreal Prado, Dra. Carmen Quiroz Jiménez Quiroz, M.C. Evlin Ramírez, M.C. Elizabeth Romero Hernández, Juan Carlos Espinoza Méndez, José Luis Falcón Rodríguez y Kareen Pérez Reyes.

RESUMEN

La pesquería palangrera mexicana de atún del Golfo de México es una actividad importante ya que los atunes capturados en contraste con los obtenidos por la pesquería de cerco se exportan libremente, así que esta actividad representa una importante fuente de divisas al tener como destino el mercado de Estados Unidos en su presentación de producto fresco. Igualmente y como consecuencia, esta actividad promueve el desarrollo regional al generar empleos directos e indirectos. Las primeras gestiones para el inicio de esta pesquería fueron en 1993, llegando a aplicar un máximo de 2.07 millones de anzuelos en 2006, que fue disminuyendo progresivamente hasta 1.81 millones en 2008. La pesquería está dirigida al atún aleta amarilla *Thunnus albacares*; sin embargo, debido a las características del sistema de pesca la captura es multispecífica, de modo que se obtienen otras especies clasificadas como captura incidental. También debido a que en el Océano Atlántico la pesquería de atún aleta amarilla es compartida entre varios países y particularmente en el Golfo de México con Estados Unidos y Cuba, su evaluación y aprovechamiento se realiza mediante la cooperación científica, por lo que además de la normatividad nacional la pesquería atiende acuerdos internacionales para la conservación del Atún. En este contexto y considerando la necesidad de contar con elementos técnicos para orientar la pesca de atún del atlántico, mediante el menor impacto posible sobre otras especies, es muy importante generar información que explique los patrones de distribución y abundancia espacio temporal de la pesca objetivo e incidental, así como su relación con factores ambientales como la temperatura superficial del mar. Para este propósito se analizaron los datos de captura y esfuerzo aplicados por la flota atunera palangrera atunera mexicana del periodo 2003-2008, reportados por los observadores científicos del Programa Nacional para el Aprovechamiento del Atún y Protección de Delfines (PNAAPD) y el Instituto Nacional de Pesca. Mediante el uso de las herramientas estadísticas más adecuadas, se clasificaron las especies y grupos de especies, las áreas de operación, así como la relación de la temperatura superficial del mar y la longitud de los reinales, cuyo efecto modifica la profundidad de los anzuelos y consecuentemente la captura de las especies. Los resultados indican que el atún aleta amarilla es la especie más importante en peso pero no en número de organismos, rubro en el que es superado por la lanceta *Alepisaurus ferox*; ambas especies acumularon el 79.1% de la captura total en número de individuos. Se distinguen otros cuatro grupos integrados por especies destinadas a la pesca deportiva (7.84%), otros atunes (6.21%), otras especies de escama (5.07%) y tiburones (1.78%). Las áreas de operación se clasificaron en franjas latitudinales, distinguiéndose las de 19° 00' a 22° 00' Lat. N por ser las de más alta concentración del esfuerzo y caracterizadas por los promedios más altos de la temperatura superficial del mar (27°-30°C) que se presenta entre los meses de marzo a octubre. En el resto de las franjas latitudinales, por arriba de los 22° 00' Lat. N, el esfuerzo pesquero ha sido muy disperso ante la presencia de las temperaturas superficiales más bajas del Golfo de México (24°-26°C), lo cual ocurre durante los meses de noviembre a abril de cada año. Durante esta época la flota palangrera modifica la longitud de los reinales, para que además de la especie objetivo se incluya a especies como el pez espada *Xiphias gladius*, el atún aleta azul *Thunnus thynnus* y el atún patudo *Thunnus obesus*, que se distribuyen en aguas más frías y/o en los estratos más profundos de la columna de agua.

1. INTRODUCCIÓN

La pesquería palangrera mexicana de atún en el Golfo de México, durante la última década ha reportado alrededor de 1200 t anuales; la producción reportada en el 2006 fue de 998 t. A pesar de que el volumen de captura de atún no representa más del 1 % en la producción pesquera del Golfo de México, es importante para el País ya que el atún capturado con palangre en contraste con el que se obtiene en la pesquería de cerco, se exporta libremente, por lo que la mayor parte del producto fresco tiene como destino el mercado de Estados Unidos, representando una importante fuente de divisas. Asimismo, esta actividad promueve el desarrollo regional a través de la inversión, la generación de empleos directos e indirectos y el aprovechamiento integral de las especies que se capturan de manera incidental.

Otro aspecto sobresaliente de la pesquería, es que a partir del establecimiento de las 200 millas, conocida como Zona Económica Exclusiva Mexicana (ZEEM), ratificada en la Convención sobre la Ley del Mar en 1976 y en 1982, a México se le asignó la soberanía para la exploración, explotación, conservación y manejo de los recursos naturales de esta zona, con miras a asegurar su óptimo aprovechamiento y conservación, o en su defecto permitir a las flotas extranjeras que lo solicitaran, el aprovechamiento de los excedentes. De esta manera, México está obligado a tener una flota oceánica para la captura de los recursos pesqueros existentes. (Sosa-Nishizaki, 1996).

Debido a que en el Atlántico existe sólo una población de atún aleta amarilla (AAA) compartida entre varios países, su evaluación y aprovechamiento se realiza mediante la cooperación científica internacional a través de la Convención Internacional para la Conservación del Atún del Atlántico (CICAA) a la que México se incorporó en el 2002 con pleno derecho por lo que además de la normatividad nacional, la pesquería atiende acuerdos internacionales para la conservación del Atún del Atlántico.

La pesca de atún en México está regulada por dos Normas Oficiales Mexicanas. En 1996 se publicó la NOM-023-PESC-1996 que regula el aprovechamiento de las especies de túnidos con embarcaciones palangreras en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, y la NOM-EM-04-PESC-2001 regula la Captura incidental de organismos juveniles de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y patudo (*Thunnus obesus*) en el Océano Pacífico Oriental y en el Océano Atlántico, incluyendo el Golfo de México y Mar Caribe. En cuanto a las recomendaciones internacionales, la CICAA

establece que el nivel del esfuerzo de pesca efectivo sobre el rabil del Atlántico (*Thunnus albacares*), no se debe aumentar por encima del nivel observado en 1992. Al respecto el Comité Permanente de Investigaciones y Estadísticas (SCRS) de la CICAA, estimó para 2008 una Captura Máxima Sostenible en el Océano Atlántico de 130,600 t, basada en el modelo de producción en no equilibrio (ASPIC).

Aunque la pesquería está dirigida al atún aleta amarilla la captura es multiespecífica, por lo que se capturan especies de forma incidental como otros atunes, marlines, pez espada, pez vela, tiburones y algunas especies de escama. Por ello, tanto la normatividad nacional como internacional hacen especial énfasis en el control de la pesca incidental de todas estas especies para evitar el deterioro de sus poblaciones. Cabe señalar que en reconocimiento de los esfuerzos que México ha hecho en materia de conservación del atún aleta azul y pez espada, en 2006 la CICAA le ha otorgado una cuota de captura de 135 t y 400 t en 2007, respectivamente (CNP 2006).

Con base en la Ley de Pesca y Acuicultura Sustentables, vigente a partir de noviembre de 2007, la *Captura incidental* se define como "La extracción de cualquier especie no comprendida en la concesión o permiso" y en su ARTÍCULO 66, señala que la captura incidental estará limitada y no podrá exceder del volumen que determine la Secretaría, para cada pesquería, según las zonas, épocas y artes de pesca, de conformidad con lo que establece la presente Ley y demás disposiciones que de ella se deriven. Los excedentes de los volúmenes de captura incidental que determine dicha autoridad en tales disposiciones, serán considerados como pesca realizada sin concesión o permiso. El aprovechamiento de los productos pesqueros obtenidos en la captura incidental se sujetará a las normas oficiales que al efecto se expidan.

Por otro lado, la pesca deportiva en México tiene reservada la prioridad legal para capturar varias especies de pelágicos mayores; el ARTÍCULO 68 de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables establece que las especies denominadas marlín, pez vela, pez espada, sábalo o chiro, pez gallo y dorado, en todas sus variedades biológicas, quedan destinadas de manera exclusiva para la pesca deportivo-recreativa, dentro de una franja de cincuenta millas náuticas contadas a partir de la línea de base desde la cual se mide el mar territorial. No podrán realizarse actividades de pesca distintas a las de investigación, sobre las especies destinadas a la pesca deportivo-recreativa en las áreas de reproducción que establezca la Secretaría mediante disposiciones reglamentarias.

Por lo antes expuesto, a fin de contar con los elementos técnicos para orientar la pesca de atún del atlántico, considerando el menor impacto posible sobre las especies consideradas como pesca incidental, es muy importante generar información para explicar, entre otros aspectos, los patrones de comportamiento de algunas especies de la pesca incidental en particular y de las comunidades en general, y su relación con factores ambientales como la temperatura superficial del mar y las corrientes dominantes.

Para dicho estudio se analizaron los registros de las capturas obtenidas por la totalidad de la flota atunera palangrera mexicana, de 2003 a 2008, a través de los reportes generados por el programa de observadores científicos del Programa Nacional para el Aprovechamiento del Atún y Protección de Delfines (PNAAPD) y el Instituto Nacional de Pesca.

2. ANTECEDENTES

La ficha de la Carta Nacional Pesquera (2006) que corresponde al "Atún" constituye la representación gráfica y escrita del estado actual de la pesquería de en el Golfo de México; en ella se incluyen las generalidades (especies objetivo y pesca incidental, zona de captura, unidad de pesquería) indicadores (tendencias de las capturas y esfuerzo y medidas de manejo); asimismo, especifica el esfuerzo pesquero y los lineamientos de manejo. Dicho documento se actualiza periódicamente, incluyendo la información científica que más recientemente se haya generado.

De con acuerdo con el Diario Oficial de la Federación, existen dos Normas Oficiales Mexicanas que regulan la pesquería: 1) La NOM-023-PESC-1996 regula el aprovechamiento de las especies de túnidos con embarcaciones palangreras en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe; estipula las características de las embarcaciones palangreras; establece un número máximo de 45 unidades de esfuerzo pesquero (que puede ser variable de acuerdo con los estudios científicos y técnicos), así como regulaciones precisas para el aprovechamiento de las especies capturadas incidentalmente y que la captura incidental no deberá ser mayor del 20% de la captura nominal. 2) La NOM-EM-04-PESC-2001 regula la captura incidental de organismos juveniles de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y patudo (*Thunnus obesus*) en el Océano Pacífico Oriental y en el Océano Atlántico, incluyendo el Golfo de México y Mar Caribe; se establece una talla mínima de captura equivalente a 4 kg de peso por individuo

60 cm de longitud furcal y la tasa de captura incidental de juveniles de atún por viaje de pesca no debe exceder de 10% de la captura nominal obtenida durante el viaje correspondiente.

En el Capítulo correspondiente al Atún, del libro *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo 1999-2000*, el INAPESCA presenta un análisis general de la información con que se cuenta hasta la fecha de la edición, que incluye la importancia de la pesquería, las especies objetivo y de acompañamiento, la tendencia y composición de las capturas y esfuerzo, distribución geográfica de las capturas, los métodos que se han empleado para la evaluación del stock y sus resultados, las regulaciones vigentes y el estado actual del recurso

Debido a que los atunes y otras especies altamente migratorias son aprovechados por varios países, es necesario establecer medidas de ordenación y conservación, que permitan proteger coordinadamente las poblaciones. Para ello se han creado las Organizaciones Regionales de Manejo Pesquero (OROP s). En el Océano Atlántico existe la Comisión Internacional para la Conservación del Atún del Atlántico (CICAA), organización que recopila las estadísticas pesqueras de las partes contratantes y entidades pesqueras no contratantes que pescan estas especies en el océano Atlántico; coordina la investigación, incluyendo evaluaciones de stock en coordinación con sus miembros, desarrolla asesoramiento en materia de ordenación con base en la mejor ciencia, proporciona mecanismos para que las partes contratantes acuerden medidas de ordenación y edita las publicaciones pertinentes. A través del Comité Permanente de Investigación y Estadísticas (SCRS) emite informes anuales. De esta manera, el informe 2008 presenta una evaluación completa del stock de rabil, aplicando un modelo estructurado por edades y un modelo de producción en no equilibrio con datos de captura disponibles hasta el año 2006. Mediante Análisis de Población Virtual (VPA) se ha estimado que los niveles de mortalidad por pesca y de biomasa reproductora en años recientes, se han situado muy cerca de los niveles de Rendimiento Máximo Sostenible (RMS). El RMS obtenido fue 130 600 t., por lo que se ha recomendado no incrementar el esfuerzo pesquero.

En cuanto a los aspectos oceanográficos, de la Lanza-Espino (1991), ha descrito las condiciones oceanográficas del Golfo de México, incluyendo fisiografía, temperaturas, corrientes, parámetros fisicoquímicos, tipos de fondo, etc.

Ramírez-López et al. (2005) presentan una evaluación de la pesca del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) en el Golfo de México, durante el año 2004, en el que se describen las principales características de la pesquería, enfatizando su comportamiento con respecto a las regulaciones nacionales e internacionales actuales. También se presenta la dinámica de la flota pesquera y se examinan los datos de captura, esfuerzo pesquero, captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y su patrón espacio-temporal, además de la captura incidental.

Ramírez-López et al. (2008), analizaron las capturas de atún aleta amarilla de acuerdo con su destino final, captura retenida, liberada viva y descartada y su comportamiento temporal y espacial. Ellos concluyeron que la mayor parte de la captura de atún aleta amarilla fue retenida y que la captura liberada viva referida como organismos juveniles fue marginal, lo cual refleja que las tallas de los ejemplares se encuentra por encima de la talla mínima de captura. En general la captura descartada está compuesta por organismos que han sido dañados o maltratados durante el tiempo de reposo del palangre o que carecen de valor comercial.

En el contenido del instructivo denominado "Instrucciones generales para los observadores científicos del programa nacional para el aprovechamiento del atún y protección de los delfines, (2005)", se explican las labores y responsabilidades de los observadores y el uso de los formatos, la descripción detallada de los reportes de cada viaje de pesca de la flota palangrera atunera, así como las guías para la identificación de las especies capturadas.

Ramírez-López et al. (2005) hacen una descripción del efecto de las pesquerías de atún con palangre sobre las poblaciones de especies pelágicas altamente migratorias en el Golfo de México"; ellos analizaron la dinámica espacial y temporal de la flota, composición de la captura obtenida durante 2004, la CPUE y la estructura de tallas de las especies más abundantes. Se encontró que durante el año 2004 el 75% de la captura en peso (ton) fue atún aleta amarilla; 2% de otros atunes; 15% de marlines; 3% de tiburones y rayas y 5% de otras especies. En número de organismos el 62% correspondió a AAA, 7% a otros atunes, 16% a marlines, 1% a tiburones y rayas y 14% a otros peces. De manera marginal se capturaron cinco especies de tortugas marinas: Caguama (*Caretta caretta*), Laúd (*Demochelys coriacea*), Blanca o verde (*Chelonia mydas*), Lora (*Lepidochelys coriacea*) y Carey (*Eretmochelys imbricata*). En nueve años de operación de la flota atunera (1994-

2001), se registraron 69 ejemplares siendo la tortuga laúd y la lora las especies más frecuentes con proporciones de 72% y 16% respectivamente

Aburto-Castañeda (2007) propuso un análisis estadístico para identificar los factores ambientales y pesqueros que influyen en la captura incidental de peces de pico en el Golfo de México, tales como la temperatura, la profundidad media del fondo oceánico, el porcentaje de iluminación del disco lunar, la profundidad de anzuelo, el tipo de carnada, el horario de lance y la zona de pesca, entre otros. Para el análisis de los datos utilizó Modelos Lineales Generalizados que permiten discernir cómo y cuáles factores modifican las tasas de captura.

Ramírez-López et al (2008) describieron los fundamentos internacionales para la creación de la CICAA, con 46 países miembros, su propósito y funciones, las especies objetivo y las recomendaciones y resoluciones aplicables a la pesquería mexicana que se enfocan principalmente al límite de tallas, la asignación de cuotas de captura totales y en algunos casos por país, así como el establecimiento de planes de recuperación de dichas especies y otras medidas para su aprovechamiento sustentable y conservación.

Estrada-Jiménez et al (2008), refieren los compromisos que México ha adquirido desde que es miembro de la CICAA en 2002, buscando promover el crecimiento de la pesquería mexicana del atún y el pez espada en el Océano Atlántico. México ha participado en los diferentes grupos de trabajo, en las evaluaciones del stock del atún aleta amarilla y barnilete y ha proporcionado anualmente las estadísticas de pesca sobre la captura y esfuerzo de los atunes y la captura incidental de tiburones, marlines y especies afines.

Dreyfus-León et al. (2008) señalan que las capturas de atún aleta amarilla obtenidas por la flota palangrera mexicana en el periodo 2000-2007, muestran una tendencia hacia la baja al pasar de 1,390 t en 2000 a 873 en 2007, con promedio en dicho periodo de 1,124 t. Las capturas de atún aleta azul también descendieron de 29 toneladas en el 2000 a 6 toneladas en el 2007 y con un promedio de 13 toneladas para todo el periodo mencionado.

Quiroga-Brahms et al. (2008) analizaron los parámetros indicadores del comportamiento del recurso atún en el Golfo de México, durante el periodo 1980-2007. En este estudio se realizó un análisis exploratorio con el objetivo de conocer los cambios y tendencias de las capturas totales retenidas del atún aleta amarilla y se calculó la CPUE de esta especie. Entre las conclusiones se destaca que durante el periodo comprendido entre 1981 y 1986,

hubo un incremento acelerado de la producción, seguido por una suspensión administrativa de la flota en 1987; después de un resurgimiento en 1989, en la década de los 90 se presentó un crecimiento sostenido hasta 2003, año en que inició una disminución continua en las capturas. De acuerdo con el análisis de los rendimientos, se observó que la disminución de la CPUE en los últimos tres años del periodo analizado se estabilizó en alrededor de 1.5 organismos por 100 anzuelos calados.

Ramirez-López et al. (2009) analizaron de forma espacial y temporal la captura incidental obtenida en la pesca de atún aleta amarilla, clasificada según su destino como captura retenida, captura liberada viva, y captura descartada muerta. La captura incidental se refiere a otros atunes, marlines y especies afines, tiburones y rayas y otros peces. Los autores referidos observaron que el grupo de otros peces presentó los valores mayores, predominando dentro de ellos la lanceta y el aceitoso que en su mayoría son descartados debido a su nulo aprovechamiento. En el caso otros atunes y marlines en su mayoría son retenidos y para el grupo de tiburones se mantiene una proporción similar entre la captura retenida y la captura liberada viva, esta última compuesta principalmente por rayas.

Xolaitenco-Coyotl (2009) analizó el esfuerzo pesquero con palangre de la flota atunera del Golfo de México durante 2004 expresado en viajes, lances y número de anzuelos calados, así como la captura total de organismos desembarcados. Para determinar los principales factores que influyeron en la captura se usaron modelos lineales generalizados utilizando como variable de respuesta la CPUE y como variables explicativas el barco, la camada, equipo, área, fecha tipo de anzuelo, temperatura, anzuelos calados, longitud total, longitud del reinal, número de días, número de lances, horas de calado horas de reposo, y horas de cobrado. Las variables que mejor explicaron las variaciones en las capturas fueron el barco, la camada, el equipo, número de lances y número de días. La variable barco indica la experiencia del capitán y tripulación, estado físico del barco y motor, lo cual puede indicar que la flota es heterogénea en su capacidad de pesca.

Quiroga-Brahms et al. (2009) realizaron un análisis exploratorio de la composición de la captura nominal de la flota palangrera mexicana dirigida al atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) en el Golfo de México en el periodo 2004-2007, correspondiente a 1,469 viajes de pesca realizados por 42 embarcaciones en la ZEEM del Golfo de México, con el objeto de analizar su composición específica y su variación temporal (anual y trimestral). La captura total (embodegada, descartada muerta y liberada viva) en el periodo analizado, se

integró por 32% de organismos de la especie objetivo *Thunnus albacares* y 68% de organismos de captura incidental. La captura incidental estuvo integrada por: otros peces 52%, otros atunes 7%, otros marlines 4%, pez vela (*Istiophorus albicans*) 3%, tiburones-mantas 2% y pez espada (*Xiphias gladius*) 1%.

