



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

“INFLUENCIA DE LA LUMINOSIDAD DE LAS FASES LUNARES
EN LA CAPTURA DEL ATÚN ALETA AMARILLA (*Thunnus
albacares*) CON PALANGRE EN EL GOLFO DE MÉXICO”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

O C E A N Ó L O G O

PRESENTA:

JORGE FEDERICO NOGUEZ FUENTES

Ensenada, Baja California, Junio 2005

RESUMEN

“INFLUENCIA DE LA LUMINOSIDAD DE LAS FASES LUNARES EN LA CAPTURA DEL ATÚN ALETA AMARILLA (*Thunnus albacares*) CON PALANGRE EN EL GOLFO DE MÉXICO”

El atún Aleta Amarilla es uno de los recursos de mayor importancia comercial y alimenticia, para el mundo. La demanda de los túnidos se ha incrementado rápidamente en los últimos 50 años, esto por arriba de cualquier otro alimento. La distribución del atún es muy amplia abarcando prácticamente todos los mares y océanos de aguas templadas y calidas. La pesca comercial de atún el Golfo de México se lleva a cabo por medio del arte de pesca denominado como palangre, el cual logra el 30% de la pesca mundial, incluyendo la mayor parte de picudos. El esfuerzo pesquero se concentra en la parte suroeste del Golfo de México, principalmente en el estado de Veracruz y tiene la característica de preferencia a salir a pescar en fases de luna nueva. Al igual que otras especies, la distribución y abundancia del atún aleta amarilla se encuentra determinada por las características del ecosistema al cual pertenece, así como a la dinámica poblacional propia de la especie. Se dice que los peces tienen ciclos de alimentación basados en las fases lunares y factores como el clima tienen un impacto en las horas de alimentación debido a las migraciones verticales y el efecto de luminosidad de las fases lunares, así que la mayor influencia durante la pesca se esperaría durante luna nueva y luna llena, esto debido a la atracción conjunta del sol y la luna. Se procesaron los datos de captura

de 2001 para el Golfo de México, proporcionados por el Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección del Delfín. Se analizaron las tendencias de pesca mensuales, en luna llena y luna nueva y se observó una tendencia clara de preferencia de pesca en luna nueva, así como dos zonas marcadas como zona I y II para cada una de las fases lunares, se observa una preferencia marcada en la zona costera en la dinámica de la flota y un mayor número de lances en luna nueva. Se calculó la captura por unidad de esfuerzo, para las especies de mayor importancia económica y se obtuvo que de las cinco especies a no ser la especie objetivo, tan solo los marlines y pez vela presentan valores altos en la fase de luna llena. Se sometieron los datos a un análisis estadístico, para determinar la significancia, y tan solo el atún aleta azul y el pez espada presentan diferencias significativas entre zonas. Se analizó la batimetría con los lances obtenidos en luna nueva y llena y no se obtuvo ninguna diferencia en relación a la captura en las fases lunares. Este análisis nos permite ver que, factores como luminosidad, carnada, temperatura superficial, viento, luminosidad, afectan de manera directa a las migraciones de esta especie, y factores económicos están presentes de manera directa en la pesca del atún ya que se marca una preferencia de la flota a pescar en la zona de costa, debido a ahorro de combustible, características de almacenaje y carnada.

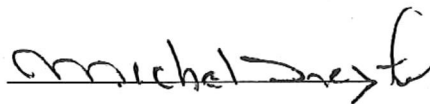
“INFLUENCIA DE LA LUMINOSIDAD DE LAS FASES LUNARES EN LA
CAPTURA DEL ATUN ALETA AMARILLA (Thunnus albacares) CON PALANGRE
EN EL GOLFO DE MEXICO”

T E S I S

QUE PRESENTA:

JORGE FEDERICO NOGUEZ FUENTES

Aprobada por:



Presidente del Jurado

Dr. Michel Jules Dreyfus Leon



Sinodal Propietario

M.C. José Antonio Eliseo Almanza Heredia



Sinodal Propietario

Dr. Juan Guillermo Vaca Rodríguez

Dedicatorias

A mis padres por ser el factor mas importante en mi vida, por hacerme lo que soy, por esas palabras de aliento y ese esfuerzo que siempre será retribuido y jamás olvidado.

A mi padre en especial por ser esa figura ideal a la que me gustaría llegar aunque sea acercarme a ese nivel de persona que solo el tiene y a mi madre por además de darme la vida ser la persona con palabras de aliento en el momento adecuado y ser la mejor madre que alguien haya soñado siempre.

A mi hermana por darme el valor de la amistad y por enseñarme que siempre hay alguien hasta en las situaciones mas difíciles, así como darme la dicha de darme a 3 personitas que han hecho que mi vida se llene de vida.

A Miren, Emiliano, y Diego por ser lo que mas quiero y va por ustedes siempre y por siempre.

A Natalia Villalobos por ser la persona mas especial en mi vida que ha llenado ese espacio que solo ella tiene y tendrá, por darme tantos años de su vida y por ser esa inspiración tan importante en mi vida siempre, por ser todo para mi

A mi segunda familia Fuentes Ruelas por ser parte esencial de mi vida, y jamás darme la espalda ni en los momentos mas difíciles, gracias por todo, los quiero como unos padres y a los tres hermanos que jamás tuve.

A toda mi familia en especial por ese afecto que me hace sentir vivo, gracias tías, tíos, primos...

A mi hermano del alma Eduardo Sierra que compartiste este sueño que fue oceanología

y que me enseñaste que las cosas mas difíciles de la vida (escuela) desde la secundaria, por escucharme y por estar ahí siempre.

A Enrique Quintero, por ser siempre el chief, y haberme dicho la gran frase “el que baila con el diablo, baila hasta que acabe la canción”, y enseñarme que el tiempo en la amistad es grande.

A Julián Quintero por ese viaje al sur que marco una gran pauta en mi vida, cuando se tenia que hacer, por esas platicas interminables y esos sueños que se volverán realidad.

A Aleph Jiménez, por que sin el esta tesis jamás se hubiera terminado, y ni la carrera, gracias por tu nobleza y tu gran corazón.

A Josué Díaz por establecer una amistad y confianza inigualables, además de compartir el famoso B6 como los tres mosqueteros.

A Oscar Guzon por esos viajes, esas platicas, por esa casa en la playa y por esos consejos en el momento indicado gracias.

A Erick Bravo por compartir parte del sueño de salir a velear, por ese gran viaje a San Francisco y ese cd perdido.

A Nemer Narchi por que la amistad va mas allá de todo, gracias por mil y un palabras de aliento y esa chispa que te caracteriza.

A Adrián Torales por hacerme ver la vida en otro sentido, tener esa vibra única, tener una sonrisa siempre, aunque este en sus días, por esas platicas al aire y esas ideas locas.

A Arturo Zamudio por estar ahí siempre, por ese gran corazón, y ese lazo de amistad tan fuerte.

A Julio Sanchez Aldana, por esas idas a esquiar, y por todo gracias.

A Alfonso Fajer por que esos 3 años de juventud se vuelvan 20

En especial a mi gran amigo Rafael Ruvalcaba, gracias por estar ahí, por esos cafés y por esa amistad tan gratificante.

A Amilcar Pérez, ya sabes brother ahí vamos a estar siempre.

A la banda matraca, Andrés Blanco, Ángela Ferrer, Diego Perelló, Laura Rodríguez, Camila Ripa, Mariana Guevara, José Manuel YOYO Puig, Julián Puig, Jair Téllez, Alin Hardí por esas caras y ese sentimiento de familia que espero siga toda la vida.

A Ernesto Cabrera y Fam. por abrirme las puertas de su casa, por darme la posibilidad de conocerlos a fondo y poder decir que es una familia fantástica, keko va por don facundo hoy y siempre.

A Luis Paparelli, Ernesto Pérez, Gustavo Velásquez, Irak O`Farril y Héctor Jaimes por esa amistad que a pesar de la distancia esta ahí siempre.

A todo el Club Jaguar Tlacatemoani y familias por darme el inculcado valor de la amistad y hacerme ver que la amistad prevalece a pesar de todo, en especial a mis grandes amigos de la infancia.

A la bandita de San Pedro por esos buenos ratos de amistad, hoy y siempre.

A todas las personas que han pasado en esta etapa tan importante lejos de todo, a mis grandes amigas Glenda Galarza, Rosa Arquitecto, Gabi Caloca, Nicole Arano, a los Sauzaleños Luis Maquiquo y Juan Pablo a Eduardo Quijano, Ana Allen ,Diego Vea, Ligeia del toro, Fernando Nampula, Bolita, Gabi Lara, Karla Santamaría, Fabiola Cital, Javier Fuentes, Mauricio Fuentes.

En si a todos y cada una de las personas que han hecho que este aquí en este momento gracias

En la memoria de Alejandro y José Alfredo, Primos por siempre...

Agradecimientos

Agradezco al Dr. Michel Jules Dreyfus Leon y al Ing Pesquero. Humberto Robles Ruiz por su apoyo, confianza y paciencia durante la realización de este proyecto.

También agradezco al M.C. José Antonio Eliseo Almanza Heredia y al Dr. Juan Guillermo Vaca Rodríguez, por sus valiosos consejos y opiniones que ayudaron a enriquecer este trabajo.

También agradezco al M.C Eliseo Almanza Heredia, por todos esos cambios en esta tesis, gracias por la paciencia.

CONTENIDO

RESUMEN.....	<i>i</i>
CONTENIDO.....	vii
INDICE DE TABLAS.....	<i>viii</i>
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INTRODUCCION.....	1
Biología y ecología del Atún Aleta Amarilla.....	7
Descripción General de la pesquería del AAA en el Atlántico.....	9
Factores ambientales.....	13
HIPÓTESIS.....	16
OBJETIVO.....	16
ÁREA DE ESTUDIO.....	16
Oceanografía del Golfo de México.....	17
Oceanografía regional del Golfo de México.....	18
METODOLOGÍA.....	19
RESULTADOS.....	21
DISCUSIONES.....	38
CONCLUSIONES.....	45
Recomendaciones.....	46
LITERARURA CITADA.....	47
ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.- Fechas tomadas para las fases de luna llena y luna nueva en el 2001.....	20
Tabla II.- Relación de captura de organismos de mayor importancia económica durante 2001 en fases lunares.....	23
Tabla III.- CPUE para los organismos de mayor importancia económica en las diferentes fases lunares, durante 2001.....	24
Tabla IV.- Resultados de la comparación estadística entre las series de CPUE de luna nueva vs. luna llena para cada especie considerada.....	27
Tabla V.- Comparación estadística de las diferentes especies en cada una de las fases lunares y por zonas específicas de estudio.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema general del palangre.....	5
Figura 2. Distribución estacional del AAA en el Atlántico.....	9
Figura 3.- Serie histórica de la captura del Atún en el Golfo de México, para la Flota Mexicana.....	11
Figura 4.- Mapa geográfico del Golfo de México.....	17
Figura 5.- Composición de captura con palangre durante el 2001 en el Golfo de México.....	22
Figura 6.- Variación mensual de CPUE para las especies de mayor importancia económica en luna llena y luna nueva para 2001.....	26
Figura 7.-Distribución anual de lances anual para los días de luna llena durante el 2001.....	28
Figura 8.-Distribución anual de lances anual para los días de luna nueva durante el 2001.....	28
Figura 9.- Tendencia de lances por meses en luna llena y luna nueva de la captura de 2001 en el Golfo de México.....	29
Figura 10.- Porcentaje de lances por fases lunares en la pesca con palangre en el Golfo de México durante 2001.....	30
Figura 11.- Relación de lances con captura para fases lunares de AAA....	31
Figura 12.- Relación de lances con captura para fases lunares de Atún Aleta Azul.....	31
Figura 13.- Relación de lances con captura para fases lunares de Pez Espada.....	32

Figura 14.- Relación de lances con captura para fases lunares de Pez Vela.....	32
Figura 15.- Relación de lances con captura para fases lunares para las diferentes especies de Marlin.....	33
Figura 16.- Porcentaje de tipo de carnada para la captura de 2001.....	34
Figura 17.- Distribución anual de lances para los días de luna nueva (A) y luna llena (B) durante 2001 con batimetría.....	35
Figura 18.- Mapas de temperatura superficial para enero de 2001 en fases lunares.....	51
Figura 19.- Mapas de temperatura superficial para febrero de 2001 en fases lunares.....	51
Figura 20.- Mapas de temperatura superficial para marzo de 2001 en fases lunares.....	52
Figura 21.- Mapas de temperatura superficial para abril de 2001 en fases lunares.....	52
Figura 22- Mapas de temperatura superficial para mayo de 2001 en fases lunares.....	53
Figura 23- Mapas de temperatura superficial para junio de 2001 en fases lunares.....	53
Figura 24- Mapas de temperatura superficial para julio de 2001 en fases lunares.....	54
Figura 25- Mapas de temperatura superficial para agosto de 2001 en fases lunares.....	54

Figura 26- Mapas de temperatura superficial para septiembre de 2001 en fases lunares.....	55
Figura 27- Mapas de temperatura superficial para octubre de 2001 en fases lunares.....	55
Figura 28- Mapas de temperatura superficial para noviembre de 2001 en fases lunares.....	56
Figura 29- Mapas de temperatura superficial para diciembre de 2001 en fases lunares.....	56

INTRODUCCIÓN

El atún es uno de los recursos de mayor valor comercial e importancia alimenticia en el mundo y uno de los más explotados. Tienen cuerpo fusiforme, elongado, cabeza terminada en boca grande y puntiaguda, los maxilares llegan al mismo nivel que el borde del ojo. Presentan escamas pequeñas de forma ondulada, poseen vejiga natatoria, angosta y larga. Sus aletas pectorales son largas llegando hasta el límite o más allá de la segunda aleta dorsal, excepto en algunos especímenes grandes. Son peces pelágicos muy rápidos y de aspecto fuerte y redondeado, cuentan con líneas hidrodinámicas, son carnívoros y siempre se presentan en cardúmenes, pertenecen a la familia *scombridae* abarcando 15 géneros y 48 especies (Orozco,1989). Una de estas especies es el Atún Aleta amarilla, *Thunnus albacares* (AAA), que llega a medir poco menos de 2 metros y a pesar hasta 100 Kgs. y el Atún Aleta Azul que alcanza tallas superiores a los 300 cm. (longitud furcal) y un peso superior a los 400kg en el Atlántico (Anónimo, 1994, PNAAPD).

El sistema circulatorio del atún es único en los peces, el corazón y la red de los vasos por los que la sangre recorre el cuerpo están diseñados para conservar o disipar el calor, según se necesite. En los ejemplares más grandes, es proporcionalmente mayor la necesidad de refrigeración que la de conservación de calor; La regulación de la temperatura depende no solo del tamaño o de la actividad del animal, sino también de la temperatura del agua; Los atunes suelen mantener una temperatura corporal superior a la del agua circundante;

Esto provoca un mayor aprovechamiento de energía de los azúcares en los músculos lo que capacita al pez para un uso de esta energía química repentina en sus arranques de actividad (Joseph *et al.*1989).

Los atunes son muy sensibles a los cambios estacionales de temperatura, salinidad y turbidez que se presentan en el océano, así como a las variaciones en la cantidad de alimento; esto hace que las zonas donde vive sean muy amplias y que algunas especies se puedan encontrar hasta a 400 metros de profundidad (García, 2001).

