



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

SEDE  
ESMERALDAS

# **CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

## **TESIS DE GRADO**

**CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA  
VARIABILIDAD DE LA TEMPERATURA DEL AGUA  
DE MAR FRENTE A LA COSTA NORTE DEL  
ECUADOR MEDIANTE EL EMPLEO DE DATOS  
SATELITALES Y SU RELACIÓN CON LA  
PRODUCTIVIDAD PESQUERA**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

### **AUTORA**

**MELINA MARISOL PARRALES VÁSQUEZ**

### **ASESOR**

**MSc. OTHONIEL PALACIOS CELIN**

Esmeraldas – Julio, 2019

## **TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el Reglamento de Grado de la PUCE-Esmeraldas previo a la obtención del título de INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL

Presidente Tribunal de Graduación

### **Lector 1**

Mgt. Eduardo Rebolledo Monsalve

### **Lector 2**

PhD. Jon Molinero Ortiz

### **Coordinadora de la Carrera de Gestión Ambiental**

MSc Karla Solis Charcopa

### **Director de Tesis**

MSc. Othoniel Palacios Celin

Esmeraldas,.....de ..... de 2019

**Autoría**

Yo Melina Marisol Parrales Vásquez, declaro que la presente investigación enmarcada en el trabajo de tesis es absolutamente original, auténtica y personal. En virtud que el contenido de esta investigación es de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor y de la PUCE-Esmeraldas.

---

Melina Marisol Parrales Vásquez

C.I. 0850236316

## **Agradecimiento**

Al Instituto Nacional de Pesca y a la Inspectoría de Pesca de Esmeraldas por proporcionarme la información solicitada para el desarrollo de esta investigación.

Al MSc. Othoniel Palacios por compartir sus conocimientos para desarrollar con éxito esta investigación.

Agradezco a Dios por darme sabiduría y guiarme a lo largo de mi carrera universitaria permitiéndome llegar a ser una profesional.

A José Hernández por ayudarme a solucionar cada uno de los problemas que se me presentaron a lo largo de esta etapa.

Paola Chilan, Noris González, Nicole Arizala, por su ayuda en cada una de las dificultades académicas a lo largo de mi carrera universitaria y por siempre estar atentos para apoyarme y brindarme buenos consejos.

A todos muchas gracias.

## **Dedicatoria**

Al culminar mi carrera profesional en reconocimiento a su esfuerzo, apoyo, por inculcarme valores y principios que me dieron mis padres: Marisol Vásquez y Máximo Parrales gracias a ellos he culminado esta etapa de mi vida.

A mis hermanos: Jessenia Parrales, Sofía Parrales y Felipe Parrales por apoyarme e incentivar me a cumplir mis metas.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Autoría.....	III
Agradecimiento .....	IV
Dedicatoria .....	V
Abreviaturas .....	VIII
Lista de figuras .....	IX
Lista de tablas .....	X
Resumen .....	XI
Abstract.....	XII
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
Presentación del tema de investigación.....	1
Planteamiento del problema.....	2
Justificación.....	3
Objetivos .....	4
Objetivo general .....	4
Objetivos específicos .....	4
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
Bases teóricas .....	5
Antecedentes .....	7
Marco Legal .....	9
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....</b>	<b>11</b>
Área de estudio.....	11
Recolección de datos.....	12
Procesamiento de datos .....	13
Análisis de datos .....	12
Análisis estadístico.....	13
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS.....</b>	<b>15</b>

Ciclo estacional de la variación de la TSM período 2005 -2017 .....	15
Comportamiento mensual de la TSM período 2005 2017 .....	20
Variación de la TSM frente a Esmeraldas en el período 2005-2017 .....	26
Variación de la temperatura en los últimos años .....	27
Relación de los TSM y la actividad pesquera .....	29
Datos del Instituto Nacional de Pesca .....	29
Datos de la inspección de pesca de Esmeraldas .....	29
Relación entre TSM y datos de boya TAO de la NOAA .....	34
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN .....	35
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES .....	38
CAPITULO VI: RECOMENDACIONES.....	39
BIBLIOGRAFÍA .....	40

## **Abreviaturas**

AVHRR: Advanced Very High Resolution Radiometer

CTD: Conductividad, temperatura y profundidad

ENOS: El Niño-Oscilación del Sur

HP: Horse Power

INOCAR: Instituto Oceanográfico de la Armada

INP: Instituto Nacional de Pesca

NASA: National Aeronautics and Space Administration

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration

MODIS: Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer

OSTIA: Análisis de Temperatura Superficial del Mar y Hielo

PEO: Pacífico Ecuatorial Oriental

TSM: Temperatura superficial del mar

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Barrido del radiómetro multiespectral para la toma de datos.....	5
<b>Figura 2.</b> Área de estudio.....	11
<b>Figura 3.</b> Comportamiento estacional de diciembre hasta febrero durante el período 2005-2017.....	16
<b>Figura 4.</b> Comportamiento estacional de marzo hasta mayo durante el período 2005-2017.....	17
<b>Figura 5.</b> Comportamiento estacional de junio hasta agosto durante el período 2005-2017.....	18
<b>Figura 6.</b> Comportamiento estacional de septiembre hasta noviembre durante el período 2005-2017.....	19
<b>Figura 7.</b> Comportamiento del mes de enero durante el período 2005-2017.....	20
<b>Figura 8.</b> Comportamiento del mes de febrero durante el período 2005-2017.....	20
<b>Figura 9.</b> Comportamiento del mes de marzo durante el período 2005-2017.....	21
<b>Figura 10.</b> Comportamiento del mes de abril durante el período 2005-2017.....	21
<b>Figura 11.</b> Comportamiento del mes de mayo durante el período 2005-2017.....	22
<b>Figura 12.</b> Comportamiento del mes de junio durante el período 2005-2017.....	22
<b>Figura 13.</b> Comportamiento del mes de julio durante el período 2005-2017.....	23
<b>Figura 14.</b> Comportamiento del mes de agosto durante el período 2005-2017.....	23
<b>Figura 15.</b> Comportamiento del mes de septiembre durante el período 2005-2017.....	24
<b>Figura 16.</b> Comportamiento del mes de octubre durante el período 2005-2017.....	24
<b>Figura 17.</b> Comportamiento del mes de noviembre durante el período 2005-2017.....	25
<b>Figura 18.</b> Comportamiento del mes de diciembre durante el período 2005-2017.....	25
<b>Figura 19.</b> Variación de la TSM frente a Esmeraldas.....	26
<b>Figura 20.</b> Histograma de la TSM frente a Esmeraldas.....	27
<b>Figura 21.</b> TSM para el año 2016.....	28
<b>Figura 22.</b> TSM para el año 2017.....	28
<b>Figura 23.</b> Comportamiento de TSM y captura del pez dorado ( <i>Coryphaena hippurus</i> ) del año 2017.....	30
<b>Figura 24.</b> Diagrama de dispersión de TSM vs. pesca de dorado.....	32
<b>Figura 25.</b> Comportamiento TSM y captura del picudo ( <i>Makaira nigricans</i> ) del año 2017.....	32
<b>Figura 26.</b> Diagrama de dispersión de TSM vs. pesca de picudo.....	34
<b>Figura 27.</b> Comportamiento de la TSM de los datos de satélite y de la boya TAO.....	35

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Datos de desembarco del pez dorado ( <i>coryphaena hippurus</i> ) según INP .....	29
<b>Tabla 2.</b> Datos de desembarco según la Inspectoría de pesca de Esmeraldas. ....	29
<b>Tabla 3.</b> Estadísticos descriptivos de los datos de dorado .....	30
<b>Tabla 4.</b> Correlación de Pearson de los datos de dorado .....	30
<b>Tabla 5.</b> Resumen del modelo de datos del pez dorado .....	31
<b>Tabla 6.</b> ANOVA de datos del pez dorado .....	31
<b>Tabla 7.</b> Estadísticos descriptivos de los datos de picudo .....	33
<b>Tabla 8.</b> Correlación de Pearson de los datos de picudo.....	33
<b>Tabla 9.</b> Resumen del modelo de datos del pez picudo .....	33
<b>Tabla 10.</b> ANOVA de datos del pez picudo .....	33

## **Resumen**

El Ecuador debido a su posición latitudinal, presenta sistemas de circulación oceánica que mantienen un comportamiento de carácter estacional, estableciendo cambios en los registros de la temperatura del agua de mar; por lo tanto, es necesario determinar en qué medida varían en cuanto a los valores promedio y su influencia en las especies marinas; es por ello que se realizó un estudio investigativo el cual tiene como objetivo determinar el comportamiento de la temperatura superficial del mar (TSM) y su relación con recurso pesquero en la costa norte del Ecuador, mediante el uso de datos satelitales durante el período 2005-2017. De acuerdo al coeficiente de correlación de Pearson se comprueba que existe una relación significativa de  $r=0,68$  entre los grados de temperatura y la productividad pesquera de la especie analizada como es el pez dorado (*Coryphena hippurus*), sin embargo, para la especie picudo (*Makaira nigricans*) los resultados indicaron que  $r=-0,23$  por lo que no existe una correlación significativa entre las variables. Se concluye que el uso de datos satelitales de TSM puede desempeñar un papel de gran importancia, especialmente la determinación del comportamiento de las especies marinas en relación a las características físicas del medio, en este caso temperatura superficial del mar.