Morales-Martínez et al. (2008), analizaron la distribución espacial y temporal del barrilete (*Katsuwonus pelamis*) en la pesca del atún en el Golfo de México, durante el periodo 2006-2007, así como la frecuencia de tallas. La captura incidental del barrilete fue retenida en un 98 %, su distribución espacial se presentó en la costa del estado de Veracruz, principalmente durante los meses de septiembre a febrero. Las tallas oscilaron entre 45 y 80 cm de longitud furcal (LF)

Báez-García et al. (2008) estimaron y categorizaron la captura incidental del pez aceitoso y la lanceta, durante el periodo 2006-2007 y analizaron su distribución espacial y temporal, además de examinar la frecuencia de tallas registradas: el 99% de la captura de aceitoso fue embodegada y el resto descartada; el 99.0 % de la lanceta fue descartada

Oviedo-Pérez et al. (2008) realizaron una evaluación de la presencia de picudos y tiburones en las capturas del palangre atunero durante el periodo 1994-2007, con base en la información del programa de observadores a bordo en el Golfo de México de FIDEMAR. Los resultados indicaron que los peces de pico están representados por siete especies: marlin azul (*Makaira nigricans*), marlin blanco (*Tetrapturus albidus*), marlin aguja larga (*Tetrapturus pfluegeri*), marlin aguja corta (*T. angustirostris*), marlin rayado (*T. audax*), pez espada (*Xiphias gladius*) y pez vela (*Istiophorus albicans*). El grupo de tiburones estuvo representado por alrededor de 15 especies: cazones, tiburones puntas negras (*Carcharhinus spp.*), tiburones alecrines (*Isurus spp.*), tiburón chato, (*C. leucas*), tiburones puntas blancas (*Carcharhinus spp.*), tiburones zorros (*Alopias spp.*), tiburón tintorera (*Galeocerdo cuvier*), tiburones martillos (*Sphyrna spp.*), tiburón azul (*Prionace glauca*) y tiburón café (*C. plumbeus*). Las mayores concentraciones de picudos y tiburones se presentaron en el verano y otoño en el suroeste y sureste; y en el invierno en el noroeste del Golfo de México.

En cuanto a estudios sobre la comunidad de pelágicos mayores en aguas del Pacífico mexicano, Santana-Hernández (2001), describió la estructura de la comunidad de pelágicos mayores capturados con palangre en el Pacífico Mexicano (1983-1996) y su

relación con la temperatura superficial del mar, a fin de contribuir a una adecuada administración de los pelágicos mayores, analizando datos de captura y esfuerzo de cuatro barcos palangreros. Se encontró que el pez vela (*Istiophorus platypterus*), dorado (*Coryphaena hippurus*), atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y tiburón martillo (*Sphyrna lewini*), se asocian a la presencia de aguas cálidas y que existe otro grupo de especies integrado por el tiburón zorro (*Alopias pelagicus*), marlin rayado (*Tetrapturus audax*), pez espada (*Xiphias gladius*) y tiburón azul (*Prionace glauca*), asociado a las masas de agua templadas. Los valores óptimos de temperatura para cada especie y la espacio – estacionalidad de las temperaturas superficiales pueden utilizarse como un indicador robusto de la distribución y abundancia de estas especies y la riqueza y diversidad de las principales regiones de pesca es favorecida por la formación de surgencias, propiciadas por factores meteorológicos y oceanográficos.

Santana-Hernández et al. (2009), analizó la distribución espacio-temporal de cuatro especies en la ZEEM del Pacífico Mexicano, con datos de 1983 a 2002, para identificar las variaciones de la captura objetivo e incidental de tiburón, pez vela, marlin rayado, pez espada, dorado y atún aleta amarilla en las cuatro áreas en que fue dividida dicha zona en los cuatro trimestres del año, mediante un análisis de varianza multivariado y el método de correlación canónica. En la zona Sur fue mayor la probabilidad de pescar pez vela, tiburón martillo y dorado; en el centro, tiburón zorro y en las zonas noreste y noroeste, tiburón azul y pez espada; durante el primer trimestre abundaron el tiburón azul, marlin rayado y el pez espada, mientras que en el segundo el dorado y el atún; el pez vela en el tercero y el cuarto. La captura incidental fue más alta al Sur de los 16 grados Norte, donde las aguas cálidas (30-32°C) son favorables para el pez vela y el dorado; en cambio, frente a la costa occidental de Baja California fueron más abundantes los tiburones azul y zorro que prefieren aguas templadas (15-20°C); la riqueza específica de las zonas centro y noreste podría atribuirse a la variabilidad ambiental resultante de la interacción de corrientes marinas cálidas y frías.

3. HIPÓTESIS

Las variaciones espaciales y estacionales en la composición específica de las capturas de la pesquería de atún con palangre en el Golfo de México, se relacionan con las variaciones estacionales de la temperatura oceánica, por lo cual es posible considerar que existen grupos de especies asociadas en dependencia con esta variable ambiental.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Determinar las variaciones espacio temporales de la distribución y abundancia relativa de los pelágicos mayores capturados con palangre atunero en el Golfo de México, utilizando datos de captura y esfuerzo del periodo 2003-2008.

4.2. Objetivos particulares

- Caracterizar la pesquería palangrera mexicana atunera del Golfo de México
- Determinar la composición de las capturas
- Determinar los patrones espacio-temporales de la abundancia relativa de los pelágicos mayores sobre las que incide la pesquería palangrera mexicana de atún del Golfo de México.
- Determinar la influencia de la temperatura superficial del mar sobre las especies pelágicas obtenidas con palangre atunero en el Golfo de México.
- Determinar la relación entre la longitud de los reinales del palangre atunero y la composición de la captura

5 METODOLOGÍA

5.1 Zona de estudio

No obstante que se ha demostrado que sólo existe una población de atún aleta amarilla en el Océano Atlántico, el presente estudio se refiere a los atunes capturados en la zona delimitada por el área de operación de la flota palangrera que se circunscribe a la parte mexicana del Golfo de México, la cual está limitada al Norte con la ZEE de los Estados Unidos, al Este con la ZEE de Cuba y al Oeste y Sur con el territorio mexicano. En general los límites del área de estudio son los paralelos de 26° 00' y 18° 00' Lat. N y entre los meridianos 91° 00' y 99° 00' Long. O (Fig. 1).

La zona de estudio se caracteriza por la extensión de su plataforma continental, la abundancia de ríos, algunos de gran importancia como el Grijalva-Usumacinta, Papaloapan y Pánuco. Así mismo existe una gran abundancia de lagunas costeras, destacando por su extensión Laguna Madre en Tamaulipas, Laguna de Términos

en Campeche y Laguna de Tamiahua en Veracruz. El clima es semiárido en la porción norte, subhúmedo con lluvias en verano en la parte este, y en el sur es húmedo con lluvias abundantes en verano (precipitaciones anuales de hasta 4.500 mm). Las mareas en el Golfo de México son predominantemente diurnas, con excepción de la Bahía de Campeche. Otra característica del área de estudio es la presencia de "nortes", vientos que tienen su origen en el avance de las masas polares no obstaculizadas y englobadas en un anticiclón de fuerte gradiente.

El sentido principal de las corrientes es hacia el norte, con una contracorriente costera que llega a ascender hasta la parte Sur de Tamaulipas, inclusive en noviembre y diciembre. También en estos dos meses la contracorriente se desplaza más allá de la Laguna de Términos y alcanza casi todo el litoral campechano. Este fenómeno hace que una parte de los derrames petroleros generados en la Sonda de Campeche se dirijan hacia el Norte y la otra sea depositada en las Costas de Veracruz, Tabasco y Campeche.

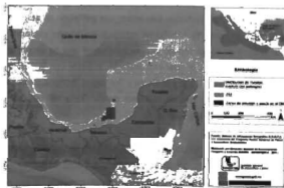


Figura 1. Zona de operación de la pesquería palangrera mexicana de atún en el Golfo de México. Los puntos representan a cada uno de los lances de pesca realizados durante el periodo 2003-2008. Fuente: Sistema de Información Geográfica D.G.O.P.A. CONAPESCA.

5.2 Fuentes de información

La fuente de información para la realización del presente trabajo es la base de datos de la pesquería de atún del Golfo de México, creada por el Instituto Nacional de Pesca con la colaboración del Programa de Observadores científicos del Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección de Delfines (PNAAPD). Dicha base contiene los reportes de observadores del 100 % de los viajes de pesca realizados por los barcos palangreros atuneros del Golfo de México.

Cada reporte de viaje incluye 7 formatos en los que se especifica el número del crucero y el número de lance como identificadores únicos en la base de datos. De esta manera cada uno de los formatos contiene la siguiente información:

- a) Informe general del viaje: nombre del barco, número de crucero, nombre del observador y del capitán del barco, fecha y puerto de salida, y de entrada, características del arte y equipos de pesca (tipo y longitud del palangre, longitud del reinal, longitud del onnque, diámetro de línea, tipos de anzuelos, camada 1, camada 2, diámetro del carrete principal, navegador, videosonda, radar, radiogoniómetro, número de ganchos, núm. De arpones, núm. de radioboyas, núm. de banderines, núm. de boyas luminosas, descripción de cualquier equipo especial, diagrama y descripción detallada del palangre.
- b) Reporte diario. Se registra la actividad pesquera del barco, el esfuerzo de pesca y el avistamiento de mamíferos marinos, describe mediante códigos, cada acción que se lleva a cabo, señalando fecha, hora y posición geográfica, incluyendo desplazamientos, inicio y termino de cada lance, entradas a puerto, tiempos de fondeo, reparaciones, etc. Asimismo, se anotan datos ambientales como: nubosidad, estado del mar, visibilidad.
- c) Hoja de muestreo: De cada uno de los ejemplares en cada lance, se registra especie, talla, peso, sexo y fase de madurez sexual (cuando es posible), de la especie objetivo y especies que se capturan incidentalmente, tanto las que son retenidas como parte de la captura comercial como las que se descartan.

- d) Informe de capturas. Se anota el número total de organismos de cada especie, en cada lance, y el peso total de dichos organismos, tanto de pesca objetivo como incidental.
- e) Captura incidental de mamíferos marinos. Se registran las observaciones de mamíferos marinos vivos vistos durante el viaje; si se trata de manadas se estima el número de individuos que la conforman.
- f) Captura incidental de tortugas marinas. Las tortugas deben ser revisadas para registrar sus datos rápidamente y liberarlas del anzuelo. Se determina la especie y se toman medidas de largo y ancho del caparazón, cabeza, cola, número y disposición de escudos del caparazón, marcas colocadas.

5.3 . Análisis de la información

5.3.1. Indicadores de operación de la flota

A partir de la base de datos generada en los viajes realizados por observadores a bordo de los barcos palangreros atuneros mexicanos del Golfo de México, durante el periodo 2003 - 2008, se determinaron diversos indicadores de la pesquería como son: barcos que operaron, número de viajes y lances de pesca realizados, número de anzuelos calados, número de organismos capturados, características de los equipos de pesca y algunas contingencias propias de esta actividad pesquera.

5.3.2. Estandarización de la Captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

Considerando que los barcos de la flota palangrera en general tienen características homogéneas, al igual que los equipos y los sistemas de pesca empleados, no se realizó una estandarización de los valores de CPUE, de modo que los valores de abundancia relativa fueron representados como el número de organismos capturados por cada mil anzuelos calados.

De acuerdo con Shingu et al. (1974), citado por Santana-Hernández (2001), el número de organismos por cada mil anzuelos ha sido empleado como una de las medidas de abundancia relativa de los peces capturados en la pesca japonesa con palangre, ya que

estos valores reflejan los cambios en la abundancia de las poblaciones accesibles a este arte de pesca. Para los fines del presente trabajo, las especies serán representadas espacial y estacionalmente mediante SIG, a través del paquete ARC-GIS 9.

5.3.3. Análisis Estadístico

Para analizar diferencias y similitudes entre la distribución de las especies, así como las relaciones interespecíficas y la correlación de los factores ambientales con los patrones de distribución y abundancia de las especies, se emplearon tanto métodos de análisis descriptivo mediante el programa EXCEL, así como los métodos de análisis multivariado más apropiados en cada caso, así como los análisis más pertinentes para determinar la distribución y patrones de abundancia de las especies pelágicas vulnerables al palangre, empleando para ello los paquetes STATISTICA 7 y el SAS para Windows 9.

Considerando que uno de los aspectos importantes sobre la ecología de comunidades son los patrones tanto espaciales como temporales, es decir comportamientos repetidos que presenta un conjunto de especies a lo largo de un determinado periodo y en un área dada, se analizaron las diferencias o similitudes encontradas en los 6 años de información.

Para el análisis de los datos, se aplicaron Modelos Lineales Generalizados (MLG), como un método alternativo a la técnica de regresión lineal múltiple, ya que los MLG son considerados una técnica estadística poderosa en el análisis de series de captura por unidad de esfuerzo pesquero. Asimismo, con este enfoque es posible resolver las interacciones entre las variables explicativas ya sea categóricas y/o continuas que afectan la abundancia relativa. Estos modelos requieren: a) elegir una variable respuesta; b) elegir una distribución probabilística para la variable respuesta (por ejemplo: normal, exponencial, Poisson, binomial, gamma); c) elegir una función vínculo apropiada a la distribución y d) elegir un grupo de variables explicativas (Maunder y Punt 2004).

En el presente estudio se analizaron las interacciones de 4 variables explicativas o independientes, con son: Temperatura, Zona (Franjas de latitud), Profundidad (Longitud de los reinales y Temporalidad (Años y Trimestres) y una variable de respuesta que es la CPUE como índice de abundancia relativa. Se utiliza un esquema similar a un modelo de varianza de tipo factorial también conocidos como de dos o tres-vías como es el caso.

A fin de determinar si la variable respuesta (CPUE) puede ajustarse a una distribución normal, se procedió de la manera siguiente:

- a) Los datos de CPUE fueron transformados a logaritmo natural ($\ln CPUE$); se calculó la mediana, la cual se le restó a cada dato, de tal manera que se trabajó con las diferencias de la CPUE logarítmica ($\text{dif} \ln CPUE$).
- b) Se evalúa la distribución de tales datos, para ver si es normal, utilizando tres esquemas, datos crudos log natural y diferencias; se observó que para el conjunto de datos se obtuvo una distribución al parecer multinomial o al menos binomial, pues hay al menos dos modas, como se observa en el gráfico
- c) Se opta por separa esas dos modas; se considera una matriz sin las especies con mayor abundancia relativa, es decir Atún Aleta Amarilla (AAA) y Lanceta (LNC) y otra matriz considerando únicamente solo de AAA y LNC.
- d) En ambos casos hay normalidad o es cercana, cuando los datos son log natural menos la mediana de log natural, digamos que $p > 0.05$, cuando H_0 es que es una normal o no se diferencia de una normal.

Las variables empleadas en los análisis realizados son las siguientes:

1. "dif $\ln CPUE$ ". En todos los análisis se consideró como variable dependiente el valor de los datos convertidos bajo el procedimiento antes descrito.
2. KNOM . Resulta de convertir la Temperatura de variable continua a variable categórica, con dos pasos; se obtiene la diferencia de cada dato con la mediana para obtener la anomalía (ANOM), y después se agrupa en 3 categorías:
 - a. Si $ANOM > 0.5$; $KNOM = 1$
 - b. Si $-0.5 < ANOM < 0.5$; $KNOM = 0$
 - c. Si $ANOM < -0.5$; $KNOM = -1$El "1" equivale a temperaturas mas altas, 0 a intermedias y "-1" a las mas Bajas.
3. AÑO. Se consideran 6 años, de 2003 a 2008.
4. SPP. Esta variable se refiere a las especies incorporadas en cada análisis, mismas que se dividieron en dos grupos, debido a sus diferentes órdenes de

magnitud: Un grupo se integra por el Atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y Lanceta (*Alepisaurus ferox*), y el otro por 10 especies: Conformado por Atún aleta negra, (*Thunnus atlanticus*) marlin azul (*Makaira nigricans*), Marlin blanco (*Tetrapturus albidus*), Pez espada (*Xiphias gladius*), pez vela (*Istiophorus albicans*) peto (*Acantocibium solandri*), dorado (*Coryphaena hippurus*), aceitoso (*Lepidocybium flavobrunneum*) mantarraya (*Manta sp.*) y Barrilete (*Katsuwonus pelamis*). Cabe aclarar que el primer grupo representa el 80 %, y el segundo el 18 % de las capturas totales en todo el periodo.

5. CUAD. Son las franjas de Latitud incluidas en la Zona de operación de la flota mexicana: 18-190C, 19-200C, 20-210C, 21-220C, 23-240C, 24-250C, 25-260C.
6. TRIM. Los 4 trimestres del año.
7. LONGREINAL. Representa 7 categorías de longitud de los reinales en Brazas: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60 y 60-70.

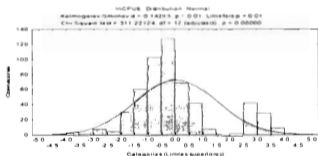


Figura 2. Distribución de los datos de CPUE de todas las especies, obtenidas en la pesquería de atún con palangre en el Golfo de México, en el periodo 2003-2008.

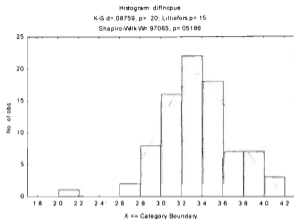


Figura 3. Distribución de frecuencias de la variable difncPUE del primer grupo conformado por las dos especies de mayor abundancia: Atún aleta amarilla y Lanceta.

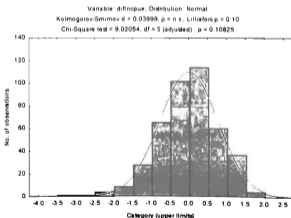


Figura 4. Distribución de frecuencias de la variable *difinCPUE* del segundo grupo conformado por 10 especies: Atún aleta negra, Marlin azul, Marlin blanco, pez espada, pez vela, peto, dorado, aceitoso, mantarraya y barrilete.

5.3.4. Análisis de la temperatura superficial y su relación con la distribución y abundancia de las poblaciones.

Los datos de la temperatura superficial se obtuvieron de la página oficial de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), del Departamento de Comercio de los Estados Unidos, proporcionados por el INAPESCA. Otros datos utilizados provienen de los reportes del programa de observadores a bordo de los barcos palangreros. A partir de la base de datos se seleccionaron los valores de la temperatura superficial de los cuadrantes considerados en el estudio y se elaboraron gráficos sobre el comportamiento de las isotermas tanto de manera espacial como estacional. La temperatura superficial de cada cuadrante (franja latitudinal), se relacionó con los índices de abundancia para cada intervalo de un grado centígrado, sin importar la posición geográfica precisa en que fue obtenida.

6. RESULTADOS

6.1. Caracterización de la Pesquería

6.1.1. Producción pesquera

La especie objetivo de captura en aguas del Golfo de México es el atún aleta amarilla o rabil (*Thunnus albacares*). Otras especies de túnidos asociadas a esta pesquería son el barrilete (*Katsuwonus pelamis*), el atún aleta negra (*Thunnus atlanticus*), el patudo (*Thunnus obesus*) y el atún aleta azul o atún rojo del Atlántico (*Thunnus thynnus*). La mayor parte de la captura de la especie objetivo se ha obtenido en los meses de verano (CNP, 2010). La figura 5 presenta las estadísticas de captura de túnidos con palangre de 1999 a 2009.

El atún aleta amarilla constituye en el 2009 el 67% de la captura anual en peso de la flota palangrera mexicana, el marlin y el grupo de los picudos el 14%, otros peces el 10%, otros atunes el 5% y tiburones y rayas el 4%. Estos porcentajes varían en función de las condiciones oceanográficas presentes, del interés de la industria y de la abundancia misma de estos recursos (Jurado-Molina & Ramírez-López, 2008). La figura 6 presenta la

composición en porcentaje de especies capturadas en la pesquería y la participación estatal por captura para el año 2009.

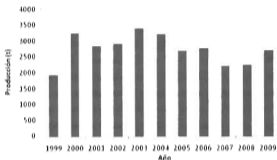


Figura 5. Producción anual de túnidos con palangre en peso vivo.
Fuente: Anuarios Estadísticos 1999-2009.

La técnica de captura utilizada por la flota atunera que opera en aguas del Golfo de México y Mar Caribe incide fundamentalmente sobre organismos adultos del atún aleta amarilla. La pesca del atún aleta amarilla en el Golfo de México se ha incrementado de manera considerable desde sus inicios a finales de los años 70 del siglo pasado hasta el presente, con capturas superiores a las 1,000 toneladas anuales (INP, 2001). La tasa de captura de atún aleta amarilla con palangre en el Golfo de México tiende a variar estacionalmente por cambios en la disponibilidad del recurso, por efectos en el comportamiento de las flotas pesqueras y por otros factores (Solana *et al.*, 2004).

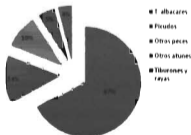


Figura 6. Proporción de especies en las capturas en el Golfo de México en el año 2009.

Fuentes: Anuario estadístico 2009 y CNP 2010.

La pesquería mexicana de atún aleta amarilla con palangre en el Golfo de México es una de las más importantes a nivel regional, en cuanto a volumen de captura promedio de toneladas al año (Jurado y Ramirez, 2008).

El atún aleta amarilla se distribuye en aguas tropicales y subtropicales entre los paralelos 40° norte y 40° sur. El peso máximo es de 176 kg, aunque el peso individual promedio en la captura es de aproximadamente 20 kg. La predominancia de organismos alrededor de este peso promedio está en función de las áreas de captura y de la proporción de lances sobre los diferentes tipos de cardúmenes. Se encuentra en un rango de temperaturas de 18 °C y 31 °C; su distribución vertical parece estar afectada por la estructura térmica de la columna de agua, generalmente por arriba de la termoclina (INAPESCA, 2006).

