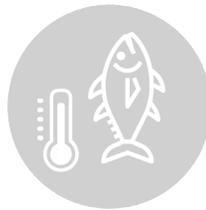


Relación de la temperatura con la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la pesca con palangre de atún aleta amarilla (*thunnus albacares*), en la zona de la plataforma continental del estado de Nayarit, México durante el 2019

RESUMEN: *RESUMEN: Se analizó la CPUE del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) pescado con palangre en la plataforma continental de Nayarit durante el año 2019. Los resultados del CPUE, fueron comparados con la temperatura superficial de compuestos diarios proveniente del producto de GHRSSST y con las mediciones de la temperatura de profundidad de pesca obtenida por medio de HOBOS. Los ejemplares capturados presentaron un rango de peso entre 23 y 68 kg y de 111 cm a 173.8 de Longitud Furcal, con la mayor frecuencia de tallas en el rango de 140 a 160 de Longitud Furcal. Los registros de las variaciones de temperaturas superficiales y de profundidad de pesca, fluctuaron para la temperatura superficial el rango fue de 24.5°C a 32°C y de profundidad de pesca de 15°C a 24°C. Se determinó la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) que fluctuó de 1.1 a 6.7 ((Kg/S)/100Anz) y un promedio de 3.13 ((Kg/V) /100Anz). Se determinaron las relaciones de las variaciones de temperatura de superficie y de profundidad de pesca, encontrándose que existe una diferencia significativa ($P > 0.05$), asimismo, se documentó una tendencia positiva entre la temperatura superficial y el CPUE.*

PALABRAS CLAVE: *CPUE, Temperatura Superficial, Temperatura profundidad de pesca.*



Colaboración

Jorge Flores Olivares; Alfredo Emmanuel Vázquez Olivares; Osiris Chavez Vargas, Instituto Tecnológico de Mazatlan; Oscar Guevara Rodríguez, Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas; José Alejandro Mendoza Munguía, Instituto Tecnológico de Nayarit

ABSTRACT: *CPUE of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) longline catch on the Nayarit continental shelf during the year 2019 was analyzed. The results of the CPUE were compared with the surface temperature of daily compounds from the GHRSSST product and with measurements of the fishing depth temperature obtained using HOBOS. The specimens catch presented a weight range between 23 and 68 kg and from 111 to 173.8 cm Furcal Length, with the greatest frequency of sizes in the range 140 to 160 cm Furcal Length. The records of the variations of surface and fishing depth temperatures fluctuated for the surface temperature, the range was 24.5°C C to 32°C and for the fishing depth of 15°C to 24°C. The catch per unit effort (CPUE) of the Yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) that fluctuated from 1.1 to 6.7 ((Kg/S)/100Anz) and an average of 3.13 ((Kg/S)/100Anz). The relationships of the surface temperature and fishing depth variations were determined, finding that there is a significant difference ($P > 0.05$), likewise, a positive trend between the surface temperature and the CPUE was documented.*

KEYWORDS: *CPUE, Surface Temperature, Temperature of fishing depth.*

INTRODUCCIÓN

La distribución de los túnidos es muy amplia, cubren prácticamente todos los mares y océanos de aguas cálidas y templadas, clasificándose como altamente migratorios [1]. Más del 95% de los túnidos capturados por flotas industriales se pescan con diferentes tipos de embarcaciones y artes de pesca, principalmente red de cerco y palangre [2].

Existen diferentes factores que podrían afectar la distribución de los organismos marinos tales como los ciclos lunares, la profundidad, la productividad primaria o la temperatura; siendo esta última considerada como uno de los factores más relevantes. Existe una gran variedad de especies asociadas a estructuras y/o condiciones térmicas específicas [3]; En el caso del Atún aleta amarilla (AAA) (*Thunnus albacares*) se tiene el conocimiento de que prefiere temperaturas sobre los 20 °C [4].

En el Pacífico mexicano, la flota atunera palangrera está constituida por 140 embarcaciones menores distribuidas en dos diferentes puertos: Bahía de Banderas (Nayarit), Salina Cruz (Oaxaca).

La pesca del AAA en el Pacífico mexicano 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 130, 000 toneladas anuales [5]. La pesca con palangre aporta en el Pacífico mexicano el 0.30% de esta captura, contrastando con su alto valor comercial tanto para el mercado nacional (200 por kg) y en el mercado internacional (400 pesos la libra).

En los últimos años un pequeño batitermógrafo, se ha ideado y puesto en práctica el sistema se llama HOB0 [6] que recientemente se ha empezado a utilizar principalmente en varias operaciones de palangre experimentales y comerciales, para investigar la forma subacuática del tren de palangre o la profundidad de enganche, la temperatura y tiempo de enganche.

Por esta razón, el objeto central de este trabajo es determinar la relación entre la temperatura superficial del mar (TSM), la temperatura de profundidad de pesca del palangre en condiciones de trabajo y los valores de densidad expresados en Captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

Hipótesis

La CPUE en AAA, está directamente influenciada por las variaciones temporales de temperatura superficial y de profundidad de pesca en la zona de estudio.

Objetivos

-General

- Determinar la existencia de una relación de las variaciones de temperatura con la CPUE de la pesca

con palangre de AAA en la zona de la plataforma continental del estado de Nayarit, México, durante el 2019.

-Específicos

- Registrar las variaciones temporales de la temperatura superficial y profundidad de pesca de la pesquería con palangre del AAA en la zona de la plataforma continental del estado de Nayarit, México, durante el 2019.

- Determinar la CPUE del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) en la zona de la plataforma continental del estado de Nayarit, México, durante el 2019.

- Determinar la existencia de una relación de las variaciones de temperatura superficial y de profundidad de pesca, con la CPUE.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La área de pesca comprendida en el presente estudio está asociada directamente al quiebre o ruptura de la plataforma. Punto en el cual se produce un aumento rápido de la profundidad, que marca el borde externo de la plataforma continental y el comienzo del talud continental, delimitado en esta zona por la isobata de 200 m. Las áreas de captura se localizan en los alrededores de las Islas Marías, siendo la zona de pesca más cercana del puerto de salida a 56 mn. (Millas náuticas) y la zona más lejana a 110 mn (Figura 1).

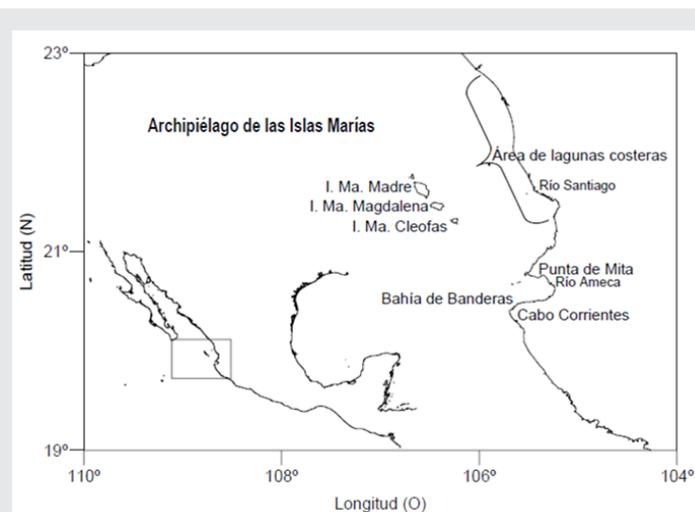


Figura 1. Área de estudio localizada sobre la plataforma continental de Nayarit.

El Polígono en la zona de estudio comprende 6 cuadrantes, cada uno de 30 x 30 millas náuticas que se encuentran entre las coordenadas -106.583, 22.399 -107.385, 21.745 -105.575, 21.327 -106.336, 20.661. La zona de pesca se destaca por contar en la zona centro del polígono geográfico al área marina protegida (Figura 2).