**Palabras claves:** temperatura superficial del mar, productividad pesquera, datos satelitales.

## **Abstract**

Ecuador, due to its latitudinal position, presents ocean circulation systems that maintain a seasonal behavior, establishing changes in seawater temperature records; therefore, it is necessary to determine to what extent they vary in terms of average values and their influence on marine species; that is why a research study was carried out which aims to determine the behavior of sea surface temperature (SST) and its relationship with fishery resources on the north coast of Ecuador, through the use of satellite data during the period 2005 - 2017. According to the Pearson correlation coefficient it is verified that there is a significant relationship of  $r = 0.68$  between the temperature degrees and the fishing productivity of the species analyzed as the golden fish (*Coryphæna hippurus*), however, for the Picudo species (*Makaira nigricans*) the results indicated that  $r = -0.23$  so there is no significant correlation between the variables. It is concluded that the use of SST satellite data can play a very important role, especially the determination of the behavior of marine species in relation to the physical characteristics of the medium, in this case, the sea surface temperature.

**Keywords:** sea surface temperature, fishing productivity, satellite data.

# INTRODUCCIÓN

## **Presentación del tema de investigación**

La extensión de la costa del Ecuador es de 2.859 km, compuestas por costas abiertas al Océano Pacífico y las relacionadas con las aguas de los primordiales estuarios conformados por los ríos Chone, Cojimies, Guayas, Mataje y Cayapas, cercano al límite con Colombia. Aproximadamente a 1000 km de la costa continental ecuatoriana se encuentran las islas Galápagos, donde comienzan las cordilleras submarinas de Carnegie y Cocos que forman uno de los rasgos geológicos más importantes del Pacífico Ecuatorial Oriental (PEO). Las islas por su naturaleza fueron establecidas por la legislación ecuatoriana como un Parque Nacional y constituyen un Patrimonio de la Humanidad, donde la actividad pesquera se restringe a lo artesanal. (1)

En el Pacífico Ecuatorial Oriental, se presentan dos corrientes directamente asociadas con la variación de masas de agua en las aguas frente a la costa ecuatorianas estas son la Corriente de Humboldt y la Corriente de El Niño. El nombre de la corriente de El Niño, se debe a que está empieza a mostrarse en la costa normalmente en las cercanías de la navidad. Esta corriente se presenta entre diciembre a abril y esta se identifica por sus aguas cálidas, además provoca el incremento de la Temperatura Superficial del Mar (TSM), y su período de mayor intensidad se produce entre febrero y marzo. Posee una corriente estrecha costera de norte a sur, que procede de la cuenca de Panamá, desciende hacia la costa del Ecuador y Perú incrementando la temperatura del agua de mar, a través del desplazamiento del Frente Ecuatorial. La corriente de Humboldt, también conocida como corriente del Perú, esta se presenta durante los meses de agosto a noviembre y es característicamente de aguas frías provenientes del sur del continente, cuando esta corriente aparece al sur del Ecuador ocasiona la disminución de la TSM y la del aire. (2)

La TSM debido al avance de la tecnología se puede estudiar mediante el uso datos satelitales, cuya ventaja principal corresponde a la capacidad de lograr una extensa cobertura espacial, en solo una captación de datos se alcanza a observar la variación en un plano XY de la superficie del mar, sumado a la posibilidad de obtener información multitemporal, permite luego de un análisis establecer la evolución en el tiempo, y por ende el comportamiento estacional. (3)

El sector marítimo de interés para el Ecuador sostiene pescas relevantes de representación demersales y pelágico, principalmente el sector estuarino presenta un ambiente adecuado para la actividad acuícola. Para el Ecuador estas forman un grupo industrial en donde se emplean aproximadamente a 120000 personas. En cuanto a la pesca artesanal e industrial, algunos desembarques se destinan al abastecimiento del mercado interno para el consumo del país y otros para exportación tales como pescado fresco, harinas y enlatados. (1)

La entidad del Estado responsable de facilitar el apoyo científico que sea necesario para la explotación racional del recurso pesquero es el Instituto Nacional de Pesca (INP), que para el resultado tiene una embarcación de investigación TOHALLI apta para operar Ecuador en toda el área marítima, integrando las islas Galápagos. (1)

El puerto de Esmeraldas tiene una flota artesanal conformada por aproximadamente 900 embarcaciones entre la cuales están las embarcaciones de fibra de vidrio de 5 a 9 m de longitud, que utilizan motores fueraborda de 75 y 40 caballo de fuerza (HP) que permite su desplazamiento. (4)

Las faenas pesqueras artesanales de altura de Esmeraldas tienen salidas que duran de 2 a 3 días, entre las especies más representativas de la costa de Esmeraldas ya sea en aguas frías o cálidas están dorado, albacora, atún y corvina. (5)

### **Planteamiento del problema**

Existe una limitada cobertura de datos en el océano, tanto espacial como temporal, a partir de instrumental oceanográfico in situ, ya sea boyas, CTD fijos, entre otros, que permitan realizar una adecuada caracterización y análisis del comportamiento de las variables físicas, siendo una de las más relevantes, la TSM. Gracias a los avances tecnológicos una de las herramientas utilizadas en la actualidad corresponde al empleo de datos de satélite; no obstante, es necesario considerar una serie de tiempo adecuada, debido a que el análisis de la temperatura del mar a través de imágenes satelitales en algunas ocasiones presenta problemas debido a la interferencia de la nubosidad.

En el Ecuador, frente a Esmeraldas, los organismos de investigación marina como el INOCAR mantiene estaciones fijas a 10 millas costa afuera para la obtención de datos de las condiciones del mar en lo que corresponde a las variaciones temporales de los parámetros físicos, químicos y biológicos, complementado con la ejecución de cruceros oceanográficos, lo cual es insuficiente en cuanto a la cobertura de área para la

caracterización y análisis de los parámetros que ejercen influencia en el comportamiento del ecosistema y especies marinas. (6)

El mar frente a la costa norte del Ecuador se encuentra influenciado por la variación estacional de las condiciones oceanográficas, producto del desplazamiento de los sistemas oceánicos como el Frente ecuatorial, las corrientes marinas de El Niño y Humboldt. Asimismo, existe una variabilidad interanual producto de la influencia del Fenómeno o Evento de El Niño Oscilación del Sur (ENOS), lo anterior, consecuentemente provoca cambios en los registros de la TSM.

El aumento de la temperatura del agua del Océano Pacífico frente a la costa del Ecuador favorece al sector pesquero, debido a la presencia de algunas especies como el dorado, albacora, langostino, camarón pomada etc., mientras que en aguas frías aparecen atún, picudo, gachos y banderón; esto provoca que los pescadores cambien sus artes de pesca de acuerdo a la temporada. (7)

En Ecuador el 14,65% de las exportaciones están relacionados directamente con el océano Pacífico, entre los principales productos de exportación se encuentran el camarón, atún, entre otras especies, estos productos se encuentran dentro de la pesca blanca y provocan que circulen en el mercado más de mil millones de dólares al año, beneficiando la economía del país. (8)

### **Justificación**

Los océanos y las franjas costeras brindan a las personas una serie de bienes y servicios ambientales importantes para la alimentación, nutrición y el bienestar de la humanidad en todo el mundo, estos provienen de los mares por los recursos que estos ofrecen a la población. Constituyen un elemento fundamental e integrado del ecosistema Tierra y son primordiales para un desarrollo sostenible. Los océanos ofrece amplias oportunidades para mejorar la nutrición y disminuir el hambre, y el sector pesquero permite reducir la pobreza debido a que genera empleo e incrementa la economía en los países. (9)

El Ecuador debido a su posición latitudinal, cuenta con sistemas de circulación oceánica que mantienen un comportamiento de carácter estacional, determinando cambios en la temperatura del agua de mar; por lo tanto, es necesario determinar en qué medida varían en cuanto a los valores promedio, y su influencia en las especies marinas aprovechadas

para fines de pesca artesanal o de altura, específicamente en el área norte frente a la costa de la provincia de Esmeraldas, para este caso.

Sin embargo, existe una falta de sistemas de monitoreo y registro de datos observacionales puntuales en el océano, más aún en aguas del Ecuador, que permitan obtener información y caracterizar adecuadamente el comportamiento de la temperatura del agua de mar, a pesar de aquello gracias a los avances tecnológicos, se puede obtener información de la superficie del océano a partir de datos de satélite, los cuales tienen una cobertura espacial y temporal, que permiten lograr una caracterización con un alto grado de certeza del comportamiento de la temperatura superficial del mar.

Utilizar datos satelitales que generan información de la TSM, puede llegar a convertirse en una herramienta de gran importancia para el desarrollo de la actividad pesquera y de esta forma conocer cuál sería el arte de pesca a utilizar para tener un mejor rendimiento en cada una de las estaciones del cambio de la temperatura del agua de mar.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Analizar el comportamiento de la temperatura superficial del mar frente a la costa de Esmeraldas mediante el uso de datos satelitales y su relación con la producción pesquera artesanal durante el período 2005-2017.