Esta especie se reproduce todo el año, pero en diferentes áreas se alcanzan los valores más altos en diferentes épocas. El desove se realiza en aguas tropicales y subtropicales frecuentemente cerca de la costa. Los huevos y las larvas son planctónicas. Son depredadores activos que se alimentan de grandes presas, pequeños peces, crustáceos y calamares (Cole, 1980).

6.1.2. Descripción del sistema de pesca

Características de los barcos

En el Golfo de México, la flota atunera palangrera está constituida por 38 embarcaciones distribuidas en diferentes puertos: Soto la Marina (Tamaulipas), Tuxpan (Veracruz), Alvarado (Veracruz) y Progreso (Yucatán). En promedio registran 22 metros de eslora, una capacidad de acarreo de 15 ton y una autonomía de hasta 30 días (Sosa-Nishisaki *et al.*, 2001). Dicha flota palangrera está integrada en buena parte por embarcaciones que originalmente fueron construidas para la pesca de especies de escama y camarón, que fueron adaptadas para la pesca con palangre a partir del año 1993. En general la flota es muy antigua; al año 2010, el más antiguo tiene 35 años, y el más reciente 20 años. El año de construcción de los barcos, es la siguiente: 9 barcos datan de 1975 a 1977; 24 barcos son de 1980 a 1985 y cuatro barcos son de 1986 a 1990. Cabe aclarar que solo están activos alrededor de 30.

Características del arte de pesca

Esta pesquería ha utilizado como arte de pesca el palangre a la deriva "tipo americano" siendo el arte de pesca más utilizado para la captura de atún en el Golfo de México. El palangre consiste de una línea principal de monofilamento, llamada "línea madre" de Nylon (4.0-4.5mm) con una longitud promedio aproximada a 63 km, la cual está sostenida en sentido horizontal por una serie de flotadores con líneas de monofilamento verticales llamadas "orinques". A su vez, de la línea madre penden, a intervalos regulares otras líneas del mismo material, denominadas "reinales", cada una con un anzuelo en el extremo (generalmente de tipo "circular" o "garra de águila" 16/0). (Figura 2), con carnada viva o muerta. El número de anzuelos por cada palangre, aunque oscila entre 300 y 1150 piezas, en el 95 % de los casos se calan entre 500 y 800 anzuelos por lance. Este tipo de arte de pesca se considera como un arte de pesca pasivo, aunque por el tipo de operación está expuesto al movimiento de las corrientes y vientos dominantes.

La maniobra de pesca (lance) se inicia en las primeras horas de la madrugada, el tendido del palangre dura alrededor de cuatro horas, variando según el número de anzuelos y el estado del mar. El cobrado del palangre se efectúa por una de las bandas del barco y generalmente se inicia al medio día. La duración del cobrado es de entre seis a doce horas, dependiendo del número y especie de peces capturados (Sosa-Nishisaki *et al.*, 2001). La flota palangrera del Golfo de México tiene como característica una preferencia a salir a pescar durante la fase de luna nueva (Noguez-Fuentes *et al.*, 2007).

Aburto-Castañeda (2007) señala que la selectividad del palangre es debida a diversos factores, como las condiciones intrínsecas de los organismos (tipo de asociaciones, gregario, solitario, carroñero, alimentación), o las condiciones físicas del océano (profundidad, temperatura, salinidad, etc.). La configuración del equipo es variada, siendo que algunos son equipados con boyas especializadas para la localización del equipo, como las radioboyas, boyas con luz y boyas reflectoras de radar (Figura 7).

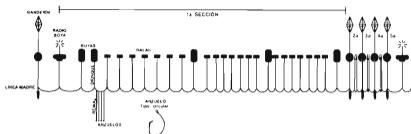


Figura 7. Esquema de operación y componentes del palangre utilizado en la pesquería mexicana de atún aleta amarilla en el Golfo de México.

6.2. Indicadores de la operación de la flota palangrera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

Número de barcos y viajes de pesca. La flota atunera mexicana que operó de 2003 a 2008 en el Golfo de México se integra por 33 embarcaciones que cuentan con permiso de pesca. Como puede verse en la Tabla 1, no todos los barcos operaron anualmente; en el periodo analizado, entre 24 y 33 barcos operaron por año, mismos que realizaron entre 10 y 14 viajes, con un promedio de 12.6 viajes/año/barco. Dicho promedio se mantuvo muy aproximado durante los seis años analizados.

Número de lances y anzuelos calados. En cada viaje de pesca los barcos realizaron entre 7 y 10 lances, con un promedio global en el periodo de 10 lances por viaje; el total de la flota realizó entre 3018 y 3558 lances anuales, con un promedio de 3294. En el 95 % de los lances se calaron entre 500 y 800 anzuelos (Fig. 8), por lo que el total de anzuelos calados en un año por toda la flota varió entre 1.81 y 2.13 millones (Fig. 9).

El número de anzuelos calados se incrementó entre 2004 y 2006, con una visible disminución en 2007 y 2008; sin embargo, la CPUE permaneció constante de 2003 a 2005 con alrededor de 50 organismos por 1000 anzuelos, aumentando hasta 60 organismos en el 2008 (Fig. 9).

En la Tabla 1 se observa que el esfuerzo ejercido de 2003 a 2006, en términos de la unidad más fina de esfuerzo, que es el número de anzuelos, presentó variaciones; sin embargo, no se observa un patrón definido de la tendencia.

La figura 10 expresa que tanto el número de viajes, como el número de barcos ha disminuido año con año; no obstante, en la figura 11 se puede observar que el número de anzuelos calados por barco ha permanecido estable durante los 6 años.

Tabla 1. Indicadores de la operación de la flota atunera mexicana del Golfo de México

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	TOTAL
BARCOS	30	32	29	33	24	27	175
VIAJES	411	407	382	362	319	316	2197
LANCES	3018	3400	3400	3558	3241	3149	19766
ANZ. CALADOS (millones)	1.84	2.10	2.13	2.07	1.84	1.81	1.18
PROM. VIAJES/BARCO	13.70	12.72	13.17	10.97	13.29	11.70	12.55
PROM. LANCES/VIAJE	7.34	8.35	8.90	9.83	10.16	9.97	9.00
PROM. ANZ. CAL./LANC/AÑO	611.09	617.46	626.95	583.00	568.48	575.80	597.25
PROM. LANCES/BARCO/ AÑO	100.6	106.25	117.24	107.82	135.04	116.63	112.95
PROM. ANZ. CAL. /BARCO (miles)	61.47	65.61	73.50	62.86	76.77	67.16	67.46
ORGANISMOS (miles)	84.43	105.53	101.99	92.11	97.72	108.25	590.02
CPUE (ORG./1000 ANZ.)	45.78	50.27	47.85	44.41	53.04	59.70	49.98

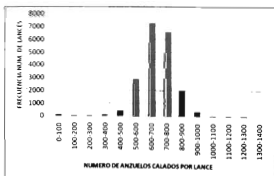


Figura 8. Frecuencia del número de anzuelos por lance calados durante el periodo 2003-2008 por los barcos palangreros atuneros del Golfo de México.

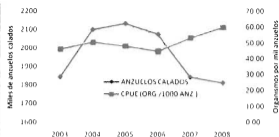


Figura 9. Intensidad del esfuerzo pesquero aplicado en número de anzuelos calados y la CPUE en número de organismos capturados por cada mil anzuelos, por los barcos mexicanos de la pesquería palangrera atunera del Golfo de México.

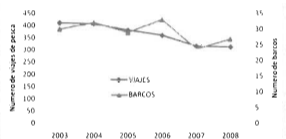


Figura 10. Variación anual del esfuerzo en número de barcos palangreros y viajes de pesca realizados por la pesquería palangrera atunera del Golfo de México durante el periodo 2003-2008.

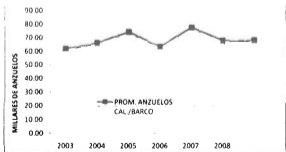


Figura 11. Variación anual del promedio de anzuelos calados por barco, por la pesquería palangrera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

6.3. Análisis de la Distribución espacial y temporal del esfuerzo pesquero aplicado por la flota palangrera atunera del Golfo de México.

6.3.1. Estacionalidad de la intensidad de pesca

Durante el período analizado la totalidad de la flota atunera realizó anualmente entre 3000 y 3600 lances, con promedio de 3,294 (Fig. 12).

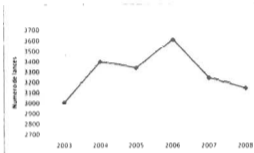


Figura 12. Número de lances realizados por los barcos de la flota palangrera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008

Las operaciones de pesca se realizan durante todos los meses del año, sin embargo el esfuerzo ejercido no se distribuye de forma homogénea. Como puede verse en la figura 8, existen variaciones en la intensidad mensual de pesca; los meses con mayor número de lances son de mayo a septiembre con una mayor intensidad durante los meses de mayo y junio.

Dicho comportamiento obedece a un patrón que se repite anualmente, como se verifica en la tabla 2 y figura 14. En todo el período analizado, de enero a abril se realiza entre el 5 y 8 % mensual de los lances del año; el número de lances se intensifica de mayo a septiembre, efectuándose entre el 10 y 12 % mensual, y de octubre a diciembre se efectúan del 7 al 9 %. Dicho patrón, con leves variaciones, se repitió en los 6 años del período analizado.

Tabla 2. Proporción de lances de pesca realizados por mes, por los barcos de la flota palangrera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2003	5.4	5.4	5.9	7.1	10.9	12.0	10.8	10.7	10.0	6.6	6.8	8.4
2004	6.3	6.2	8.5	6.4	9.3	11.2	9.6	9.5	10.9	8.4	7.4	6.1

2005	67	61	65	79	108	111	89	115	77	71	78	79
2006	80	70	56	71	108	106	109	89	87	74	81	68
2007	64	78	79	71	105	110	97	75	84	75	81	81
2008	70	70	40	59	102	110	103	107	80	84	100	76
Promedio	66	66	64	69	104	112	101	98	90	75	80	75

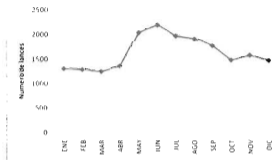


Figura 13. Número de lances mensuales aplicados por todos los barcos de la flota palangrera atunera del Golfo de México durante el periodo 2003-2008.

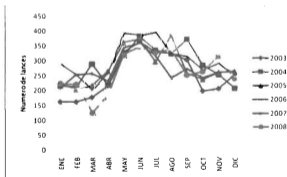


Figura 14. Número de lances mensuales por año, aplicados por todos los barcos de la flota palangrera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

6.3.2. Distribución geográfica de los lances

En los mapas de la figura 15 se observa que en general la zona de operación de la flota se limitó a los cuadrantes determinados por los 18° 30' y 26° 00' Lat. N y de los 89° 00 a 97° 00' Long. O.

En enero se realizan el 6.7 % de los lances que se distribuyeron entre los 20° 00' y 25° 00' Lat. N y 90° 00' a 97° 00' Long. O. Existen áreas con mayor incidencia entre los 21° 00' y 22° 00' Lat. N. y 93° 00' y 94° 00' Long. O, así como en el área delimitada por los 21-23° 00' Lat. N con 95-97° 00' Long. O. Desde los 23° 00' a 26° 00' Lat. N y de 92° 00' Long. O, los lances se dispersan pero siguen estando presentes.

Durante el mes de febrero el comportamiento fue muy similar al de enero, se registró el 6.6 % de los lances y las zonas de mayor incidencia de los lances son básicamente las mismas: de los 19° 00' a 26° 00' Lat. N y 90° 00' a 97° 00' Long. O, con mayor densidad de lances entre 21° 00' y 23° 00' Lat. N y de 92° 00' y 96° 00' Long. O.

En marzo se realiza el 6.4% de los lances; la distribución es asimismo de los 19° 00' a los 26° 00' Lat. N y 92° 00' a 97° 00' de Long. O; la mayor densidad se observa entre los 21° 00' y 23° 00' Lat. N.

En abril la flota realiza el 6.9 % de los lances e inicia su concentración hacia el oeste, a las aguas más costeras, para la pesca deportiva y bajando más al Sur, ya que ahora la zona más densa va de los 19° 00' a los 22° 00' Lat. N.

En mayo inicia la temporada más fuerte de la pesquería pues se realiza el 10.4 % de los lances; se concentran en la zona costera de los 19° 00' a los 22° 00' Lat. N y de los 94° 00' a los 97° 00' Long. O., siguiendo la línea de la costa.

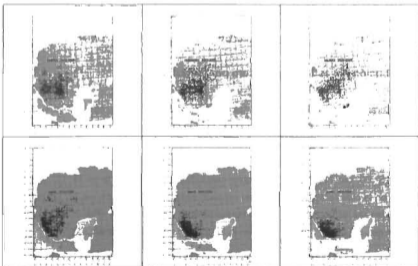
En junio y julio la flota se mantiene en la misma zona de pesca y los lances realizados en estos meses, representan el 11.5 y 10.1 % respectivamente. En julio se concentra aun más el área de operación en la zona costera de los 19° 00' a 21° 00' Lat. N y 94° 00' a 97° 00' Long. O; asimismo, empieza a notarse otra área de concentración, ubicada en el cuadrante delimitado por los 20° 00'-21° 00' Lat. N y 92° 00'-93° 00' Long. O.

En agosto se realiza el 9.8 % de los lances; se mantiene la concentración costera, aunque empieza a desplazarse la mancha hacia el Norte, hasta los 22° 00' Lat. N. También se acentúa la densidad de lances en el otro núcleo hacia la Plataforma continental de la Península de Yucatán.

En septiembre se realiza el 9 % de los lances y se mantiene la misma zona de pesca pero se hace más homogénea hacia el este, y hacia el Norte, generándose una zona más o menos homogénea de los 92° 00' a 97° 00' Long. O y 19° 00' a 22° 00' Lat. N; también se observa una dispersión de los lances hacia el Norte y Noreste, hasta los 26° 00' Lat. N.

En octubre la masa más densa se desplaza hacia el Norte, de los 20° 00' a los 22° 00' Lat. N, manteniéndose los dos núcleos entre los meridianos 93° 00' -94° 00' Long. O y 95° 00' -97° 00' Long. O; se observa un desplazamiento de los lances hacia el Norte.

Hacia noviembre y diciembre, se realizan el 8 y el 7.5 de los lances; hay un desplazamiento más claro hacia el Norte de un grado pues la concentración se da de los 21° 00' a los 24° 00' Lat. N con una amplia dispersión hacia los 26° 00' Lat. N.



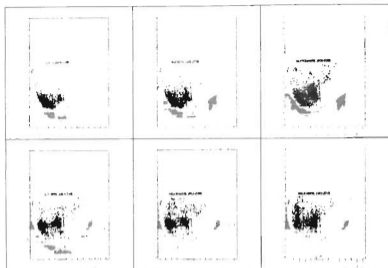


Figura 15. Distribución geográfica mensual de los lances de pesca realizados por los barcos de la flota palangrera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

Distribución del esfuerzo pesquero por franjas de Latitud

Considerando que la distribución de las especies proviene de los registros de la captura comercial, es importante conocer el patrón de distribución espacio-temporal de los lances efectuados. Como resultado de las operaciones de pesca realizadas durante el periodo 2003-2008, se observó que el 99% de los anzuelos calados se registraron entre los 19° 00' y 25° 00' Lat. N; la franja con mayor intensidad de lances fue la de 19° 00' a 22° 00' lat. N, en la cual se aplicó el 90 % del esfuerzo pesquero. A partir de los 22° 00' Lat. N la intensidad del esfuerzo disminuye progresivamente hacia el Norte (Fig. 11). Se observó que en general este patrón se repite en todos los años del periodo analizado.

Distribución de los lances por mes, y en franjas latitudinales

En las figuras 16 y 17 se hace evidente la variación espacio-temporal de los lances con relación a las latitudes. En la franja latitudinal de 19° 00' a 21° 00' lat. N, el esfuerzo se ejerce en la mitad del año, básicamente en primavera y verano, con mayor intensidad hacia los meses de mayo a julio, lo cual sucedió en los 6 años analizados.

En la franja de 21° 00' - 22° 00' lat. N la aplicación del esfuerzo se intensifica notablemente hacia el otoño y disminuye en los meses de mayo a agosto; en la franja siguiente (22° 00'-23° 00' Lat. N), el esfuerzo se concentra en los meses de invierno.

En la franja de los 23° 00' a los 26° 00' Lat. N los lances se realizan principalmente en invierno y otoño y desaparecen por completo desde mayo hasta agosto.

De octubre a marzo la distribución de los lances es muy similar, con la mayor intensidad en la franja de 20° 00' - 23° 00' Lat. N, con el pico máximo en la Latitud 21° 00'-22° 00' Lat. N; en abril hay una transición, pues la intensidad de pesca se desplaza hacia el Sur, incrementándose el esfuerzo en la franja 19° 00'-20° 00' Lat. N; en mayo, junio y julio la intensidad de pesca se concentra notablemente en dicha franja latitudinal. En agosto la flota nuevamente se desplaza hacia el Norte, por lo que la mayor cantidad de lances se realiza en la franja de 20° 00'-21° 00' Lat. N, igual que en el mes de septiembre.

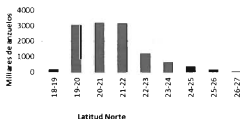


Figura 16. Número de anzuelos calados en la zona de operación de la flota atunera del Golfo de México, de acuerdo a la franja de Latitud (2003 a 2008).

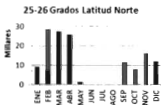
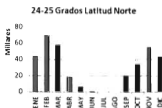
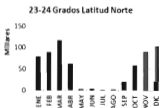
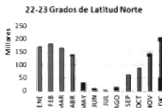
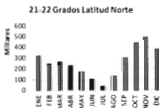
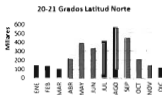
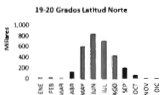


Figura 17. Número de anzuelos calados por mes en la zona de operación de la flota atunera del Golfo de México, de acuerdo a la franja de Latitud, en el período 2003-2008.

6.4. Composición de las capturas por especie

Es conveniente enfatizar que la especie objetivo de esta pesquería es el atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), que formalmente se establece en los permisos de pesca comercial; sin embargo, debida a las características del sistema de pesca se capturan diversas especies que son obtenidas como pesca incidental, mismas que pueden ser clasificadas como otros atunes, especies de pico, varios tiburones y peces diversos. Entre estas especies se encuentran algunas con alto valor económico como el atún aleta azul (*Thunnus thynnus*) y los picudos (*Xiphias gladius*, *Istiophorus albicans*, *Tetrapturus albidus*, *Makaira nigricans* y *T. pfluegeni*). La composición de especies que en este trabajo incluye a todos los organismos capturados en el palangre atunero, independientemente de su uso, destino o valor comercial.

La base de datos del programa de observadores de la flota atunera se ha diseñado para registrar las especies capturadas usando códigos de tres letras para cada especie o grupo. En la Tabla 3 se presenta la relación de las especies que se capturaron durante el periodo analizado y su código correspondiente, mismos que se agruparon de acuerdo con el siguiente criterio:

TÚNIDOS: Se incluyen 8 especies de la familia Scombridae, cinco del género *Thunnus* (atún aleta amarilla, atún aleta negra, atún aleta azul, albacora y patudo); uno del género *Euthynnus* (bacoreta o bonito); uno del género *Katsuwonus* (barniete); el peto del género *Acanthocybium* y el bonito del género *Sarda*.

PECES DE PICO: Existen registradas 5 especies de pico, que pertenecen a dos familias: Xiphiidae e Istiophoridae; la primera representada por una sola especie, el pez espada, y la segunda representada por tres géneros: *Istiophorus* con una especie (pez vela del Atlántico), *Tetrapturus* con 2 especies (marlin blanco, y aguja larga) y *Makaira* con una especie (marlin azul).

PECES DE ESCAMA: El grupo de peces de escama incluye 8 especies de familias diferentes, es decir: Alepisauridae (lanceta), Coryphaenidae (Dorado), Diodontidae (Globo), Gempylidae (Aceitoso), Molidae (Pez sol) y Sphraenidae (Barracuda), Bramidae (Pomfret) y Carangidae (Jurel)

TIBURONES Y MANTARAYAS: Los tiburones es el grupo más diverso, pues se han registrado hasta 17; sin embargo, estas se agrupan en 11 de acuerdo a su nombre común, pues el tiburón zorro incluye de dos a tres especies, el tiburón puntas negras a tres, el mako a dos especies y el tiburón martillo a tres. De este total, 11 son del género *Carcharhinus*, tres del género *Sphyrna* (tiburones martillo), dos del género *Alopias* (Tiburón zorro), una del género *Galeocerdo* (tintorera), otra del género *Prionace* (tiburón azul), dos del género *Isurus* (mako), una del género *Rhizoprionodon* (cazón) y al menos una del género *Manta*. Asimismo es muy relevante mencionar que el grupo de los cazones incluye además organismos de varias especies de tiburón en fase juvenil.

TORTUGAS MARINAS: En el periodo analizado esta pesquería obtuvo de solo algunos ejemplares de las 5 especies de tortugas marinas presentes en el Golfo de México, es decir (lora, verde o blanca, laúd, carey y caguama), todas de la familia Cheloniidae y de 5 géneros diferentes. La que fue un poco más frecuente fue la tortuga Laúd.