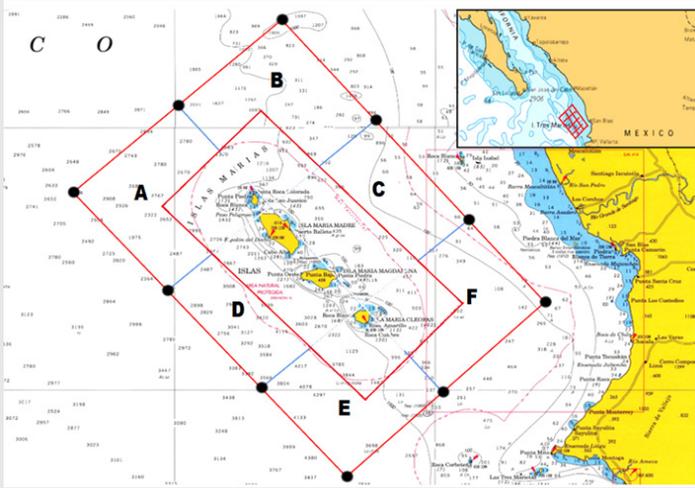


Figura 2. Zona de estudio la cual comprende 6 cuadrantes localizados en la zona contigua al área marina protegida, A, B, C, D, E, F.

Información de sensores remotos satelitales

La información satelital sobre TSM se complementó con compuestos diarios proveniente del producto de GHRSSST a una resolución espacial de 1 km (Figura 3 y 4). Posteriormente importados a un ambiente de Sistema de Información Geográfica (SIG).

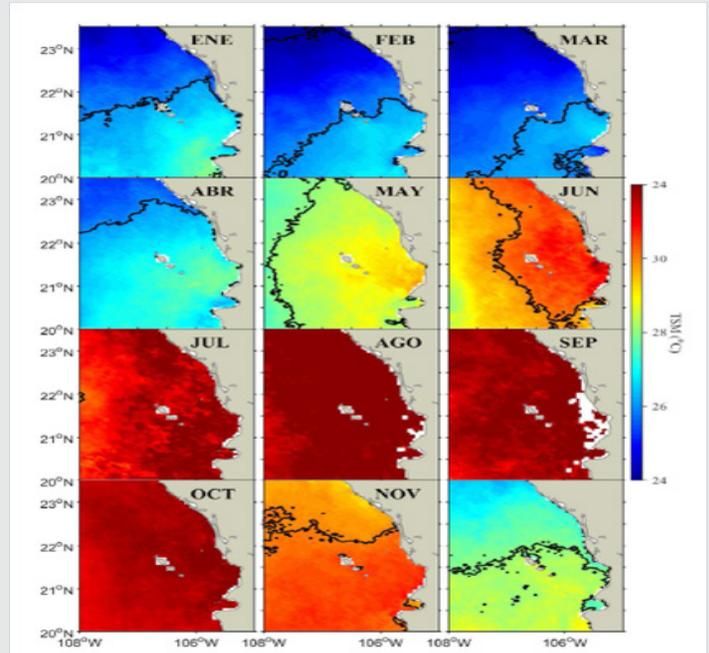


Figura 4. Climatología promedio mensual de temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) para la serie de tiempo entre 1985-2018, calculado por medio del método de ajuste armónico. (Cepeda-Morales 2018).

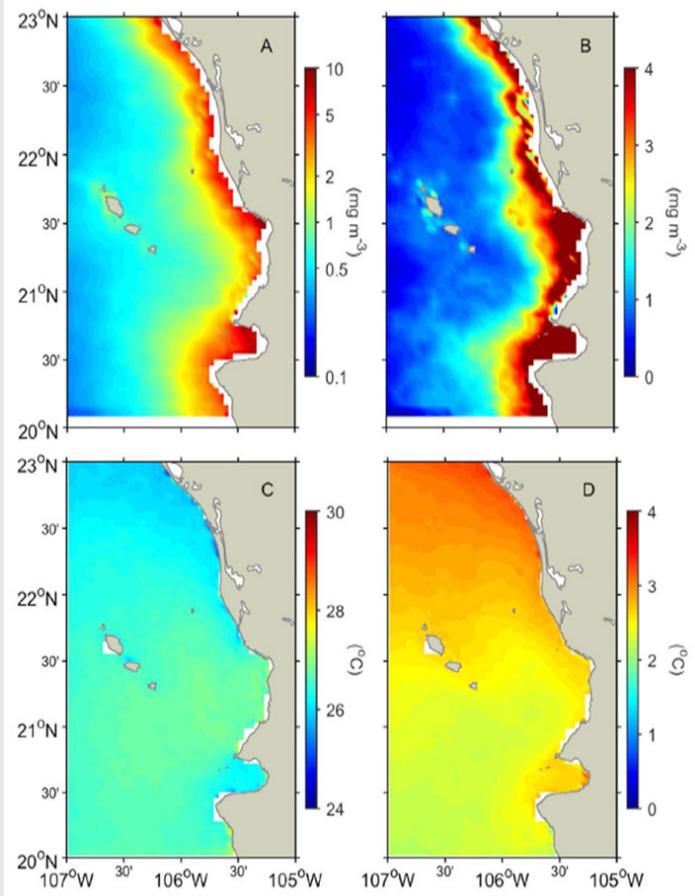


Figura 3. Información satelital sobre Temperatura Superficial del Mar (TSM) obtenida a partir de imágenes de composiciones diarias provenientes del GHRSSST a una resolución espacial de 1 km.

Mapeo en el SIG

Con el propósito de explorar la información de TSM proveniente de sensores remotos, se producen mapas de puntos individuales para visualizar la información de la CPUE a lo largo de toda el área de estudio, utilizando el mismo enfoque metodológico empleado por Power y May [7], Yáñez y Barbieri [8] y Lanz et al., [9]. Esos mapas de puntos fueron posteriormente convertidos en una malla regular de 1 km de resolución espacial para producir mapas raster que puedan sobreponerse a la información proveniente del satélite.

Los valores de la CPUE, fueron mapeados para producir mapas de densidad de puntos (promedio) basados en el promedio de los valores de CPUE que caen en cada celda individual y posteriormente serán combinados con mapas conteniendo los campos de TSM y gradientes de TSM. Las celdas que no contenían información de CPUE se les asignó un atributo nulo, excluyéndose de esta manera del análisis ambiente-recursos.

Entre los parámetros oceanográficos, la temperatura como lo demuestra el presente estudio es probablemente el factor más importante en la pesquería de atún pescado con palangre. En esta investigación se muestra que la distribución de la temperatura superficial del mar con relación a la profundidad de operación guardan una relación con su densidad de AAA expresada en CPUE. En esto resalta la principal originalidad del presente trabajo.

Determinación de la temperatura superficial remota y la profundidad de pesca in situ

La temperatura superficial del mar (TSM) de compuestos semanales proveniente del sensor MODIS-Aqua a una resolución espacial de 1 km, durante las temporadas de pesca 2017-2019, utilizando para ello un Sistema de Información Geográfica (SIG). Para tomar la temperatura a la profundidad de operación in situ, se colocó un HOBO en el último anzuelo del orinque del palangre.

El objetivo del uso de los sensores térmicos en la biología de la conservación suele ser el registro de datos de temperatura de manera continua en los lapsos de tiempo de interés y su facilidad para la descarga y manejo de la información almacenada. Las principales ventajas que ofrecen estos dispositivos para este tipo de monitoreo son registros continuos de la temperatura y almacenamiento de la información por largos periodos de tiempo.

mente sellado para evitar la humedad) que cuenta con una conexión micro USB para facilitar la descarga de la información en una computadora mediante el empleo de un software específico. Estos sensores, comúnmente denominados como "HOBO" [10], son dispositivos electrónicos que miden la temperatura en periodos de tiempo programables por el usuario. (Figura 5).