Los atunes son animales notablemente bien adaptados a su ambiente; Y activos depredadores de peces, calamares y crustáceos, un modo de vida que se refleja en su coloración, en la forma del cuerpo y en su fisiología; La forma y el color de su cuerpo les permiten confundirse con el medio; Al ser más claros por el vientre que por el lomo, se confunden con el color luminoso de las aguas superficiales al ser vistos desde abajo, del mismo modo que no resaltan en la oscuridad de las profundidades, cuando son vistos desde arriba (Joseph, 1989).

La distribución de los túnidos es muy amplia, cubren prácticamente todos los mares y océanos de aguas cálidas y templadas y se clasifican como altamente migratorios (Blackburn, 1965).

A pesar de que los atunes no representan las mayores capturas en el mundo, sí están entre las especies de mayor valor comercial. Más del 95% de los túnidos capturados por flotas industriales se pescan con diferentes tipos de embarcaciones y artes pesca: vara, red de cerco y palangre (Chavez,1975).

El arte de pesca del palangre o "long-line" (Figura 1) es la técnica más utilizada para la pesca del atún en el Golfo de México, donde no se limita a zonas donde la capa de mezcla es estrecha. Este método logra el 30% de la pesca mundial, incluyendo la mayor parte de captura de picudos como el marlin, el pez espada, y el pez vela. Este arte de pesca consiste en una línea madre (o principal) de monofilamento de nylon con un diámetro de 4.0 mm (no obstante se reportan diferentes diámetros entre 3 a 6 mm). La línea madre tiene una resistencia de 545 a 614 Kg. y está sostenida por una serie de flotadores con líneas de monofilamento (orinques) verticales, con un diámetro entre 1.8 a 2.0 mm y de una resistencia de 136 a 183 Kg. A su vez, de esta línea madre penden a intervalos regulares otras líneas con especificaciones semejantes a la de los orinques, denominadas reinales. Cada reinal tiene un anzuelo en el extremo que es generalmente del tipo garra de águila o circular del número 16/0 (Sosa *et al.*2001).

La extensión del palangre y las dimensiones de sus partes (orinques y reinales) son variables dependiendo de la estrategia de pesca, pero típicamente la línea madre tiene una longitud de 50 a 75 Km. Usualmente se colocan de cuatro a cinco réinales y anzuelos a intervalos de 50 metros aproximadamente, entre

cada par de flotadores, unidad que comúnmente se conoce como canasta (Sosa *et al.* 2001).

En la pesca con palangre en el Golfo de México normalmente se utilizan como carnada organismos que son capturados por las mismas embarcaciones horas antes de su faena con el palangre. La especie preferida es un carángido conocido como ojón (*Selar crumenophthalmus*). No obstante en la gran mayoría de los viajes de pesca se hace una combinación de carnadas, aparte del ojón, se utiliza la sardina (*Sardinella spp.*) y el calamar (Sosa *et al.* 2001).

En el Golfo de México la maniobra de lance se inicia a las primeras horas de la madrugada, con el calado de la línea madre y todos los demás componentes del palangre. Ésta dura alrededor de cuatro horas, variando según el número de anzuelos y el estado del mar. Al terminar, la embarcación se mantiene en las cercanías y se traslada al extremo donde se inició el calado, siendo esta la que primero se levanta. 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 especies de peces capturados, así como de las condiciones climáticas del mar y de la ocurrencia de averías (Sosa *et al.* 2001).

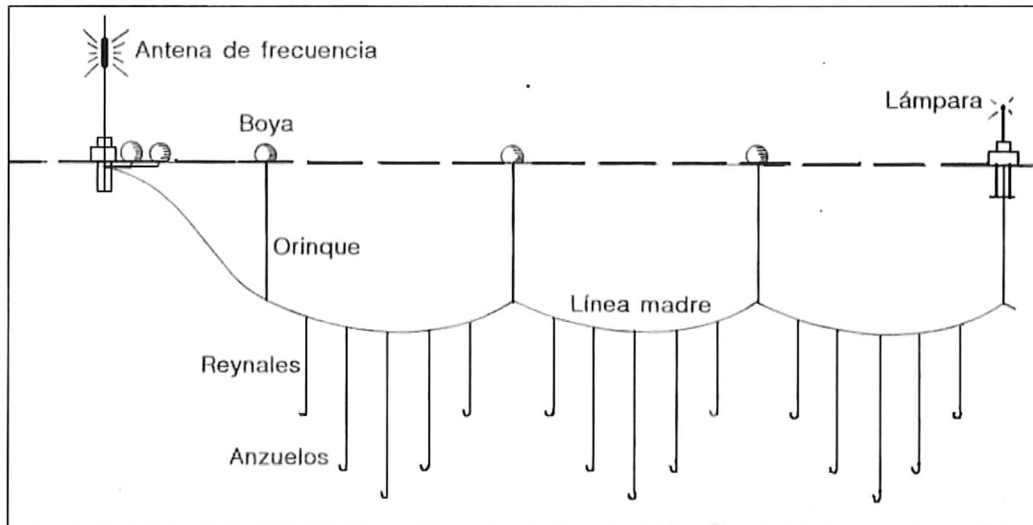


Figura 1. Esquema general del palangre (Club de la mar, 2001).

La pesca de atún con palangre en el Océano Atlántico fue iniciada por los japoneses en el año de 1956. Ese país rápidamente incrementó sus esfuerzos hasta alcanzar una gran cobertura geográfica en los años 70's incluyendo al Golfo de México (García, 2001).

Personal del Instituto Nacional de la Pesca describió las características generales del arte de pesca utilizada por la flota palangrera mexicana. Este arte de pesca se ha mantenido a través de los años. Se hace notar que sus características son variables ya que existen algunas diferencias en los tamaños y tipos de anzuelos, así como en los diámetros y longitudes de las líneas utilizadas. No obstante algunos autores caracterizaron a la flota palangrera mexicana como muy homogénea en cuanto a sus embarcaciones, equipos, artes y maniobras de pesca, por lo que sus operaciones y resultados pueden enmarcarse dentro de una misma categoría (Sosa *et al.* 2001).

En el Golfo de México la pesca se realiza tanto en aguas oceánicas, como áreas cercanas a la costa. El esfuerzo pesquero se concentra en la parte suroeste del Golfo de México, principalmente en aguas del estado de Veracruz (Sosa *et al.* 2001); En el Golfo de México la pesca de atún aleta amarilla es una actividad en desarrollo. En 1982 seis embarcaciones en el puerto de Alvarado Veracruz, iniciaron operaciones, para 1984, la flota ya se componía de 16 embarcaciones con una capacidad de bodega total acumulativa de 800 ton. México decidió impulsar una flota palangrera de altura, tomando en cuenta el éxito con las capturas y los rendimientos de la flota japonesa con palangre dentro de la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México y los recursos de túnidos disponibles dentro de ella. SEPESCA (1997) concluyó que podría crear una flota de 10 embarcaciones de 200 toneladas métricas de capacidad de acarreo total, las cuales podrían hacer un lance de palangre diario calando un total de 2000 anzuelos por lance, durante una temporada de pesca de 6 meses con 150 días efectivos de pesca, esto llevó a una política de desarrollo. Como lo demuestra el incremento en las capturas durante el periodo de 1987 a 1999, México incrementó su producción de túnidos dentro del Golfo de México, de un nivel de 46 toneladas producidas en 1987 a 4,302 en 1999. Este aumento en la producción se debe en su mayoría al desarrollo de la flota palangrera mexicana. Con el objetivo de poder alcanzar un desarrollo sustentable y mantener un manejo adecuado, a partir de agosto de 1993 las operaciones de esta pesquería son monitoreadas por medio de observadores científicos a bordo de las embarcaciones (Sosa *et al.* 2001) del Programa Nacional para el Aprovechamiento del Atún y de Protección de Delfines (PNAADP).

En el mundo entero la demanda de los túnidos se ha incrementado en las últimas décadas. Solo en E.U.A. el consumo de atún se incrementó rápidamente en los últimos 50 años, más que cualquier otro alimento de gran demanda. La producción mundial de especies comerciales primarias de túnidos en los últimos años ha sido ligeramente mayor a los 4 millones de tm (Anónimo, 2005, FAO).

En el Golfo de México la flota atunera está integrada por embarcaciones escameras y algunas camaroneras, adaptadas para este tipo de pesca. En promedio registran 22 metros de eslora, una capacidad de acarreo de 15 ton y una autonomía hasta de 30 días. Las embarcaciones cuentan con radio goniómetro y algunas de ellas disponen de ecosondas o/y sonar. Actualmente la flota esta constituida por 32 embarcaciones de las cuales 20 (63%) están basadas en Tuxpan, Veracruz, 9 en Progreso, Yucatán, 2 en Soto la Marina y una más en Alvarado, Veracruz (Sosa *et al.* 2001).

Biología y ecología del Atún Aleta Amarilla

El AAA, al igual que todos lo túnidos, es una especie oceánica epipelágica pudiéndose encontrar en el rango de ± 100 m de profundidad, y su distribución vertical depende del tamaño de los organismos (Collete *et al.* 1983). Estos depredadores se alimentan básicamente de una gran variedad de especies zooplanctónicas, peces, crustáceos y calamares.

La distribución vertical del AAA oscila entre los 0 y 150 m. Se establece que el atún se localiza en aguas con temperatura entre los 18° y 31° C y se localiza en concentraciones mayores entre los 20° y 28° C (Broadhead and Barret, 1964; Blackburn, 1965). La especie se localiza ocasionalmente en aguas tan frías como de 14°C (Broadhead and Barret, 1964; Blackburn, 1965; Sund *et al.* 1981). El desove de atún aleta amarilla está relacionado con una temperatura superficial del mar (TSM) mayor de 25°C (Shaefer ,1998 en Manzo, 2003).

El AAA es una especie heterosexual, su primer desove se realiza durante su segundo año de vida (Shaefer, Broadhead y Orange en Orozco, 1989), pero aun existen controversias sobre el tamaño que alcanza en la primera etapa de madurez sexual. El AAA es capaz de reproducirse tan pequeño como de 70 cm, aunque la mayor parte de la población madura sexualmente cerca de los 120 cm. En relación a la fertilización, esta se efectúa externamente, los huevos son pelágicos y se fertilizan mientras flotan en las capas superficiales del océano (Schaefer,1963 en Orozco 1989). Se sabe que el AAA efectúa más de un desove dentro de cada estación del año, no obstante el número de desoves no ha sido determinado. Además que el número de huevos aumenta con el tamaño y peso del AAA. Y se caracteriza por tener una estación de desove muy amplia (Orozco 1989).

En lo que respecta a su alimentación, los atunes responden a dos estímulos: el visual y el olfativo; El visual se debe al brillo, talla y movimiento de sus presas; colores claros o brillantes resultan objeto de una mayor respuesta por parte de estos peces, por lo cual el uso de luces o de objetos que produzcan brillo da

buenos resultados en su pesca; El olfativo consiste en que los atunes responden a extractos químicos liberados por sus presas y, por ello, se han hecho experimentos para mejorar su captura utilizando algunos productos provenientes de calamares, camarones y una variedad de peces (Garcia, 2001).

Descripción General de la pesquería del AAA en el Atlántico.

El Instituto Nacional de la Pesca (2001) describe una distribución estacional para el AAA en el Atlántico, de las zonas de alta concentración estacional e indica que la abundancia de AAA en Golfo de México es mayor de mayo a agosto (Figura 2).

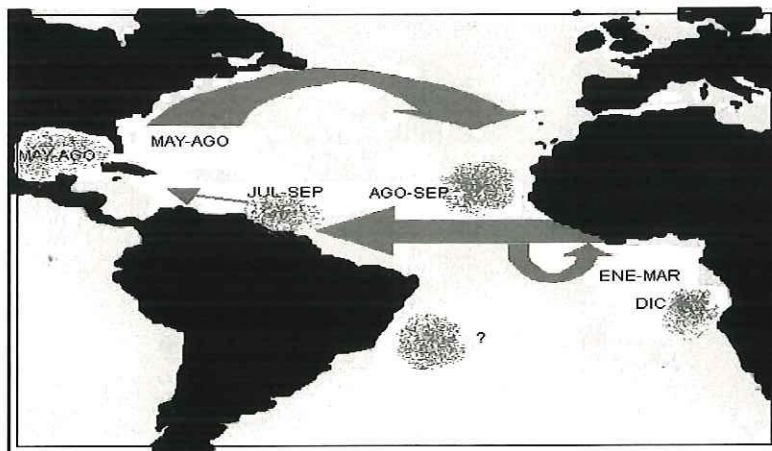


Figura 2. Distribución estacional del AAA en el Atlántico reportados por el Instituto Nacional de la Pesca (INP, 2001).

Las migraciones que presenta el AAA se dan en dos etapas: primero, un viaje de concentración genética, donde los atunes se reúnen en ciertos lugares favorables para la reproducción, después, el viaje de alimentación siguiendo las aguas que les ofrecen mejores posibilidades. Estas migraciones determinan las condiciones de pesca (Garcia, 2001).

En el Atlántico tropical y subtropical abundan las distintas especies de túnidos como el AAA, el atún aleta azul (*Thunnus thynnus*), el atún aleta negra (*Thunnus obesus*), el bonito (*Sarda sarda*), la albácora (*Thunnus alalunga*) y el patudo (*Thunnus obesus*). Se considera que muchas de ellas derivan y tienen sus zonas de crianza en el Golfo de México y las islas del Caribe (Garcia, 2001).

Debido a que la tecnología de captura utilizada por la flota atunera que opera en aguas del Golfo de México y Mar Caribe ha demostrado ser altamente selectiva, toda vez que incide fundamentalmente sobre organismos adultos de atún aleta amarilla o rabil (*Thunnus albacares*), se registra anualmente una captura incidental promedio de entre el 15 y 20% de la producción total, compuesta por atún aleta azul o rojo (*Thunnus thynnus*), con una participación del 0.05% del número total de individuos capturados (especie sujeta a un régimen de protección en el Atlántico Occidental por parte de organismos internacionales como la "Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico" (CICAA)), pez espada (*Xiphias gladius*), pez vela (*Istiophorus albicans*) y varias especies de marlin (de los géneros *Makaira* y *Tetrapturus*), (que se encuentran destinadas exclusivamente para la pesca deportivo-

recreativa dentro de una franja de 50 millas náuticas, contadas a partir de la línea de base desde la cual se mide el Mar Territorial), así como diversas especies de tiburones. Lo que hace a estas especies mencionadas las de mayor importancia comercial (NOM-023-PESC-1996).

En lo que respecta al Golfo de México la situación biológico pesquera es más simple y menos estudiada que en la zona del Pacífico ya que por las mismas dimensiones del área y de la pesquería existente, las necesidades pesqueras son relativamente más pequeñas (Chávez, 1975).