TABLA 3. Código, nombre común, científico y familia de las especies ordenadas por grupo, obtenidas por los barcos de la pesquería palangera mexicana de atún del Golfo de México.

Código	Nombre común	Especie	Familia
TÚNIDOS			
PET	Peto	<i>Acanthocybium solandri</i>	Scombridae
BRL	Barrilete	<i>Katsuwonus pelamis</i>	Scombridae
BNT	Bonito	<i>Sarda sarda</i> , <i>Euthynnus alletterattus</i>	Scombridae
ALB	Albacora	<i>Thunnus alalunga</i>	Scombridae
AAA	Atún aleta amarilla	<i>Thunnus albacares</i>	Scombridae
AAN	Atún aleta negra	<i>Thunnus atlanticus</i>	Scombridae
PTD	Patudo	<i>Thunnus obesus</i>	Scombridae
AAZ	Atun aleta azul o rojo	<i>Thunnus thynnus</i>	Scombridae
PECES DE PICO			
ESP	Pez espada	<i>Xiphias gladius</i>	Xiphiidae
MAZ	Marlin azul	<i>Makaira nigricans</i>	Istiophoridae
MBL	Marlin blanco	<i>Tetrapturus albidus</i>	Istiophoridae
MAL	Marlin aguja larga	<i>Tetrapturus pfluegeri</i>	Istiophoridae
VEL	Pez vela	<i>Istiophorus albicans</i>	Istiophoridae
PECES DE ESCAMA			

LNC	Lanceta	<i>Alepisaurus ferox</i>	Alepisauridae
JRL	Jurel	<i>Caranx sp</i>	Carangidae
DRD	Dorado	<i>Coryphaena hippurus</i>	Coryphaenidae
GLB	Globo	<i>Diodon hystrix</i>	Diodontidae
ACT	Aceitoso	<i>Lepidocybium flavobrunneum</i>	Gempylidae
SOL	Pez sol	<i>Mola mola</i>	Molidae
BRR	Barracuda	<i>Sphyrna barracuda</i>	Sphyrnaeidae
PMF	Pomfrets	<i>Taractichthys longipinnis</i>	Bramidae
TIBURONES Y MANTAS			
MNT	Mantarraya	<i>Manta birostris</i>	Mobulidae
TZR	Tiburón zorro	<i>Alopias vulpinus, A. superciliosus</i>	Alopiidae
TTR	Tiburón toro	<i>Carcharhinus leucas</i>	Carcharhinidae
TPN	Tiburón puntas negras	<i>Carcharhinus falciformis, C. limbatus, C. brevipinna</i>	Carcharhinidae
TPB	Tiburón puntas blancas	<i>Carcharhinus longimanus</i>	Carcharhinidae
TCF	Tiburón café	<i>Carcharhinus plumbeus</i>	Carcharhinidae
TNT	Tintorera	<i>Galeocerdo cuvier</i>	Carcharhinidae
TAZ	Tiburón azul	<i>Prionace glauca</i>	Carcharhinidae
CZN	Cazón de ley	<i>Rhizoprionodon terraenovae</i>	Carcharhinidae
TMK	Tiburón mako	<i>Isurus oxirynchus, I. paucus</i>	Lamnidae
TMR	Tiburón martillo	<i>Sphyrna tiburo, S. mokarran y S. lewini</i>	Sphyrnidae
TORTUGAS MARINAS			
VRD	Tortuga blanca ó verde	<i>Chelonia mydas</i>	Chelonidae
LAU	Tortuga laud	<i>Dermachelys coriacea</i>	Chelonidae
CRY	Tortuga carey	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Chelonidae
CGM	Tortuga caguama	<i>Caretta caretta</i>	Chelonidae
LOR	Tortuga lora	<i>Lepidochelys Kempii</i>	Chelonidae

En la tabla 4, se presenta la composición global de las capturas en el periodo 2003-2008 por número de individuos. En ésta se observa una clara dominancia de dos especies entre las que una corresponde a la especie objetivo, el atún aleta amarilla, (*T. albacares*) con 33.4 % y la lanceta (*Alpisaurus ferox*) con 45.7 %. En un segundo grupo con órdenes de magnitud muy inferiores a las anteriores, se ubican con porcentajes entre el 2 al 4 %, el aceitoso (*L. flavobrunneum*), pez vela (*I. albicans*), marlin azul (*M. nigricans*), peto (*A. solandri*) y atún aleta negra (*T. atlanticus*). En un tercer grupo, con presencia entre 1 y 2 %, hay dos especies de pico: marlin blanco (*T. albidus*) y pez espada (*X. gladius*), un túnido

(barrilete) y la mantarraya. Se agrega a las anteriores el dorado (*Coryphaena hippurus*) con 0.9 %, haciendo un total de 12 especies que en conjunto representan el 98 % de las capturas. Como se observa, el restante 1.8 % está conformado por el resto de las especies misceláneas.

En cuanto a la captura por grupos, en la Tabla 4 puede verse que el 33.4 % del número de individuos corresponde a la especie objetivo, los peces de escama representan el 50.22 %; el 7.8 % corresponde a los picudos y el 1.8 está conformado para las especies de tiburón y raya.

Es pertinente recordar que casi el 46% del grupo de escama, es aportado por la lanceta (*Alepisaurus ferax*), cuyo 100% es descartado debido a su nulo valor comercial.

TABLA 4. Composición en número de organismos, porcentaje y porcentaje acumulado, de las especies obtenidas por los barcos de la pesquería palangrera atunera mexicana del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORGANISMOS	%	% ACUM
<i>Alepisaurus ferax</i>	Lanceta	269020	45.7	45.7
<i>Thunnus albacares</i>	Atún aleta amarilla	196342	33.4	79.1
<i>Lepidocybium flavobrunneum</i>	Aceitoso	21060	3.6	82.7
<i>Istiophorus albicans</i>	Pez vela	16673	2.8	85.5
<i>Thunnus atlanticus</i>	Atún aleta negra	13734	2.3	87.9
<i>Acanthocybium solandri</i>	Peto	12517	2.1	90.0
<i>Makaira nigricans</i>	Marlin azul	12162	2.1	92.0
<i>Katsuwonus pelamis</i>	Barrilete	9400	1.6	93.6
<i>Xiphias gladius</i>	Pez espada	6485	1.1	94.7
<i>Tetrapturus albidus</i>	Marlin blanco	6416	1.1	95.8
<i>Manta sp</i>	Manta	5607	1.0	96.8
<i>Coryphaena hippurus</i>	Dorado	5419	0.9	97.7
<i>Diodon hystrix</i>	Pez globo	1830	0.3	98.0
<i>Carcharhinus sp</i>	Tiburón puntas negras	1396	0.2	98.3
<i>Rhizoprionodon terraenovae</i>	Cazón	1093	0.2	98.4
<i>Sphyrna sp</i>	Barracuda	664	0.1	98.6
<i>Isurus paucus</i>	Tiburón mako	655	0.1	98.7
<i>Tetrapturus pfluegeri</i>	Marlin aguja larga	559	0.1	98.8
<i>Alopias sp</i>	Tiburón zorro	480	0.1	98.8
<i>Thunnus obesus</i>	Atún patudo	440	0.1	98.9

<i>Galeocerdo cuvier</i>	Tintorera	295	0.1	99.0
<i>Thunnus thynnus</i>	Atún aleta amarilla	288	0.0	99.0
<i>Mola mola</i>	Pez sol	261	0.0	99.1
<i>Carcharhinus longimanus</i>	Tiburón puntas blancas	251	0.0	99.1
<i>Sphyrna sp</i>	Tiburón martillo	206	0.0	99.1
<i>Carcharhinus leucas</i>	Tiburón toro	183	0.0	99.2
<i>Taractichthys longipinnis</i>	Pomfret	68	0.0	99.2
<i>Sarda sarda</i>	Bonito	61	0.0	99.2
<i>Carcharhinus plumbeus</i>	Tiburón café	60	0.0	99.2
<i>Prionace glauca</i>	Tiburón azul	29	0.0	99.2
<i>Thunnus alalunga</i>	Albacora	16	0.0	99.2
<i>Caranx hippos</i>	Jurel	8	0.0	99.2
Marlin no identificado		3785	0.6	99.9
Pez no identificado		503	0.1	99.9
Atún no identificado		131	0.0	100.0
Tiburón no identificado		205	0.0	100.0

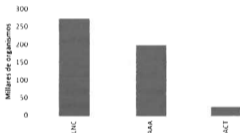


Figura 13. Composición de las tres especies más abundantes (82.7%) de la captura obtenida por la pesquería palangrera mexicana del Golfo de México (2003-2008). LNC=lanceta (*Alepisaurus ferax*), AAA=atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), ACT=aceitoso (*Lepidocybium flavobrunneum*).

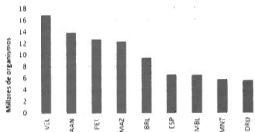


Figura 14. Composición de las especies que junto a las tres principales agruparon el 99% de la captura obtenida por la pesquería palangera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008. VEL=pez vela, AAN=atún aleta negra, PET=peto, MAZ=marlín azul, BRL=barilete, ESP=pez espada, MBL=marlín blanco, MNT=mantarraya, DRD=dorado.

Tabla 5. Composición de la captura por grupo de especies, obtenidas por la pesquería palangera mexicana del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

GRUPO		TOTAL DE ORGANISMOS	%
ESPECIE OBJETIVO	ATUN ALETA AMARILLA	197038	33.40
PESCA INCIDENTAL	ÓTROS ATUNES	36682	6.22
	PECES	299570	50.77
	PICUDOS	46250	7.84
	TIBURONES Y RAYAS	10480	1.78

6.4.1. Variación interanual de la abundancia relativa de las especies

Con el fin de analizar la tendencia en la abundancia relativa de cada especie, tomando como indicador la CPUE (organismos/1000 anzuelos calados), se formaron 4 grupos: TÚnidos, Picudos, peces de escama y Tiburones y rayas.

Respecto al grupo de los túnidos, en la tabla 4 y figura 8, es evidente que el atún aleta amarilla, la especie objetivo, presenta una disminución desde casi 22 org/1000 anzuelos

obtenidos en 2003, a cerca de 14 org/1000 anz en 2006, con una leve recuperación hacia 2007 y 2008 con 17 organismos por 1000 anzuelos en este último año.

En el caso de las otras especies de túnidos se puede ver que el peto, el patudo, el atún aleta azul, el barrilete negro, el bonito y la albacora presentan una tendencia claramente descendente, el atún aleta negra aumentó ligeramente hasta 2007 para disminuir drásticamente en el 2008. El peto se incrementó en los primeros tres años, disminuyó en 2006 y tiende a incrementarse en los últimos dos años.

En las figuras 18 y 19 se observan las variaciones en la composición de las capturas por principales especies. Resulta evidente la variación que existe entre los valores de las dos principales especies. Atún aleta amarilla y lanceta.

Comparando dichos resultados con las figuras 15 y 16, en las cuales aparece la tendencia de la CPUE para ambas especies de manera independiente, la diferencia en la participación relativa de estas dos especies se debe al incremento en la CPUE de la lanceta, y a la disminución de la CPUE para el Atún aleta amarilla.

Debido a las diferentes órdenes de magnitud entre estas dos especies y el resto, su presentación se divide en dos gráficos. En la Fig. 17 puede apreciarse una aparente regularidad en la composición de las especies que en conjunto con las anteriores representan más del 98 %. El resto de las especies se agruparon en el rubro de "OTROS".

Conforme al análisis estadístico realizado mediante métodos multivariados, se encontró que existe un patrón de composición entre los 6 años analizados, con relación al segundo grupo de acuerdo a su abundancia integrado por: Aceitoso, pez vela, atún aleta negra, peto, marlín azul, barrilete, pez espada, marlín blanco, mantarraya, dorado, marlín negro. Sin embargo el en el grupo de lanceta y atún aleta amarilla si se presentaron diferencias significativas.

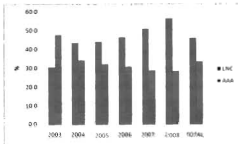


Figura 18. Variación anual de la proporción de la captura de las dos principales especies obtenidas por la pesquería patangrera mexicana del Golfo de México (2003-2008). LNC=lanceta, AAA=Atún aleta amarilla.

6.4.2. Tendencia en la Captura por unidad de esfuerzo CPUE para las principales especies.

En los túnidos, se observa que una disminución importante en la CPUE, para la mayor parte de las especies; Entre las especies de pico (Tabla 4 y Fig. 21) se puede identificar un grupo conformado por el pez vela, el marlin azul y el marlin blanco, que presentan cierta estabilidad en los valores de CPUE; sin embargo, el pez espada y el marlin aguja larga presentan una tendencia claramente decreciente.

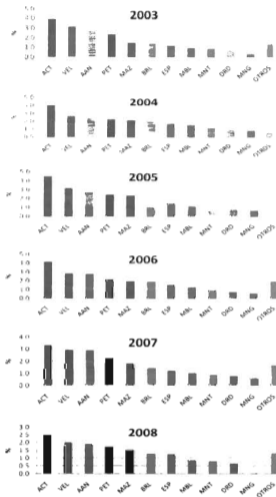


Figura 19. Variación anual de la proporción de las principales especies que en conjunto con las dos principales agruparon el 98% de la captura obtenida por la pesquería palangrera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008. ACT=aceroso, VEL=pez vela, AAN=atún aleta negra, PET=peto, MAZ=marlín azul, BRL=barrilete, ESP=pez espada, MBL=marlín blanco, MNT=mantarraya, DRD=dorado, MNG=marlín negro.

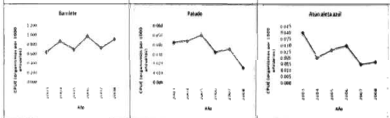
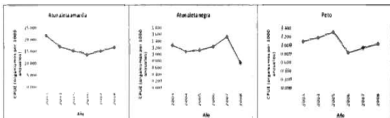
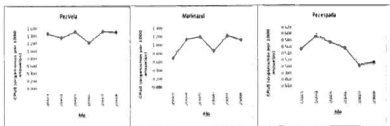


Figura 20. Tendencia de la CPUE (organismos por 1000 anzuelos, del grupo de túnidos obtenidos por la pesquería palangrera atunera del Golfo de México (2003-2008).

Entre las especies de pico (Tabla 4 y Fig. 21) se puede identificar un grupo conformado por el pez vela, el marlín azul y el marlín blanco, que presentan cierta estabilidad en los valores de CPUE; sin embargo, el pez espada y el marlín aguja larga presentan una tendencia claramente decreciente.

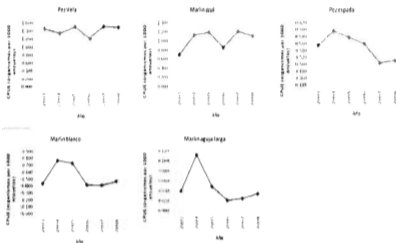


Figura 21. Tendencia de la CPUE (organismos por 1000 anzuelos) de las especies de pico obtenidas por la pesquería palangera atunera del Golfo de México (2003-2008).

En la Tabla 4 y Fig. 22, el caso de los peces de escama, se observa una tendencia creciente de la lanceta, el dorado, la barracuda y el pez sol; el pez globo aunque aumentó en el 2006, bajo en los últimos dos años. Hay una disminución importante para el aceitoso y el jurel. Tanto la barracuda como el pomfer, se incrementaron hasta 2007 pero bajaron en el 2008.

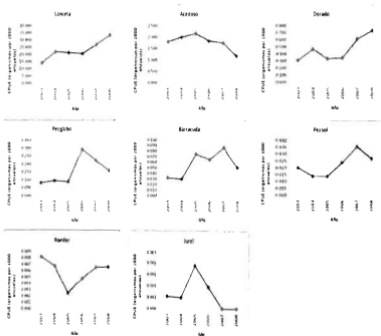


Figura 22. Tendencia de la CPUE (organismos por 1000 anzuelos) de las especies de escama obtenidas por la pesquería palangera atunera del Golfo de México (2003-2008).

De acuerdo a la Figura 23 y Tabla 4, en general, el grupo de los tiburones muestra una tendencia a la baja, lo cual puede indicar un deterioro de este grupo. Salvo la mantarraya, el tiburón puntas negras, el cazón, el tiburón mako, y el tiburón zorro, que, aunque oscilante, presentan cierta estabilidad, el resto de las especies como son la tintorera, el

tiburón puntas blancas, el tiburón martillo, el tiburón toro, el tiburón café y el tiburón azul, presentan una tendencia claramente descendente.

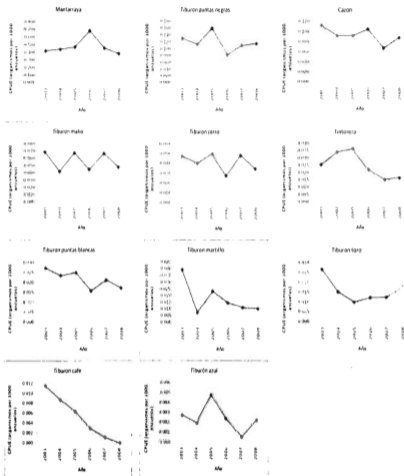


Figura 23. Tendencia de la CPUE (organismos por 1000 anuelos) de las especies de tiburón obtenidas por la pesquería palangera atunera del Golfo de México (2003-2008).

6.4.3. Distribución geográfica mensual de las especies capturadas por la flota palangrera del Golfo de México

En las figuras 24 a la 35, se presenta la distribución mensual de las especies más abundantes que se capturaron mediante palangre atunero en el Golfo de México durante 2003-2008.

Con el fin de comparar la distribución de los lances que capturaron cada una de las especies, contra la abundancia relativa en cada uno de los meses, cada figura incluye un mapa mensual de los lances con éxito en la captura de la especie definida en cada caso y al centro una grafica que contiene, de forma simultánea, dos indicadores de la abundancia relativa, de tal forma que en el eje primario de las "y" se grafica la CPUE y en el eje secundario se grafica el porcentaje de los lances efectuados en cada mes, que obtuvieron al menos 1 organismo de la especie definida en cada figura. En esta forma fueron representadas las 12 especies con mayor abundancia.

En un segundo grupo de figuras de las figuras 36 a la 39 se analiza la distribución de las especies menos abundantes, y se reúnen en 4 grupos (atunes, peces de escama, picudos, tiburones y rayas) cada uno de ellos representado en un gráfico.

A diferencia de los gráficos anteriores, en este caso solo se presentan los mapas que representan la distribución anual sin separar los meses. Estas figuras incluyen la misma grafica del grupo anterior, que contiene de forma simultánea los dos indicadores de la abundancia relativa, de tal forma que en el eje primario de las "y" se grafica la CPUE y en el eje secundario se grafica el porcentaje de los lances efectuados en cada mes, que obtuvieron al menos 1 organismo de la especie definida en cada figura.

Especies con mayor abundancia

Con base en lo anterior, en la figura 24 se presenta la distribución espacial del atún aleta amarilla. Como puede observarse en el grafico central, el atún se captura en más de un 95 % de los lances en todos los meses; los meses con menor porcentaje son febrero, marzo y abril, lo cual coincide con la menor CPUE. La mayor eficiencia de lances con atún aleta amarilla se obtiene en los meses de mayo a junio y de octubre a diciembre de cada año.

Durante los meses fríos, de noviembre a marzo, la distribución de los atunes se observa más dispersa y más al norte, entre los 21° 00' y 26° 00' Lat. N y de los 91° 00' a los 97° 00' Long. O. A partir del mes de abril los atunes empiezan a concentrarse hacia la costa y hacia el sur, lo cual se acentúa notablemente en los meses de mayo, junio y julio, durante los cuales las capturas se concentran hacia el Suroeste, constituyendo una densa mancha de la población entre los 19° 00' y 21° 00' Lat. N y de los 94° 00' a los 97° 00' Long. O. Durante los meses de agosto y septiembre la mancha se divide en dos y se forma otra más hacia el oriente, haciendo evidentes las dos áreas de alta densidad, entre 20° 00' y 22° 00' Lat. N y 92° 00' a 94° 00' Long. O.

Las capturas menos abundantes, coinciden con los meses en los cuales la distribución de los organismos de AAA, se encuentran más dispersos y más al Norte, es decir febrero, marzo y abril, sin embargo, cabe hacer notar que los meses de noviembre, diciembre y enero presentan tasas de captura similares a las de los meses de junio y julio.

En la figura 25 se observa que la distribución de la lanceta (*Alepisaurus ferox*) igual que el atún aleta amarilla, se presenta en un alto porcentaje de los lances; sin embargo, la tasa es inferior, pues de enero a abril los lances con captura de LNC varía entre 82 y 88 %. De mayo a agosto la tasa disminuye entre un intervalo de 82 a 84% y de diciembre, se incrementa a entre 92 y 94%. Cabe hacer notar que la CPUE (org/1000 anz), es muy uniforme a lo largo del año, entre 20 y 25 organismos, con un leve repunte en los meses de marzo y noviembre. Las bajas incidencia de LNC coinciden con las más altas para el AAA, pero en general la distribución de esta especie se comporta de manera muy similar a la del AAA; sin embargo, su abundancia es mayor, reflejada en la mayor CPUE que presenta en todos los meses.