Datos de captura, talla y CPUE durante el ciclo de pesca 2017-2019

Se utilizó una embarcación tipo BOOGIE de 30 pies eslora y 10 pies de manga, con un motor fuera de borda de 150 hp, bodegas para almacenamiento con poliuretano con capacidad de 3 toneladas de producto (atún) y GPS portátil marca garmin para la pesca con palangre de AAA. La embarcación está equipada con un palangre de monofilamento de 400lb semiautomatizado y un sistema hidráulico con un motor de 16hp.

Se registró el peso total en y la longitud furcal de los organismos utilizando una báscula Torrey con capacidad de 0 - 200 kg y un ictiometro de cinta flexible de 20 m, respectivamente.

Unidad de pesca

El palangre está conformado de monofilamento de 400 lb para la línea madre y flurocarbono de 400 lb para reinales, destorcedores del 2/0, anzuelo circular 16/0 y snaps 3.8 x 137 mm. Cada reinal contó con tres brazadas (1.8m x braza) de monofilamento de 400 lb, un snap que va sujetado a la línea madre, media brazada de flurocarbono, un destorcedor y un anzuelo (Figura 6).

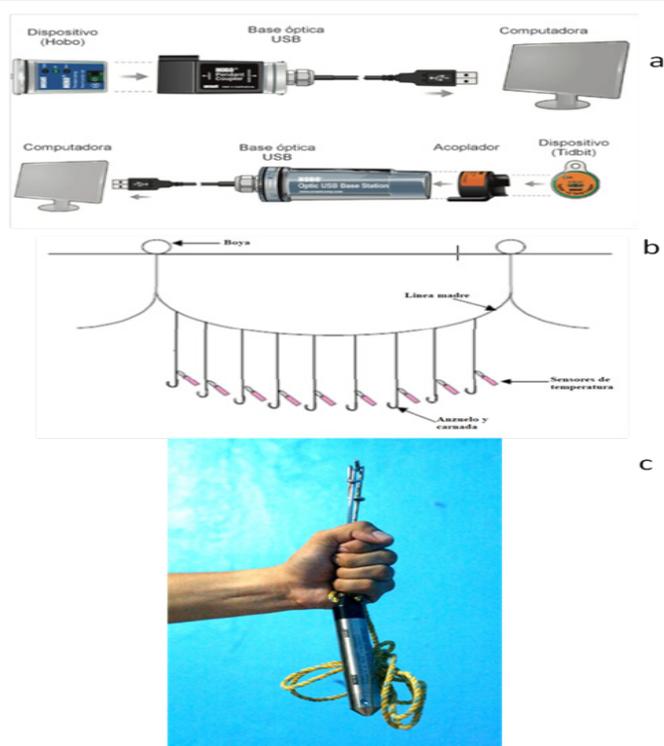


Figura 5. Componentes de la operación de los sensores térmicos (a), esquema de su instalación en la línea madre (b) y preparación de un sensor individual previo a colocarse en la línea madre (c).

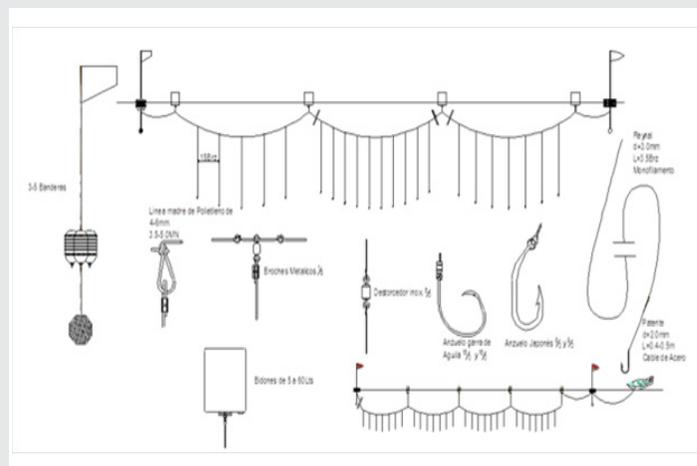


Figura 6. Equipo de pesca tipo palangre para la captura de atún

El funcionamiento de estos dispositivos es sencillo; cuentan con un sensor para medir algún parámetro ambiental (como temperatura y humedad), un sencillo sistema para determinar la frecuencia con la que se realizarán las mediciones (asociándolo a fecha y hora), una memoria flash que almacena los valores de los registros en un formato sencillo y una batería pequeña. El dispositivo completo se encuentra contenido en una cápsula o carcasa de plástico resistente a la intemperie (regular-

La velocidad de viaje dependerá mucho del clima y la hora de salida, con velocidades de 6 hasta 28 nudos. El encarnado fue de un anzuelo cada 12 brazadas y una boya de flotación de 5 o 10 litros cada 5 anzuelos y una de 20 litros cada 20 anzuelos; la carnada consistió en calamar (*Dosidicus gigas*) y Jurel (*Fam.*

Carangidae) (Figura 7). Los lances fueron determinados por el capitán tanto en hora y lugar según: sus conocimientos, los reportes de otras embarcaciones y la observación del organismo en la zona. Los días de pesca varían de 2 hasta 7 días, esto dependió del volumen de captura y/o el consumo de víveres.

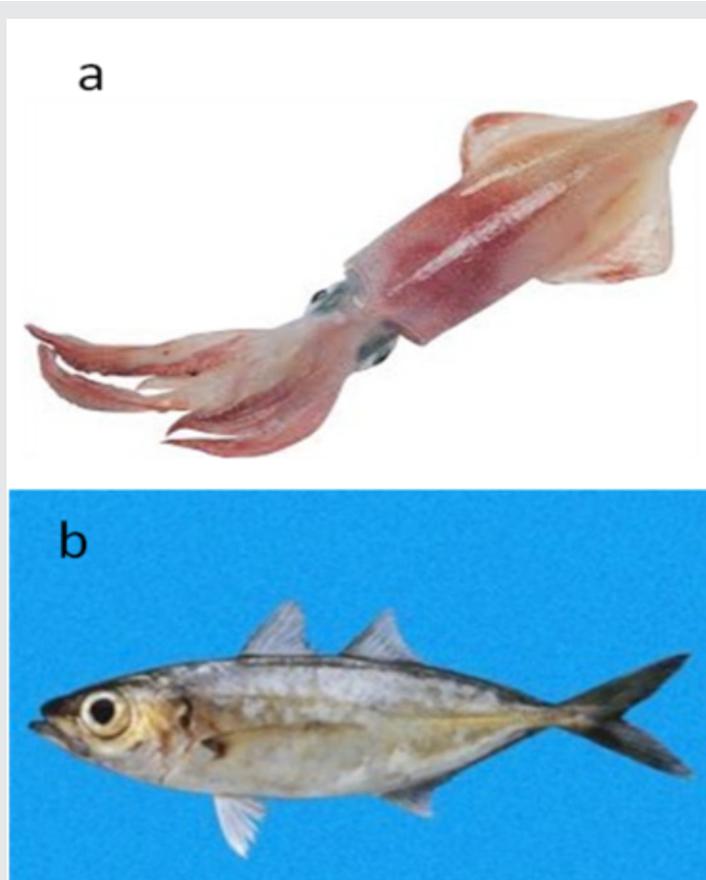


Figura 7. Ilustración de la carnada utilizada en el palangre calamar (a) y Jurel (b).

Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE)

El análisis de la eficiencia del arte de pesca se determinó con base en los valores de la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) expresada con la fórmula:

$$CPUE = (Kg/S)/100Anz. \quad Ec. (1)$$

Es decir, la captura (kg) dividida por cada salida de pesca (S) y multiplicada por 100 anzuelos (100anz) [11].