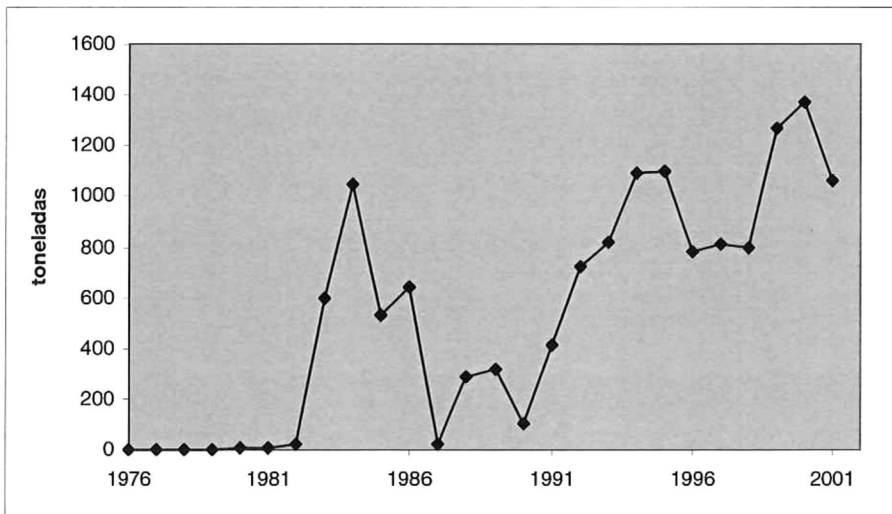


Figura 3.- Serie histórica de la captura del Atún en el Golfo de México, para la Flota Mexicana (INP, 2001).

Aunque las dimensiones del área de pesca del Golfo de México son mucho más pequeñas que las de la zona del Pacífico, la pesca del AAA en el Golfo de México se ha incrementado de manera considerable (Figura 3). Desde sus inicios a finales de los 70's del siglo pasado, se han observado tres picos de captura en 1984, 1995 y 2000, respectivamente con un valor de 1000 ton en 1984 hasta más de 1400 ton reportadas en el 2000 (INP, 2001).

La habilidad de los pescadores para localizar zonas de diferentes frentes térmicos y surgencias es limitada, debido al campo de cobertura disponible. El uso de los sensores por satélite puede ahora detectar el color del océano o temperatura en una amplia zona geográfica y ser usados para apoyar las pesquerías de organismos comercialmente importantes (Laurus *et al.* 1984; Power y Nelson, 1991).

La captura del AAA varía por la influencia de diferentes factores. Por ejemplo, la tasa de captura de AAA con palangre en el Golfo de México, expresada en número promedio de peces capturados por 1000 anzuelos, tiende a variar estacionalmente, por movimientos del propio recurso (movimientos de mesoescala), por cambios en la disponibilidad del recurso, por efectos en el comportamiento de flotas pesqueras y por otros factores (Solana *et al.* 2004).

Factores ambientales

Se tiene una teoría formulada por John Alden Knight en el año de 1926, la cual trata de demostrar que los peces tienen ciclos de alimentación basados en las fases lunares; Así también menciona que el clima tiene un impacto en las horas de alimentación y que la mayor influencia durante la pesca es durante luna nueva y luna llena debido a la atracción conjunta del sol y la luna (Yamasaki,1997).

Al igual que otras especies, la distribución y abundancia del AAA se encuentra determinada por las características del ecosistema al cual pertenece, así como a la dinámica poblacional propia de la especie. Esta especie se presenta en todos los mares tropicales del mundo aproximadamente entre los 40° norte y sur, exceptuando el mar Mediterráneo (Collete, 1983).

La TSM es uno de los factores físicos más importantes que modifican los patrones de agregación geográficos y de profundidad del atún, por lo que éste es un factor de gran consideración para estudiar la variación de abundancia del recurso del atún (Solana *et al.* 2004).

Así como la TSM, el estado del mar también afecta a las condiciones de pesca, lo que se relaciona directamente al esfuerzo del viento en la superficie del mar. Cuando la temperatura superficial del mar es elevada, como en el fenómeno de “El Niño”, o eventos de tormentas durante periodos largos, provoca que disminuya la captura (Vázquez, 2001).

La temperatura es un factor determinante en la distribución vertical y horizontal de AAA adultos, por lo que las ocurrencias en la abundancia comercial se encuentran en aguas con temperaturas entre los 20°C y por arriba de la termoclina (Blackburn, 1965; SEPESCA, 1987; Francis *et al.* 1992; Wild, 1994). Sin embargo, no queda claro si la orientación del AAA por arriba de la termoclina es una respuesta a una temperatura preferida, o si representa la profundidad máxima en la cual existe una cantidad mínima necesaria de oxígeno disponible consistentemente (Wild, 1994).

Antiguas referencias (Yamanaka *et al.*, 1957, citado por Blackburn, 1965) sugieren que existe una relación causal entre la distribución de masas de agua y las diferentes especies de atún. Para algunas especies y estadíos de vida existe una relación muy estrecha entre ambos. En términos de características y procesos oceánicos existen evidencias de que diferentes especies de atún tienen su centro de distribución o habitat característico en corrientes oceánicas diferentes (Blackburn, 1965; Sund *et al.* 1981). Sin embargo, esto no es concluyente. Dentro de un sistema de corrientes, los atunes tienden a agregarse en las áreas de mezcla de diferentes masas de agua (convergencia o divergencia). Estas son áreas de mezcla de diferentes masas de agua. Estas masas de agua forman zonas de frentes donde los parámetros importantes como la salinidad, temperatura y concentración de nutrientes pueden cambiar rápidamente en cortas distancias horizontales. Como consecuencia, el fitoplancton, zooplancton y el necton cambian significativamente su abundancia

y esto propicia que existan altas concentraciones de alimento que aprovechan los organismos pelágicos como el atún (Power y Nelson, 1991).

Wild (1995) sugiere que la concentración vertical de oxígeno puede ser un factor limitante para la distribución del atún. Valores aproximados de contenido de oxígeno en la capa de mezcla para la distribución del atún son de 4 a 6 ml/lit donde también se encuentran en una disminución drástica a 1 ml/lit bajo la termoclina. Coincidentemente el núcleo de la termoclina es definido por la isoterma de los 20°C.

La zona promedio de la termoclina es considerada de gran importancia en la determinación de la distribución de los cardúmenes de AAA. Existe en general consistencia entre las posiciones de altas y bajas abundancias de atún con la posición de las elevaciones térmicas. La tasa de captura de los tunidos se incrementa significativamente con una isoterma de 23°C somera, o con un fuerte gradiente térmico. Sin embargo, en numerosas ocasiones la presencia de lo anterior no resultó en incremento de las capturas. Pueden existir otros factores que dispersen o congreguen el alimento. Wild (1995) encontró altas densidades de zooplancton sobre los domos y elevaciones térmicas y bajas densidades sobre las depresiones térmicas.

No se tiene antecedentes de trabajos para pesca comercial referente al comportamiento del AAA en las fases lunares.

HIPÓTESIS

- Existe una diferencia en la composición de especies durante la fase de luna llena y la fase de luna nueva debido a la migración vertical.
- Existe un cambio en la dinámica de la flota relacionado a las fases lunares, permitiendo la captura de organismos de mayor profundidad en periodos de baja luminosidad.

OBJETIVO

La flota palangrera del Golfo de México tiene, como característica, una preferencia a salir a pescar en fases de luna nueva. Este estudio tiene el objetivo de analizar las razones de esta preferencia analizando la dinámica espacial de la flota, así como de la composición de captura.

ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo de México es una cuenca oceánica relativamente poco profunda localizada entre los 98° y 80° longitud Oeste y los 30° y los 18° latitud Norte con 3,600 mts en la zona más profunda, con un área de 1,602,000 Km² y aproximadamente 1,600 Km de longitud de este a oeste, y 900 Km de norte a sur. El área no presenta grandes trincheras o cordilleras submarinas.

El Golfo de México tiene como frontera al norte a los Estados Unidos abarcando los estados de Florida, Alabama, Mississippi, Luisiana y Texas y por cinco estados mexicanos al oeste que son las costas de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán, así como la isla de Cuba al sureste (Figura 4).



Figura 4.- Mapa geográfico del Golfo de México (ESRI Data & Maps, 2000).

Oceanografía en el Golfo de México

Las corrientes en esta área se forman por la entrada de agua al Golfo por el estrecho de Yucatán y ésta circula como una corriente de lazo. La salida predominante es a través del estrecho de Florida que eventualmente forma la corriente del Golfo. Una parte de la corriente de lazo a menudo se rompe, lo cual afecta los patrones de corriente regional. Las corrientes conducidas por el

viento y las corrientes de mareas son creadas en ambientes cercanos a la costa.

El aporte de agua dulce al Golfo de México incluye 20 sistemas de ríos mayores (más de 150 ríos en total) cubriendo más de 3.8 millones de kilómetros de Estados Unidos (Moody,1967). La afluencia de agua dulce anual al Golfo de México es aproximadamente de $10.6 \times 10^{11} \text{ m}^3$ por año (280 trillones de galones), del cual 85% proviene de los Estados Unidos, y 64% es originado únicamente por el río Mississippi. Las entradas de agua dulce adicionales se originan en México provenientes de la Península de Yucatán y la isla de Cuba.

Los vientos que generan surgencias costeras en América Central, son resultado de una combinación de factores meteorológicos y topográficos. En Alaska y el noroeste de Canadá se generan centros de alta presión atmosférica durante invierno, los cuales se desplazan hacia el sureste del Golfo de México junto con un frente atmosférico, que forma una zona baroclínica.

Oceanografía regional del oeste del Golfo de México

El oeste del Golfo de México esta dominado por remolinos anticiclónicos energéticos (anillos de centro caliente) en la banda de latitud de los 22°N a los 27°N. Hay una evidencia clara de que las celdas de alto valor de viento son remolinos de centro caliente, y ellas han sido trasladadas al oeste del Golfo de México después de separarse del sistema de la corriente de lazo inestable, al este (Vázquez, 2001).

METODOLOGÍA

Los datos utilizados en este estudio provienen de la flota atunera mexicana en el Golfo de México durante el año 2001; y fueron proporcionados por el PNAAPD. Los datos son recabados por observadores científicos que monitorean las embarcaciones atuneras palangreras del Golfo de México. La información consiste en fechas, posiciones geográficas de lances, volúmenes de captura de las diferentes especies encontradas, tipos de embarcaciones, así como método de pesca, carnada, anzuelo, tamaño de anzuelo, talla de los organismos capturados de todas las especies, sexo y peso, para cada crucero efectuado durante el periodo de tiempo mencionado.

Se realizó un análisis exploratorio como primera aproximación acerca de las características y tendencias principales, este análisis comprende básicamente la aplicación de técnicas estadísticas univariadas, como histogramas, así como la determinación de estadísticos descriptivos.

En este caso el análisis consistió en conocer la dinámica espacial de la flota, los volúmenes de las especies más importantes económicamente, las series de captura en el tiempo y las zonas efectivas de pesca, con la finalidad de proporcionar una aproximación de posibles tendencias de pesca en luna nueva y luna llena.

Para el análisis de las zonas de pesca para la fase de luna llena y nueva, se hicieron mapas de batimetría, con los respectivos lances, para ver alguna relación con las fases lunares.

Se separó toda la información de lances efectuados en cada una de las fases lunares teniendo en cuenta 7 días de mayor luminosidad lunar y 7 de menor luminosidad, siendo el cuarto el día cumbre en cada una de las fases. Se acoplaron 12 meses para cada una de las fechas de las fases lunares (Tabla I).

Tabla I.- Fechas tomadas para las fases de luna llena y luna nueva en el 2001.

	luna llena	luna nueva
mes 1	7-13 ene	21-27 ene
mes 2	5-11 feb	19-25 feb
mes 3	6-12 mar	22-28 mar
mes 4	5-11 abr	20-26 abr
mes 5	4-10 may	20-26 may
mes 6	3-9 jun	18-24 jun
mes 7	2-8 jul	18-24 jul
mes 8	1-7 ago	16-22 ago
mes 9	30 ago - 5 sep	15-21 sep
mes 10	29 sep - 5 oct	14-20 oct
mes 11	28 oct - 3 nov	13-19 nov
mes 12	27 nov - 3 dic	13-19 dic

Se calculó la captura por unidad de esfuerzo, CPUE (#org/lance), para las especies predominantes, por fases lunares y a su vez por zonas de importancia.

Se sometieron los datos a una prueba de normalidad con el programa estadístico sigmastat. Para los datos que pasan la prueba de normalidad se utilizó la estadística paramétrica (prueba t) y en caso de no pasar esta prueba se utilizó la estadística no paramétrica (Mann-Whitney)

Se analizó además del AAA, los grupos de peces de más alto valor comercial considerando la CPUE por zonas de captura y fases lunares.

RESULTADOS

Se elaboró un diagrama de la composición de la captura para saber cuales son las especies dominantes, y tomando en cuenta las especies de mayor valor comercial se escogieron las otras especies para este análisis (Figura 5).

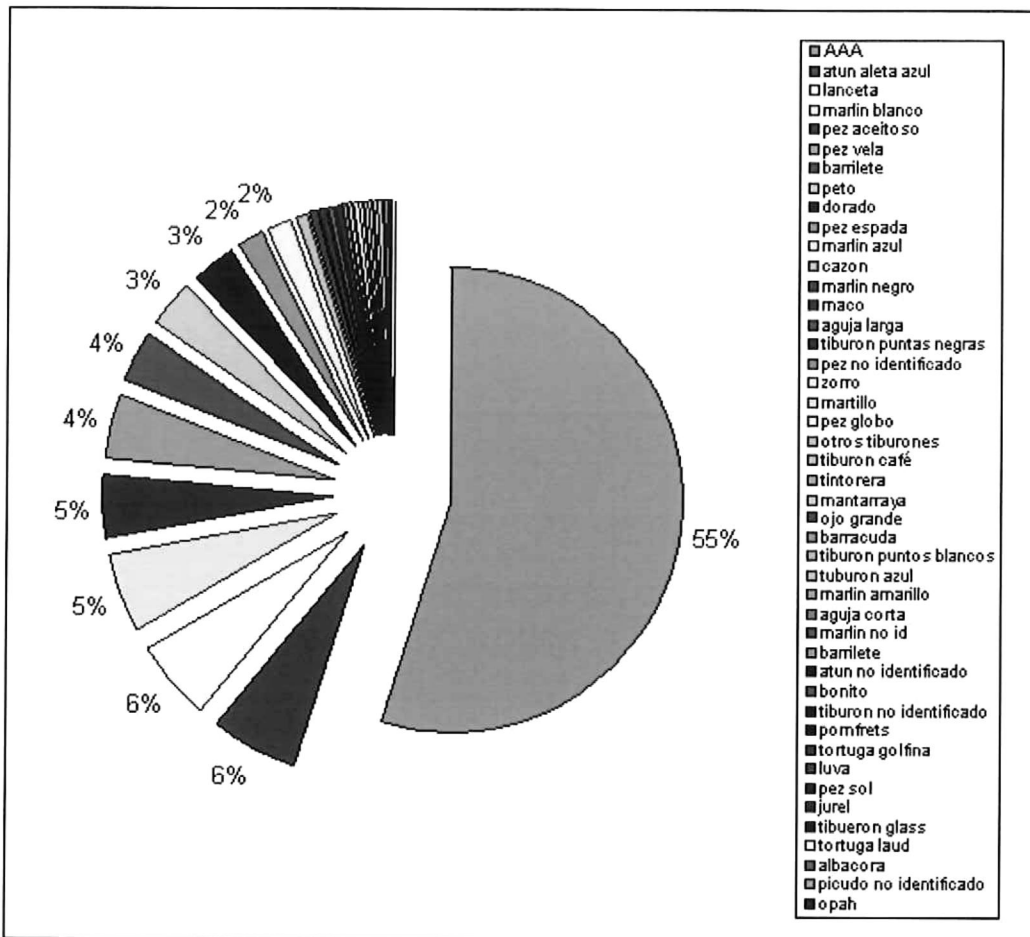


Figura 5.- Composición de captura con palangre durante el 2001 en el Golfo de México.