### **Objetivos específicos**

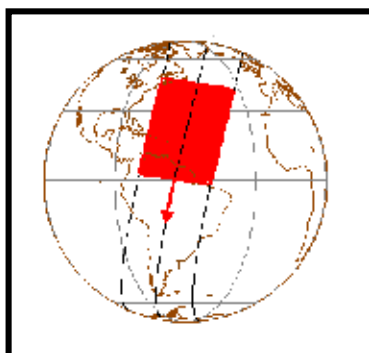
- 1) Procesar la información satelital existente de TSM a partir del año 2005 hasta el 2017.
- 2) Caracterizar el comportamiento de la TSM y analizar su variabilidad estacional frente a la costa norte del Ecuador a partir de los sistemas oceánicos que ejercen influencia en nuestra región.
- 3) Recopilar a partir de registros y bibliografía existente, los valores de captura de desembarco del dorado (*Coryphaena hippurus*) y picudo (*Makaira nigricans*) del puerto pesquero de Esmeraldas.
- 4) Determinar la relación entre la TSM y la producción pesquera del dorado (*Coryphaena hippurus*) y picudo (*Makaira nigricans*) frente a la costa de Esmeraldas.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### Bases teóricas

La utilización de satélites como plataformas en el cual se instalan sensores infrarrojos térmicos que calculen la temperatura de forma sincronizada en extensas superficies del mundo, ha logrado un prominente avance de las medidas en espacio y regularidad, con esto se puede entender mejor el comportamiento térmico del agua de mar. (10)

Dentro de los principales satélites están las plataformas de la serie NOAA, las cuales se encuentran a una altura de aproximadamente 800 km de la superficie terrestre y tienen un radiómetro multiespectral AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) que recibe en 5 - 6 canales simultáneamente (zonas visibles e infrarrojas del espectro), el cual le permite obtener información de la variabilidad de la TSM. Dentro de las características del sensor AVHRR se tiene Resolución espacial: 1,1x1,1 km en el nadir 2,5x7,0 km en los extremos (debido a la curvatura de la tierra), un ancho de barrido de 3000 km en cuanto a los canales de visualización, los canales 4 y 5 (infrarrojo lejano) son sensibles a la radiación propia de la Tierra y son útiles para evaluar temperaturas (especialmente del mar). La captación del radiómetro, le admite capturar información del infrarrojo (IR), y que a su vez se divide en otros 3 rangos según la longitud de onda: El IR cercano (Near IR, NIR, entre 0.7 y 3 micras), El IR medio (Medium Wave IR, MWIR, de 3 a 5 micras) y el IR lejano (Far IR, FIR, Long Wave IR, LWIR de 5 a 12 micras) (1 micra = 1/1.000.000 metros). (11)



**Figura 1.** Barrido del radiómetro multiespectral para la toma de datos. (11)

Por otro lado, se cuenta con el sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), el cual es una herramienta que recorre a lado de los satélites llamados TERRA (EOS AM) y AQUA (EOS PM). El recorrido que realiza el satélite TERRA va de norte a sur en torno al planeta tierra atravesando Ecuador por la mañana, en cambio

por la tarde el satélite AQUA atraviesa Ecuador y va de sur a norte. El sensor MODIS constituye parte de la gestión Earth Observing System (EOS) de la NASA, este fue desplegado para capturar imágenes del océano, del espacio y de la atmósfera, transfiriendo información en 36 bandas, estos van a partir del espectro visible hasta el invisible térmico, con resolución espacial de 250, 500 y 1000 m (12). Existe información y datos disponibles de los satélites NOAA y AQUA, los cuales permiten obtener información de parámetros: físicos, químicos y biológicos del océano, cabe mencionar que los métodos y estrategias que se han desarrollado en especial sobre las medidas cuantitativas del océano, han permitido obtener información sobre la temperatura del mar durante los últimos veinticinco años mediante los satélites. (10)

El océano posee características dinámicas producto del movimiento de las masas de agua y la circulación de las corrientes marinas, las cuales mantienen un comportamiento y variabilidad de carácter estacional de un determinado lugar, ejerciendo cambios en las variables oceanográficas ya sean físicas o biológicas, uno de los parámetros físicos que presenta una evidente influencia en el comportamiento del ecosistema marino corresponde a la temperatura del agua del mar, consecuentemente en el movimiento migratorio de las especies marinas. Además, frente a la costa de Ecuador existe la influencia de las corrientes de El Niño y Humboldt.

La corriente de El Niño comienza entre los meses de diciembre hasta abril y se caracteriza por ser de aguas cálidas. Esta corriente ocasiona el aumento de la TSM y los meses de mayor intensidad se presenta durante febrero y marzo; la corriente de El Niño tiene un flujo estrecho costero que va de norte a sur y proviene de la cuenca de Panamá, bajando hasta la costa del Ecuador y Perú provocando el calentamiento del agua de mar, causando la mortandad de diatomeas. (13)

La Corriente de Humboldt se caracteriza por sus aguas frías, en la costa del Ecuador se presenta entre los meses de mayo a noviembre y los meses de mayor intensidad son entre julio a septiembre. En Ecuador, esta corriente marca el comienzo del cambio de estación, debido a que cuando sus aguas llegan se produce una disminución en la TSM y del aire. Sus aguas presentan altos contenidos de nutrientes y esto se debe a la alta salinidad que presentan por lo que resulta muy beneficiosa para las actividades pesqueras. En diciembre esta corriente desaparece por completo y en esta época empieza a presentarse la corriente de El Niño frente a la costa del Ecuador. (13)

La economía en el puerto pesquero artesanal de Esmeraldas se incrementa en la temporada de pesca del dorado, ya sea en el mercado nacional e internacional, durante los meses de enero hasta abril la captura del dorado se incrementa debido al aumento de la temperatura del mar (aguas cálidas), se estima que la captura por embarcación es de 1000 libras por faena durante la temporada y la libra tiene el valor de \$1,50 de acuerdo a la demanda del producto. (14)

Mientras unos se dedican a la captura del dorado otros pescadores artesanales se dedican a la pesca del picudo, cuya libra tiene un costo de hasta \$2,00 la libra (15). A diferencia del dorado, el picudo es una especie que se va alejando de la costa en la época que empieza a presentarse aguas cálidas debido a que es una especie de aguas frías. (16)

Según la Cámara de la pesquería de las 900 lanchas registradas en el puerto pesquero de Esmeraldas 550 lanchas se dedican a la pesca de altura y entre las especies capturadas están el dorado y picudo, esta actividad pesquera se la realiza en 70 y 200 millas náuticas. Para la captura de estas especies utilizan las artes de pesca espinel (palangre superficial) en la cual se emplean entre 200 y 500 anzuelos, y trasmallo (red de enmalle superficial) en el cual se emplea una malla construida con hilos finos generalmente de nylon. (14)

### **Antecedentes**

Dadas las diferentes alteraciones en el medio físico y en la abundancia de peces, las primordiales pesquerías se desarrollan en entornos característicamente dinámicos. Entender y determinar el comportamiento de la riqueza ictiológica del Ecuador ante los cambios del medio físico y las reacciones de los ecosistemas frente a las alteraciones en la abundancia de los peces, resultaría ventajoso al momento de tomar decisiones sobre las medidas de manejo de la pesquería.

Los cambios en el ambiente físico, como aquellos relacionados al evento de El Niño que se caracterizan por el aumento inusual y prolongado en el tiempo de la temperatura del agua de mar. Ante lo cual, ciertas especies representativas para la pesca, responden a estos cambios desplazándose hacia otras zonas en relación con la temperatura y otras condiciones del agua. En este aspecto, el conocimiento de la alteración del ambiente físico puede ser beneficioso para entender el desplazamiento de los peces y la modificación en sus zonas de distribución. Los peces consiguen mejores tasas de

crecimiento por la abundancia de alimento y cuando la temperatura del agua es adecuada. (17)

En un estudio realizado en la Universidad Católica en Chile por Yáñez et al. (18) respecto a la pesca artesanal del pez espada y su relación con la temperatura superficial del mar mediante el uso de satélites NOAA, demostraron que la TSM influye en la captura del pez espada debido a que este pez se localiza cerca de la costa en aguas relativamente cálidas y se aleja de la costa cuando el agua del mar empieza a enfriarse, afectando la disponibilidad del recurso.

Duthit et al. (19) realizó una investigación en Cuba sobre la variación de la temperatura superficial del mar obtenida a partir de imágenes satelitales y su relación con la pesquería de langosta (*Panulirus argus*), el cual muestra un calentamiento de las aguas marinas en el verano (mayo-octubre) y enfriamiento en el invierno (noviembre-abril) en el área de estudio, además las corrientes marinas se encuentran influenciadas por varios fenómenos como El Niño y La Niña denominadas anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (ATSM); dando como resultado que la captura de la especie disminuye debido a las condiciones océano atmosféricas, ya que las langostas se encuentran en grandes concentraciones a lo largo de los frentes termales y zonas de surgencia.

En un estudio realizado por Yáñez et al. (20) acerca de la distribución de recursos pelágicos pequeños y su relación con la Temperatura Superficial del Mar mediante el uso de satélites NOAA en Chile, se establecen relaciones entre los gradientes térmicos y el rendimiento de captura de sardina (*Clupea bentincki*), jurel (*Trachurus murphyi*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) y se concluye que el uso de datos satelitales de la TSM-NOAA pueden llegar desempeñar un papel importante en las actividades pesqueras debido a la optimización del tiempo al momento de capturar la especie debido a que se puede determinar la especie que abunda a ciertos grados de temperatura y durante que época.