Comparaciones estadísticas

Para determinar la relación existente entre la temperatura y los valores de CPUE, se realizaron pruebas de comparación de medias paramétrico usando la prueba t de Student y no paramétrico Mann Whitney, de acuerdo a los resultados de las pruebas de normalidad y de homoscedasticidad de Lilliefors y de Sahpiro-Wilk, así como el análisis de correlación con un 95% de confianza de acuerdo a Zar [12].

RESULTADOS

TSM promedio mensual del periodo de muestreo enero-diciembre, 2019

La TSM del periodo de muestreo fluctuó entre 23.6 °C para el mes de marzo a 30.45 °C para el mes de julio. Con una fluctuación para el invierno de 24.9 °C y para el verano de 29.9 °C (Figura 8), teniendo los meses de junio a noviembre como los meses más calientes y los meses de diciembre a mayo como los más fríos.

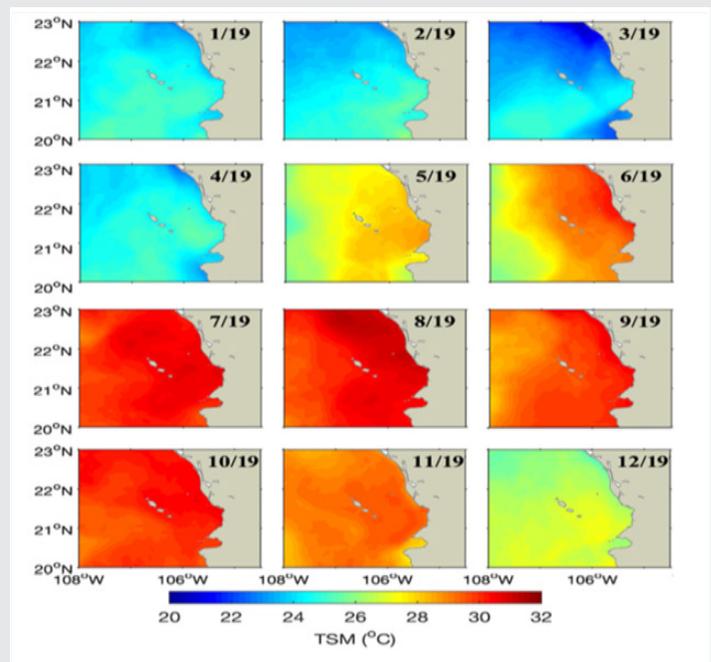


Figura 8. Variabilidad general de la temperatura a lo largo de los meses de estudio.

Mediciones de temperatura in situ por medio de HOBO

Las mediciones de temperatura in situ promedio registradas en los lances de pesca, mostraron un comportamiento fluctuante durante el tiempo que el arte de pesca se mantuvo en el agua, mostrando una variación de temperatura entre los 15 °C y 24 °C. Asimismo, se puede observar una marcada variación entre los meses en que se realizaron las pruebas.

Para el mes de agosto, en el lapso de tiempo de las 4:48 a las 10:48 hrs, el HOBO reporta a las cinco de la mañana una temperatura promedio de 20 °C, para las 7:12, reporta la temperatura a 17 °C y en el rango de tiempo de las 8:24 a las 10:48 hrs, un incremento de 19 °C a 24 °C. (Figura 9a). Para el mes octubre de 2019, el tiempo de reposo de la línea madre del palangre fue de 8 horas, en la (Figura. 9b), se observa que en el lapso de tiempo de las 6:30 a las 15:36 hrs, el HOBO reporto que a las siete de la mañana una temperatura promedio de 22°C, para las 8:24, la temperatura disminuyo a 19°C y en el rango de las 13:12 a las 15:00 hrs, un decremento de la temperatura in situ de 22 °C a 15 °C.

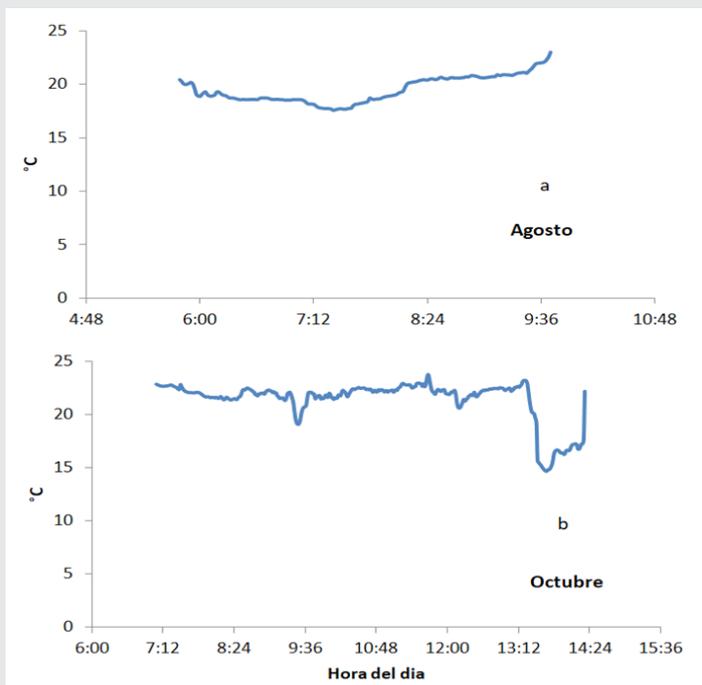


Figura 9. Registros promedio de temperatura in situ con HOBO en los lances de pesca en los meses de agosto (a) y octubre de 2019 (b) en la captura de atún en la pesca artesanal de Nayarit.

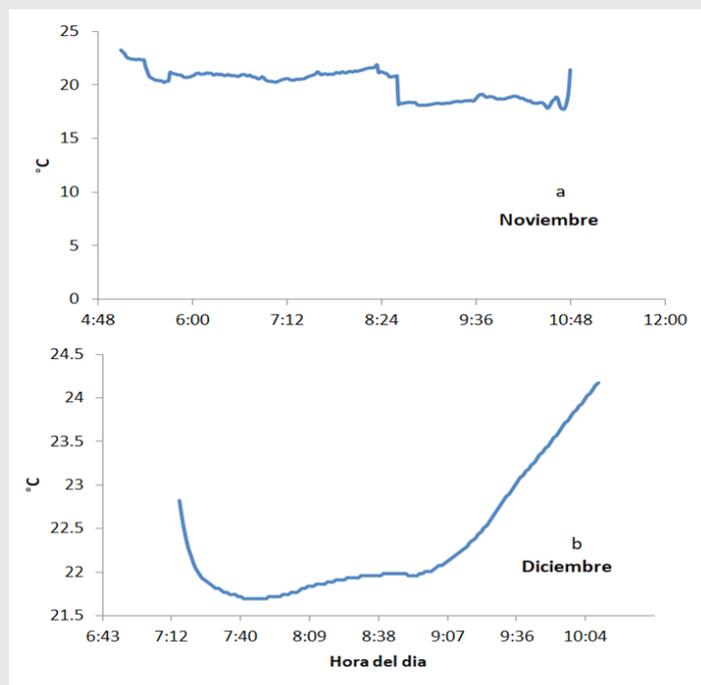


Figura 10. Registros promedio de temperatura in situ con HOBO en los lances de pesca para los meses de Noviembre (a), Diciembre (b) del 2020 en la captura de atún en la pesca artesanal de Nayarit.