La tendencia de pesca en número de organismos indica una pesca predominante de la especie objetivo: el AAA representa el 55% de la captura total, le siguen el atún aleta azul (*Thunnus thynnus*) y la lanceta con el 6% de captura cada una de ellas, y con un 4% tanto el marlin blanco (*Tetrapturus albidus*) como el pez aceitoso.

Se elaboro una relación de las especies de mayor importancia, dentro de las fases lunares, para ver el número de organismos capturados en luna llena y luna nueva (Tabla II).

Tabla II.- Relación de captura de organismos de mayor importancia económica durante 2001 en fases lunares.

	Total de organismos	Organismos en luna nueva	Organismos en luna llena	% de organismos en luna nueva	% de organismos en luna llena
AAA	9591	6487	3104	67.6	32.3
Aaazul	1058	735	323	69.4	30.5
Pez vela	764	397	367	51.96	48
Pez espada	427	233	194	54.56	45.4
Marlines	1231	581	650	47.1	52.8

La pesca es mayor en luna nueva para todos los organismos, menos en el caso del marlin, debido a que en esta agrupación se encuentran 4 de las especies capturadas en los lances. El total de lances en luna nueva fue de 741 y 371 en luna llena.

Tabla III.- CPUE para los organismos de mayor importancia económica en las diferentes fases lunares, durante 2001.

CPUE	luna nueva	luna llena
AAA	8.753	8.366
Atún Aleta azul	0.991	0.870
Pez vela	0.468	0.989
Pez espada	0.314	0.522
Marlines	0.784	1.752

La CPUE anual para las especies analizadas (Tabla III) nos muestra que el pez vela, el pez espada y el grupo de marlines presentan una mayor CPUE durante luna llena, siendo la CPUE mayor en luna nueva solamente para las dos especies de atunes.

Se visualizó la variación de la CPUE para cada uno de los meses y fases de luna llena y luna nueva, con la idea de observar las diferencias para AAA y las especies de mayor importancia económica capturadas incidentalmente (Figura 6) son el Atún aleta azul con el 6%, el pez vela con el 4.3%, el pez espada con el 2.1% y las diferentes especies de marlin en conjunto con el 7.7%.

En el caso del AAA, se obtuvo su máximo CPUE en el mes de junio que corresponde a luna nueva (20.1643) y la mínima fue en Marzo en el periodo de luna llena (1.33). En nueve ocasiones fue la CPUE en luna nueva mayor a la CPUE en luna llena, y solo en tres ocasiones se presentó la situación contraria.

Para el atún aleta azul, la mayor CPUE se encontró en el mes junio en luna nueva (2.41). Donde se puede ver que las series de CPUE para esta especie en ambas fases lunares muestran puntos muy cercanos así como una tendencia parecida.

En el caso del pez vela, *Istiophorus albicans*, se obtuvo la mayor CPUE en el mes mayo en luna nueva (6.36) y cuatro valores mínimos cercanos a cero, uno en luna nueva y tres en luna llena. Tres meses presentan valores más altos en luna llena comparativamente a los de luna nueva.

Para el pez espada, *Xiphias gladius*, la CPUE máxima es para el mes de junio (0.78) en luna llena, y un valor mínimo (0.12) para la fase de luna nueva. Para esta especie tenemos diez valores de predominancia de CPUE mayor en luna llena y solo dos mayores en luna nueva.

En el caso del análisis de las diferentes especies de Marlin se agruparon las cuatro especies encontradas en el Golfo de México (*Makaira spp.* y *Tetrapturus spp.*) para aumentar la cantidad de datos para este análisis. La CPUE mayor fue para el mes de septiembre (7.01) para luna llena, y la menor fue de para el mes de enero en luna llena (0.23). Se obtuvieron cinco CPUEs mayores en luna llena vs siete valores mayores de luna nueva.

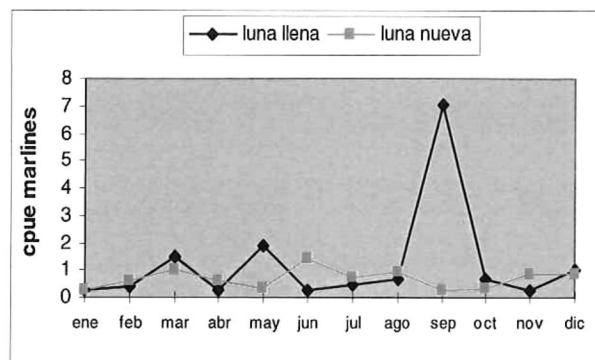
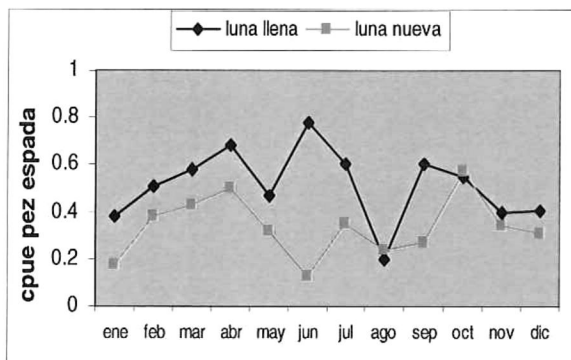
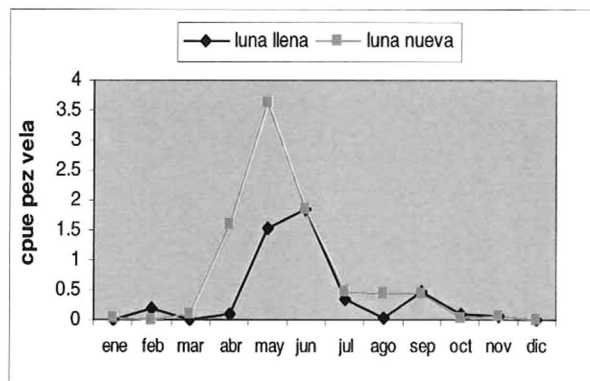
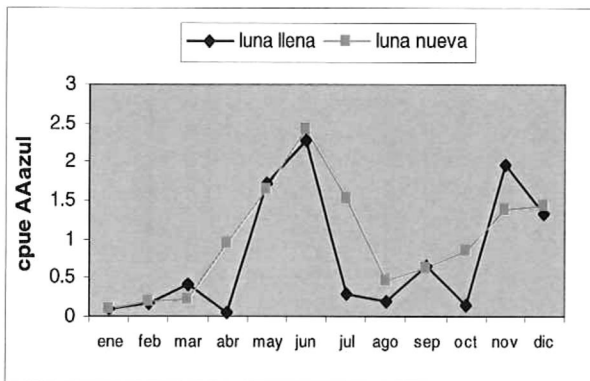
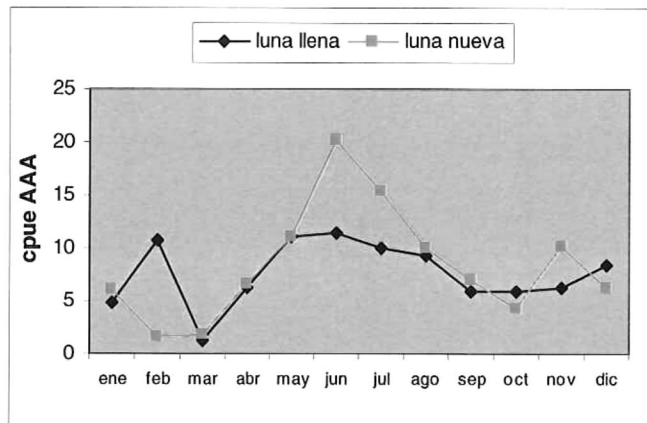


Figura 6.- Variación mensual de CPUE para las especies de mayor importancia económica en luna llena y luna nueva para 2001.

Tabla IV.- Resultados de la comparación estadística entre las series de CPUE de luna nueva vs. luna llena para cada especie considerada.

Comparación de luna nueva vs. Luna llena	n	P	Dif estadística
Atún Aleta Amarilla	12	0.678	no
Atún aleta azul	12	0.341	no *
pez espada	12	0.005	si
pez vela	12	0.488	no *
marlines	12	0.954	no *

Los datos marcados con un (*) son a los que se les aplicó la estadística no paramétrica (Mann-Whitney) al no pasar en la prueba de normalidad.

Al someter los datos de CPUE mensual a las pruebas de normalidad se encontró que de las 5 especies, solo el pez espada presenta diferencias significativas al comprar la fase de luna nueva con luna llena (Tabla IV).

Se realizaron mapas del área de estudio con la concentración de lances para cada una de las fases lunares para detectar preferencias relacionadas a las fases lunares.

Además de la distribución de los lances en luna nueva y luna llena, se establecieron de manera visual 2 zonas predominantes de captura para las fases lunares. Se le denominó zona I a la parte correspondiente a la línea de costa que va de 94° a los 97° W de longitud y los 18° a los 23° N de latitud. La

zona II comprende de los 94° a los 91° W de longitud y los 19° a los 24° W de latitud (Figuras 7-8).

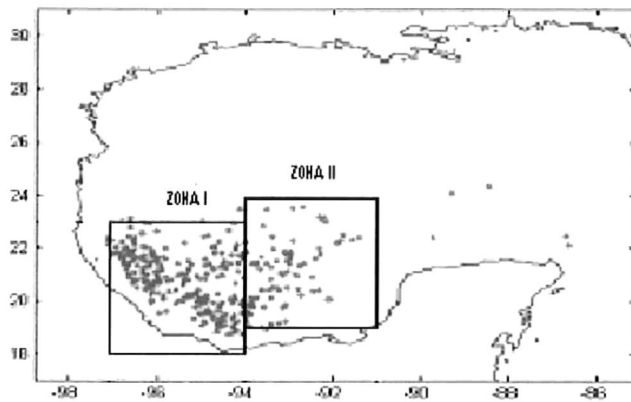


Figura 7.-Distribución anual de lances anual para los días de luna llena durante el 2001.

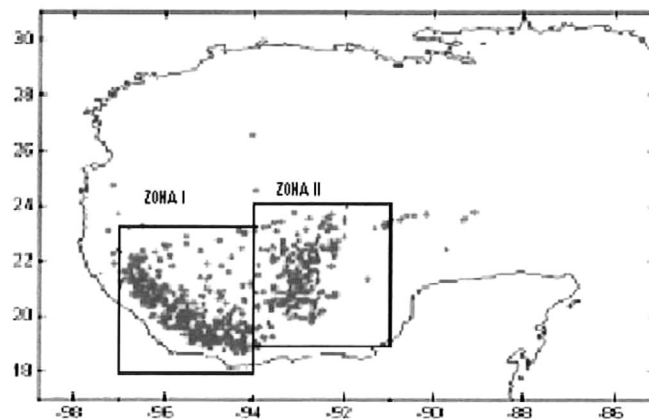


Figura 8.-Distribución anual de lances anual para los días de luna nueva durante el 2001.

Se encontró una tendencia más alta de lances para todos los meses en luna nueva (Figura 9), con un total de 741 lances que corresponde al 30.6% del total anual, y 371 lances en luna llena que corresponde al 15.3% anual del total. Al analizar los lances por zonas, tenemos que para la fase de luna nueva que es más propensa a la pesca en la zona I se llevaron acabo 479 lances (64.6%, del total de los lances en luna nueva) y 262 en la zona II, (35.35%, del total de los lances en luna nueva) y para la fase de luna llena se llevaron acabo 280 lances en la zona I (75.4%, del total de los lances en luna llena) y 91 lances en la zona II (24.5%, del total de los lances en luna llena).

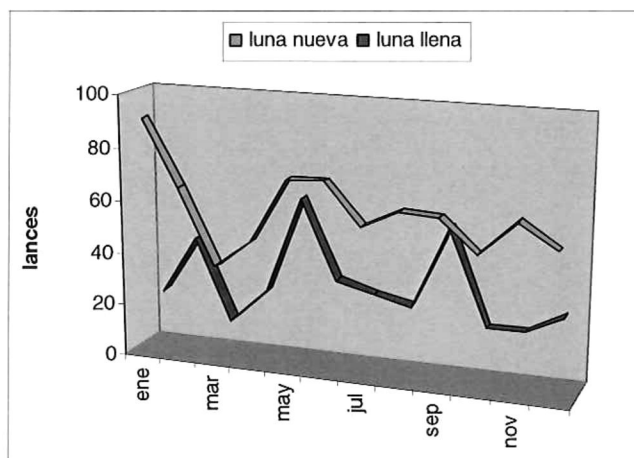


Figura 9.- Tendencia de lances por meses en luna llena y luna nueva de la captura de 2001 en el Golfo de México.

El porcentaje de lances efectuados en luna llena fue de 16% del total de lances de 2001, y en luna nueva 32% de los lances, los días de fase lunar en cuarto creciente y cuarto menguante suman un 52% del total de los lances (Figura 10).

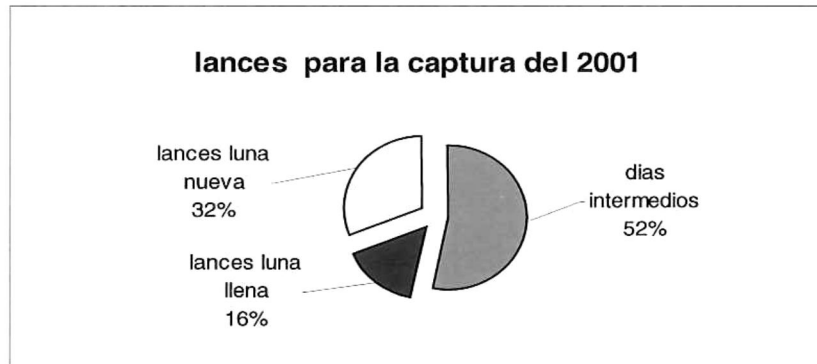
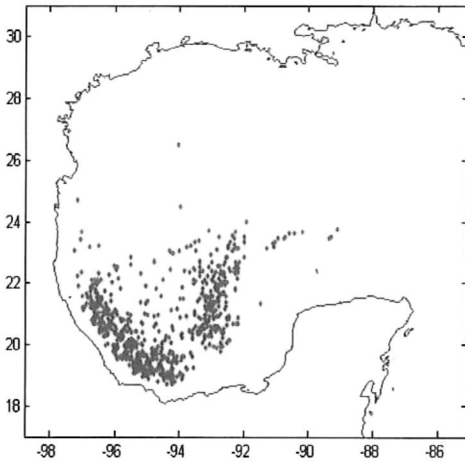


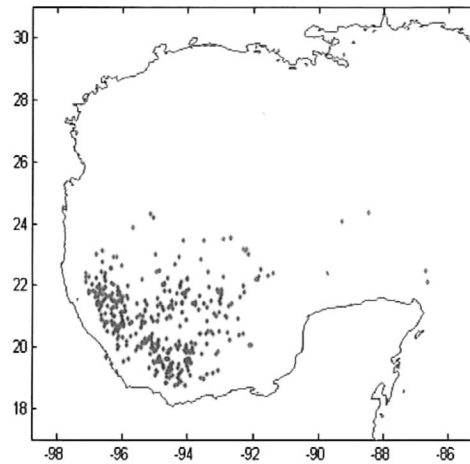
Figura 10.- Porcentaje de lances por fases lunares en la pesca con palangre en el Golfo de México durante 2001.