El aceitoso (Fig. 26) con una estacionalidad sumamente marcada por los dos indicadores. Tiene mayores tasas de incidencia y de captura en los meses de octubre a marzo, disminuyendo de abril a septiembre, con las tasas más bajas en mayo junio y julio. Su distribución geográfica es similar a la las especies anteriores.

En la figura 27 se observa que el atún aleta negra presenta una estacionalidad muy marcada; con bajas tasas de incidencia y CPUE de enero a abril (del 10 al 20 % de los lances en el primer caso y entre 0.5 y 1.0 org/1000 anz) incrementándose hacia mayo y

junio, y disminuyendo en julio y agosto, estabilizándose de septiembre a diciembre. Sin embargo, el patrón de distribución es muy similar a las anteriores.

De acuerdo a la figura 28, la distribución estacional del barniote es oscilante a lo largo del año con los mejores rendimientos de octubre a enero, en los cuales la tasa de incidencia es del 35 % de los lances y las más bajas de junio a agosto con tasas menores al 15 % de los lances.

En la figura 29 se observa que el dorado presenta un marcado patrón de abundancia; los valores más altos se obtienen en noviembre y diciembre y los más bajos entre enero y febrero y de junio a septiembre.

La mantarraya (Fig. 30) se presenta en dos periodos abundancia, con valores altos de agosto a enero y bajos de marzo a julio.

El pez vela (Fig. 31) tiene un comportamiento muy peculiar pues prácticamente aparece en la zona en abril, incrementándose en mayo y disminuyendo paulatinamente hasta desaparecer nuevamente hacia octubre.

El marlín azul (Fig. 32), presenta un periodo de mayor abundancia de agosto a abril, con tres meses (mayo a julio) de baja abundancia.

El marlín blanco (Fig. 33), se presenta con mayor abundancia de septiembre a abril y los meses de mayo a agosto son de menor abundancia.

El patrón estacional del peto (Fig. 34) es muy evidente; su abundancia es baja de octubre a marzo, inicia su incremento en abril, que se mantiene hasta llegar a un máximo en agosto, mes en el cual aparece en más del 50 % de los lances cuando la CPUE es la más alta con 2.0 org/1000 anz; a partir de ahí inicia nuevamente el descenso en septiembre.

En la figura 34, el pez espada muestra abundancias sin diferencias marcadas, aunque de mayo a septiembre su abundancia es menor que de octubre a marzo.

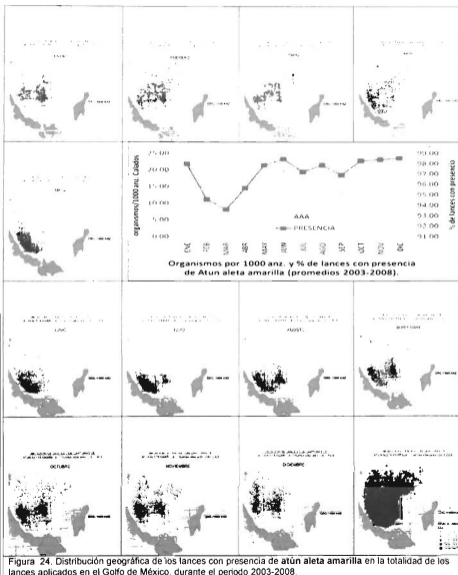


Figura 24. Distribución geográfica de los lances con presencia de atún aleta amarilla en la totalidad de los lances aplicados en el Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

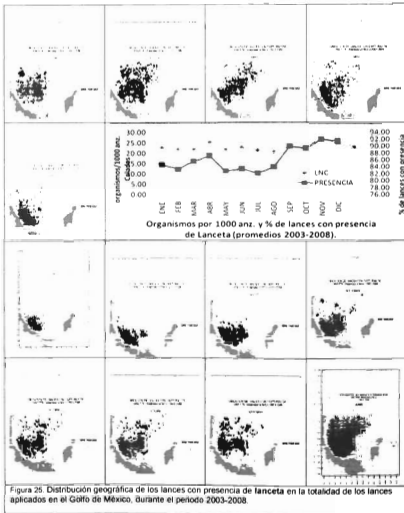


Figura 25. Distribución geográfica de los lancetas con presencia de lanceta en la totalidad de los lancetas aplicados en el Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

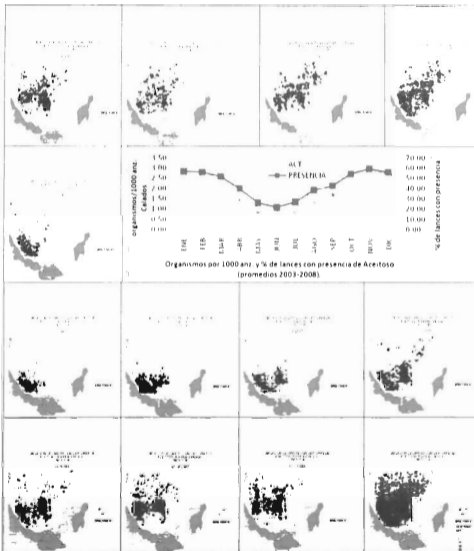


Figura 26. Distribución geográfica de los lances con presencia de aceitoso en la totalidad de los lances aplicados en el Golfo de México, durante el periodo 2003-2008

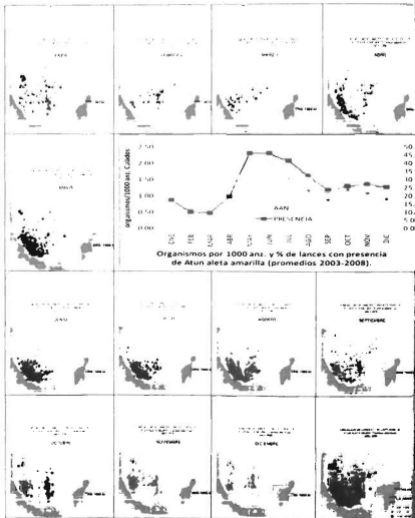


Figura 27. Distribución geográfica de los lances con presencia de atún aleta negra en la totalidad de los lances aplicados en el Golfo de México, durante el periodo 2003-2008

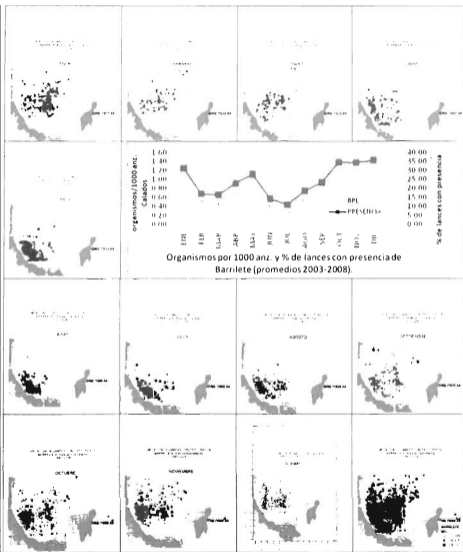
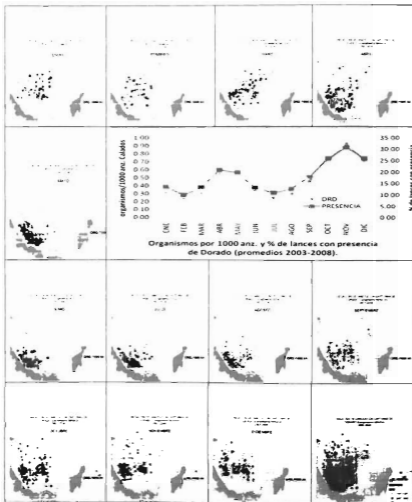


Figura 28. Distribución geográfica de los lances con presencia de barilete en la totalidad de los lances aplicados en el Golfo de México, durante el periodo 2003-2008



% de lances con presencia

Figura 29. Distribución geográfica de los lances con presencia de dorado en la totalidad de los lances aplicados en el Golfo de México, durante el periodo 2003-2008



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

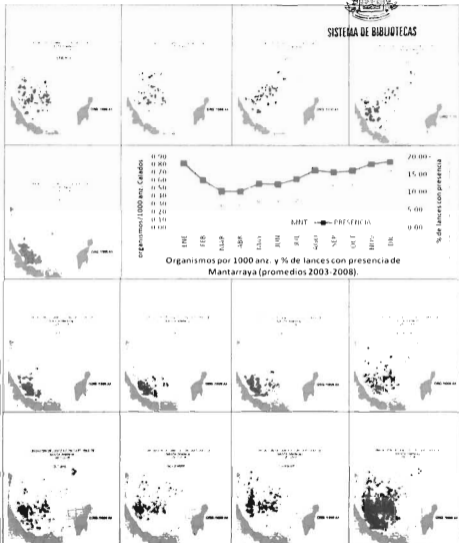


Figura 30 Distribución geográfica de los lances con presencia de manta en la totalidad de los lances aplicados en el Golfo de México, durante el periodo 2003-2008

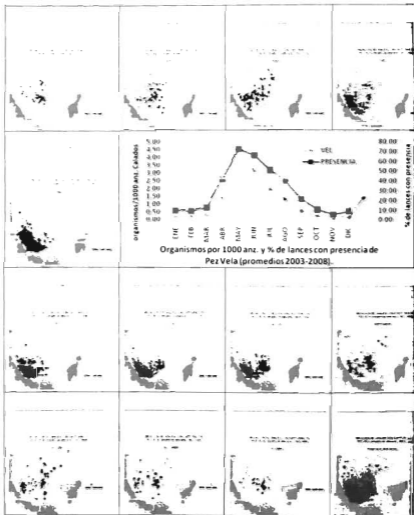


Figura 31 Distribución geográfica de los lances con presencia de pez vela en la totalidad de los lances aplicados en el Golfo de México, durante el periodo 2003-2008

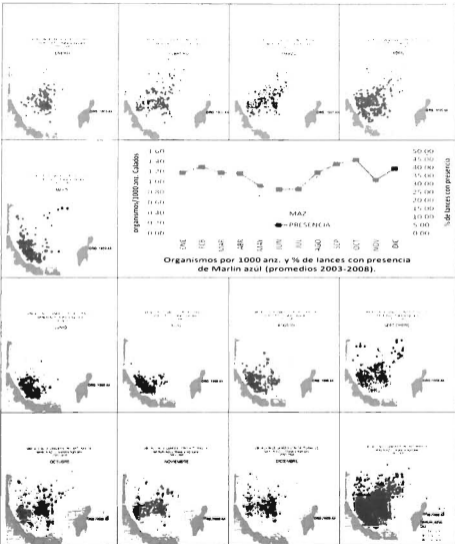


Figura 32. Distribución geográfica de los lances con presencia de marlin azul en la totalidad de los lances aplicados en el Golfo de México, durante el periodo 2003-2008

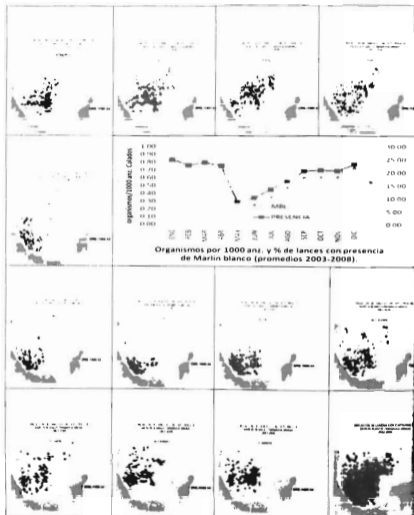


Figura 33. Distribución geográfica de los lances con presencia de marlin blanco en la totalidad de los lances aplicados en el Golfo de México, durante el periodo 2003-2008

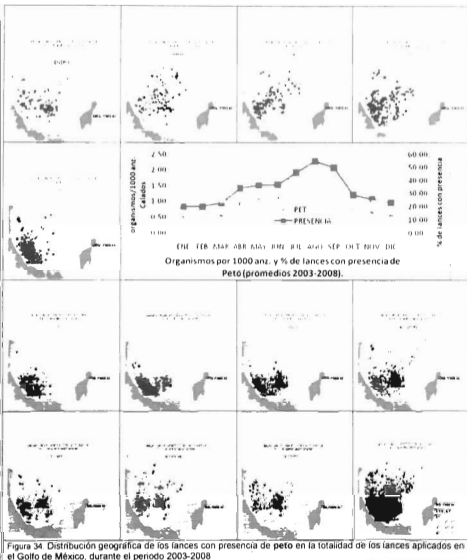


Figura 34. Distribución geográfica de los lances con presencia de peto en la totalidad de los lances aplicados en el Golfo de México, durante el periodo 2003-2008

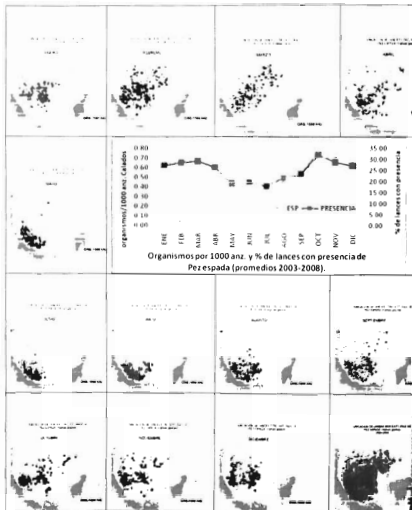


Figura 35 Distribución geográfica de los lances con presencia de pez espada en la totalidad de los lances aplicados en el Golfo de México, durante el periodo 2003-2008

Especies con menor abundancia

En la figura 36 se presenta la distribución anual de los atunes con menor abundancia que los analizados en la sección anterior. La incidencia de albacora es muy esporádica, de 2003 a 2008 solo apareció en 14 lances y la CPUE más alta fue de 3.8 organismos. La distribución de la captura por lance se encontró sólo por arriba de los 23° 00' Lat. N.

El atún aleta azul durante los 6 años se presentó en 256 lances y la CPUE varió entre 1.6 y 8.57 org/1000 anz. Esta especie se encontró en la zona de estudio únicamente entre los meses de enero a abril, entre los 20° 00' a los 26° 00' Lat. N, con mayor abundancia en febrero y marzo.

El patudo, que se capturó en 360 lances durante todo el periodo analizado, presentó valores de la CPUE desde 1.16 a 10.42 org/1000 anz, con una estacionalidad muy marcada, iniciando con valores altos de septiembre a enero y disminuyendo paulatinamente hasta desaparecer prácticamente de mayo a junio. Su distribución general es entre los 19° 00' a los 26° 00' Lat. N.

El bonito se presentó solo en 40 lances, de los 19° 00' a los 22° 00' Lat. N, con una CPUE de 1.4 a 8.9 con valores de abundancia variable.

En la figura 37 se observa la distribución y estacionalidad de las especies menos abundantes de tiburón.

La primera especie o grupo de tiburones en abundancia es el cazón, cuya clasificación corresponde a un conjunto de juveniles de diversas especies y su presencia ha sido determinada en 659 lances, con valores de CPUE que van desde 1.15 a 44.12 org./1000 anz. Su máxima distribución se concentra hacia bajas Latitudes específicamente entre los 19° 00' y 20° 00' Lat. N. Los meses de mayor abundancia son entre febrero-marzo y julio-agosto, disminuyendo progresivamente hasta el mes de enero.

El tiburón café o aleta de cartón, se presentó únicamente en 51 lances, con mayor frecuencia de febrero a abril, con valores muy bajos en mayo junio y julio y de septiembre a diciembre; en agosto muestra un ligero aumento. Se distribuye ampliamente entre los 19 y 24 grados de Lat. El tiburón azul se presentó solo en 27 lances, con CPUE por lance entre

1.24 y 3.3 org/1000 anz, con distribución cargada hacia el sur entre los 19° 00' y 22° 00' Lat. N.

El tiburón puntas blancas se presentó con en 224 lances con valores de CPUE por lance entre 1.24 y 11.43 org/1000 anz. Se distribuye ampliamente con mayor abundancia entre los 21° 00' y los 24° 00' Lat. N, con una estacionalidad muy marcada, ya que aparece de septiembre a febrero y disminuye gradualmente hasta desaparecer los meses de junio julio y agosto.

El tiburón puntas negras, que incluye por lo menos a dos especies, se capturó en 1071 lances, con valores de CPUE por lance entre 1.04 y 22.32 org/1000 anz. Los datos presentaron una estacionalidad muy marcada, incrementándose a partir de enero a abril, y disminuyendo drásticamente de mayo a diciembre. Su distribución es muy amplia con las mayores densidades entre los 18° 00' y 23° 00' Lat. N.

El tiburón toro se presentó en 137 lances, con valores de CPUE por lance de 1.21 a 22.92 org/1000; la mayor abundancia se presentó entre 22° 00' y 23° 00' de Lat. N. La estacionalidad presentó dos temporadas muy definidas, con mayor abundancia de enero a marzo con un pico en febrero y en el resto de los meses con bajas abundancias.

El tiburón zorro se registró en 448 lances con CPUE entre 1.4 y 5.71 org/1000 anz. Su abundancia crece de junio a febrero y disminuye de marzo a mayo. Se encontró en todo el Golfo de México, pero presentó dos áreas con mayor densidad, una delimitada por 19° 00' y 22° 00' Lat. N. y los meridianos 94° 00' y 96° 00' Long. O y la otra entre los 20° 00' a 22° 00' Lat. N y los 92° 00' a 94° 00' Long. O.

En la figura 38 se observa la especie de picudo con menor abundancia. El marlín aguja larga se presenta con mayor abundancia pues se capturó en 378 lances, con CPUE entre 1.19 y 9.11 org/1000 anz; se distribuye ampliamente desde los 20° 00' a los 24° 00' Lat. N. Su mayor abundancia es entre los meses de noviembre y enero, disminuyendo entre febrero a abril con valores bajos entre mayo y octubre.

En la figura 39 se presenta la distribución de las especies de escama con menor abundancia:

La barracuda se presentó en 458 lances con valores de CPUE entre 1.07 y 16.13 org/1000 anz. Su distribución se concentró en dos áreas, la primera delimitada por 19° 30' y 21° 30' Lat. N y los 92° 00' y 93° 00' Long. O y la segunda entre 18° 30' y 21° 00' Lat. N y entre 94° 00' y 96° 00' Long. O.

La especie que apareció en menos ocasiones fue el jurel, dado que se presentó en 7 lances únicamente, con una CPUE entre 1.49 y 2.98 org/1000 anz.

El pez sol se presentó en 251 lances con CPUE entre 1.11 y 17.24 se presentó con mayor abundancia en los meses de agosto a diciembre y los meses más bajos fueron marzo y abril. Se distribuyó ampliamente en el Golfo de México con mayor abundancia de los 19° 00' a los 21° 00' Lat. N.

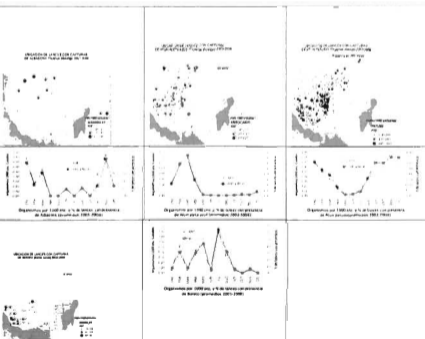


Figura 36. Distribución mensual de otras especies de atunes obtenidas en todos los lances aplicados por la flota palangrera mexicana del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

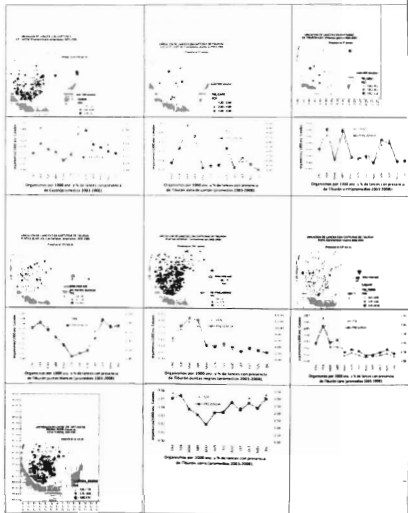


Figura 37. Distribución mensual de las especies de tiburón obtenidas en todos los lances aplicados por la flota palangrera mexicana del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

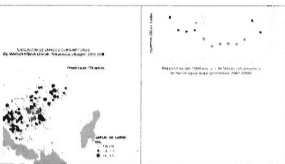


Figura 38. Distribución mensual de otras especies de pico en todos los lances aplicados por la flota palangrera mexicana del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008

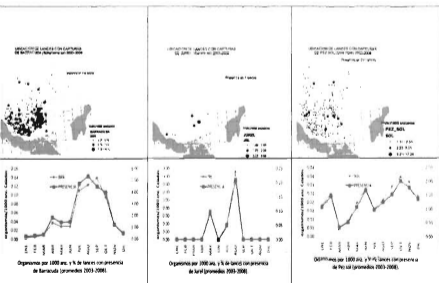


Figura 39. Distribución mensual de las especies de escama obtenidas en todos los lances aplicados por la flota palangrera mexicana del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

6.4.4. Patrones de abundancia estacional de las especies

En el análisis realizado en el capítulo precedente, se analizó la distribución espacial y temporal de las especies, con base en la integración de los datos de los 6 años, analizados de 2003-2008.