Para el mes de noviembre de 2019, el tiempo de reposo promedio de la línea madre del palangre fue de 5 horas, en la (Figura 10a), se observa que en el lapso de tiempo de las 4:48 a las 10:48 hrs, el HOBO reporto que a las cinco de la mañana existió una temperatura promedio de 24 °C, para las 8:24 hrs, reporta la temperatura a 18°C y en el rango de tiempo de las 8:40 a las 10:48 hrs, una temperatura in situ constante 18 °C con un incremento a 22°C. Para diciembre de 2019, el tiempo de reposo promedio de la línea madre del palangre fue de 4 horas, en la figura 10b, se observa que en el lapso de las 7:12 a las 10:04 hrs, el HOBO reporto al inicio del tiempo de reposo una temperatura promedio de 23 °C, para el rango de las 7:40 a las 9:00 hrs, reporta la temperatura 22 °C y en el periodo de tiempo de las 9:07 a las 10:04 hrs, una temperatura in situ constante de 22°C con un incremento a 24.2 °C.

En el registro de datos de la temperatura de la profundidad de pesca medida in situ con HOBO, para el periodo agosto a diciembre de 2019, se registra una tendencia al incremento con valores promedios de 20 °C a 23 °C. Igualmente se puede observar que se presenta una diferencia significativa ($p < 0.05$) durante el periodo de estudio entre la temperatura superficial e in situ, lo que sugiere la existencia de una termoclina que separa dos masas de agua; la superior con valores promedio de 29.2 °C y la inferior con valores 20 °C, (Figura 11).

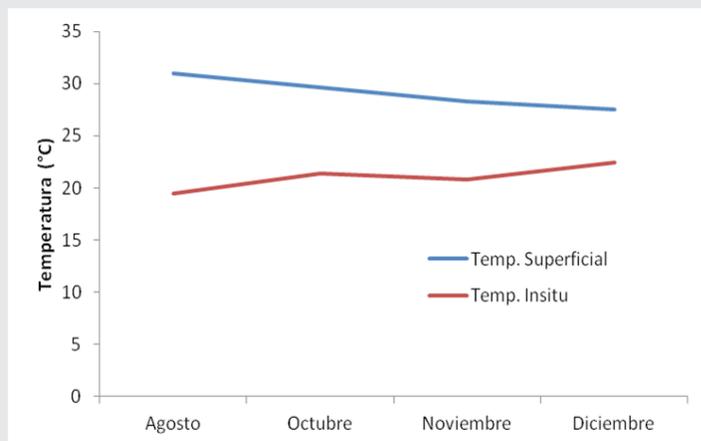


Figura 11. Temperatura superficial y temperatura in situ para el periodo de agosto a diciembre de 2019.

Captura por unidad de esfuerzo mensual para 2019

Captura por unidad de esfuerzo mensual para 2019

De acuerdo a la Figura 12 se reportan las capturas de la flota palangrera de Bahía de Banderas, Nayarit, correspondiente al primer semestre del periodo 2015 - 2019. Destacando el primer semestre de 2016 con 140 t.

Se realizaron 96 viajes en el periodo de enero a diciembre del 2019 (Tabla 1), en los cuales se obtuvieron los siguientes resultados: el número total de 1,112 organismos muestreados, una captura total de 56, 546 kilogramos, CPUE promedios de 3.13 ((Kg/V)

/100Anz), con una talla y peso promedio de 149.5 cm y 56.4 kg.

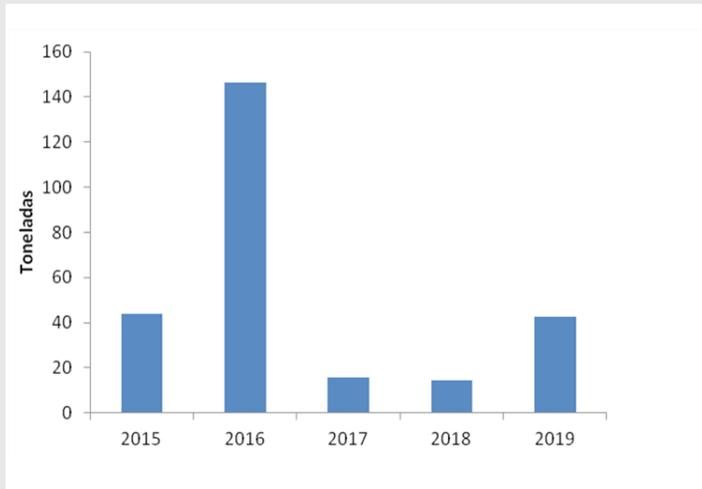


Figura 12. Capturas anuales registradas de Atún aleta amarilla por la flota ribereña palangrera de Bahía de Banderas, Nayarit.

Tabla 1. Concentrados mensuales de los parámetros de estudio en la captura de atún con palangre en el estado de Nayarit. Periodo 2017-2019.

Año	Mes	No. Viajes	No. Organismos	Captura (kg)	CPUE ((Kg/Vj)/100Anz)	Promedio		
						Talla (cm)	Peso (kg)	TSM (°C)
2017	Sep	1	8	507	5.1	156	63	29.61
2017	Oct	3	29	1644	5.5	149	57	30.11
2017	Nov	2	25	1634	8.2	156	65	29.38
2017	Dic	2	49	2602	13	146	53	26.83
2018	Ene	2	19	1445	7.2	165	76	24.82
2018	Feb	1	2	60	0.6	122	30	24.4
2018	Mar	2	5	296	1.5	144	59	23.6
2018	Abr	2	4	406	2	181	102	24.85
2018	May	1	7	401	4	148	57	27.8
2018	Jun	2	20	1115	5.6	151	56	29.04
2018	Jul	2	24	1244	6.2	146	52	30.45
2018	Ago	2	28	998	5	130	36	30.44
2018	Nov	6	102	4002	6.7	133	39	27.96
2018	Dic	12	107	4348	3.6	132	41	26.32
2019	Ene	10	54	2558	2.6	138	47	25.35
2019	Feb	8	24	1779	2.2	163	74	24.45
2019	Mar	1	1	52	0.5	150	52	24.3
2019	Abr	1	6	373	3.7	151	62	25
2019	May	1	4	90	0.9	111	23	27
2019	Jun	1	6	359	3.6	148	60	27.6
2019	Jul	19	189	12630	6.7	173	66.8	23
2019	Agos	14	110	1495	1.1	163	54.9	19.5
2019	Sept	4	30	1917	4.8	169	59	20.1
2019	Oct	13	129	6694	5.1	144	51.89	21.65
2019	Nov	18	105	6101	3.4	152	58.10	20.49
2019	Dic	6	25	1796	3.0	161	71.84	22.4

La captura de atún se ha mantenido variable, siendo el año de 2016 el año de mayor captura, registrando una producción de 140 t. de las cuales 40 t fueron aportadas en el mes de julio (Figura 13).

En lo que respecta a los CPUE de este año, julio fue la más alta con 6.7 ((Kg/S)/100Anz), y en marzo fue la CPUE mínima con 0.5 ((Kg/S)/100Anz). Mientras que en los meses de septiembre a diciembre se mantiene promedio de 4.2 ((Kg/S)/100Anz) (Figura 14).

Con relación a la temperatura superficial por zonas, destaca que la zona C mantuvo un promedio más bajo reportando una temperatura promedio de 24.7 °C y las temperaturas más altas fueron reportadas para la zona E y F con un registro promedio de 29.3 y 29.4, respectivamente. En cuanto a la captura por

zona de pesca y de acuerdo al mapa de distribución de cuadrantes que rodea al archipiélago de las Islas Marías, se encontró que el esfuerzo se mantuvo principalmente en las zonas B, C, D, E y F, con valores máximos de CPUE de 6.363 a 13 ((Kg/V) /100Anz), registrado en la zona B y el menores en la zona D, con valores de CPUE de 0.900 a 13 ((Kg/V) /100Anz) (Tabla 2).