Según James los pescadores más exitosos en alta mar dependen de la TSM obtenidas a partir de satélites, las imágenes de TSM ayudan a los capitanes a localizar aquellas áreas que tienen más probabilidades de contener peces. En lugar de quemar combustible en busca de buena agua, los capitanes pueden usar esta moderna tecnología para encontrar posibles puntos calientes antes de zarpar. Sin embargo, para muchos pescadores

descubrir cómo usar imágenes satelitales para identificar las mejores áreas de pesca es todavía un misterio. El uso de imágenes de TSM no requiere ningún grado de avance, con algo de práctica se lograría aumentar la posibilidad de conseguir una buena pesca mediante las tablas satelitales durante unos días antes de salir al agua. (21)

Según Mugila las mediciones de TSM que están disponibles en FishTrack ofrece una serie de útiles tablas de TSM se proporcionan imágenes del satélite AVHRR y de MODIS de diferentes fechas que podrían ayudar a los pescadores a localizar áreas ideales para una pesca productiva. (22)

### **Marco Legal**

En la Ley de pesca y desarrollo pesquero con registro oficial en el año 2005, en esta se definen algunos términos relaciones a la actividad pesquera, se describen las prohibiciones y sanciones si no se cumple con lo dispuesto en esta ley (23)

Art. 1.- Las riquezas bioacuáticas existentes en el mar territorial, en las aguas oceánicas, en los lagos, en los ríos o en los canales naturales y artificiales, son patrimonios nacionales cuyo uso racional será controlado y regulado por el Estado ecuatoriano acorde con sus intereses.

Art. 2.- La actividad pesquera se entenderá como el aprovechamiento de las riquezas bioacuáticas en cualquiera de sus etapas: extracción, cultivar, procesar y comercializar, así como otras actividades relacionadas contempladas en esta ley.

Art. 44.- Entre las prohibiciones dentro de la actividad pesquera están: la captura con técnicas ilícitas tales como el empleo de explosivos, materiales tóxicos y otros cuya naturaleza implique poner en peligro las riquezas bioacuáticas y la vida humana.

Art. 64.- Los representantes legales de las empresas o personas naturales que se dediquen a las actividades pesqueras que no cumplan con las obligaciones dispuestas en esta ley, serán sancionadas con las siguientes penas: decomiso de la pesca capturada, multa y prisión.

En el Reglamento a la ley de pesca y desarrollo pesquero con registro oficial suplemento 694 del año 2016, describen algunas de las autoridades responsables de regular la actividad pesquera (24)

Art. 1.1.- La actividad pesquera será entendida como la captura, extracción, recolección, transporte, procesamiento e investigación de las riquezas bioacuáticas.

Para realizar la actividad pesquera, se solicitará constar explícitamente autorizado por el Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca.

La Armada del Ecuador es autorizada para ejecutar inspecciones a las embarcaciones que se dedican a la actividad pesquera cuando se encuentren realizando faenas de pesca y las novedades encontradas serán reportadas al Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca.

Art. 147.- Se prohíbe realizar faenas de captura o pesca durante los períodos de veda, con cualquier arte de pesca.

En el acuerdo ministerial N° 070 con registro oficial N° 466 en el año 2011, sobre la veda del recurso dorado (*Coryphaena hippurus*) en el cual se establece lo siguiente (25)

Art. 1.- La veda total para la pesca objetivo del recurso dorado (*Coryphaena hippurus*) empieza desde el 1 de julio al 7 de octubre, con la finalidad de preservar la especie.

En el período de veda se admitirá el desembarque de captura incidental del Dorado, cuya talla no será menor a 80 cm de longitud total.

En cuanto a los datos satelitales existen políticas definidas por el Consejo Nacional de Geoinformática (CONAGE) sobre estándares de información geográfica, en esta describe que los proyectos que creen información geoespacial tienen el compromiso de reconocer a los propietarios y productores de los datos, con el fin de detallar obligaciones, derechos y responsabilidades. (26)

Convención sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora (CITES) ratificado por Ecuador en marzo de 1973, con esto se procura regular el comercio de especies no amenacen la vida de las mismas, aportando una base de listados y regulaciones en cuanto a las especies amenazadas. (27)

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### Área de estudio

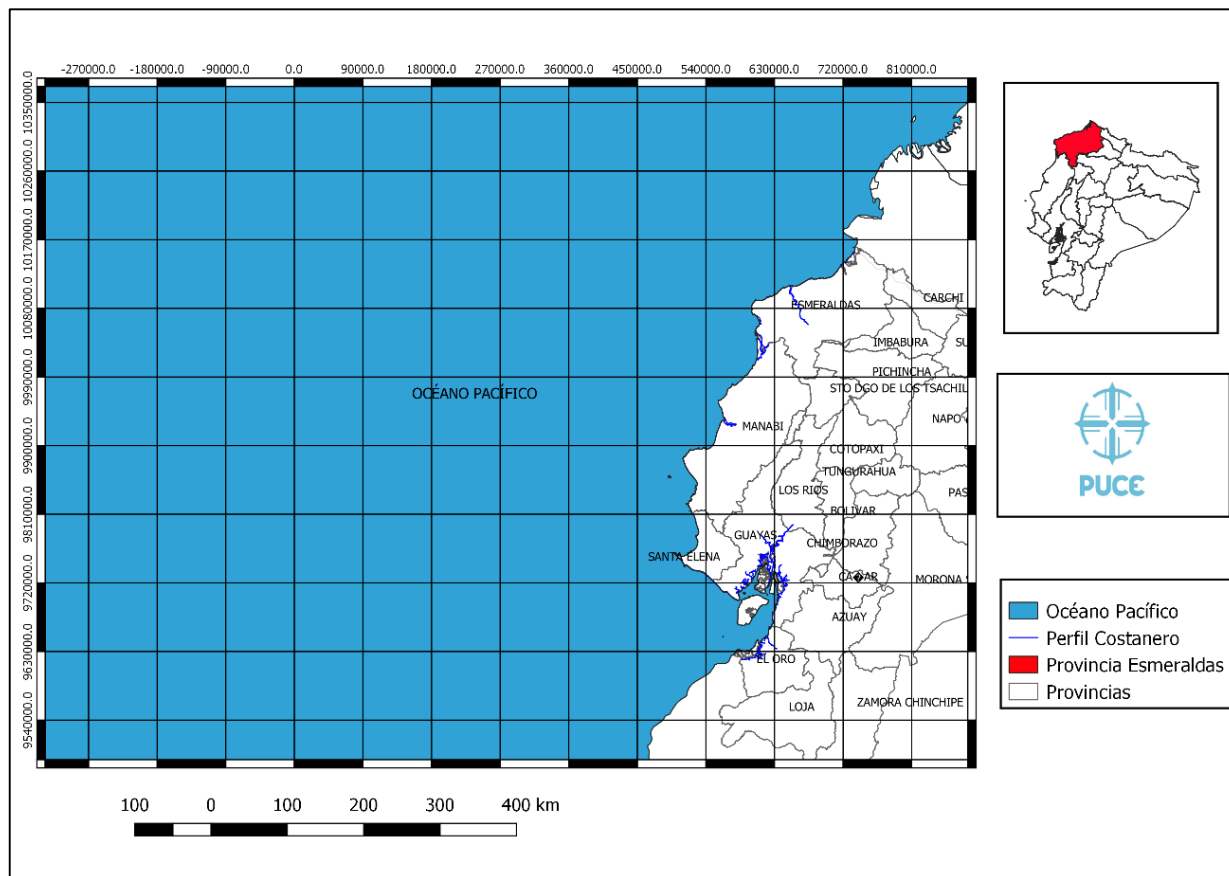


Figura 2. Área de estudio.

El área de estudio se localiza en la costa norte del Ecuador existen sistemas atmosféricos y oceanográficos que ejercen su influencia en el comportamiento de la TSM frente a Esmeraldas. Dentro de los sistemas atmosféricos tenemos zona de convergencia intertropical (ZCIT) es una franja que se sitúa en la zona ecuatorial cuando los vientos alisios el sureste y del noreste confluyen. Por las altas temperaturas el aire es forzado a ascender causando abundante nubosidad y precipitaciones son más fuertes, la ZCIT no es continua ni igual y el grosor de su franja varía de un lugar a otro. (28)

Entre los sistemas oceanográficos tenemos el frente ecuatorial su extensión va desde el Sur de Ecuador hacia las Islas Galápagos, es una zona transicional de encuentro entre las aguas de la corriente costera del Perú y las aguas tropicales superficiales. (29)

Y al ejercer su influencia estos sistemas en la variación de la TSM frente a Esmeraldas para determinar el comportamiento de la misma, se seleccionó un área que permita observar esta información, por ello el área se encuentra comprendida al norte con la costa de Colombia, al sur frente a la costa de la provincia de El Oro y una distancia media entre las islas Galápagos y el continente.