En el presente apartado se analiza si existe un patrón que se repite a lo largo de los años en dicha distribución estacional. Con tal objeto se grafican para cada especie el comportamiento mensual de la CPUE en cada uno de los años para compararlos y observar si existe dicho patrón.

En las figuras 40 a la 52 se grafican los datos de las especies que se han venido considerando las más abundantes a lo largo del presente estudio. De su análisis se desprende que hay algunas especies que muestran un patrón temporal muy claro y hay otras cuyo comportamiento no permite suponer un patrón.

En el primer caso se ubican el aceitoso, el pez vela, el marlín azul, el atún aleta negra, el peto, el pez espada, el dorado, el atún aleta azul, con un patrón muy definido ya descrito en el apartado anterior que se repite año con año, lo cual permite suponer que dicho patrón responde a la interacción de la especie con las condiciones ambientales.

En el segundo caso, se encuentra la lanceta, el atún aleta amarilla, el barriete, el marlín blanco y la mantarraya.

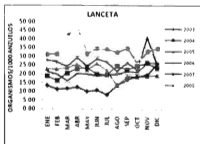


Figura 40. Variación mensual y anual de la abundancia relativa (CPUE) de lanceta, obtenida por barcos de la flota palangrera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

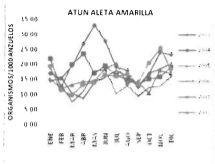


Figura 41. Variación mensual y anual de la abundancia relativa (CPUE) de atún aleta amarilla, obtenida por barcos de la flota palangrera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

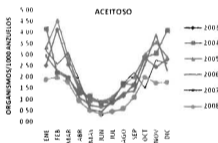


Figura 42. Variación mensual y anual de la abundancia relativa (CPUE) de aceitoso obtenida por barcos de la flota palangrera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

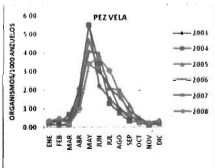


Figura 43. Variación mensual y anual de la abundancia relativa (CPUE) de **pez vela**, obtenida por barcos de la flota palangrera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

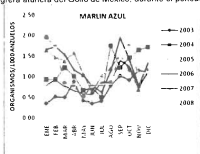


Figura 44. Variación mensual y anual de la abundancia relativa (CPUE) de **marlín azul**, obtenida por barcos de la flota palangrera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

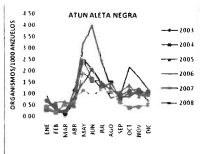


Figura 45. Variación mensual y anual de la abundancia relativa (CPUE) de **atún aleta negra**, obtenida por barcos de la flota palangrera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

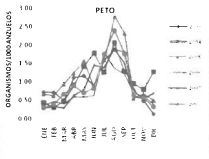


Figura 46. Variación mensual y anual de la abundancia relativa (CPUE) de **peto**, obtenida por barcos de la flota palangrera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

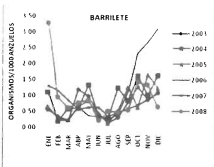


Figura 47. Variación mensual y anual de la abundancia relativa (CPUE) de **barrilete**, obtenida por barcos de la flota palangrera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

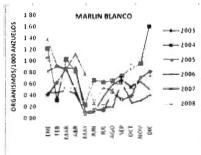


Figura 48. Variación mensual y anual de la abundancia relativa (CPUE) de marlin blanco, obtenida por barcos de la flota palangrera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

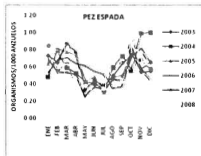


Figura 49. Variación mensual y anual de la abundancia relativa (CPUE) de pez espada, obtenida por barcos de la flota palangrera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

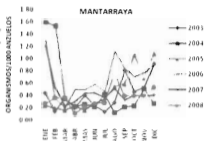


Figura 50. Variación mensual y anual de la abundancia relativa (CPUE) de mantarraya, obtenida por barcos de la flota palangrera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

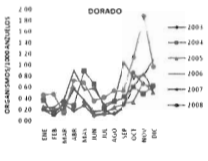


Figura 51. Variación mensual y anual de la abundancia relativa (CPUE) de dorado, obtenida por barcos de la flota palangrera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

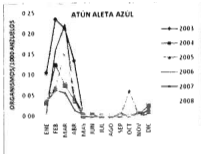


Figura 52. Variación mensual y anual de la abundancia relativa (CPUE) de atún aleta azul, obtenida por barcos de la flota palangrera atunera del Golfo de México, durante el periodo 2003-2008.

6.5. Relación de la distribución espacio-temporal de las especies con la temperatura superficial del mar

6.5.1. Variación espacio-temporal de la temperatura superficial del mar en el Golfo de México

El siguiente análisis se realizó con base en los datos de temperatura superficial del mar en el Golfo de México, que se registraron en cada lance de pesca efectuado por la flota atunera, a través del programa de observadores a bordo del periodo comprendido entre 2003 y 2008, misma que agrupa información de 19,677 lances de pesca.

En la figura 53 se observa que durante el periodo analizado, dicho parámetro se ha mantenido entre 24° y 30 °C, con un promedio cercano a los 27 °C.

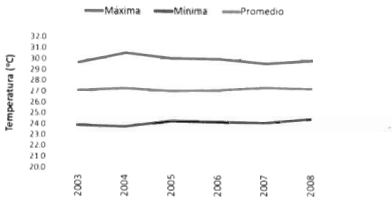


Figura 53. Temperatura máximas mínimas y promedios es el Golfo de México en el periodo 2003-2008.

6.5.2. Análisis de la temperatura superficial del mar mediante imágenes satelitales

Con base en los archivos de imágenes satelitales de temperatura Superficial del Mar proporcionados por el INAPESCA y cuya fuente original es: <http://indi.ideo.columbia.edu/>, se obtuvieron los mapas mensuales del periodo comprendido entre 2003 y 2008. Considerando que el patrón de la temperatura superficial observado se repite en todos los años, aquí sólo se describen los resultados observados en las imágenes del año 2003. De la misma forma, se presentan los análisis comparativos entre los mapas de distribución mensual de la temperatura superficial del mar y del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) que se obtuvo durante el periodo 2003-2008.

En la figura 54 se puede apreciar que durante el invierno, particularmente entre los meses de enero y febrero, se observan temperaturas frías en toda el área, entre 24 y 22 °C, siendo más bajas hacia el Norte. En marzo la temperatura empieza a ascender de Sur a Norte, observándose la isoterma de 26 grados hacia el Sur, en la franja de de

18° 00' -19° 00'. Durante este periodo el atún aleta amarilla se encuentra disperso, en toda el área de operación de la flota.

En los meses de primavera, especialmente durante abril la isoterma de 26 °C se desplaza hacia el Norte y la de 28 °C grados inicia su presencia en el Sur. En mayo las temperaturas cálidas se extienden quedando todo el Golfo de México con temperaturas entre 27 °C -28 °C, con la presencia de la isoterma de 29 °C en la parte Sur, en Junio la temperatura del Golfo de México sigue subiendo y homogeneizándose entre 29 °C y 28 °C, apareciendo la isoterma de los 30 °C el Sur. En este periodo el atún aleta amarilla inicia su concentración sobre la costa, entre los 19° 00' y 22° 00' Lat. N.

Durante el verano y particularmente en el mes de julio, la temperatura del Golfo de México se homogeniza por completo en 29 °C, con temperaturas ligeramente más bajas hacia la sonda de Campeche y en agosto las temperaturas son muy cálidas, presentándose la isoterma de los 30 °C al centro del Golfo y de 29 °C en el norte y sur; Para el mes de septiembre dicha isoterma se extiende a todo el Golfo de México y coincide con el inicio de la desconcentración de organismos, expandiéndose hacia el oriente.

En el otoño y específicamente en el mes de octubre, las temperaturas inician su descenso, quedando de 28 °C en la mayor parte del Golfo pero con 27 °C hacia el Norte y 29 °C en una pequeña porción de la parte sur, continuando su disminución que en noviembre es de 27 °C a 26 °C de sur a norte, para que finalmente en diciembre lleguen hasta 25 °C a 23 °C de sur a norte. En este periodo los atunes se encuentran nuevamente dispersos, con dirección hacia latitudes más altas.

Cabe mencionar que las variaciones latitudinales de la temperatura superficial del mar y de todo el Golfo de México, corresponden a los movimientos de las masas de agua, que a su vez se relacionan con las corrientes dominantes del Golfo de México, específicamente la Corriente de Lazo que se caracteriza por transportar agua con alto contenido de sal y calor procedente del Mar Caribe, así como los giros ciclónicos y anticiclónicos generados por la misma Corriente de Lazo (Monreal-Gómez y Salas-De León, 1997).

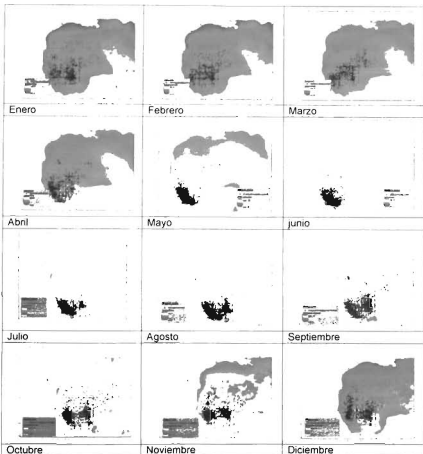


Figura 54. Imágenes de satélite de la temperatura superficial del mar y la distribución de las capturas de atún aleta amarilla obtenidos durante el periodo 2003-2008.

6.5.3. Gradiente latitudinal de la Temperatura superficial del mar

Como se observó en las imágenes satelitales, las temperaturas en el Golfo de México, disminuyen conforme aumenta la latitud. En la figura 55 se grafica el promedio de la temperatura superficial del mar en la zona de operación de la flota atunera mexicana del

Golfo de México, en el periodo 2003-2008, tomando como base los registros del programa de observadores a bordo de los barcos palangreros. En general, los promedios anuales de temperatura oscilaron entre 25 °C y 29 °C, entre latitudes de 18° 00' a 21° 00' Lat. N. El intervalo de temperatura fue entre 28 °C y °C en la franja de 21° 00' y 22° 00' Lat. N, con un promedio de 27 °C grados, y entre los 22° 00' y 25° 00' Lat. N la temperatura promedio fue la más baja registrando entre 25 °C y 26 °C.

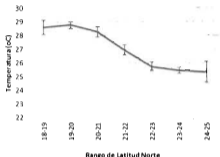


Figura 55. Promedios de la temperatura superficial del mar en la zona de operación de la flota atunera del Golfo de México, de acuerdo a las franjas de Latitud (2003 a 2008).

6.5.4. Distribución de la temperatura promedio por mes, durante el periodo 2003-2008.

Como se observó en los mapas satelitales, existe una variación muy marcada en las temperaturas a lo largo de las estaciones del año. Durante el invierno, entre enero y marzo, el promedio varió entre 23 °C y 24 °C; durante la primavera se presenta un incremento fuerte, subiendo un grado desde el mes de abril (25 °C-26 °C), dos grados más en mayo (27 °C-28 °C), llegando a 29 °C en el mes de junio; en otoño las altas temperaturas se mantienen hasta septiembre, llegando a 30 °C, para iniciar un descenso gradual hasta 26 °C en el mes de diciembre.

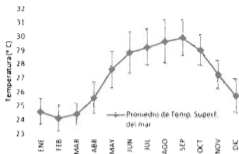


Figura 56. Promedio mensual de la temperatura superficial del mar en la zona de operación de la flota atunera del Golfo de México, obtenida del 2003 - 2008.

6.5.5. Relación de la abundancia de las especies con la temperatura

En este tema, se agruparon los lances por rango de temperatura con amplitud de 1 °C y se obtuvo la CPUE de cada especie para cada uno de los intervalos. En la figura 57 se muestra la abundancia de los túnidos con relación a la temperatura superficial del mar. No obstante que este grupo de especies corresponden a la misma familia, de modo que cada especie se relaciona de forma diferente con dicho parámetro. En el caso del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), a pesar de que se presenta con valores de CPUE similares en todo el rango de temperaturas encontradas en el Golfo de México, su abundancia relativa se incrementa ligeramente ante la presencia de temperaturas entre 26 °C a 30 °C. El atún aleta azul (*Thunnus thynnus*) se asocia con las temperaturas más bajas entre 22 °C y 25 °C principalmente, por su parte el atún aleta negra es más abundante entre 26 °C y 30 °C, pero la CPUE mas alta se obtuvo ante la presencia de temperatura promedio de 28 °C. El peto (*Acanthocybium solandri*) se presenta en todo el rango de temperaturas pero su abundancia se incrementa conforme aumenta la temperatura.

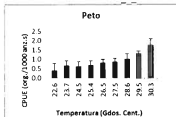
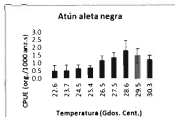
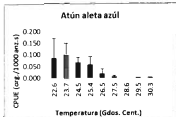
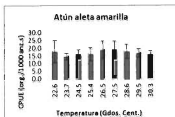
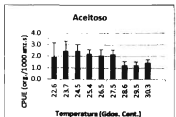
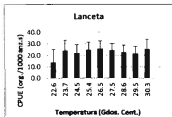


Figura 57. Captura por Unidad de esfuerzo como indicador de abundancia relativa, en las especies de la familia Scombridae, en relación con la temperatura superficial del mar.

Para las especies más abundantes de peces de escama, tanto la lanceta (*Alepisaurus ferox*) como el aceitoso (*Lepidocybium flavobrunneum*) se distribuyen en todo el rango de temperaturas, sin embargo, la primera aparece de forma prácticamente uniforme a partir de los 23 grados, y el aceitoso es más abundante en temperaturas inferiores a 27 grados. Para el dorado (*Coryphaena hippurus*), la temperatura más adecuada es de 25 a 27 °C, (Fig. 58).



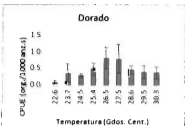


Figura 58. Captura por Unidad de esfuerzo como indicador de abundancia relativa de las especies de peces de escama, en relación con la temperatura superficial del mar.

Conforme a la figura 59, los peces de pico se presentan en todos los rangos de temperatura; el pez vela *Istiophorus albicans* tiene una distribución muy definida en cuanto a la temperatura, pues se presenta en mayor abundancia en el rango de 26 a 29 grados, con un óptimo en 28. El marlin blanco *Tetrapturus albidus* y el marlin azul *Makaira nigricans* se comportan de forma similar, tienen mayor abundancia entre 23 y 27 grados con un óptimo en 25. La distribución del pez espada (*Xiphias gladius*) es más uniforme.

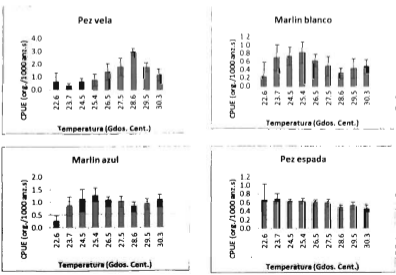
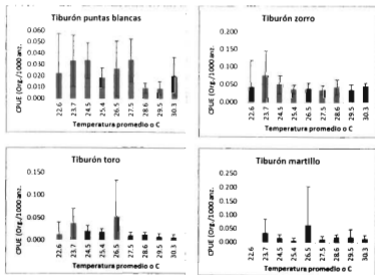


Figura 59. Captura por Unidad de esfuerzo como indicador de abundancia relativa, de las especies de Picudos en relación con la temperatura superficial del mar.

Del análisis de las especies de tiburón: zorro (*Alopias sp*), toro *Carcharhinus leucas*, puntas negras (*Carcharhinus sp*), puntas blancas (*Carcharhinus longimanus*, café, (*Carcharhinus plumbeus*), Tintorera (*Galeocerdo cuvier*) y azul (*Prionace glauca*), se observa que este grupo se presenta en todo el intervalo de temperaturas, pero existe una alta variación en los valores de CPUE obtenidos en cada año del periodo analizado, por lo que la desviación estándar es muy amplia y no se percibe una relación clara con la temperatura, salvo en la tintorera que disminuye cuando se la temperatura se incrementa (Fig. 60)



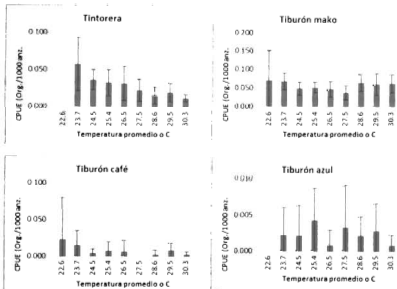


Figura 60 . Captura por Unidad de esfuerzo y desviación estándar, como indicador de abundancia relativa de las especies de tiburón, respecto a la temperatura superficial del mar.

6.5.6. Relación de la CPUE por especie por mes y temperatura promedio.

La variación mensual de la presencia de las especies con respecto al mes, puede estar asociado a la temperatura (Fig. 61). Existe un grupo de especies que son más abundantes hacia los meses más cálidos y otras a la inversa, presentan mayor abundancia en los meses más fríos; entre el grupo de los túnidos, el Atún aleta amarilla, no parece estar asociado a la temperatura pues su mayor abundancia se da hacia los meses de noviembre a enero cuando las temperaturas son más bajas, y de mayo a agosto, donde las temperaturas son más altas, por el contrario, las especies de atún aleta negra y atún aleta azul, presentan una abundancia bien definida; el primero es más abundante hacia mayo, junio y julio, cuando las temperaturas del Océano están en ascenso; y para el aleta azul, su presencia en el Golfo de México se registra en temperaturas cercanas a los 25 grados entre octubre a abril, con el pico de abundancia entre enero y marzo cuando las temperaturas son más bajas. La abundancia del peto se ve muy relacionada con la

temperatura, pues se incrementa conforme aumenta la temperatura y disminuye cuando baja.

En los picudos, la mayor abundancia del pez vela se presenta en los meses de mayo y junio, cuando inicia el aumento de las temperaturas, sin embargo, disminuye en los meses subsiguientes de julio a septiembre cuando la temperatura es aún mayor. Las otras especies de picudos se comportan de manera muy diferente al pez vela, pues presentan mayor preferencia por las temperaturas bajas; el pez espada disminuye en los cinco meses más cálidos (mayo a septiembre) y mantiene niveles altos de abundancia en los restantes 7 meses. El marlín azul es muy similar y el blanco, los meses más favorables son de diciembre a abril. El pez aceitoso, se presenta con mayor abundancia en los meses fríos.

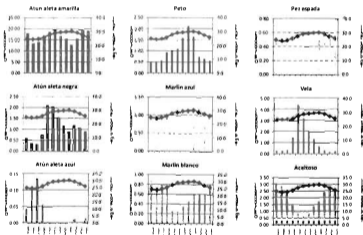


Figura 61. CPUE de las principales especies en los diferentes meses del año en comparación con la variación de la temperatura superficial del mar.

6.6. Relación de la abundancia relativa de las especies con las franjas de Latitud

Al analizar la abundancia (CPUE) de las especies, con relación a la franja de latitud, se observa lo siguiente: para los túnidos, el atún aleta amarilla se distribuye de forma muy parecida en toda la zona de operación de la flota, con una CPUE entre 17.0 y 19.0 organismos por 1000 anzuelos calados, lo cual es muy diferente al resto de los túnidos; para el atún aleta azul es muy obvio que su abundancia se relaciona con las latitudes más altas, a partir de los 25 grados de latitud. El barrilete y el patudo se concentran en las latitudes centrales y contrariamente el atún aleta negra, presentan más afinidad con las latitudes bajas y la mayor abundancia del peto se da en latitudes de 19 a 22 grados (Fig. 62).

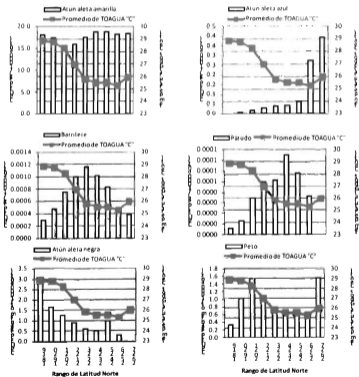


Figura 62. Relación de la CPUE por especie con la Temperatura promedio en cada rango de Latitud de peces del grupo de los escómbridos.

En los picudos, la distribución del pez vela es hacia el Sur del Golfo, entre los 18 a 21 grados de Latitud; para el marlin azul la distribución es más homogénea, sin embargo se incrementa ligeramente en la zona central de 21-24 grados. Para el marlin blanco, la abundancia se concentra hacia las latitudes centrales entre 21-25 grados y para el pez espada la abundancia es superior en latitudes más al norte, entre 23 y 26 grados (Fig. 63).

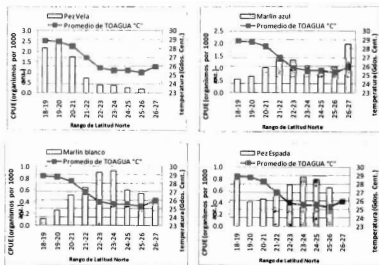


Figura 63. Relación de la CPUE por especie con la Temperatura promedio en cada rango de Latitud de peces del grupo de los picudos.