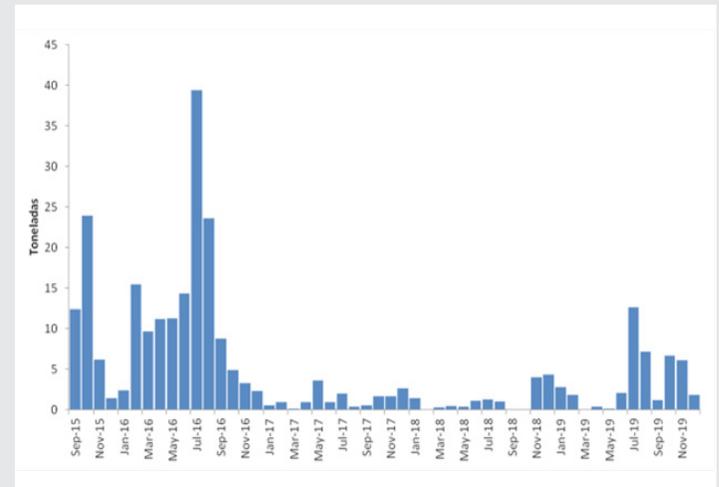


Figura 13. Relación del peso total histórico de la captura de aleta amarilla (Thunnus albacares) con palangre en las zonas de pesca de las Islas Marías, en el periodo 2015-2020.

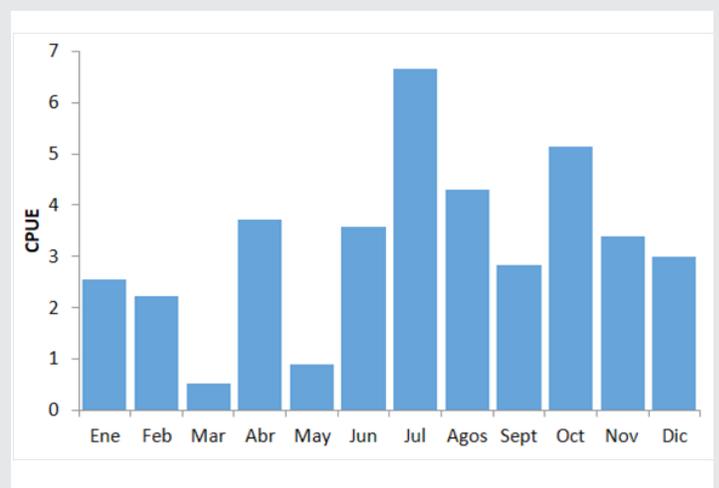


Figura 14. CPUE mensual encontrado en la captura de atún aleta amarilla con palangre en Nayarit durante el año 2019

Para la Figura 15 se incluyen a manera de ejemplo, cuatro imágenes de temperatura satelital de la zona de estudio, el periodo incluido es julio, septiembre, noviembre y diciembre, en donde la temperatura se distribuye homogéneamente en el área, sin embargo entre ellas existieron valores muy significativos de temperatura superficial, todo ello, da cuenta que en esta zona geográfica las variaciones de los factores ambientales, son muy intensos.

Tabla 2. Zonas de pesca, captura, rendimientos y tallas promedio y temperatura promedio superficial en la captura de atún con palangre en el estado de Nayarit 2019.

ZONA	Viajes	No. Org	Kg	CPUE ((Kg/V)/100Anz)	Promedio	
					Talla (cm)	TSM (°C)
B*	21	201	13362	6.363	157.35	27.4
C*1	19	79	4389	2.310	150.45	24.7
D*2	1	4	90	0.900	110.63	27.0
E*3	23	184	10407	4.525	157.96	29.3
F*4	32	215	7596	2.374	157.43	29.4

D*2.-21°18.809, 106°016.108 - 21°21.730, 107°01.525
 B*.-22°23.24, 106°35.118 - 21°41.614, 106°37.627
 C*1.-21°37.573, 105°52.648 - 21°41.792, 106°37.646
 E*3.-20°39.669, 106°20.214 - 21°18.940, 106°16.525
 F*4.-21°00.678, 105°34.536 - 21°37.597, 105°51.525

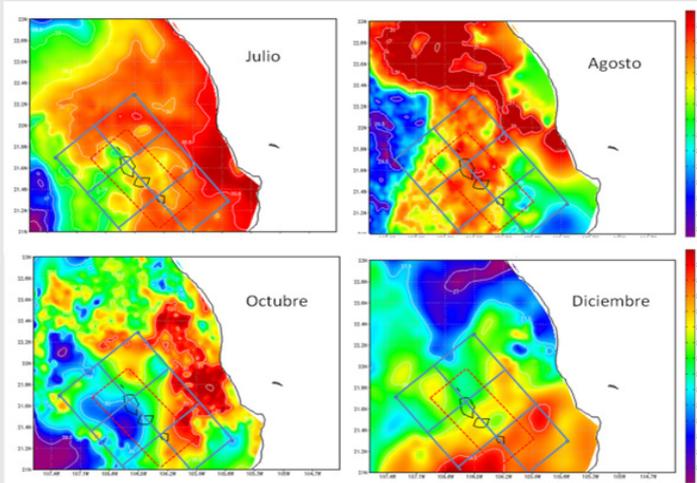


Figura 15. Promedio mensual de temperatura superficial del mar (°C) para la serie de tiempo de los meses de julio, septiembre, noviembre y diciembre del 2019.

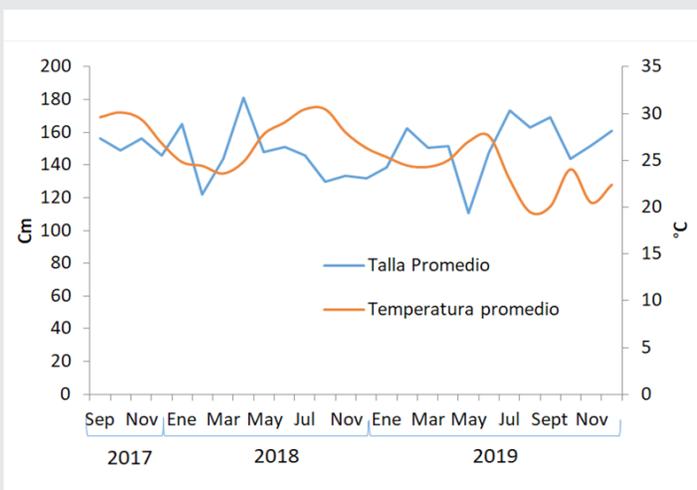


Figura 16. Talla promedio (LT) comparada con la temperatura promedio en el periodo de septiembre del 2017 a Diciembre del 2019

Comparaciones entre las variables observadas

La tendencia entre la talla promedio mensual y la temperatura superficial de la serie 2017-2019, se

observan que las tallas son bastante constantes reportando una longitud promedio entre 120 y 170 cm (Figura 16)

En la tendencia entre la temperatura superficial del mar (°C) y la talla para el periodo enero - diciembre del 2019, se observa una tendencia negativa, con una correlación de $R^2 = -0.4015$, (Figura. 17).

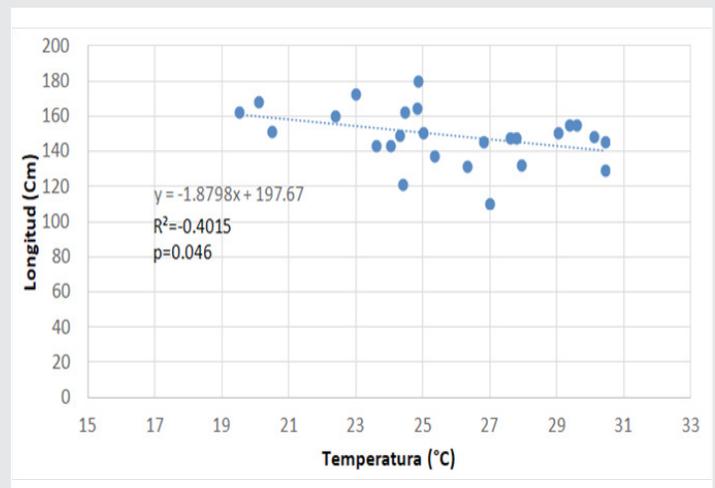


Figura 17. Tendencia de la talla promedio (LT) comparada con la temperatura promedio.