### **Recolección de datos**

En este estudio se realizó una recolección de datos pesquero del pez *dorado* (*Coryphaena hippurus*) y picudo (*Makaira nigricans*), esta información de los datos pesqueros fue facilitada por la Inspectoría de Pesca de Esmeraldas y por el Instituto Nacional de Pesca. (19)

También se obtuvo información sobre la TSM a partir de datos de satélites que cuentan con radiómetros multiespectrales de datos multitemporales adquiridos de fuentes de banco de datos de acceso libre, de las principales agencias de investigación a nivel mundial tales como NASA y NOAA, mediante sitio web como <https://modis.gsfc.nasa.gov/data/>, y <https://earth.esa.int/web/guest/missions/3rd-party-missions/current-missions/noaa-avhrr>. (30)

### **Análisis de datos**

Después de la obtención de datos se realizó una validación, esta se elaboró a partir de los datos observacionales in situ de la Temperatura Superficial del Mar proporcionada por la boya TAO (Tropical Atmosphere Ocean) del Laboratorio Ambiental Marino del Pacífico (PMEL) de la NOAA en posición 00° 95°W, estos datos se compararon con los

datos de satélites de un año específico, con la finalidad de conocer si en el punto donde toma muestra la boya TAO y con los datos satelitales de la TSM existe la coherencia necesaria. (18), se calculó el ciclo estacional agrupando los meses del año en 4 estaciones la primera de diciembre hasta febrero, el segundo marzo hasta mayo, el tercero de junio hasta agosto y cuarto de septiembre hasta noviembre. (20)

### **Procesamiento de datos**

Se realizó el procesamiento y georreferenciación de los datos mediante el uso de herramientas opensource Ferret (v7.4), y Seadas, que corresponden a software de visualización, procesamiento y análisis de datos de satélites. Estos softwares son instalados en plataforma Linux, distribución Centos, para ello son necesarias realizar configuraciones previas tanto en el hardware y software, asimismo, se incorporaron las librerías, y los compiladores de lenguaje de programación Fortran (Gfortran), instalación de aplicaciones NETCDF (Network Common Data Form), considerando que la estructura de los datos se encuentra en ese formato. NETCDF corresponde a una estructura de archivo destinado a almacenar datos científicos multidimensionales, conjunto de interfaces para acceso a datos orientado a matrices y una colección de bibliotecas de acceso a datos distribuidas libremente para lenguaje de programación C, Fortran, C ++, Java y otros lenguajes. Las librerías de netCDF admiten un formato independiente de la máquina para representar datos científicos.

### **Análisis estadístico**

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el uso del software especializado SPSS Versión 24, lo cual involucró el tratamiento general de datos y la evolución entre dos variables para comprobar su correlación, a partir de lo cual establecer la posibilidad de determinar un modelo de comportamiento a través de la regresión lineal.

A fin de determinar la relación entre las variables TSM y captura de dorado (*Coryphaena hippurus*) y picudo (*Makaira nigricans*) respectivamente, se utilizaron los siguientes modelos estadístico para generar los gráficos descriptivos. Para el análisis, la variable independiente corresponderá a la TSM, y la variable dependiente al registro de la captura de pesca ya sea de dorado o picudo:

## Modelo de regresión lineal

El modelo de regresión lineal trata de explicar la relación existente entre una variable que es dependiente (Y) y otra que es la variable independiente (X); en este caso la variable dependiente es la captura de pesca y la independiente la TSM.

Sus variables son cuantitativas y se grafica a través del diagrama de dispersión.

El modelo de regresión lineal utiliza la siguiente expresión:

$$Y = \alpha + \beta X + \varepsilon$$

En la cual, Y es el valor de la variable dependiente,  $\alpha$  es el valor que tiene Y cuando X vale 0,  $\beta$  es la pendiente o inclinación de la recta (es decir muestra cómo Y cambia al aumentar X),  $\varepsilon$  es una variable que involucra un conjunto de factores, en los cuales cada uno influye en la respuesta en una pequeña magnitud, a la cual llamaremos error. Las variables X, Y son aleatorias, por lo cual no se consigue obtener una correlación lineal puntual entre ambas variables. (31)

A esto se le aplicará el método del coeficiente de correlación de Pearson.

## Coefficiente de correlación de Pearson

El coeficiente de correlación de Pearson (r) es utilizado para calcular la asociación lineal entre dos variables cuantitativas X e Y. Es un índice el cual mide si los puntos tienen inclinación a colocarse en línea recta. Pueden alcanzar valores de -1 y +1.

Si  $r=0$  no existe ninguna correlación, si  $r=1$  es correlación positiva perfecta, si  $0 < r < 1$  es correlación positiva, si  $r=-1$  es correlación negativa perfecta y si  $-1 < r < 0$  es correlación negativa.

Es un método estadístico que utiliza la media, varianza, y por ende requiere criterios de moderación para las variables de análisis.

Se establece como la covarianza entre X e Y dividido para el producto de la desviación típica de cada variable:

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

Si  $r$  es próximo a 1 (en valor absoluto) en el momento en que las dos variables estén fuertemente relacionadas, esto quiere decir que si una variable aumenta la otra también aumenta y viceversa. A este significado de variación se le llama covarianza. (32)

### **Coefficiente de determinación**

El coeficiente de determinación  $R^2$  es una herramienta que es utilizada en modeladores estadísticos como en una regresión para pronosticar futuros resultados.

$R^2$  muestra el porcentaje o la proporción que puede variar la variable respuesta que expone su correlación con una o más variables predictores. Si el valor  $R^2$  se aproxima más a 1, será mejor el ajuste lineal de los datos serán más cercanos a la realidad.

Los límites de  $R^2$  son  $0 \leq R^2 \leq 1$ , si  $R^2 = 1$  indica un ajuste lineal perfecto y si el valor de  $R^2 = 0$  significa la no representatividad de este modelo lineal. (33)

### **ANOVA**

En ANOVA de un factor es una práctica estadística que determinar si dos variables (una dependiente y otra independiente) se encuentran relacionadas en fundamento a si las medias de la variable dependiente son diferentes en los grupos y condiciones de la variable independiente. Es decir, si las medias entre dos o más grupos son diferentes o similares.

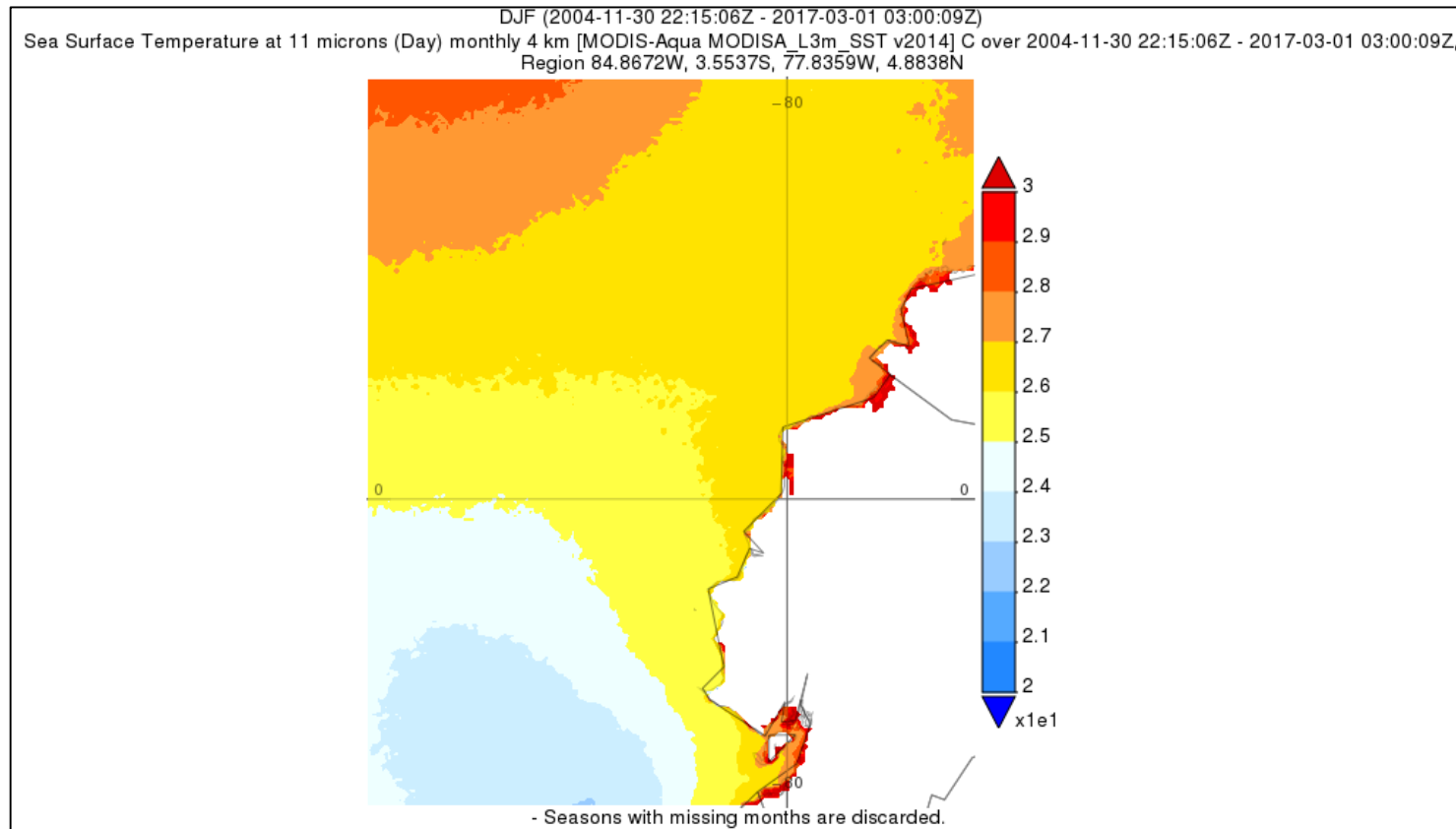
Al aplicar ANOVA de un factor se calcula un estadístico denominado F y su significación, para su interpretación si el valor de significación sig.  $< 0,05$  las variables de las medias de las poblaciones son estadísticamente significativas y cuanto más alto sea el valor F, más están relacionadas las variables. (34)

## **CAPÍTULO III: RESULTADOS**

### **Ciclo estacional de la variación de la TSM período 2005-2017**

Para el ciclo estacional se agruparon los meses del año en 4 estaciones, la primera de diciembre hasta febrero, el segundo marzo hasta mayo, el tercero de junio hasta agosto y cuarto de septiembre hasta noviembre y se obtuvieron como resultados las siguientes imágenes.