En cuanto a los peces, el dorado y la lanceta, presentan una distribución amplia, sin aparentes preferencias en cuanto a la latitud; sin embargo el aceitoso, muestra mayor abundancia por arriba de los 21 grados (Fig. 64).

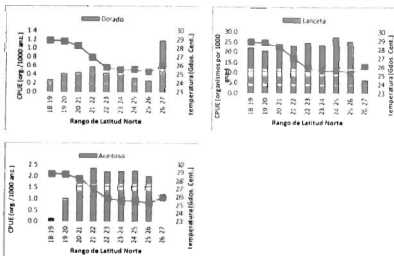


Figura 64. Relación de la CPUE por especie con la temperatura promedio en cada rango de Latitud en peces de escama.

En resumen, los resultados del presente capítulo muestran que la temperatura promedio mensual varió significativamente de 23.8 °C a 30.5 °C con promedio de 27.2 °C; en el primer trimestre varió entre 24.2 °C y 24.6 °C, de abril a junio, ascendió a 25.6 °C en abril y a 28.9 °C en junio; los meses de julio, agosto, septiembre y octubre, presentaron temperaturas entre 29.1 °C y 30 °C; en noviembre y diciembre las temperaturas disminuyeron a 27.2 °C y 25.7 °C.

También es evidente un gradiente de temperaturas en función de la latitud, con promedio anual que disminuyó de sur a norte de 28.8 °C en la franja de 18° 00' a 19° 00' Lat. N, a 25.9 °C en la franja de 26° 00' a 27° 00' Lat. N. El gradiente mencionado presentó variaciones considerables en los diferentes meses de año.

En cuanto al efecto de las variaciones en la presencia de las principales especies, se observó que el atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), el atún aleta negra (*Thunnus atlanticus*) el pez vela (*Istiophorus albicans*) y el peto (*Acanthocybium solandri*), muestran

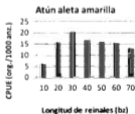
una mayor afinidad con temperaturas altas; por el contrario, el pez espada (*Xiphias gladius*), el atún aleta azul (*Thunnus thynnus*), el marlin blanco (*Tetrapturus albidus*), el marlin azul (*Makaira nigricans*) y el aceitoso (*Ruvettus pretiosus*), fueron más abundantes en temperaturas bajas. Por su parte, el dorado (*Coryphaena hippurus*) y la lanceta (*Alepisaurus ferox*), no mostraron un patrón definido respecto a la temperatura.

6.7. Relación de la abundancia relativa por especie con la longitud de los reinales

En la figura 65 se muestran los gráficos con la distribución de frecuencias de la CPUE de los atunes para cada intervalo de la longitud. Aquí se observa que algunas especies mostraron mayor incidencia en ciertas longitudes de reinales, distinguiéndose el atún aleta amarilla, el atún aleta negra y el peto por su mayor incidencia en los reinales con una longitud máxima de 40 m, mientras que el atún patudo y el aleta azul se capturaron más en los reinales con más de 50 m de longitud.

De la misma forma, en la figura 63 correspondiente al grupo de las especies de pico se observa como el pez vela y el marlin azul inciden principalmente en los reinales con longitudes inferiores a los 40 m, mientras que el pez espada y el marlin blanco prefieren los reinales con longitudes superiores a los 40 m.

El mismo tipo de análisis hecho para otro grupo de especies aceitoso, dorado, lanceta y mantarraya, sólo el aceitoso y la mantarraya mostraron un patrón definido, con mayor incidencia en los reinales con más de 50 m de longitud. El dorado y el aceitoso no mostraron un patrón definido (Fig. 64).



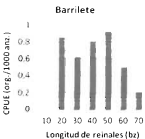
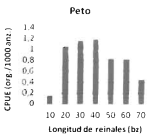
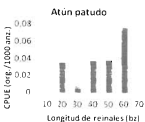
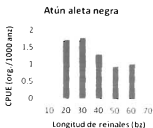
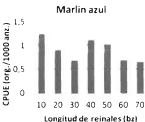
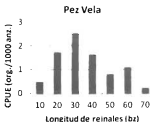


Figura 65. Captura por Unidad de Esfuerzo (org./1000 anz.) de las especies de túnidos respecto a las diferentes longitudes del reinal.



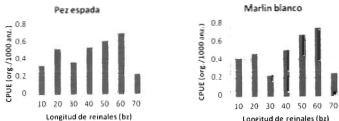


Figura 66. Captura por unidad de esfuerzo (org./1000 anz.) de las especies de pico respecto a las diferentes longitudes del reinal.

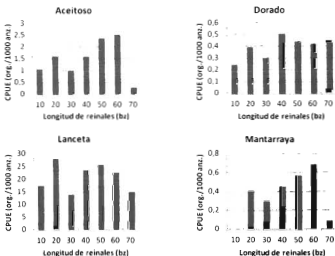


Figura 67. Captura por Unidad de Esfuerzo (org./1000 anz.) de las especies de otros peces de las especies de pico respecto a las diferentes longitudes del reinal.

En la figura 68 se muestra una gráfica de en la que ve como se modifica la longitud de los reinales, así como su relación con la temperatura superficial del mar registrada por los observadores a bordo de los barcos palangreros. Es evidente que la tendencia a incrementar la longitud de los reinales se relaciona con la disminución de la temperatura

superficial del mar y viceversa, pero también se observa como la variabilidad de la longitud tiende a ser mínima ante el predominio de las temperaturas más altas. Este resultado induce a presuponer que ante el predominio de las bajas temperaturas, están más disponibles las especies que se capturan a mayor profundidad, pero que requieren incrementar la longitud de los reinales para hacerlas accesibles y vulnerables a los anzuelos.

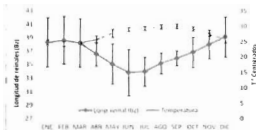


Figura 68. Comparación de la variabilidad mensual de la longitud de los reinales utilizados por los barcos de la flota palangrera, con la temperatura superficial del mar registrada durante el periodo 2003-2008. Las líneas verticales representan ± 2 desviaciones estándar.

6.8. Resultados generales de los análisis estadísticos.

Los resultados de los análisis estadísticos se presentan agrupados en el presente capítulo, pues un mismo análisis se aplican a varios de los temas que se trataron.

Como se mencionó en la metodología, el análisis se realizó mediante la separación de dos grupos: En el primero se incluye únicamente al atún aleta amarilla y la lanceta, y en segundo a las siguientes 10 especies que en conjunto con las anteriores representan el 98 % de los organismos capturados en el periodo del análisis.

GRUPO 1: ATÚN ALETA AMARILLA Y LANCETA

Primer análisis. Interacción entre las variables independientes **KNOM**, **AÑO**, **SPP** y **CUAD**, con la variable dependiente que corresponde a la abundancia relativa ($difnCPUE$), de las especies de Atún Aleta Amarilla y Lanceta.

Con base en la Tabla Num. 6, conforme a los valores obtenidos para "p", y figuras 69 a la 71 se observa lo siguiente:

- Existe diferencia significativa entre los años, en cuanto a los promedios anuales de los valores de abundancia relativa de las dos especies en su conjunto.
- No hay diferencia significativa en los promedios de la abundancia relativa para las especies en su conjunto con relación a las tres categorías de temperatura.
- El promedio de la abundancia relativa difiere significativamente entre las dos especies. En la figura 69 se observa cómo la lanceta está por encima del atún aleta amarilla a partir del 2004. Dicho efecto es independiente a la temperatura.
- No existen diferencias significativas en el índice de abundancia entre los años en cuanto a las temperaturas para ambas especies en conjunto.
- Existen diferencias significativas en los promedios de la abundancia relativa de cada especie en los 6 años analizados, por lo que no se encontró un patrón en la composición de las capturas en estas dos especies, dado que los valores para la lanceta aumentaron y para el atún aleta amarilla disminuyeron.
- El promedio de la abundancia relativa por especie varía significativamente en función de la temperatura, especialmente para la lanceta pues muestra una afinidad ligeramente menor con las temperaturas más altas.

TABLA 6. difncpue - Likelihood Type 1 Test (21 dic 2011 aax y inc) Distribution : NORMAL Link function: IDENTITY				
	Degr. of	Log-	Chi-	p
Intercept	1	-30.6378		
Año	5	-24.9993	11.27708	0.046155
Kanom	2	-23.2403	3.51790	0.172225
Spp	1	-18.5315	9.41763	0.002149
año*kanom	10	-16.2151	4.63281	0.914320
año*spp	5	15.3825	63.19516	0.000000
kanom*spp	2	18.6129	6.46087	0.039540
año*kanom*spp	10	32.3014	27.37687	0.002270

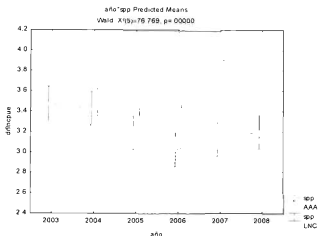


Figura 69. Interacción entre el año y el índice de abundancia relativa del grupo conformado por Atún aleta amarilla y Lanceta.

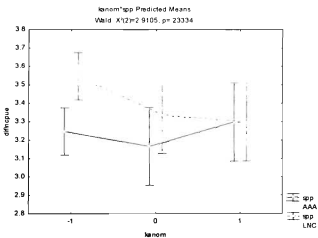


Figura 70. Interacción entre la anomalía de la temperatura y el índice de abundancia relativa del grupo conformado por Atún aleta amarilla y Lanceta.

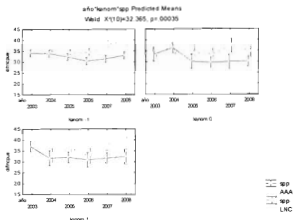


Figura 71. Interacción entre la anomalía de la temperatura, el año y el índice de abundancia relativa del grupo conformado por Atún aleta amarilla y Lanceta.

Segundo Análisis. Interacción entre las variables independientes SPP y CUADRANTE, con la variable dependiente que corresponde a la abundancia relativa (difiCPUE), para las especies Atún aleta amarilla y Lanceta

Con base en la Tabla 7 y la figura 72, conforme a los valores obtenidos para "p", se observa lo siguiente:

- No existen diferencias significativas entre franjas de Latitud en cuanto a los promedios de la abundancia relativa de las dos especies en conjunto.
- El promedio de la abundancia relativa difiere significativamente entre especies.
- El promedio de la abundancia relativa de cada especie, no varía significativamente en función de los rangos de latitud, sin embargo en la lanceta se observa un incremento en el valor de CPUE a partir de los los 20° de Lat N.

Tabla 7. difincpue - Likelihood Type 1 Test (21 dic 2011 aaa y lnc) Distribution : NORMAL
Link function: IDENTITY

	Degr. Of	Log-	Chi-	p
Intercept	1	-30.6378		
Cuadrante	6	-28.7481	3.779303	0.706513
Spp	1	-24.6473	8.201632	0.004185
cuadrante*spp	6	-19.7644	9.785825	0.134866

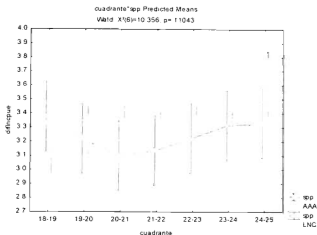


Figura 72 Interacción entre la franja de Latitud y el índice de abundancia relativa del grupo conformado por Atún aleta amarilla y Lanceta.

Tercer Análisis. Interacción entre el índice de abundancia relativa (difiCPUE) y la variables de la estacionalidad (TRIMESTRE) , para las especies Atún aleta amarilla y Lanceta.

En la Tabla 8, y figuras 73-74, conforme a los valores obtenidos para "p", se observa que:

- Existe una diferencia significativa del índice de abundancia relativa entre ambas especies.
- El índice no muestra diferencias en la interacción año-trimestre, por lo que existe un patrón en la abundancia trimestral que se repite para ambas especies en conjunto.
- El índice de abundancia relativa de atún aleta amarilla y lanceta en su conjunto no presenta diferencias significativas durante los 4 trimestres, sin embargo, se observó una variación anual en interacción con el trimestre, en el índice de abundancia de cada una de las especies, ya que la lanceta, se incrementó sustantivamente a partir del 2004, y el atún aleta amarilla disminuyó.
- Asimismo se observa que la diferencia a favor de la lanceta con respecto al atún aleta amarilla, se presentó en todos los años de forma creciente (salvo en 2003) y en todos los trimestres.

Tabla 8. difiCPUE – Likelihood Type 1 Test (AAA,LNC, TRIM, ESP, ANO, KNOM)
Distribution : NORMAL Link function: IDENTITY

	Degr. of	Log-	Chi-	P
Intercept	1	-1.173608E+01		

AÑO	5	-7.637798E+00	8.196559E+00	0.145730
TRIM	3	-5.902555E+00	3.470485E+00	0.324610
SPP	1	3.650175E+00	1.912546E+01	0.000012
AÑO*TRIM	15	5.816477E+00	4.312605E+00	0.996520
AÑO*SPP	5	3.676969E+01	6.190642E+01	0.000000
TRIM*SPP	3	3.837156E+01	3.203758E+00	0.361264
AÑO*TRIM*SPP	15	2.139210E+16	4.278420E+16	0.000000

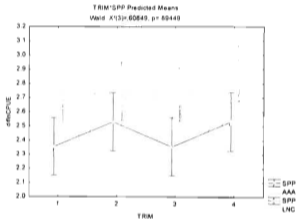


Figura 73. Interacción entre el trimestre y el índice de abundancia relativa del grupo conformado por Atun aleta amarilla y Lanceta.

ANO*TRIM*SPP Predicted Means

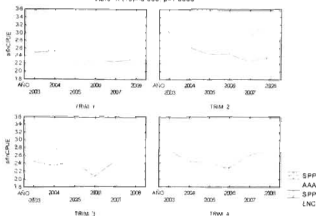
Wald $\chi^2(15)=0.000$ $p=1.0000$ 

Figura 74. Interacción entre el año, el trimestre y el índice de abundancia relativa del grupo conformado por Atún aleta amarilla y Lanceta.

Cuarto análisis. Interacción entre el índice de abundancia relativa (diflnCPUE) y la variable de la longitud de los reinales como indicador de la profundidad de operación (LONGREI) para las especies Atún aleta amarilla y Lanceta.

Tabla 9. DIFLNCPUe - Likelihood Type 1 Test (LONGREI, AAA Y LNC) Distribution : NORMAL Link function: IDENTITY

	Degr. of	Log-	Chi-	p
Intercept	1	-5.366832E+00		
LONGREI	6	-1.349743E+00	8.034179E+00	0.235610
SPP	1	2.666887E+00	8.033260E+00	0.004593
LONGREI*SPP	6	-2.251800E+15	-4.503600E+15	1.000000

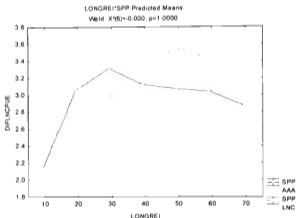


Figura 75. Interacción entre la longitud de los reinales (Bz.) y el índice de abundancia relativa del grupo conformado por Atún aleta amarilla y Lanceta.

ANÁLISIS DEL GRUPO 2

Como se emncionó anteriormente los siguientes análisis corresponden al grupo de 10 especies conformado por: Atún aleta negra, (*Thunnus atlanticus*) marlin azul (*Makaira nigricans*), Marlin blanco (*Tetrapturus albidus*), Pez espada (*Xiphias gladius*), pez vela (*Istiophorus albicans*) peto (*Acanthocybium solandrii*), dorado (*Coryphaena hippurus*), aceitoso (*Lepidocybium flavobrunneum*) mantarraya (*Manta sp.*) y Barrilete (*Katsuwonus pelamis*).

Primer análisis. Interacción entre la temperatura, año, especie y cuadrante (KNOM, AÑO, SPP y CUAD), con la variable dependiente que representa un índice de la abundancia relativa (dflnCPUE), para todas las especies.

Con base en la Tabla 10 y figuras 76 a la 78, conforme a los valores obtenidos para "p", se observa lo siguiente:

- No hay diferencia significativa entre los años, en cuanto a los promedios anuales de la abundancia relativa, de todas las especies en su conjunto.
- No hay diferencia significativa en los promedios de la abundancia relativa de todas las especies en su conjunto, con relación a las tres categorías de temperatura.

- c) No existen diferencias significativas en la Abundancia relativa con relación a las temperaturas en interacción con los años.
- d) El promedio de la abundancia relativa difiere significativamente entre especies.
- e) No existen diferencias significativas en los promedios de la abundancia relativa de cada especie en los 6 años analizados, lo cual denota que existe un patrón en la composición de las capturas, para las 10 especies consideradas en este grupo.
- f) El promedio de la abundancia relativa de cada especie varía significativamente en función de la temperatura.
- g) Las 10 especies analizadas, pueden ser divididas en tres grupos; las que presentan mayor afinidad con temperaturas bajas (menores a 27 °C), son: Aceitoso, barrilete, dorado, pez espada, marlin azul, marlin blanco y mantarraya. Las especies de este grupo con afinidad a temperaturas más altas son el pez vela y el atún aleta negra y el peto que no muestra afinidad.

Tabla 10. difncpue - Likelihood Type 1 Test (21 dic 2011 todas menos AAA y LNC)				
Distribution : NORMAL Link function: IDENTITY				
	Degr. Of Freedom	Log-Likelhid	Chi-Square	p
Intercept	1	-485.846		
Año	5	-483.895	3.9032	0.563436
Kanom	2	-481.806	4.1774	0.123851
Spp	9	-429.172	105.2680	0.000000
año*kanom	10	-423.660	11.0241	0.355644
año*spp	45	-395.980	55.3598	0.138512
kanom*spp	18	-259.961	272.0371	0.000000
año*kanom*spp	90	-185.408	149.1063	0.000090

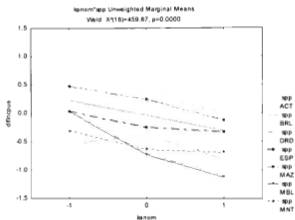


Figura 76. Interacción entre las anomalías de temperatura de 2003 a 2008, y las especies que muestran una afinidad hacia temperaturas altas.

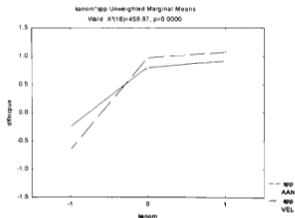


Figura 77. Interacción entre las anomalías de temperatura de 2003 a 2008, y las especies que muestran una afinidad hacia temperaturas bajas.

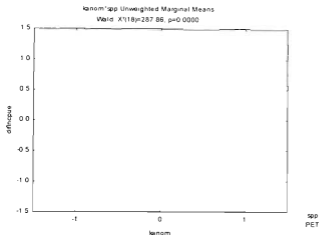


Fig. 78. Interacción entre las anomalías de temperatura de 2003 a 2008, y las especies que no muestran una afinidad hacia las temperaturas.

Segundo Análisis. Interacción entre las variables independientes SPP y CUADRANTE, con la variable dependiente que corresponde a la abundancia relativa (diflnCPUE), para las 10 especies antes mencionadas excepto AAA y LNC

Con base en la Tabla 11 y figuras 79 y 80, conforme a los valores obtenidos para "p", se observa lo siguiente:

- Existen diferencias significativas entre franjas de Latitud en cuanto a los promedios de la abundancia relativa de todas las especies en su conjunto.
- El promedio de la abundancia relativa difiere significativamente entre especies.
- El promedio de la abundancia relativa de cada especie, varía significativamente en función de los rangos de latitud. Las 10 especies analizadas, pueden ser divididas en tres grupos; Las que presentan mayor afinidad con Latitudes más altas (aceitoso, marlin azul y marlin blanco); las que muestran mayor afinidad con latitudes bajas (Atún aleta negra y pez vela), y las que presentan cierta afinidad con las latitudes medias (barrilete, dorado, manta y peto).

Tabla 11. difincpue - Likelihood Type 1 Test (21 dic 2011 todas menos aaa y inc)
 Distribution : NORMAL Link function: IDENTITY

	Degr. of	Log-	Chi-	p
Intercept	1	-485.846		
Cuadrante	6	-472.150	27.3919	0.000122
Spp	9	-416.683	110.9352	0.000000
Cuadrante*spp	54	-220.436	392.4929	0.000000

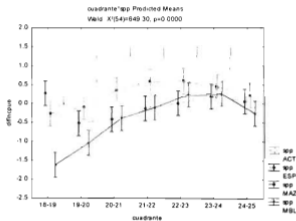


Figura 79. Interacción entre la franja de Latitud Norte , y el grupo de especies que muestran mayor afinidad hacia las latitudes más altas en el período 2003-2008.

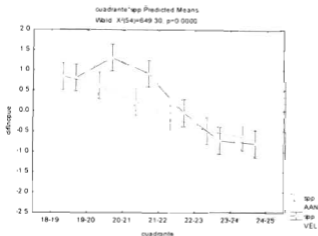


Figura 80. Interacción entre la franja de Latitud Norte , y el grupo de especies que muestran mayor afinidad hacia las latitudes más bajas en el periodo 2003-2008.