En la tendencia entre la temperatura superficial del mar(°C) y el CPUE para el periodo de enero a diciembre de 2019, manifiesta una tendencia negativa con un coeficiente de correlacion al cuadrado de $R^2=0.401$, lo anterior confirma lo encontrado también la temporada 2017-2018. Del análisis efectuado en el presente trabajo se encuentra que existe una correlación positiva en la captura de AAA ($P<0.05$) (Figura 18).

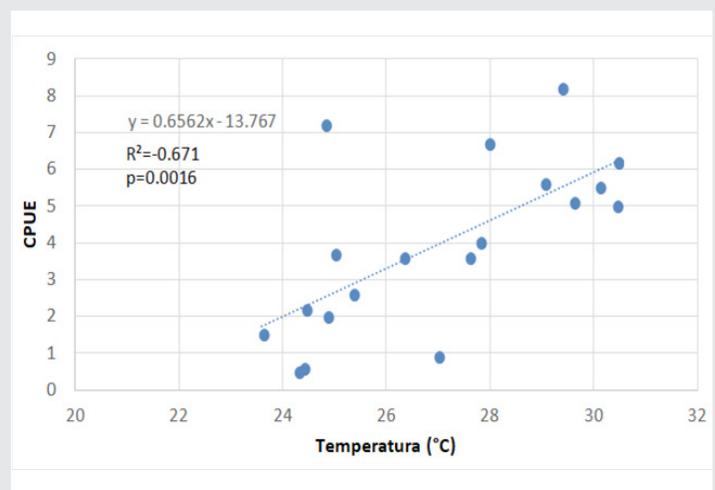


Figura 18. Relación de tendencia entre la temperatura superficial del mar (°C) y el CPUE.

En relación de la tendencia entre la temperatura in situ (°C) y el CPUE se observa una tendencia positiva, con

una correlación a $R^2 = 0.878$. En el registro de datos de la temperatura in situ promedio y el CPUE, el registro mínimo marcó $19.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ con un CPUE de 3 ((Kg/V) /100Anz), asimismo una temperatura de $22.06\text{ }^{\circ}\text{C}$ con un CPUE de 5.1 ((Kg/V) /100Anz), (Figura 19).

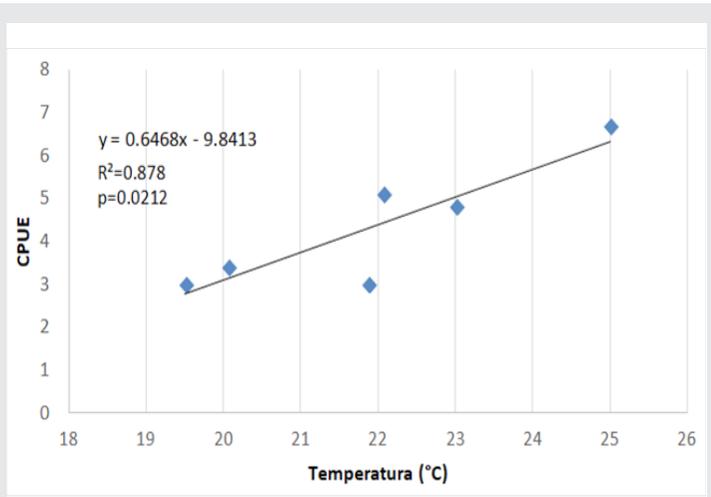


Figura 19. Relación de tendencia entre la temperatura en la profundidad de pesca ($^{\circ}\text{C}$) y el CPUE

Discusión

Debido a que los atunes son una población muy móvil y robusta las evaluaciones dependen de una comprensión profunda de patrones de movimiento a corto y largo plazo [13].

Entre los parámetros oceanográficos, la temperatura es probablemente el factor más importante, siendo considerado en la localización de caladeros de pesca. En el estudio realizado por Brill, 1994; muestra que la distribución de la temperatura superficial del mar y su distribución con relación a la profundidad establece el tipo de especies de atún y su relación con su CPUE.

En el presente trabajo tenemos temperaturas que fluctúan de $23.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $30.45\text{ }^{\circ}\text{C}$, nuestro CPUE más elevado registrado se obtuvo a una temperatura de $26.8\text{ }^{\circ}\text{C}$, lo cual no concuerda con lo encontrado por López en el 2006 [14] con casi $3.2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Se sabe que la CPUE de algunos atunes se ve afectada por varios factores además de la abundancia. La profundidad de pesca del palangre ha demostrado ser una fuente importante de variación de CPUE en varios estudios ([6], [15]). En nuestro estudio, se puede decir que el rango de profundidad para la captura del atún aleta amarilla pescado con palangre en las costas de Nayarit es totalmente superficial y su rango fluctúa de 20 a 80 m.

Solana y sus colegas en el 2004 [16], presentaron la CPUE del atún aleta amarilla registrado por la flota

palangrera mexicana en el Golfo de México. El índice de CPUE presentó variaciones trimestrales. Para el tercer trimestre se registró el valor más bajo con 1.43 organismos de atún aleta amarilla por cada 100 anzuelos y el valor más alto en el segundo trimestre 1.82 atunes por 100 anzuelos.

Ramírez López y Uribarren en 2013 [17] presentan la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) del palangre del atún aleta amarilla en el Golfo de México. Se reportó que durante 2001 y 2003 se presentan las mayores tasas de captura con 1.8 y 2.0 organismos/100 anzuelos, respectivamente. Para nuestro estudio los valores reportados fluctuaron entre 5.3 (Kg/S)/100Anz para el periodo de 2015-2017 y 13.0 (Kg/S)/100Anz para 2017-2018 y 6.7 (Kg/S)/100Anz para el periodo de muestreo 2019.

Los datos de distribución vertical para el atún aleta amarilla basados en 21 individuos rastreados en el Pacífico indican que la especie se distribuye a temperaturas relativas a la capa superficial ([18], [1]). Esta conclusión se aplica a una variedad de factores, tales como: 1) área donde los determinantes térmicos similares fueron evidentes entre el Pacífico central y oriental, 2) tiempo donde no hay diferencias significativas en el comportamiento diurno y 3) ontogenéticos. Hoy día, en la pesca con palangre en la costa de Nayarit, existen principalmente dos modalidades de palangre profundo, los que utilizan de 7 a 12 anzuelos entre boyas y los que utilizan de 15 a 18, las cuales se dirigen al atún aleta amarilla, muy parecido a pesquerías que se realizan para especies como al patudo y al atún rojo respectivamente [19]. Estos cambios en la conformación del arte de pesca del palangre, fueron consecuencia de que alrededor del 50% de la flota artesanal que opera en el puerto base de la Cruz de Huanacastle, presenta la mecanización del virado del mismo, en referencia a palangres operando a una profundidad de 80 m. La otra parte de la flota pesquera que opera con los palangres que son totalmente superficiales y que solo alcanzan profundidades no mayores de 20 m, la respuesta es que operan totalmente a mano, ya que no cuentan con alguna ayuda mecanizada.

Por otra parte, Durazo y compañeros en el 2002 [20] encontraron que la actividad de la flota mexicana en el Pacífico Oriental Tropical (POT) se realiza en un área muy amplia dominada por la corriente de California y la corriente costera mexicana, y donde hay remolinos y ondas atrapadas a la costa en la entrada del Golfo de California. En la zona frente a la península de Baja California, la estructura termohalina y de corrientes responde a forzamientos estacionales, y la presencia de surgencias principalmente en primavera y verano. El POT se caracteriza por una termoclina permanente, bien desarrollada y relativamente somera (menos de 100 m), cuya profundidad va au-

mentando hacia el oeste. En nuestro estudio, se encontró que en el dato de la temperatura de fondo en la zona de estudio, fluctuaron entre el rango de 20°C y 28°C, demostrando por su valor estadístico significativo ($P>0.05$) una termoclina en la zona de estudio y que se localiza a entre 80 y 100 m de profundidad y que es clave para la captura de atún con palangre en el corto plazo.