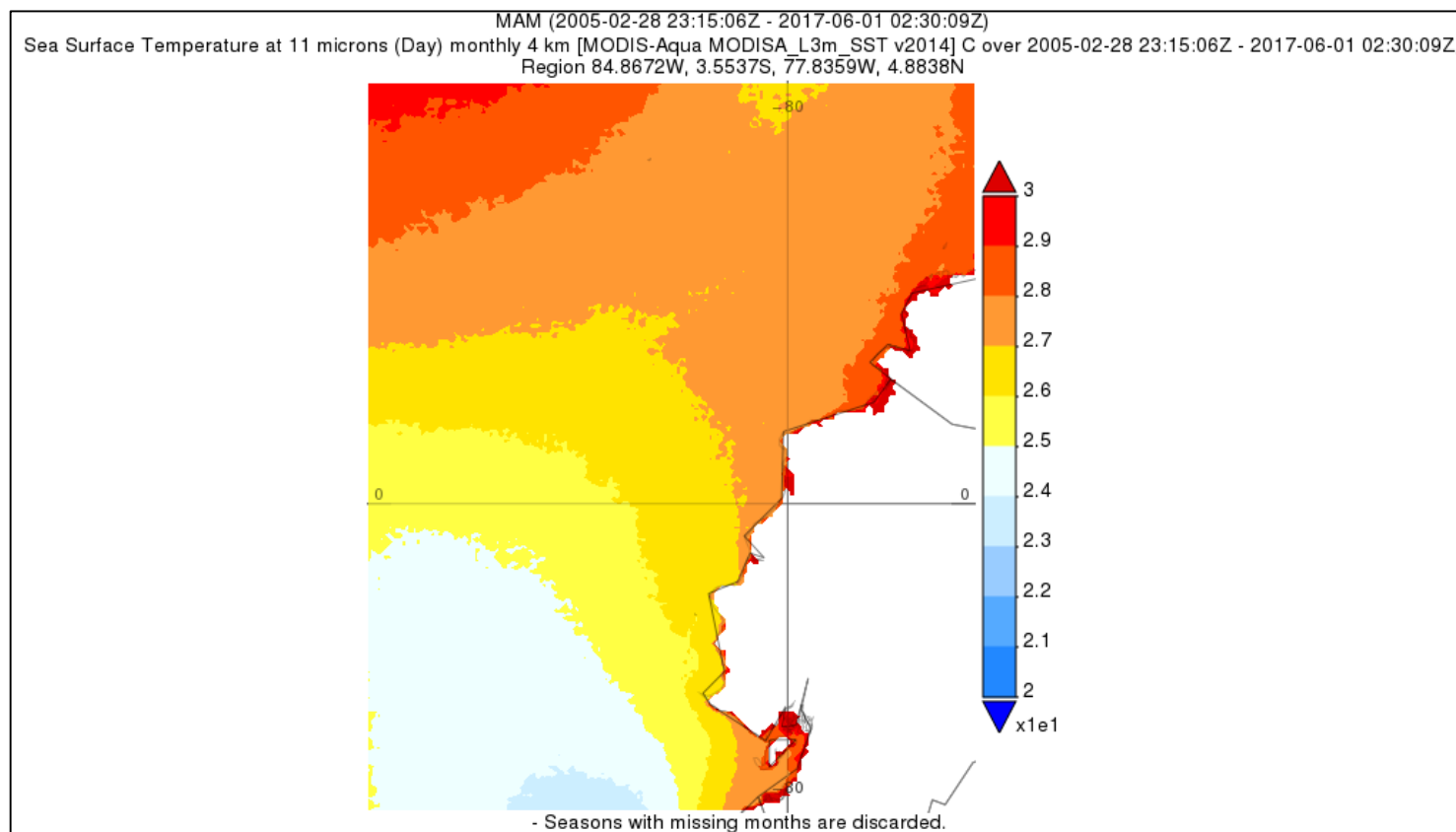
## DICIEMBRE-ENERO-FEBRERO



**Figura 3.** Comportamiento estacional de diciembre hasta febrero durante el período 2005-2017.

Se puede observar en esta estación que la TSM promedio frente a la costa de Esmeraldas oscilan entre 26 °C a 27 °C de acuerdo con los datos satélites.

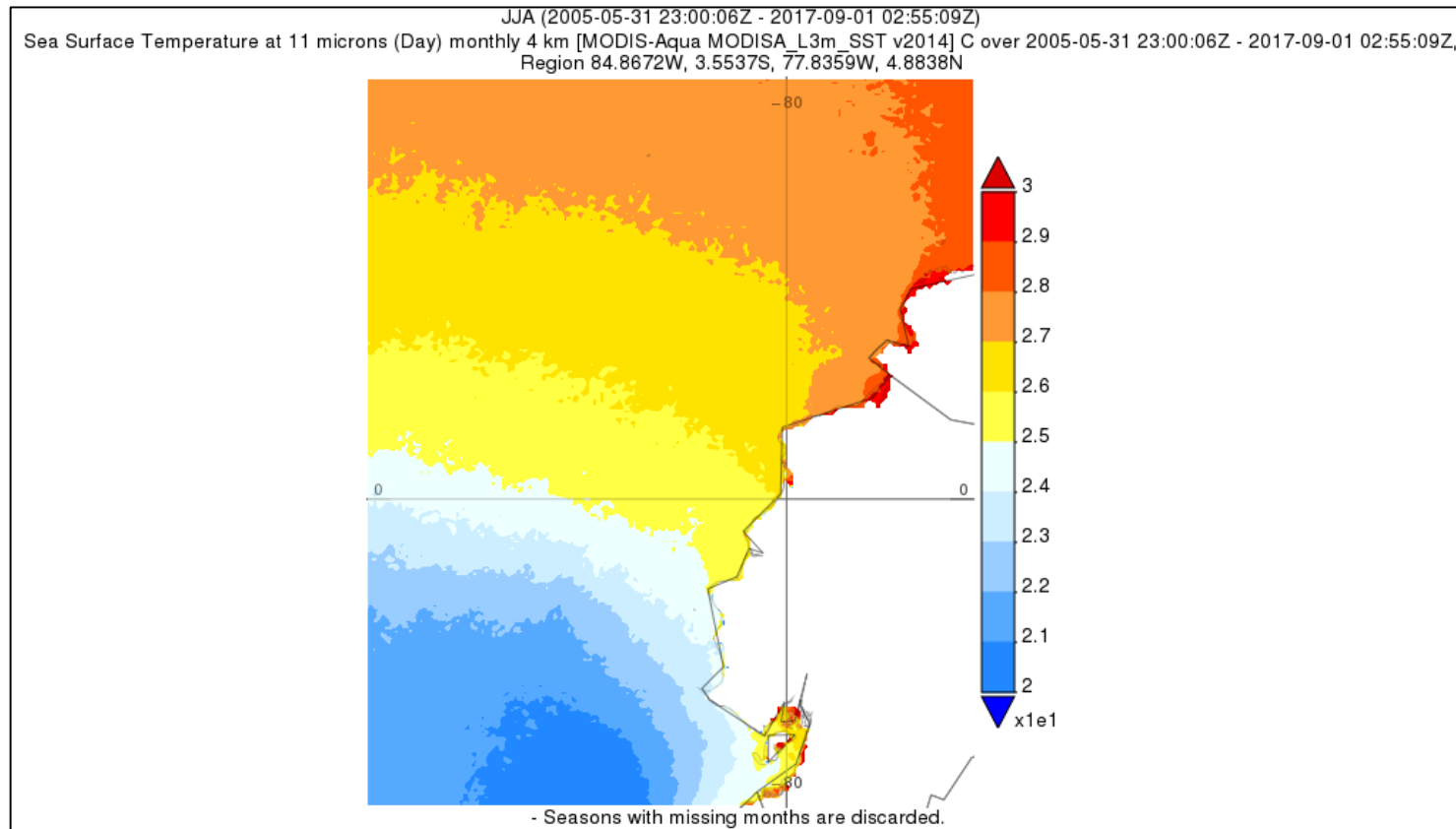
## MARZO-ABRIL-MAYO



**Figura 4.** Comportamiento estacional de marzo hasta mayo durante el período 2005-2017.

La TSM al norte del perfil costanero alcanza hasta los 30°C provocando su influencia en el aumento de la temperatura frente a la costa de Esmeraldas obteniendo una temperatura promedio que oscilan entre 27 °C a 29 °C de acuerdo con los datos satélites.