Tercer análisis. Interacción entre el índice de abundancia relativa (diferenciaCPUE) y la variable de la longitud de los reinales como indicador de la profundidad de operación (LONGREI) para el grupo de 10 especies antes mencionado.

En la tabla 12 y figura 81 se observa que:

- El índice de abundancia para todas las especies en su conjunto, no difiere significativamente en los años ni en los trimestres.
- Asimismo, las diferencia anual de cada especie, no es significativa, por lo que se puede afirmar que existe un patrón en la composición anual de las capturas en cuanto a estas 10 especies.
- C) El índice de abundancia difiere significativamente entre trimestres para cada especie, debido a las diferentes temporalidades de cada una de ellas (Fig. .

Tabla 12. diferenciaCPUE - Likelihood Type 1 Test (Spreadsheet2) Distribution : NORMAL Link function: IDENTITY

	Degr. of	Log-	Chi-	p
Intercept	1	-2.610356E+02		
AÑO	5	-2.602470E+02	1.577202E+00	0.903992
TRIM	3	-2.579167E+02	4.660559E+00	0.198408
SPP	9	-2.035861E+02	19.896514E+01	0.000000
AÑO*TRIM	15	-2.061348E+02	4.908559E+00	0.992873

AÑO*SPP	45	-1.908825E+02	3.050477E+01	0.951499
TRIM*SPP	27	2.704468E+01	4.358547E+02	0.000000
AÑO*TRIM*SPP	135	9.362535E+16	1.872507E+17	0.000000

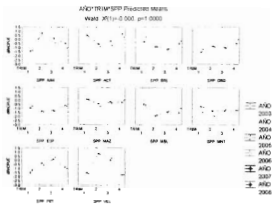


Figura 81. Interacción entre el trimestre y año y el índice de abundancia relativa del grupo conformado por 10 especies, por especie.

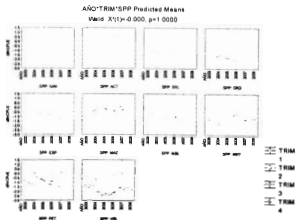


Figura B2. Interacción entre el año y trimestre y el índice de abundancia relativa del grupo conformado por 10 especies, por especie.

Cuarto análisis. Interacción entre el índice de abundancia relativa (diflnCPUE) y la variable de la longitud de los reinales como indicador de la profundidad de operación (LONGREI) para el grupo de 10 especies.

En la tabla 13 y figuras conforme a los valores obtenidos para "p", se observa lo siguiente:

- Existe una diferencia significativa entre la longitud de los reinales y el efecto en las capturas de cada especie.
- Al respecto, en las figuras nn a la nn, se identifican tres grupos de especies: las que presentan una mayor afinidad con mayores profundidades (Pez espada, marlin blanco, mantarraya, y acetoso); las que son más afines con aguas menos profundas (Barrilete, dorado y pez vela) y las que no presentan preferencia. (atun aleta negra, marlin azul y peto).

DIFLNCPUÉ - Likelihood Type 1 Test (LONGREI, SPP) Distribution : NORMAL Link function: IDENTITY

	Degr. of	Log-	Chi-	p
Intercept	1	-4.132708E+01		
LONGREI	4	-4.049051E+01	1.673133E+00	0.795592
SPP	9	-3.045111E+00	7.489080E+01	0.000000
LONGREI*SPP	36	1.991435E+16	3.982871E+16	0.000000

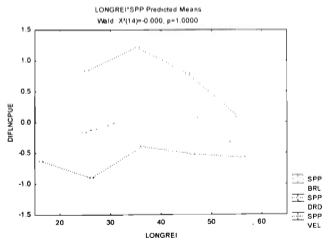


Figura 83. Interacción entre la longitud de los reinales (Bz.) y el índice de abundancia relativa del grupo de especies con mayor afinidad hacia aguas menos profundas.

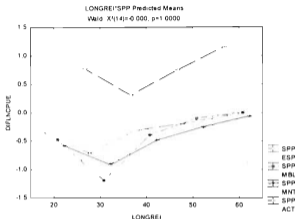
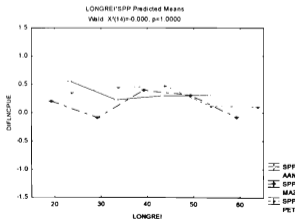


Figura 84. Interacción entre la longitud de los reinales (Bz.) y el índice de abundancia relativa del grupo de especies con mayor afinidad hacia aguas más profundas.



7. DISCUSIÓN

Sobre el esfuerzo pesquero

Es pertinente hacer notar que el área de operación de los barcos palangreros de la flota atunera mexicana se circunscribe a una determinada área de operación dentro del Golfo de México, la cual no necesariamente refleja su capacidad de pesca y autonomía, sino a los límites geográficos establecidos en las Leyes Internacionales sobre el Derecho del Mar, por lo que las pesquerías y otros recursos naturales del Golfo de México son compartidos con países como Estados Unidos y Cuba. No obstante que los barcos palangreros han realizado operaciones de pesca en todas las aguas de jurisdicción nacional, los resultados indican que existen algunas zonas más frecuentadas que se determinan por diversos factores y entre los principales se encuentran las de mayor abundancia del recurso objetivo que es el atún aleta amarilla. Las franjas latitudinales del Golfo de México en las que más del 70% del esfuerzo ha sido aplicado, son las de 19° 00' a 22° 00' Lat N, que de acuerdo con los estudios oceanográficos y variabilidad estacional de la concentración de clorofila, se distinguen por ser zona de altas productividad (Manzano-Sarabia y Salinas-Zavaia, 2008). Otros factores importantes que vale la pena resaltar, son la evolución de la intensidad del esfuerzo pesquero aplicado, que durante el periodo analizado registró un incremento desde 1.84 millones de anzuelos en 2003, llegando un máximo de 2.13 millones en 2005 y una disminución progresiva hasta un mínimo de 1.81 millones de anzuelos en 2008.

Sobre la composición de especies

Como en todas las pesquerías que usan palangre dirigido a la pesca de especies pelágicas, la pesquería palangrera atunera del Golfo de México incluye una amplia gama de especies no objetivo consideradas como captura incidental, entre las que se encuentran otros atunes, entre ellos algunos de alto valor comercial como el atún aleta azul *Thunnus thynnus* y el patudo *Thunnus obesus*, pero también otros túnidos con poco o nulo valor como el barniote y los bonitos: *Katsuwonus pelamis*, *Sarda sarda* y *Euthynnus alletterattus*. Sin embargo, entre los resultados más importantes de este trabajo se resalta la importancia de los volúmenes de captura de la lanceta *Alepisaurus ferox*, que representa la mayor cantidad de organismos capturados por la pesquería atunera, con las atenuante de que es descartada en su totalidad y que en peso por organismo es inferior al atún aleta amarilla. Otros grupos de especies que se incluyen y por los que ha surgido cierta polémica, son los tiburones y las tortugas marinas. Sobre los primeros se ha tenido el

inconveniente de no contar con suficientes datos de calidad para identificar con precisión a las especies. Sobre las tortugas marinas, se ha superado el conflicto con el sector ambientalista, al aplicar medidas de protección como el uso de anzuelos tipo circular, así como el de herramientas y métodos de liberación de las tortugas vivas. Otro grupo importante en la captura, son las especies de pico: *Istiophorus albicans*, *Makaira nigricans*, *Xiphias gladius* y *Tetrapturus albidus* y el dorado *Coryphaena hippurus*, que de acuerdo con la Ley de Pesca y Acuicultura Responsable (2007), corresponden a especies destinadas a la pesca deportiva, que no obstante su estatus legal, en el Golfo de México no se han ocasionado conflictos como los del litoral del Océano Pacífico, debido quizá a que son especies poco accesibles a la pesca deportiva como si lo es el sábalo *Megalops atlanticus*, que representa a la especie marina más importante en la pesca deportiva del Golfo de México.

Sobre la tendencia de la abundancia de especies

Entre los resultados de la tendencia de la captura por unidad de esfuerzo que más sobresalieron entre las especies, se obtuvo que el atún aleta amarilla presentó una disminución respecto a los primeros años del periodo analizado, mientras que dos especies, la lanceta *Alepisaurus ferox* y el dorado *Coryphaena hippurus* se incrementaron simultáneamente. Sobre este comportamiento observado, algunos autores han explicado sobre un posible efecto en el ecosistema ante la pérdida de especies clasificadas como depredadoras, tales como los tiburones y los atunes, que conlleva a la proliferación de las presas y consecuentemente al incremento de especies depredadores de niveles tróficos más bajos que se caracterizan por su crecimiento rápido como el dorado (Baum y Worm 2009; Myers *et al.* 2007; Duffy 2003; Schindler *et al.* 2002, citados por Morgan, 2010).

Sobre la estratificación latitudinal (Temperatura y especies)

Es evidente que los estratos con mayor concentración del esfuerzo pesquero, entre 19° 00' y 22° 00' Lat. N se deben principalmente a la mayor abundancia del atún aleta amarilla y coincidentemente estas áreas se caracterizan por presentar los más altos valores promedio de la temperatura superficial del mar. De acuerdo con Manzano-Sarabia y Salinas-Zavala (2008), esta zona y esta temporada se caracteriza por tener las más altas concentraciones de clorofila *a*, a partir de la cual se describe la condición biológica de los ecosistemas marinos, por ser un indicador grueso de la presencia de fitoplancton. Esto ocurre principalmente durante los meses de abril a octubre, cuando la temperatura

superficial del mar se encuentra entre el intervalo de 27 °C a 30 °C. No obstante que a partir del mes de noviembre y hasta el mes de marzo la flota se dispersa en la mayoría de las franjas latitudinales en que se divide el Golfo de México, con temperaturas superficiales inferiores a 27 °C, la abundancia relativa del atún aleta amarilla sólo disminuye durante el primer trimestre, sin embargo, se incluyen a otras especies de atunes, pez espada y algunos marlines que se caracterizan por su alto valor comercial.

Sobre la longitud de los reinales y la composición de especies

Como resultado del análisis sobre la longitud de los reinales, se pudo apreciar que la medida más utilizada es la de entre 30 y 40 m. Sin embargo, se observó que la longitud sufre modificaciones conforme la flota opera en las franjas latitudinales más norteñas, lo cual coincide con la inclusión en las capturas de los atunes aleta azul y patudo, así como el pez espada. Se ha documentado que las especies antes mencionadas se distinguen por su distribución en aguas más profundas, por lo que en algunas pesquerías en lugar de modificar la longitud de los reinales o incluso la longitud de los orinques, utilizan máquinas tiralíneas para bajar la profundidad de la línea madre y entemente los anzuelos puedan operar a mayor profundidad (Santana-Hernández et al, 1998, 2006).

8. Conclusiones

1. El aprovechamiento del recurso atún del Golfo de México se comparte con países como Estados Unidos y Cuba por lo que además de la normatividad nacional, la pesquería atiende acuerdos internacionales para la conservación del Atún y especies obtenidas de manera incidental.
2. El área de distribución del esfuerzo pesquero aplicado por la flota palangrera mexicana de atún del Golfo de México se circunscribe a la Zona Económica Exclusiva de México, sin embargo, las franjas latitudinales entre 19° 00' y 22° 00' Lat. N se distinguen por la aplicación del 89.2% del esfuerzo en número de anzuelos.
3. la evolución de la intensidad del esfuerzo pesquero aplicado durante el periodo 2003-2008 registró un incremento desde 1.84 millones de anzuelos en 2003, con un máximo de 2.13 millones en 2005 y una disminución progresiva hasta 1.81 millones de anzuelos en 2008.

4. Las áreas de operación se clasificaron en franjas latitudinales, siendo las de 19° 00' a 22° 00' Lat. N las de mayor concentración del esfuerzo, caracterizadas por los promedios más altos de la temperatura superficial del mar (27°-30°C), que se presenta entre los meses de marzo a octubre. En las franjas latitudinales por arriba de los 22° 00' Lat. N las temperaturas superficiales son más bajas (24°-26°C), especialmente durante los meses de noviembre a abril de cada año.
5. El atún aleta amarilla *Thunnus albacares*, la especie objetivo, es la más abundante en peso pues representa el 70% del volumen total de capturas, pero no en número de organismos, rubro en el que es superado por la lanceta *Alepisaurus ferox*. Ambas especies acumularon el 79.1% de la captura total en número de individuos.
6. La composición de la captura obtenida por esta pesquería se clasifica en cuatro grupos especies: atunes (39.62%) escama (50.77%) peces de pico (7.84%) y tiburones (1.78%).
7. Tanto en las franjas latitudinales como en las temporadas con bajos valores de la temperatura superficial de mar, la flota palangrera modifica la longitud de los reinales, para que además de la especie objetivo se incluya a especies como el pez espada *Xiphias gladius*, el atún aleta azul *Thunnus thynnus* y el atún patudo *Thunnus obesus*, cuya distribución es típica de aguas más frías y/o en los estratos más profundos de la columna de agua.
8. Correlaciones con año, temp, cuadrante, trimestre, longitud reinales,

9. Bibliografía

- Aburto-Castañeda, 2007. Factores ambientales y pesqueros que influyen en la captura incidental de peces picudos en el Golfo de México. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Báez-García I. y K. Ramírez López, 2008 Captura incidental del pez aceitoso y la lanceta, durante el periodo 2006-2007. XI Foro Nacional de Atún.
- Comisión Internacional para la Conservación del Atún del Atlántico, 2008. Informe del Comité permanente de investigación y estadísticas (SCRS), Madrid, España – 29 de septiembre a 3 de octubre de 2008).
- De la lanza-Espino, G., 1991. Oceanografía de mares mexicanos: primera edición. A.G.T. Editor S.A. México. 569 p. 115
- Diario Oficial de la Federación, 2006. CARTA NACIONAL PESQUERA. Instituto Nacional de la Pesca,

- Dreyfus-León, 2008. Capturas de atún aleta amarilla por la flota palangrera mexicana en el periodo 2000-2007. Rev. El Vigía Año 13 Num. 33, Enero-junio 2008
- Estrada-Jiménez M., K. Ramírez-López, 2008. Compromisos de México ante la Comisión Internacional para la Conservación del Atún del Atlántico. Rev. El Vigía Año 13 Num. 33, Enero-junio 2008.
- Grande-Vidal, J.M.; C.A. Severino-Hernández y A.J. Valdez-Guzmán. 1988. Evaluación tecnológica de las posibilidades de explotación comercial de atún en el Golfo de México. Rev. Ciencia Pesquera. Instituto Nacional de la Pesca. Sec. De Pesca
- Instituto Nacional de Pesca, 2001. Capítulo Atún del libro: Sustentabilidad y Pesca Responsable en México, Evaluación y Manejo 1999-2000.
- Jurado-Molina, J. & Ramírez-López, K. 2008. Los Túnidos tropicales, su pesca y manejo en el Golfo de México. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 62(2): 593-596.
- Manzano-Sarabia, M.M. y C.A. Salinas-Zavala. 2008. Variabilidad estacional e interanual de la concentración de clorofila a y temperatura superficial del mar en la región occidental del Golfo de México: 1996-2007. Rev. Interciencia. SEP 2008, Vol. 33 No. 9:628-634
- Monreal-Gómez, M.A. y Salas-De León, D.A. 1997. Circulación y estructura termohalina del Golfo de México, en M.F. Lavin, editor. Contribuciones a la Oceanografía Física en México, Monografía No. 3. Unión Geofísica Mexicana, p. 183-199.
- Morales-Martínez y K. Ramírez López, 2008. Distribución espacial y temporal del barniote (*Katsuwonus pelamis*) en la pesca del atún en el Golfo de México, durante el periodo 2006-2007.
- Morgan, A.C. 2010. Tiburones: estado de la ciencia. División de ciencias marinas, Pew Environment Group, Washington, DC.
- Mourato, B.I.; H.G. Hazin; C. Wor; P.; Travassos; C.A. Arfell; A.F. Amorin and F.H.N. Hazin. 2010. Environmental and spatial effects on the size distribution of sailfish in the Atlantic Ocean. Rev. Ciencias Marinas (2010), 36(3): 225-236.
- Noguez-Fuentes, J.F., Dreyfus-León, M.J., Robles-Ruiz, H. 2007. Análisis de la pesca de atún con palangre en el Golfo de México durante las fases de luna nueva y llena. *Hidrobiológica*, 17(2): 91-99.
- Oviedo-Pérez J., L. González-Ocaranza, 2008. Evaluación de la presencia de picudos y tiburones en las capturas del palangre atunero durante el periodo 1994-2007. XI Foro de Atún.
- Oey, L.-Y., T. Ezer, and H.-C. Lee. 2005. Loop current, rings and related circulation in the Gulf of Mexico: A review of numerical models and future Challenges. *Circulation in the Gulf of Mexico: Observations and models*. Geophysical monograph series 161. American Geophysical Union. 31-56 p.

- Programa Nacional para el Aprovechamiento del Atún y Protección de Delfines, 2005. "Instrucciones generales para los observadores científicos del programa nacional para el aprovechamiento del atún y protección de los delfines".
- Quiroga-Brahms et al., 2008. Parámetros indicadores del comportamiento del recurso atún en el Golfo de México, durante el periodo 1980-2007. Memorias del XI Foro Nacional sobre el Atún.
- Quiroga-Brahms C. y K. Ramirez López y H. Santana Hernández, 2009. Análisis exploratorio de la composición de la captura nominal de la flota palangrera mexicana dirigida al atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) en el Golfo de México en el periodo 2004-2007. Memorias del XII Foro de Atún.
- Ramirez-López K., R. Solana Sansores y C. Quiroga-Brahms, 2005. Evaluación de la pesca del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) en el Golfo de México, durante el año 2004. V Foro Nacional de Atún.
- Ramirez-López K., R. Solana-Sansores y C. Quiroga-Brahms, 2005. Efecto de las pesquerías de atún con palangre sobre las poblaciones de especies pelágicas altamente migratorias en el Golfo de México. Informe técnico. Instituto Nacional de Pesca.
- Ramirez-López K., 2008. Fundamentos internacionales para la creación de la CICAA. Rev. El Vigía Año 13 Núm. 33, Enero-junio 2008.
- Ramirez-López K., C. Quiroga-Brahms, A. Wakida-Kusunoki, 2008. Caracterización espacio-temporal de la captura incidental de la flota palangrera en el Golfo de México, durante 2005. Revista "El Vigía" AÑO 14 NUM. 35, Enero-Junio 2009.
- Santana-Hernández, H.; R. Macías y J.J. Valdéz F. 1998. Selectividad del sistema de palangre utilizado por la flota mexicana en la Zona Económica Exclusiva. Ciencias Marinas (1998), 24(2): 193-210.
- Santana-Hernández H., 2001. Estructura de la comunidad de pelágicos mayores capturados con palangre en el Pacífico Mexicano (1983-1996) y su relación con la temperatura superficial del mar. Tesis de Doctorado en la Universidad de Colima.
- Santana-Hernández, H.; D. Aguilar-Ramírez y J.J. Valdez-Flores. 2006. Selectividad de especies en función de la profundidad en que trabajan los anzuelos del palangre de deriva. Los Recursos Pesqueros y Acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán. Jiménez-Quiroz, M.C. y Espino-Barr, E. (editores). pp. 551-556.
- Santana-Hernández H., J. Valdez-Flores e I. Méndez-Gómez-Humarán. 2009. Distribución espacial y temporal de las especies que conforman la captura objetivo e incidental, obtenida por barcos palangreros de altura en el Pacífico Mexicano:1983-2002. Rev. Ciencia Pesquera. Num.17, Instituto Nacional de Pesca.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-023-PESC-1996. Diario Oficial de la Federación.

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-EM-04-PESC-2001. Diario Oficial de la Federación.
- Sosa-Nishisaki, O., H. Robles, M. J. Dreyfus-León & O. Ceseña. 2001. La pesca de atún con palangre en el Golfo de México (primer semestre del 2001). PNAAPD, El Vigía Órgano informativo del PNAAPD 6(13), pp 20-23.
- Solana-Sansores, R., R. Urbina & C. A. Brown. 2004. Estandarización de las tasas de captura de la pesquería del atún aleta amarilla, *Thunnus albacares*, con palangre en el Golfo de México, con base a los programas de observadores de México (PNAAPD) y Estados Unidos (1992-2002). El Vigía. Órgano informativo del PNAAPD 9(20), pp:13-15.
- Teo, S.L.H., and Block, B.A. 2010. Comparative influence of ocean conditions on yellowfin tuna and Atlantic bluefin tuna catch from longlines in the Gulf of México. Plos One 5(5): e 10756. Doi:10.1371/journal.pone.0010756.
- Xolaitenco-Coyotl K., 2009. Análisis del esfuerzo pesquero con palangre de la flota atunera del Golfo de México durante 2004. Tesis para obtener el grado de Maestría en Ciencias de la UABC.
- Zavala-Hidalgo, J.; A. Gallegos-García; B. Martínez-López; S.L. Morey, and J. O'Brien. 2006. Seasonal upwelling on the Western and Southern shelves of the Gulf of Mexico. Ocean Dynamics 56: 333-338.