Se hizo el análisis de captura en luna llena y luna nueva para los organismos de mayor importancia económica, así como los mapas de distribución en cada una de las fases lunares (Figuras 11-15).

Los mapas realizados presentan, además del AAA, a las cuatro especies de mayor importancia económica. En cada una de las figuras se representa la fase de luna nueva (A) y la fase de luna nueva (B).

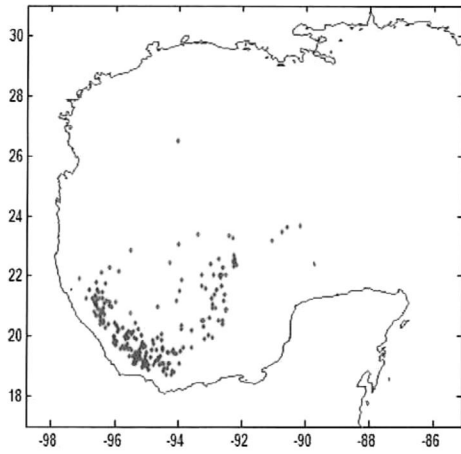


(A)

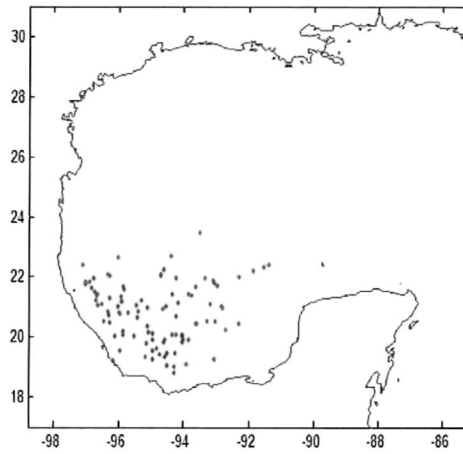


(B)

Figura 11.- Relación de lances con captura para fases lunares de AAA.

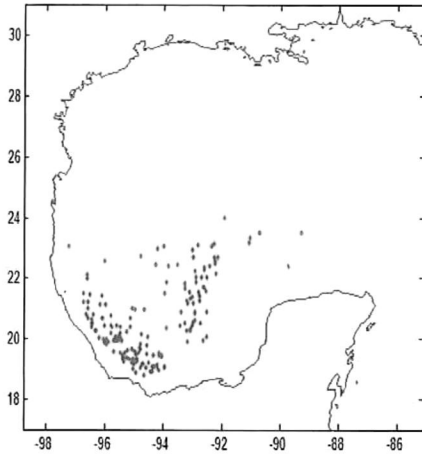


(A)

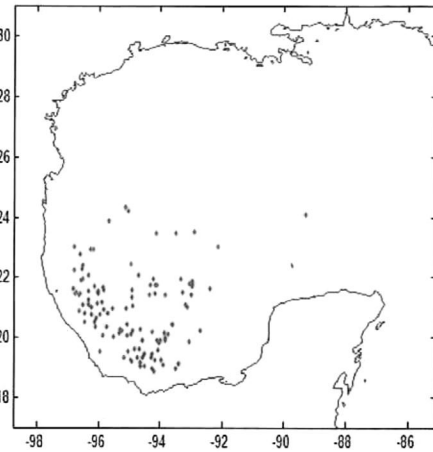


(B)

Figura 12.- Relación de lances con captura para fases lunares de Atún Aleta Azul.

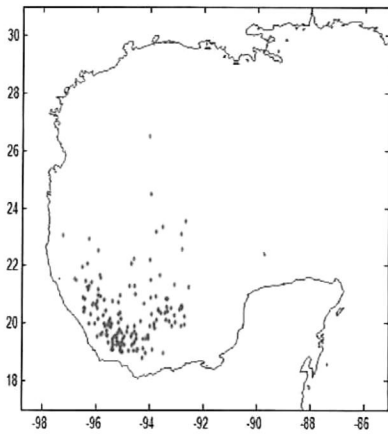


(A)

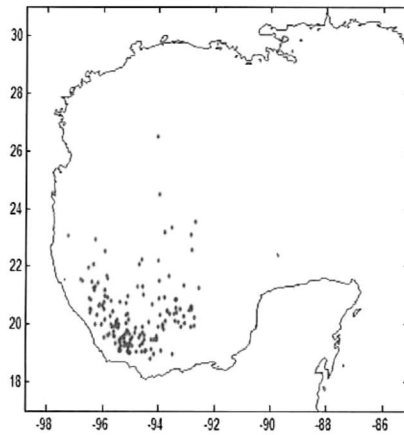


(B)

Figura 13.- Relación de lances con captura para fases lunares de Pez Espada.

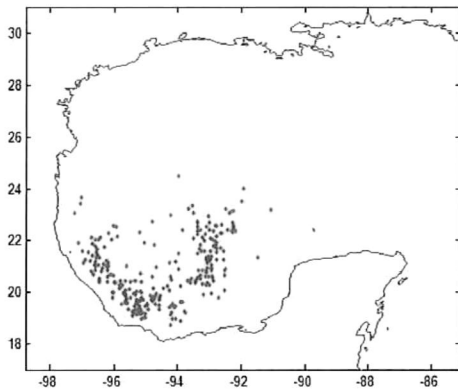


(A)

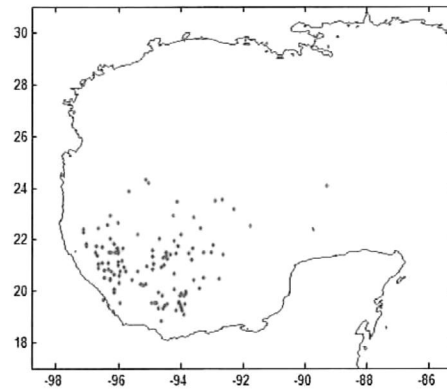


(B)

Figura 14.- Relación de lances con captura para fases lunares de Pez Vela.



(A)



(B)

Figura 15.- Relación de lances con captura para fases lunares para las diferentes especies de Marlin.

Debido a que la alimentación del AAA responde a dos estímulos los cuales son el visual y el olfativo, se consideran de gran importancia colores claros o brillantes o extractos químicos esenciales en su carnada, para una mayor respuesta a su pesca.

Se utilizaron 6 tipos de carnada, siendo dos las más significativas (Figura 16). La sardina es la carnada más usada con un 48% del total de los lances y el calamar con un 31% del total de los lances. Este efecto de alimentación es importante ya que, por las características de la carnada, se captura más la especie deseada, por efectos, como brillo, luz o algún componente químico que esta contenga.

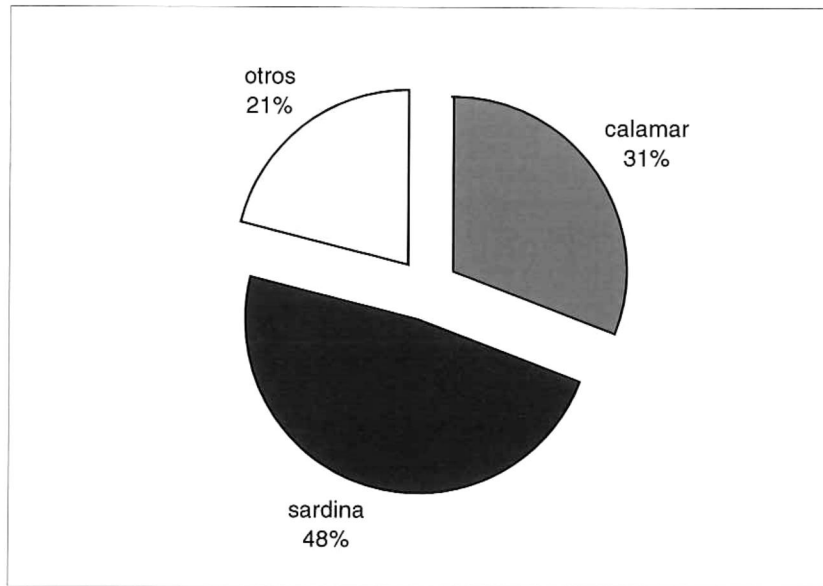
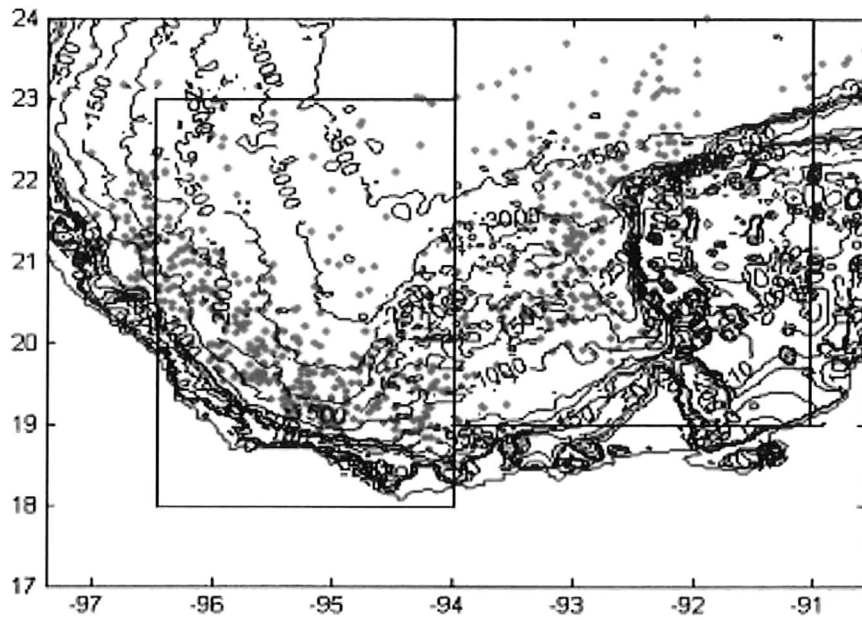
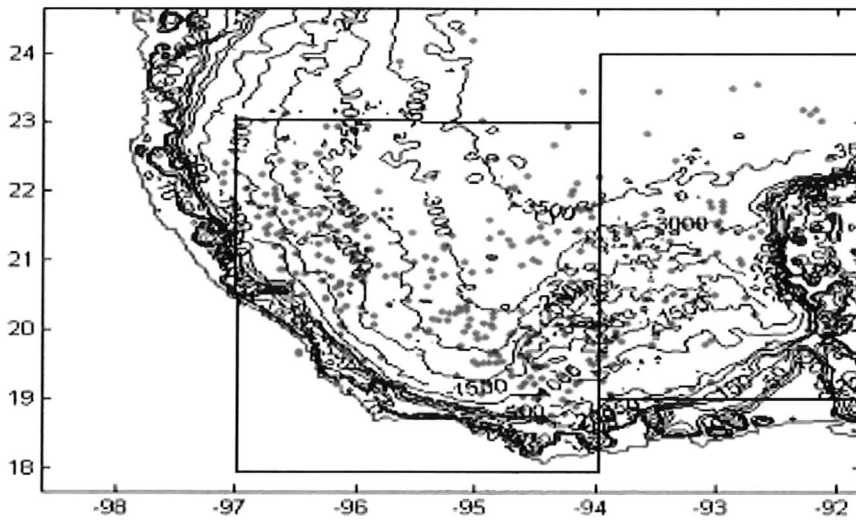


Figura 16.- Porcentaje de tipo de carnada para la captura de 2001.

Se realizaron mapas donde se presentan además de los lances de AAA, la batimetría de la zona específica en luna llena y luna nueva, para el análisis de la distribución con respecto a la profundidad de la zona de pesca (Figuras 17).



(A)



(B)

Figura 17.- Distribución anual de lances para los días de luna nueva (A) y luna llena (B) durante 2001 con batimetría.

La distribución de lances en luna nueva es mayor que en luna llena. Dentro de la agrupación de lances de la zona I las profundidades van de los 1,000 mts a los 2,500 mts. En la zona II las profundidades van de los 1,500 a los 3,500 mts.

En el caso de luna llena, en la zona I las profundidades van de los 1,000 a los 2,500 con una menor agrupación de lances que en luna nueva. En luna llena, la zona II no se nota ninguna agrupación sobresaliente.

Se realizó una comparación estadística por medio de una "t" de Student, para los cinco especies de peces de mayor importancia comercial. Se comparó la CPUE mensual de la zona I para las dos fases lunares, y lo mismo se hizo para la zona II. Se comparó la CPUE mensual de la zona I y de la zona II para luna llena, y de igual manera se hizo la comparación para luna nueva, (Tabla V).

El atún aleta azul mostró una diferencia estadística tanto para la zona I como para la zona II, al comparar la serie de la luna llena vs. luna nueva.

En el pez espada se encontró una diferencia estadística significativa para la zona I en la comparación de luna nueva vs. luna llena.

Tabla V.- Comparación estadística de las diferentes especies en cada una de las fases lunares y por zonas específicas de estudio. Los datos marcados con un (*) son a los que se les aplicó la estadística no paramétrica (Mann-Whitney).

comparación	N	P	dif estadística
zona I luna llena vs luna nueva AAA	12	0.610	no
zona II luna llena vs luna nueva AAA	12	0.100	no
zona I vs zona II luna nueva AAA	12	0.143	no
zona I vs zona II luna llena AAA	12	0.143	no
zona I luna llena vs luna nueva AAAzul	12	<0,001	si
zona II luna llena vs luna nueva AAAzul	12	<0,001	si
zona I vs zona II luna nueva AAAzul	12	0,385	no
zona I vs zona II luna llena AAAzul	12	0,773	no
zona I luna llena vs luna nueva pez vela	12	0.751	no
zona II luna llena vs luna nueva pez vela	12	0.355	no
zona I vs zona II luna nueva pez vela	12	0.817	no
zona I vs zona II luna llena pez vela	12	0.862	no
zona I luna llena vs luna nueva pez espada	12	0.002	si
zona II luna llena vs luna nueva pez espada	12	0.424	no
zona I vs zona II luna nueva pez espada	12	0.924	no
zona I vs zona II luna llena pez espada	12	0.334	no

DISCUSIONES

El palangre es un arte no selectivo, en esta pesquería se observa que para el 2001 la captura de las especies objetivo, (AAA) es predominante solo con un 55%, existiendo captura incidental de 45 especies, en total con y sin valor comercial.

La norma oficial mexicana NOM-023-PESC-1996, del diario de la nación publicado el 24 de Diciembre de 1994, menciona que la tasa de captura incidental de Atún Aleta Azul, diferentes especies de marlines, pez espada, pez vela y tiburones en conjunto, no debe ser mayor del 20% de su captura nominal (captura que incluye los peces vivos), obtenida durante un año calendario.

El análisis de especies capturadas en las diferentes fases lunares, nos permitió ver que la captura en luna nueva es mayor que en luna llena, con excepción de los marlines. Uno de los factores posibles, es la agrupación de las especies ya que se tomaron los cuatro tipos de marlines, capturados en el 2001. Además que factores como la carnada y luminosidad afectan directamente a las migraciones de esta especie en particular. Siendo el marlin blanco, la especie mas capturada de las 4 especies.