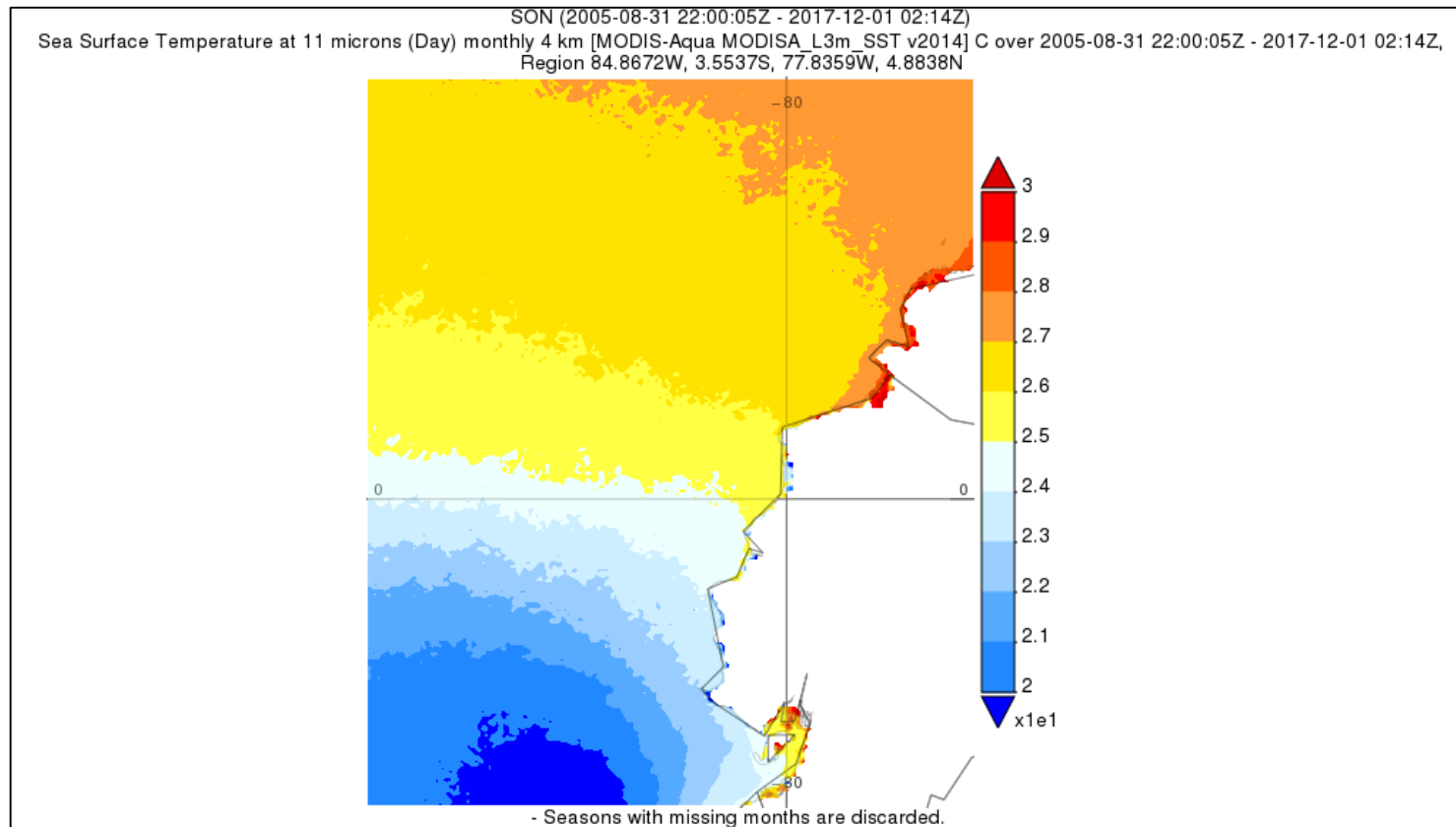
## JUNIO-JULIO-AGOSTO



**Figura 5.** Comportamiento estacional de junio hasta agosto durante el período 2005-2017.

Se puede observar que la TSM promedio frente a la costa de Esmeraldas oscilan entre 26 °C a 28 °C de acuerdo con los datos satélites.

## SEPTIEMBRE-OCTUBRE-NOVIEMBRE



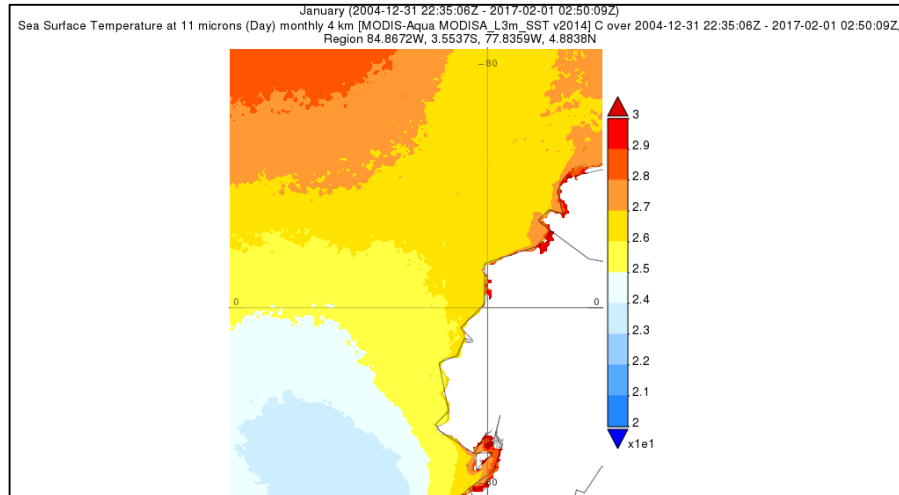
**Figura 6.** Comportamiento estacional de septiembre hasta noviembre durante el período 2005-2017.

Se puede observar que la TSM promedio frente a la costa de Esmeraldas oscilan entre 25 °C a 27 °C de acuerdo con los datos satélites, esta disminución de la temperatura se da debido a que el sur del perfil costanero alcanza una temperatura de hasta 20°C provocando su influencia en aguas frente la provincia de Esmeraldas.

## Comportamiento mensual de la TSM período 2005-2017

Se generaron imágenes satelitales de comportamiento mensual de la TSM, las cuales se muestran a continuación.

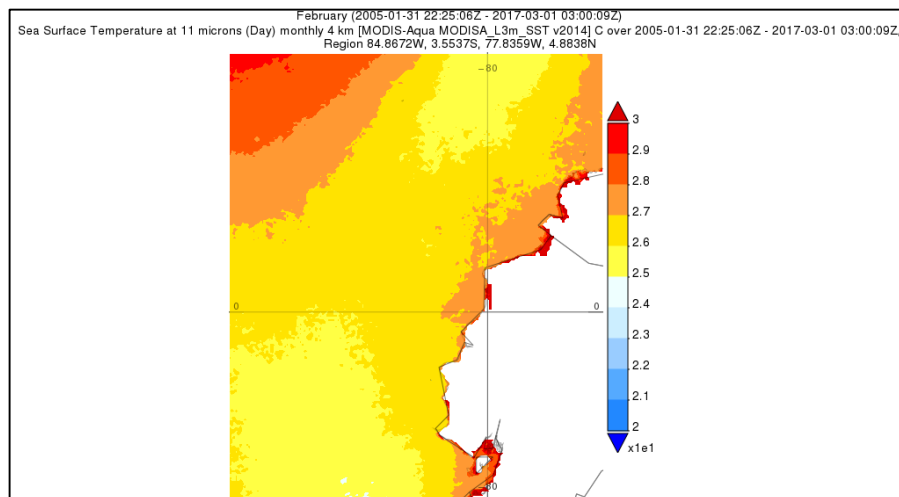
### Enero



**Figura 7.** Comportamiento del mes de enero durante el período 2005-2017.

Se puede observar que durante el mes de enero la TSM promedio frente a la costa de Esmeraldas oscilan entre 26 °C a 27 °C de acuerdo con los datos satélites.

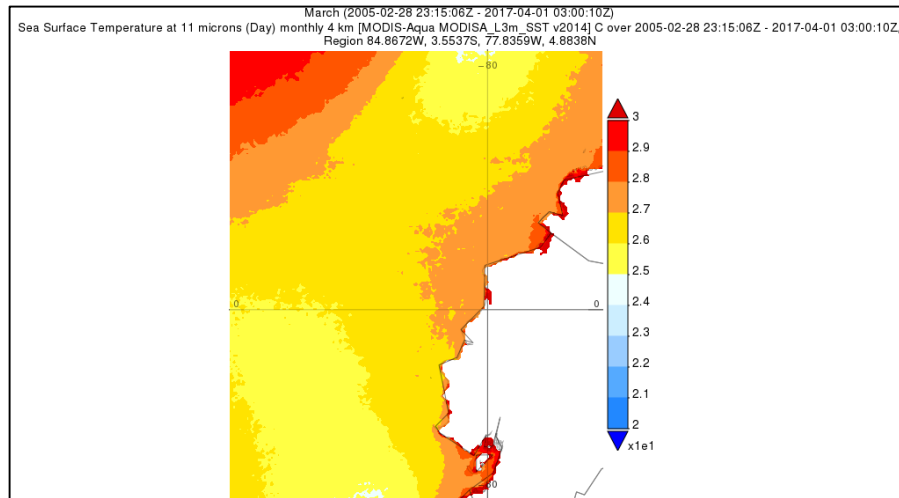
### Febrero



**Figura 8.** Comportamiento del mes de febrero durante el período 2005-2017.

Se observa que la TSM promedio durante el mes de febrero frente a la costa de Esmeraldas oscilan entre 27 °C a 28 °C de acuerdo con los datos satélites, además las aguas frente al perfil costero de Ecuador son cálidas alcanzan temperatura de 26 °C a 28°C.