CONCLUSIONES

La TSM del periodo de muestreo fluctuó entre 23.6 °C para el mes de marzo a 30.45 °C para el mes de julio. Con una variación para el invierno de 24.9 °C y para el verano de 29.9°C. Las mediciones de temperatura de la profundidad de pesca in situ promedio registrada en los lances de pesca, mostraron un comportamiento fluctuante, registrando una variación entre los 15 °C y 24 °C.

Se realizaron 86 viajes en el periodo de enero a diciembre del 2019, en los cuales se obtuvieron los siguientes resultados: un total de 683 organismos muestreados, una captura de 35,844 kilogramos, un CPUE promedio de 3.13 (Kg/S)/100Anz, con una talla y peso promedio de 151.9 cm y 56.7 kg.

En la captura de AAA encontramos una correlación positiva entre los valores de CPUE y los valores de temperatura, mostrando que la pesca es más abundante en este año a un valor promedio de 29.31 °C de TSM con 8.2 (Kg/S)/100Anz de CPUE.

Los datos estadísticos reportados de CPUE, talla, temperatura superficial y temperatura de la profundidad de pesca in situ, nos muestra que no existe entre ellos una diferencia significativa ($P>0.05$). Sin embargo, se encontraron correlaciones directas entre la mayoría e las variables; Tanto la temperatura superficial como la temperatura in situ, mostraron una clara tendencia positiva con relación al CPUE.

Las relaciones de temperatura superficial y de profundidad de pesca muestran valores estadísticamente significativa ($P<0.05$) y se observa la existencia de una posible termoclina en la zona de estudio, lo cual para la pesca de atún con palangre, es una herramienta importante para la determinación de nuevas zonas de pesca.

La pesca con palangre de AAA para esta zona es de suma importancia ya que tiene a favor varios aspectos que la coloca como una pesquería sustentable, esto se debe a que las tallas de capturas a lo largo de todo el año en su mayoría están por arriba de los inmaduros. La explotación racional de estos recursos, permitiría la formación de un acervo adecuado de información para dar continuidad a estudios ecológicos de las comunidades, biológico - pesqueros y tecnológicos de los sistemas de captura, los cuales

tienen una importante injerencia sobre estas especies.

Debido a que los atunes son una población muy móvil y robusta las evaluaciones dependen de una comprensión profunda de patrones de movimiento a corto y largo plazo. En la presente evaluación, se ha considerado los dos valores de la temperatura superficial y la de profundidad de pesca del atún pescado con palangre, sin embargo, se debe de profundizar sobre estudios complementarios futuros que profundicen estas relaciones y que hagan más robustos los análisis con el afán de localizar nuevas áreas de captura.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Brill, R.W. (1994) *A review of temperature and oxygen tolerance studies of tunas pertinent to fisheries oceanography, movement models and stock assessments*. *Revista Fisheries Oceanographics Vol 3, num. 3, pp.204-216*.

[2] Chávez, F. P., J. Ryan, S. E. Lluch-Cota Y C. M. Niquen. (2003) *From anchovies to sardines and back: multidecadal change in the pacific ocean*. *Revista Science, Vol 299, num 5604, pp. 217-221*.

[3] Yáñez, E., A González Y M.A. Barbieri. (1995) *Estructura térmica superficial del mar asociado a la distribución espacio-temporal de sardina y anchoveta en la zona norte de chile entre 1987 y 1992*. *Revista Investigaciones Marinas, vol. 23, pp 123-147*.

[4] Ortega-García, S., R. Rodríguez-Sánchez & U. Jakes-Cota. 2015. *Eventos "El Niño" y el Atún Aleta Amarilla*. *Instituto Politécnico Nacional-CI-CIMAR. El vigia. (42):2*

[5] SAGARPA, (2013) *Anuario estadísticos de pesca*. *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. Versión en CD*.

[6] Hanamoto, E. (1987) *Effect of oceanographic environment on bigeye tuna distribution*. *Revista Bulletin of the Japanese Society of Fisheries Oceanography. Vol. 51, pp. 203-216*.

[7] Power, J.H. y L.N. May. (1991) *Satellite observed sea-surface temperatures and yellowfin tuna catch and effort in the Gulf of Mexico*. *Revista Fisheries. Bulletin, vol 89, num. 3, pp. 429-439*.

[8] YÁÑEZ, E., A GONZÁLEZ Y M.A. BARBIERI. (1995) *Estructura térmica superficial del mar asociada a la distribución espacio-temporal de sardina y anchoveta en la zona norte de chile entre 1987 y 1992*. *Revista Investigaciones marinas, Valparaíso, Vol.23, pp. 123-147*.

- [9] Lanz, E., Nevárez-Martínez M., López-Martínez J. y A. Dworak J. CALCOFI. (2009) Small Pelagic Fish Catches In The Gulf Of California Associated With Sea Surface Temperature And Chlorophyll. CALCOFI Reports, Vol. 50, 134-146 pp. 2009.
- [10] Onset data logger. <https://www.onsetcomp.com/corporate>
- [11] Flores, O. J, Vázquez O. E. Murillo, O. A. (2018) Eficiencia y selectividad de carnada y anzuelo en el uso del palangre para la captura del pez "cabeza de tornillo" espina larga (*Sebastolobus altivelis*) en aguas profundas de Baja California, México. Revista Intropica. Vol.13. num 1.pp 30-40.
- [12] Zar JH (1996) Biostatistical analysis. Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- [13] Brill, R. y Lutcavage, M. (2001) Understanding environmental influences on movements and depth distributions of tunas and billfishes can significantly improve population assessments. En: Islands in the Stream: Oceanography and Fisheries of the Charleston Bump. G. Sedberry (ed.) Bethesda, MD: American Fisheries Society Symposium 25, pp. 179- 198.
- [14] López Medina, D. (2006). Variabilidad espacio-temporal de las capturas de atún aleta amarilla en aguas adyacentes a las islas marías, México (doctoral dissertation, instituto politécnico nacional. centro interdisciplinario de ciencias marinas)
- [15] Boggs, C.H. (1992) Depth, capture time, and hooked longevity of longline-caught pelagic fish: Timing bites offish with chips. Revista Fisheries. Bulletin. Vol. 90, pp.642-658.
- [16] Solana-Sansores, R., R. Urbina Y 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 Vol. 9, num. 20, pp: 13-15.
- [17] Ramírez-López, K., y Uribarren, A. A. (2013). Analisis de la captura incidental del atun aleta azul (*thunnus thynnus*) por la flota palangrera mexicana en el golfo de mexico, 1994-2011. Revista Collective Volume of Scientific Papers. ICCAT, Vol. 69, num. 2, pp. 1046-1056.
- [18] Holland, K., BRILL, R. AND Chang, R.K.C. (1990) Horizontal and vertical movements of yellowfin and bigeye tuna associated with fish aggregating devices. Publicacion Fisheries Bulletin/ U.S Department of Commerce, NOAA. Vol. 88, num. 3, pp. 493-507.
- [19] Miyake P., Miyabe N. & Nakano H. (2004) Historical trends of tuna catches in the world, FAO Fisheries Technical Paper 467, Rome: 74 p.
- [20] Durazo, R., Baumgartner, T. R. (2002) Evolution of oceanographic conditions off Baja California, 1997-1999. Revista Progress in Oceanography, Vol. 54, num. 1, pp. 7-31.