La CPUE global nos muestra que en los casos del AAA y del Atún aleta azul prácticamente se obtienen rendimientos similares en las fases lunares analizadas. En cambio en los picudos se obtienen capturas por lance superiores en luna llena. Posiblemente debido a que estas especies se

sumergen a una gran profundidad en busca de alimento y, durante luna llena, esto se hace a menor profundidad por el movimiento de la capa de dispersión profunda, y de este modo. se encuentre accesible al arte de pesca. Posiblemente exista una causa asociada a la carnada.

En las series mensuales de CPUE para 4 de las especies no se observa diferencia significativa pese a que la CPUE global para marlines y pez vela es marcadamente superior durante luna llena. Esto puede ser debido a la cantidad de datos analizados. En el caso del pez espada si se obtuvo una diferencia significativa pese a ser el grupo analizado que esta presente en la captura en menor porcentaje. Esto se podría deber a una atracción de la carnada (jinicuaro), ya que ésta produce una brillantez mayor que es la que atrae a la presa debido al reflejo de la luz lunar.

La captura de AAA y los mayores valores de CPUE mensual, tanto en luna llena como luna nueva, se da en los meses de mayo y junio, lo que coincide con lo expresado por el INP en relación a que de mayo a agosto se da la mayor abundancia de esta especie en el Golfo de México. Esto concuerda con la teoría solunar que, data de 1926 impuesta por J. A. Knight (Yamasaki, 1997). Esta teoría intenta agregar al conocido efecto de las mareas otras cuestiones relacionadas con las posiciones del sol y de la luna respecto de los hábitos alimenticios de los peces. Y establece los siguientes puntos:

- La influencia del sol y la luna será mayor cuando más cerca se encuentren de la tierra (días principales).
- Los días de luna llena y luna nueva son los de mayor influencia.
- El mes de mayor influencia es Junio.
- Cuando un periodo solunar cae dentro de los 30 minutos de la salida o la puesta del sol es posible pronosticar buena pesca.

Las preferencias de pesca cerca de la costa pueden deberse a la economía de la flota, ya que las áreas más alejadas implican un mayor consumo de combustible, y que en embarcaciones pequeñas se convierte en un limitante de acuerdo a sus características de almacenaje. Además puede estar asociado a la presencia de la carnada típica en zonas costeras.

Las capturas anuales para AAA en 2001 presentan áreas específicas de valores altos, todas ubicadas dentro de la zona I, lo que corresponde a Veracruz, Tabasco y parte de la Bahía de Campeche, que abarca de los 91° a los 94° W de longitud y los 19° a los 24° N de latitud. Este patrón de altas capturas en esta zona es semejante al reportado por el INP, en el trabajo de evaluación y manejo de la pesquería del atún en el Golfo de México. Esto nos permite suponer que los resultados son representativos de las condiciones generales de la flota y su medio ambiente.

Se detectaron dos zonas de pesca importantes, definidas en este trabajo como zona I y zona II por la agrupación de los lances. En la totalidad de los lances se capturó siempre AAA. Sin embargo, se observa que hay pequeñas diferencias

batimétricas entre las zonas, pero con los análisis espaciales por especie y estadísticas por zonas en particular, no se detecta ninguna diferencia significativa, lo que puede deberse a la cantidad de datos disponibles.

En los lances anuales por fases lunares de las demás especies, la relación de zonas no marca alguna preferencia de pesca, por lo que sólo se encuentran puntos dispersos a través de las dos zonas. Esto se debe sólo a una asociación incidental en la pesca de diferentes especies.

La CPUE para AAA es prácticamente la misma para luna llena que para luna nueva. Y efectos como el de la marea como causa de las diferencias observadas se descarta ya que en las dos fases lunares analizadas tenemos marea viva, lo que mantiene la hipótesis de que es la luminosidad la causa de estas variaciones.

Una de las razones de la distribución del AAA es la temperatura, que determina los límites de la distribución de la especie. Se puede esperar que la variación de abundancia del atún de región a región sea en proporción a la abundancia de alimento (Blackburn ,1965). Esto puede notarse en la zona de preferencia de pesca en la zona costera ya que las corrientes, el viento, la TSM, la profundidad de termoclina y otros factores propician la abundancia de la especie en esta zona.

En la pesca se manifiesta preferencia alimenticia en particular en relación a la carnada utilizada para la captura de 2001, aunque se sabe que el AAA es un animal eutótrofo. Se confirma que hay dos tipos de carnada característica, que son la sardina en el 48% de los viajes de pesca y el calamar en el 31%, de los viajes de pesca. Se dice que numerosas excepciones demuestran que las diferencias alimenticias del atún depende de factores ambientales y causales lo que podría influir en su pesca. Por ello los estímulos visual y olfativo son los de mayor impacto, ya que los colores claros o brillantes o extractos químicos esenciales en su carnada, son mejores para una mayor respuesta a su pesca.

Al hacer el análisis estadístico considerando el factor de la zona, sólo unos casos se presentan significativos. Esto en la comparación de Atún Aleta Azul para la zona I y II en la comparación de luna llena vs. luna nueva. Otro de los casos significativos es el del pez espada, en la zona I. En el caso del Atún aleta Azul en la zona I, la CPUE es mayor en luna nueva, lo que coincide con la demás información, sin embargo ocurre lo contrario en la zona II. Para el pez espada, en la comparación de la zona I la CPUE en luna llena es mayor. Esto coincide tanto con la CPUE global y de la comparación de las series mensuales. La mayoría de las comparaciones no fueron significativas lo que puede ser debido al tamaño de muestra por lo que para asegurar que no hay efecto de zonas se requiere hacer este análisis con más información en una escala de varios años.

Los lances de la zona II son los que tienen menor índice de captura de atunes, aunque esto no es significativo. Chairez (1996) dice que los atunes juveniles no se encuentran en aguas intermedias debido a que no tienen la resistencia de los adultos y, menciona, que el comportamiento es variable dependiendo de la talla y la edad. Se dice que estos lances se hacen después de explotar diversas zonas costeras, y al alejarse a las zonas más profundas, el índice de adultos es mayor. Los ejemplares más jóvenes aparecen en cardúmenes más densos junto a las islas o cerca de la costa, y no tanto en aguas despejadas (Kamimura Todao y Misao Honwa, 1962 en Orozco, 1989). Solo para la especie objetivo se observan concentraciones de organismos en ambas zonas analizadas.

Otro efecto que no era objetivo de este trabajo, pero que puede influir en las variaciones observadas, es la hora de inicio de lance. Este factor influye sobre la tasa de captura, que está relacionada con el comportamiento de patrones de alimentación del AAA, ya que estos son más vulnerables durante algún momento del día, cuando presentan un comportamiento de alimentación (Solana *et al.* 2004). La vulnerabilidad también depende de factores como las fases lunares, ya que se dice que el mejor momento para la pesca es cuando se da los mayores o menores periodos solunares que caen cerca de la hora del ocaso o del amanecer durante una luna nueva o luna llena. Está documentado que cuando esta condición ocurre, los peces morderán cualquier carnada que vean o huelan, y por lo tanto está casi garantizado que habrá captura. No es ningún secreto que los peces gustan de alimentarse en las horas de penumbra, en el amanecer o el ocaso del sol. Lo que agranda o amplifica su actividad es

el efecto de una salida u ocaso de luna, combinado con los periodos de luna nueva o luna llena. Cuando hay coincidencia de estos factores la actividad de los peces puede ser espectacular. Finalmente, un cambio en el clima local, puede cambiar esta actividad, pues se sabe que antes de que malos climas empiecen, ha habido inusual actividad en los peces, como si se alimentaran antes por el mal tiempo que viene (Yamasaki, 1997).

Debido a que la TSM es uno de los factores que determina la abundancia del AAA, se buscaron los datos de cada fase de luna llena y luna nueva. Los mapas presentan el promedio de temperatura superficial del mar de tres días consecutivos (luna llena o luna nueva, y los dos días siguientes). Las TSM se tomaron de la base de datos obtenidos en la pagina <http://fermi.jhuapl.edu/avhrr/index.html>, proporcionados por la Universidad Johns Hopkins en el laboratorio de física aplicada. Se pudo observar en los mapas mensuales (Figuras 18-29, Anexo 1) que hay una TSM adecuada para la presencia de atún (de acuerdo a lo reportado en la literatura) tanto para las dos zonas así como la fase de luna nueva (A) y la fase de luna llena (B).

Los datos de la relación de la TSM y la abundancia de AAA sugieren que hay que analizar. entre otras cosas, lo casual de la captura incidental, ya que el aporte de esta captura al monto total es de gran importancia, y el valor comercial de estas especies es grande. Se requiere de más estudios (inclusive de pesca de exploración) para comprender a fondo el efecto de la luminosidad de la luna, ya que la captura de la especie objetivo en particular sí es mayor en luna nueva, pero la comparación global de la CPUE no marcó gran diferencia.

Sin embargo, esto no quiere decir que un incremento del esfuerzo en luna llena generaría una mayor captura, ya que puede haber otros causantes como pudiera ser una limitante en la captura de la carnada asociada a la luna nueva.

CONCLUSIONES

- La mayor captura y CPUE mensual de AAA, tanto en luna llena como luna nueva, se da en los meses de mayo y junio.
- Además de la especie objetivo, se capturan con valor comercial atún aleta azul, marlines, pez vela, pez espada y tiburones.
- Existe preferencia por pescar en período de luna nueva, con un 30.6% de lances.
- Existe un menor esfuerzo pesquero en luna llena.
- Dos zonas, una costera y otra más alejada, concentran la actividad pesquera en luna nueva.
- En luna llena solo la zona costera concentra actividad pesquera.
- La preferencia por pescar cerca de la costa puede estar asociada a menores costos de traslado y a la presencia de la carnada.
- No se detectó ninguna evidencia o causa de la preferencia por la zona II en fase de luna nueva.

- Solo en el caso del pez espada existe una tendencia de CPUE mayor en luna llena a lo largo de los meses.
- Sin embargo al calcular la CPUE global para los picudos se obtienen valores de CPUE marcadamente superiores en luna llena.
- La pesca con palangre no es selectiva aunque predomina la captura de la especie objetivo.

Recomendaciones

Se sugiere:

- a) Realizar este análisis o uno similar con más datos, lo que implica más años de información de captura.
- b) Analizar el efecto de la carnada en la composición de la captura.
- c) Analizar el efecto de la hora de inicio de lance en la composición de la captura.

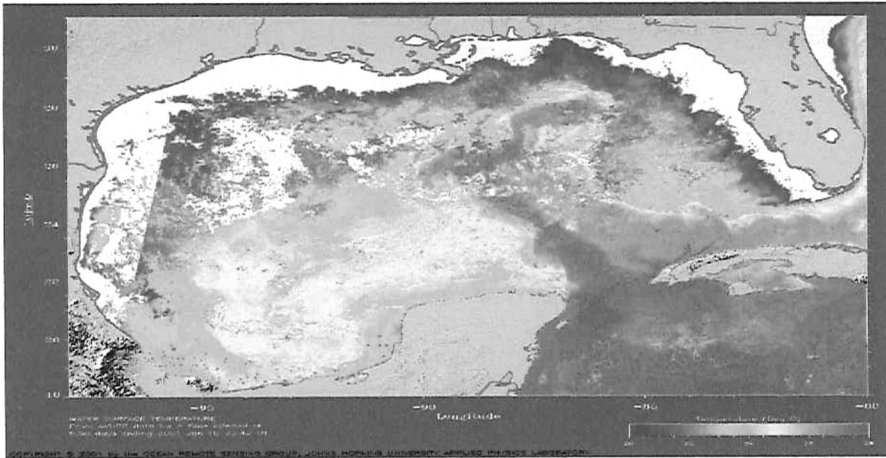
LITERATURA CITADA

- Anónimo. 2005. Sistema global de información de pesquerías, FAO.
(<http://www.fao.org/fi/fcp/fcps.asp>).
- Anónimo. 2001. Evaluación y manejo de la pesquería del atún en el Golfo de México. Instituto Nacional de la Pesca. México. 25 pp.
- Anónimo. 1996. Norma oficial Mexicana NOM-023-PESC-1996.
- Anónimo, 1994, Manual de campo para la identificación de las especies presentes en la pesca del atún. Instituto Nacional de la Pesca. PNAAPD, Ensenada, México. 105 pp.
- Blackburn, M., 1965. Oceanography and the ecology of tunas. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 3:299-322.
- Chairez A.D., 1996. Historia de la pesca del atún. Ed Chairez, Tomo I Ensenada B.C. México. 253 pp.
- Chávez G. 1975. Elementos de oceanografía, Ed CECOSA, 1era edición, México DF. 198 pp.

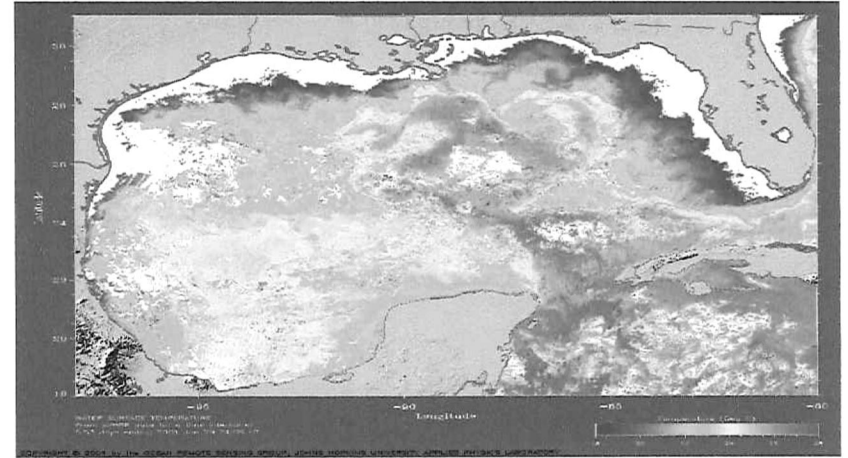
- Collete, B.B., y C.E. Nauen., 1983. Scombrids of the World. Annotated and illustrated catalogue of tunas, macarels, bonitos, and related species know to date. FAO. Fisheries Synopsis. 2(125):80-92.
- García, J.L., 2001. Generalidades y biología del atún. Club de la Mar, España. 12 pp.
- Joseph J. W Klave, P. Murphy, 1989. Atunes y pez espada-los peces sin patria. Comisión Interamericana del Atún Tropical, La Jolla California. EUA. 69 pp.
- Manzo-Monroy., H, 2003. Sobre la influencia de giros de mesoescala en las capturas de atun aleta amarilla, *Thunnus albacares*, en el océano Pacifico tropical este. Tesis doctorado en ciencias. FCM-Instituto de Investigaciones Oceanológicas. UABC. 121 pp.
- Moody, C.L, 1967. Gulf of Mexico distributive province. AAPG Bulletin, 51(2):179-199.
- Orozco-Zavala, L.M., 1989 Tópicos biológicos del atún aleta amarilla *Thunnus albacares*. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas. pp 150.

- Power, J.H. y M. Nelson, 1991. Satellite observed Sea-surface Temperatures and Yellowfin tuna catch and effort in the Gulf of Mexico. Fishery Bulletin. U.S. 89:429-439.
- Solana-Sansores S., Urbiná, P. Brown., C. 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. Ensenada B.C. 9(20), pp13-15.
- Sosa-Nishisaki O., H. Robles, M.J. Dreyfus-Leon, O Ceseña, 2001. La pesca de atún con palangre en el Golfo de México (primer semestre del 2001), PNAAPD, el vigía, Ensenada B.C. 6(13) pp. 20-23.
- Sund, Paul, N. Blackburn and F. Williams, 1981. Tunas and their environment in the Pacific Ocean: A review. Oceanogr. Mar. Ann. Rev.19:443-512.
- Vázquez, M., 2001. Oceanografía Física del Oeste del Golfo de México. Secretaria de Marina, Armada de México. 217 pp.
- Wild, A., 1995. A review of the biology and fisheries for yellowfin tuna, *Thunnus albacares* in the Eastern Pacific Ocean. In: Shomura, R., Majkowski, J. y Langi, S. (Eds.). FAO Fisheries Technical Paper. Interactions of Pacific Tuna Fisheries, Roma, Italia, 2(336):52-107.

- Wild, A., 1994. A review of the biology and fisheries for yellowfin tuna, *thunnus albacares* in the Eastern Pacific Ocean. In: Shomura, R., Majkowski, J. y Langi, S. (Eds.). FAO Fisheries Technical Paper. Interactions of Pacific Tuna Fisheries, Roma, Italia, 2(336):52-107.
- Yamasaki, H., 1997. La pesca deportiva en México. Ed foro de pesca, 4ta edicion, Mexico DF. pp 4.

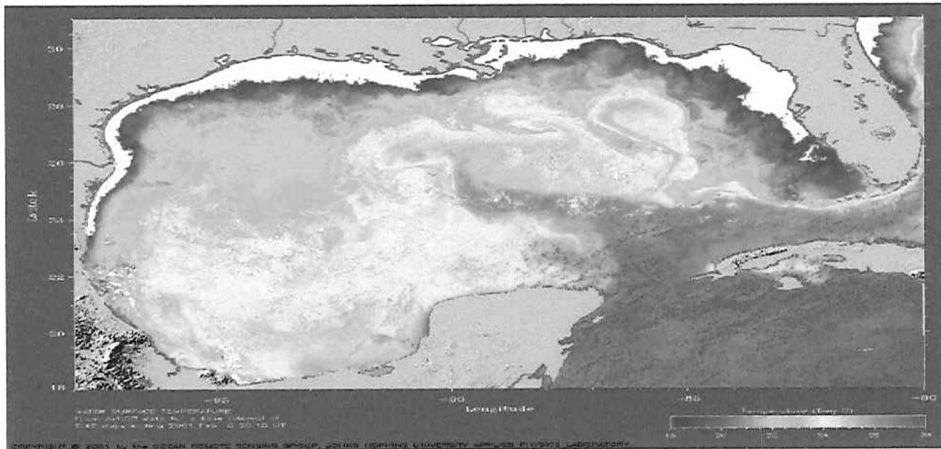


(A)

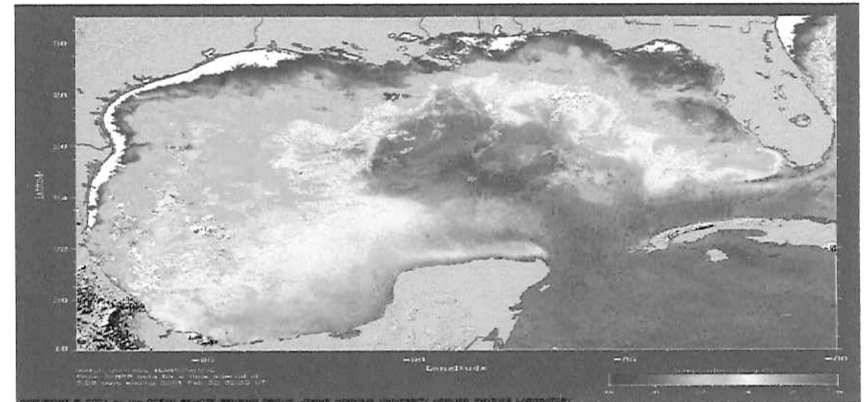


(B)

Figura 18.- Mapas de temperatura superficial para enero de 2001 en fases lunares.

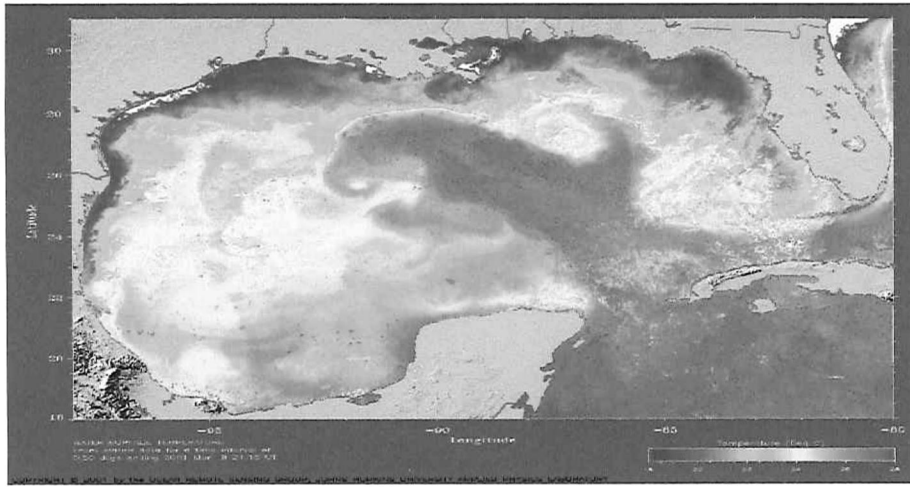


(A)

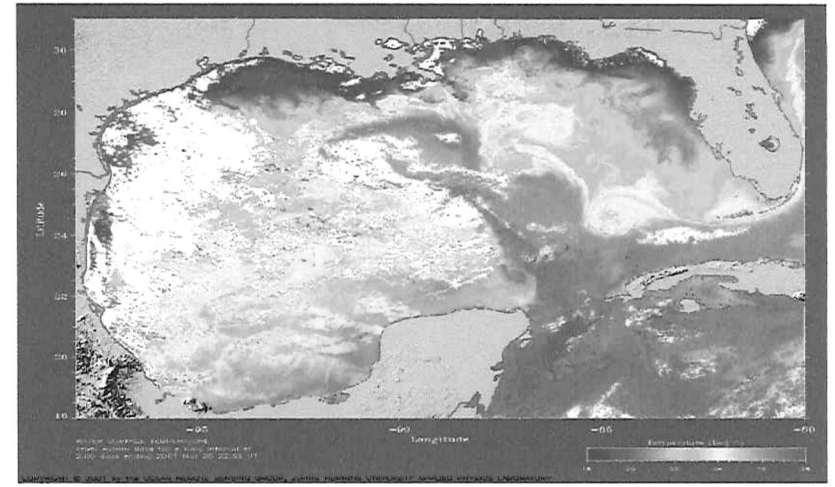


(B)

Figura 19.- Mapas de temperatura superficial para febrero de 2001 en fases lunares.

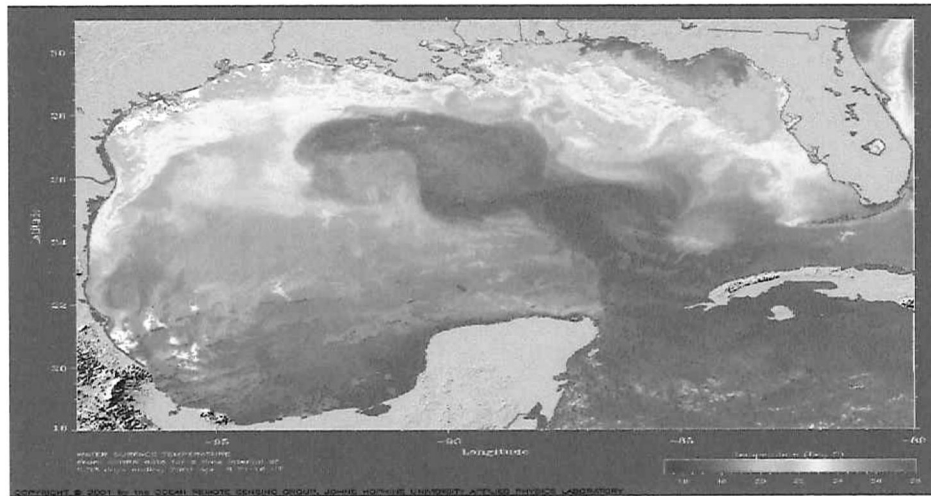


(A)

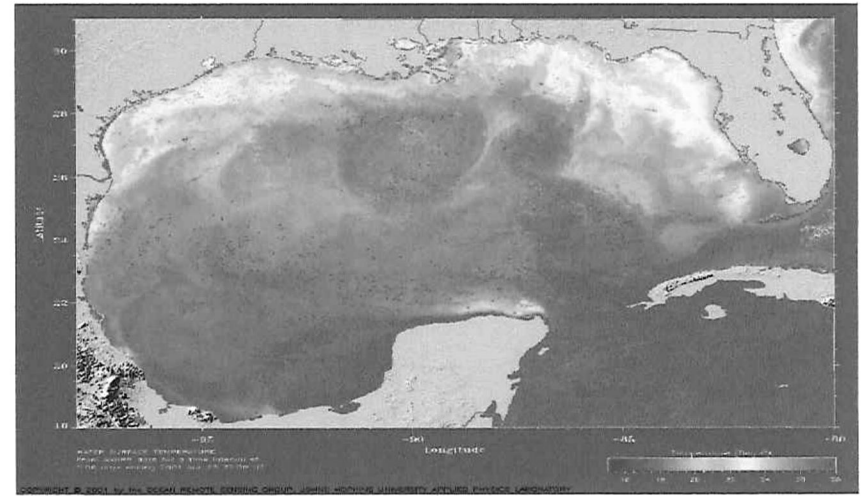


(B)

Figura 20.- Mapas de temperatura superficial para marzo de 2001 en fases lunares.

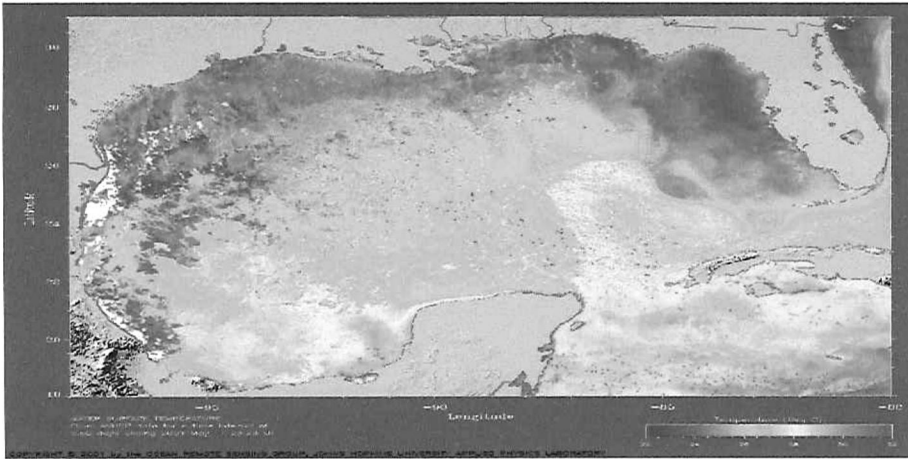


(A)

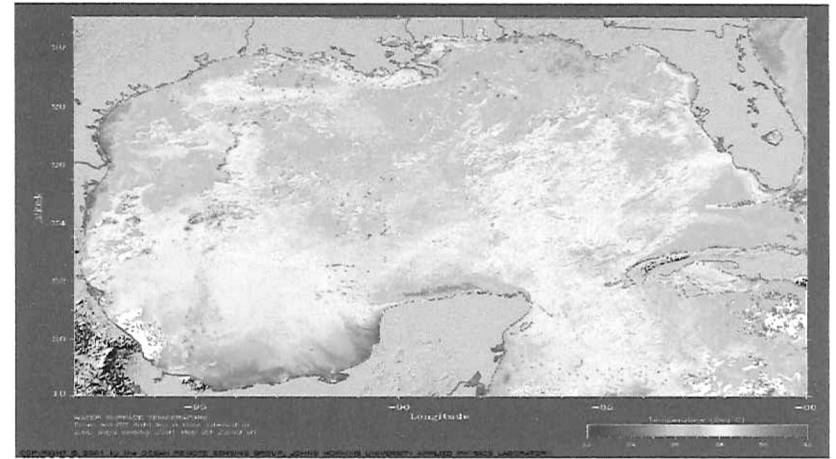


(B)

Figura 21.- Mapas de temperatura superficial para abril de 2001 en fases lunares.



(A)

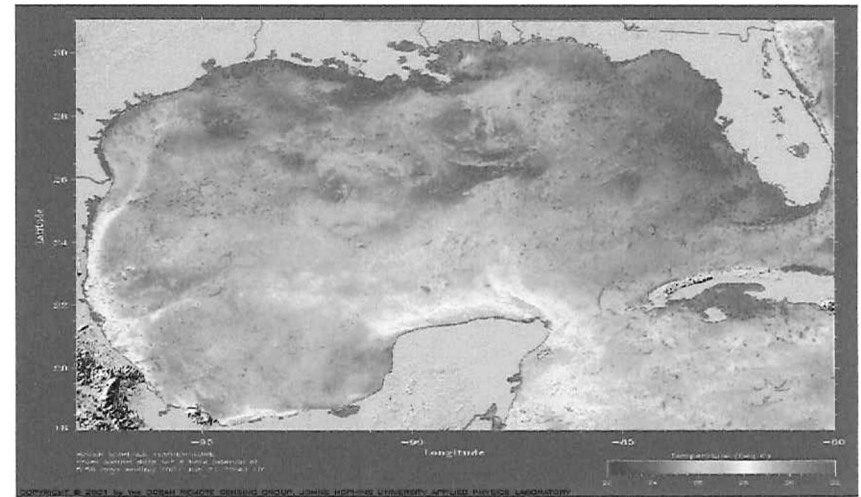


(B)

Figura 22- Mapas de temperatura superficial para mayo de 2001 en fases lunares.

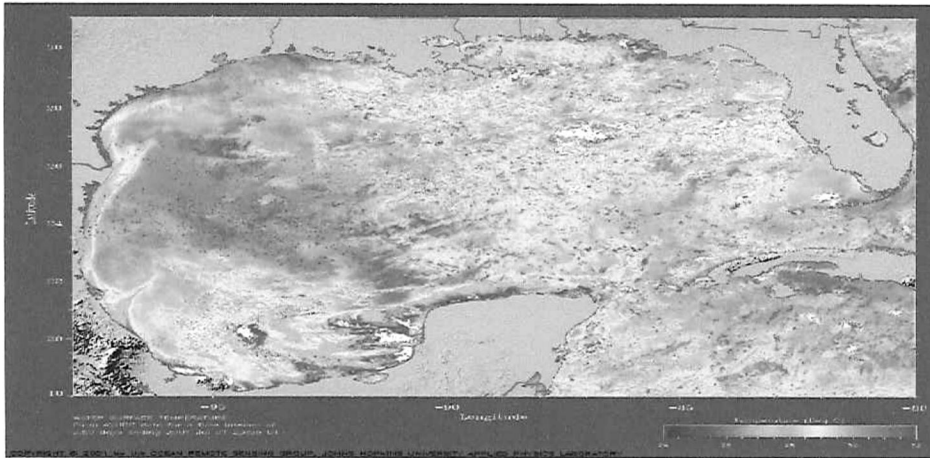


(A)

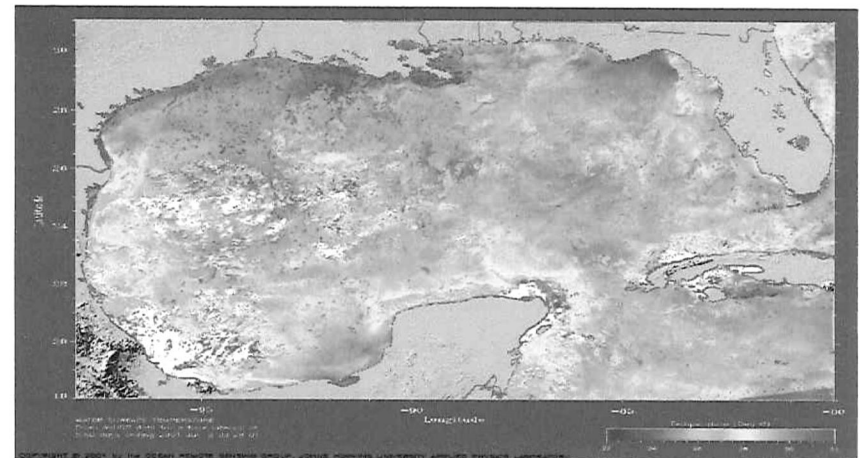


(B)

Figura 23- Mapas de temperatura superficial para junio de 2001 en fases lunares.

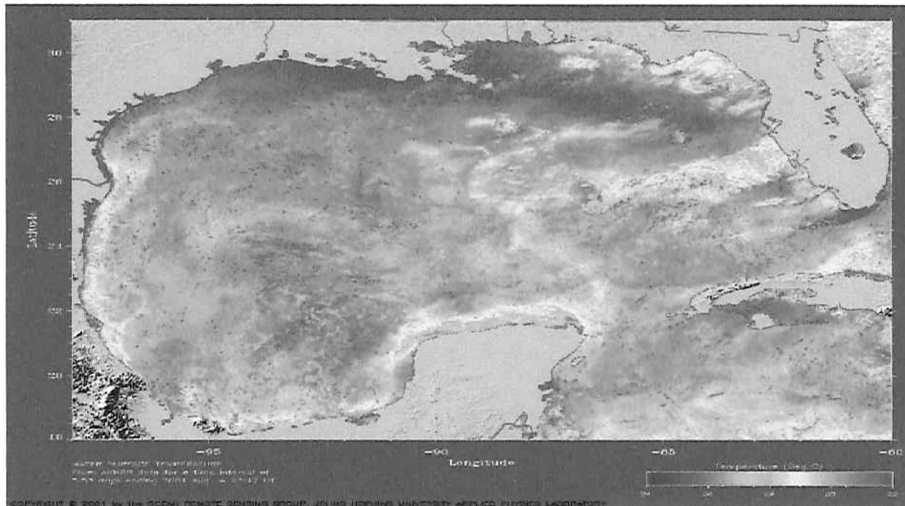


(A)

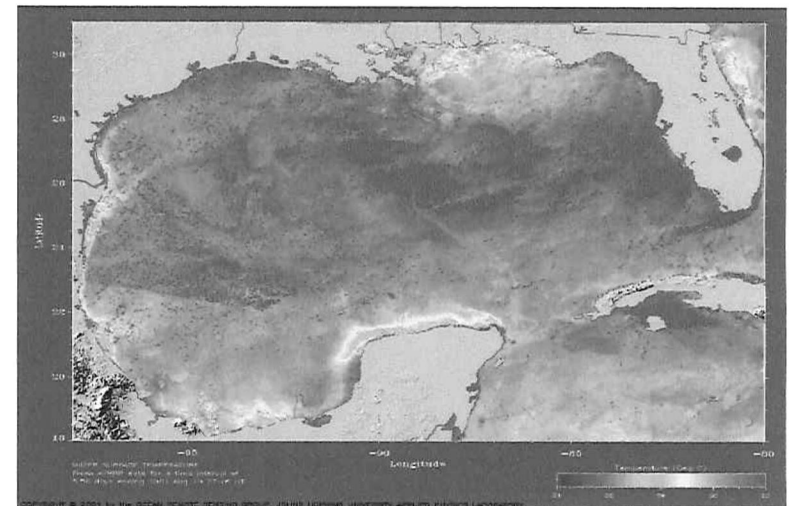


(B)

Figura 24- Mapas de temperatura superficial para julio de 2001 en fases lunares.

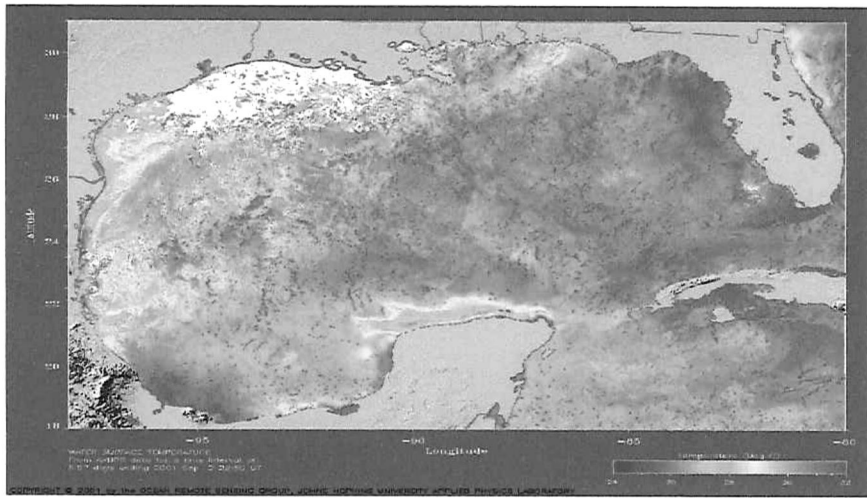


(A)

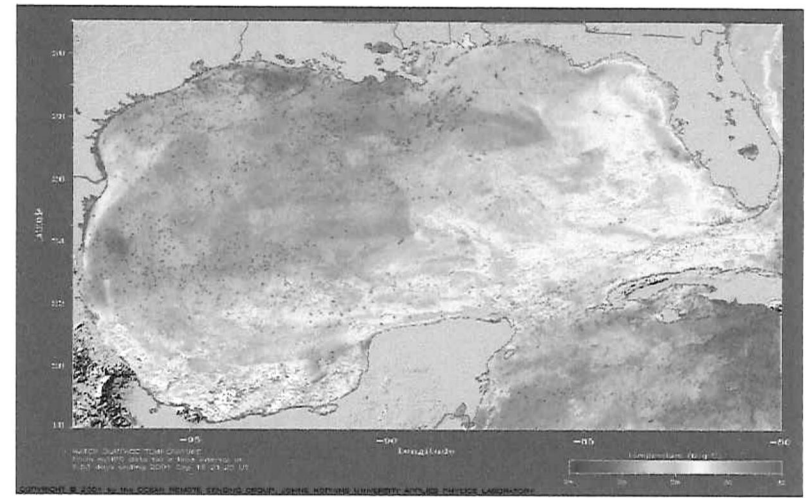


(B)

Figura 25- Mapas de temperatura superficial para agosto de 2001 en fases lunares.

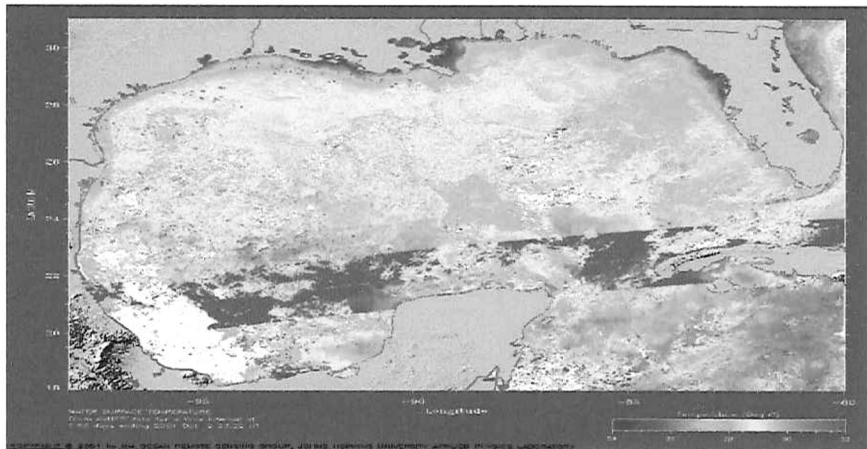


A)

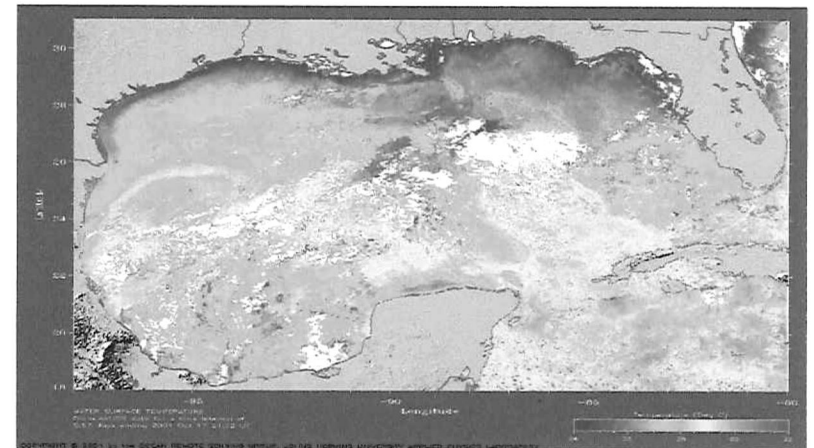


(B)

Figura 26- Mapas de temperatura superficial para septiembre de 2001 en fases lunares.

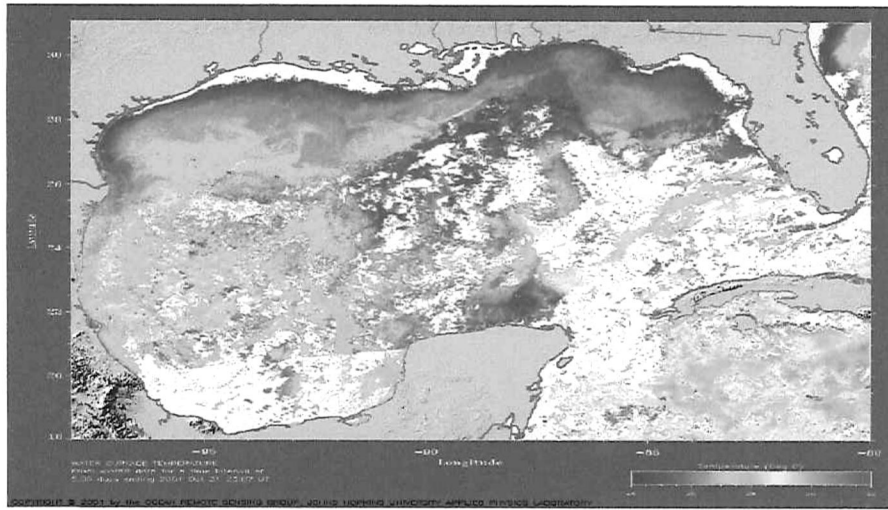


A)

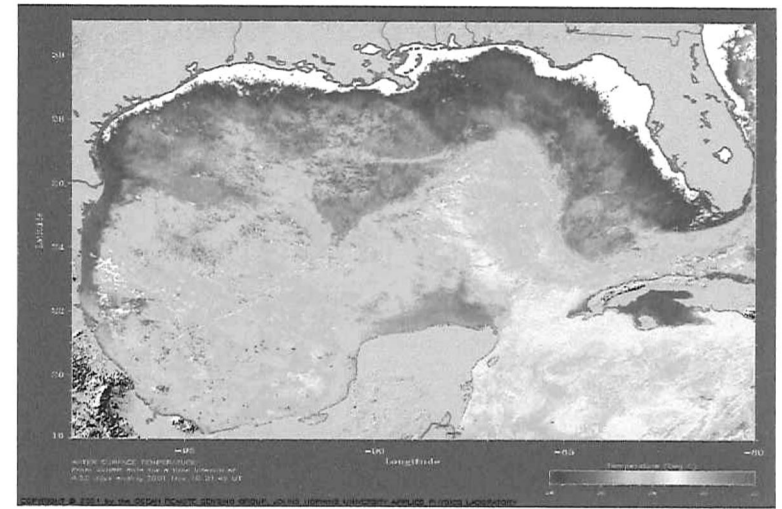


(B)

Figura 27- Mapas de temperatura superficial para octubre de 2001 en fases lunares.

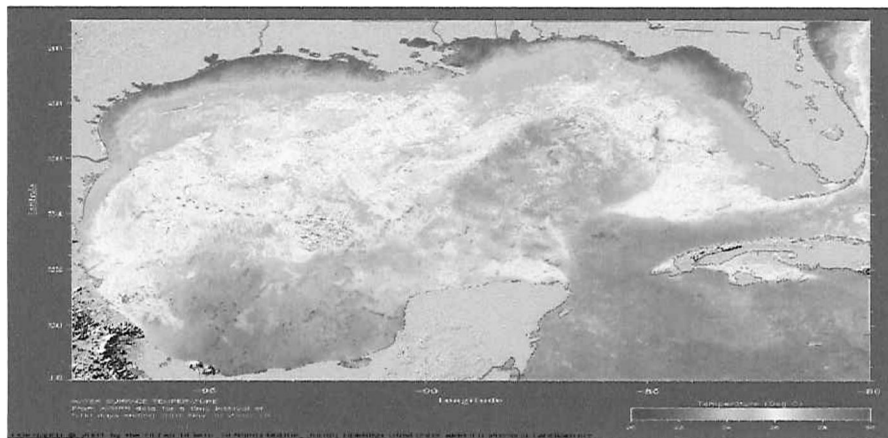


A)

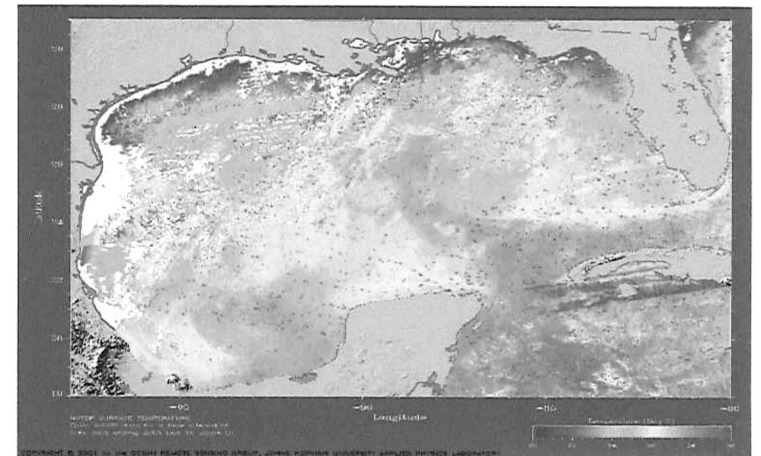


(B)

Figura 28- Mapas de temperatura superficial para noviembre de 2001 en fases lunares.



A)



(B)

Figura 29- Mapas de temperatura superficial para diciembre de 2001 en fases lunares.