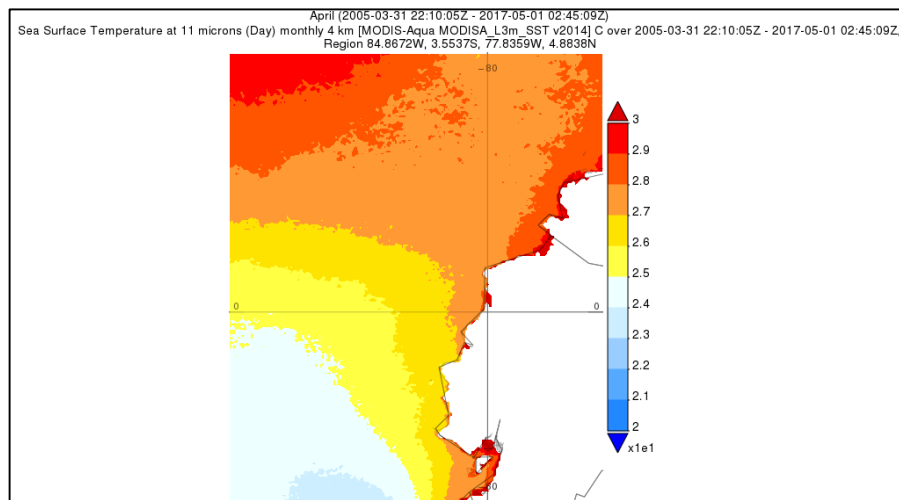
## Marzo



**Figura 9.** Comportamiento del mes de marzo durante el período 2005-2017.

La TSM promedio durante el mes de marzo frente a la costa de Esmeraldas oscilan entre 27 °C a 28 °C de acuerdo con los datos satélites.

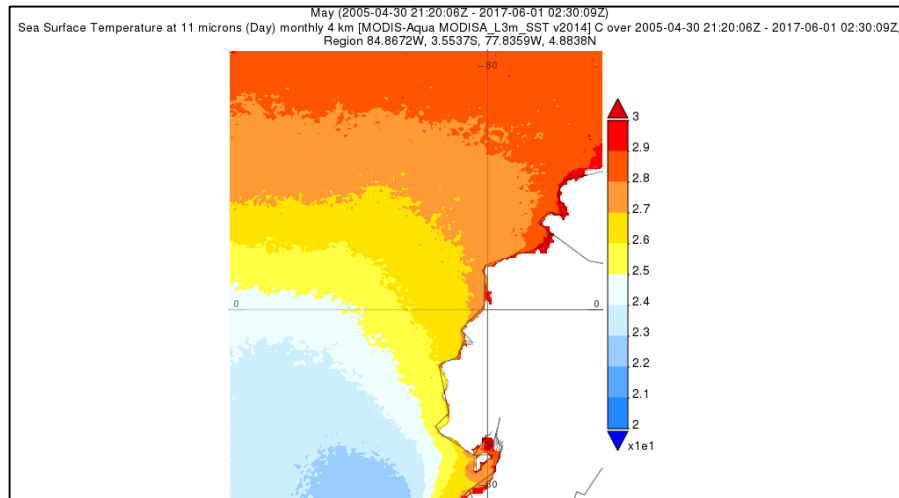
## Abril



**Figura 10.** Comportamiento del mes de abril durante el período 2005-2017.

Se observa que durante el mes de abril la TSM promedio frente a la costa de Esmeraldas oscilan entre 28 °C a 29 °C de acuerdo con los datos satélites.

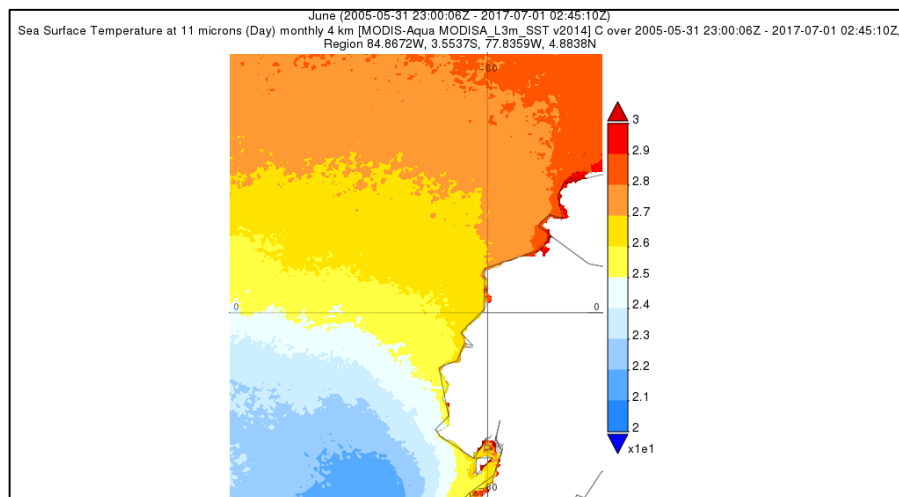
## Mayo



**Figura 11.** Comportamiento del mes de mayo durante el período 2005-2017.

Se observa que durante el mes de mayo la TSM promedio frente a la costa de Esmeraldas oscilan entre 27 °C a 28 °C de acuerdo con los datos satélites. Además, al sur del perfil costero de Ecuador se presentan aguas frías que alcanza una temperatura de 23 °C a 25 °C.

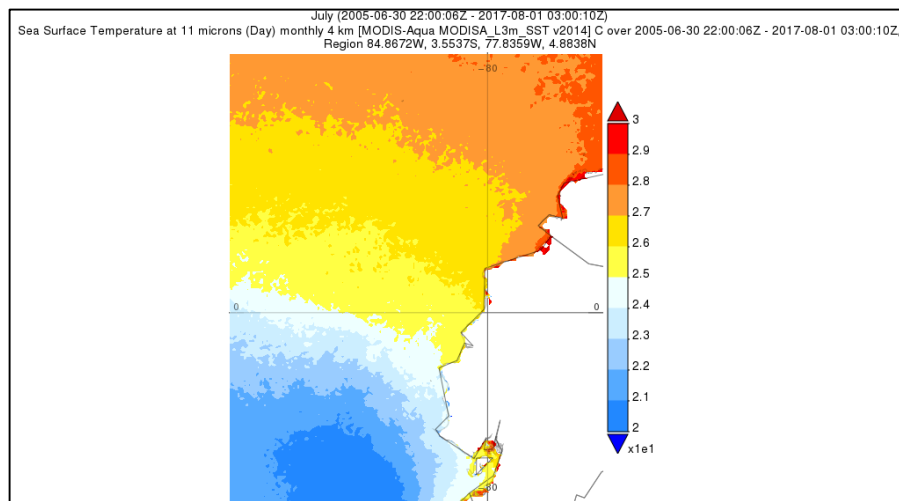
## Junio



**Figura 12.** Comportamiento del mes de junio durante el período 2005-2017.

Durante el mes de junio la TSM promedio frente a la costa de Esmeraldas oscilan entre 27 °C a 28 °C de acuerdo con los datos satélites.

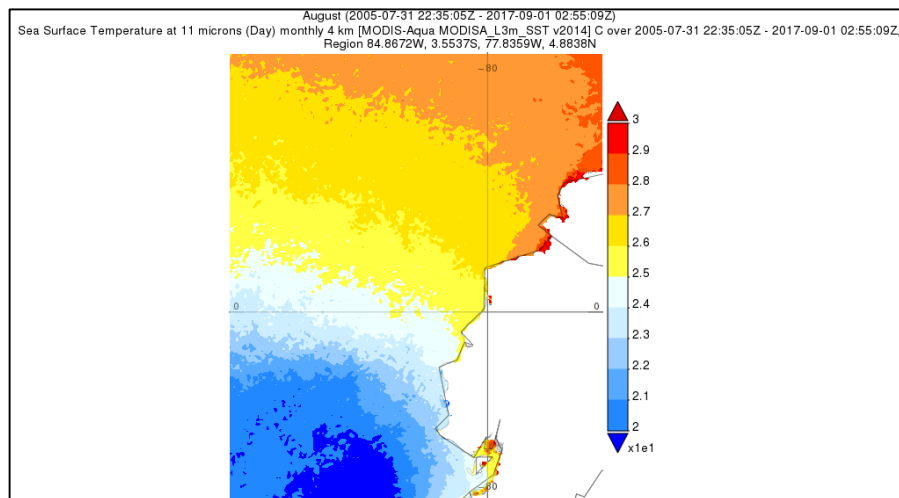
## Julio



**Figura 13.** Comportamiento del mes de julio durante el período 2005-2017.

Durante el mes de julio la TSM promedio frente a la costa de Esmeraldas oscilan entre 26 °C a 27 °C de acuerdo con los datos satélites.

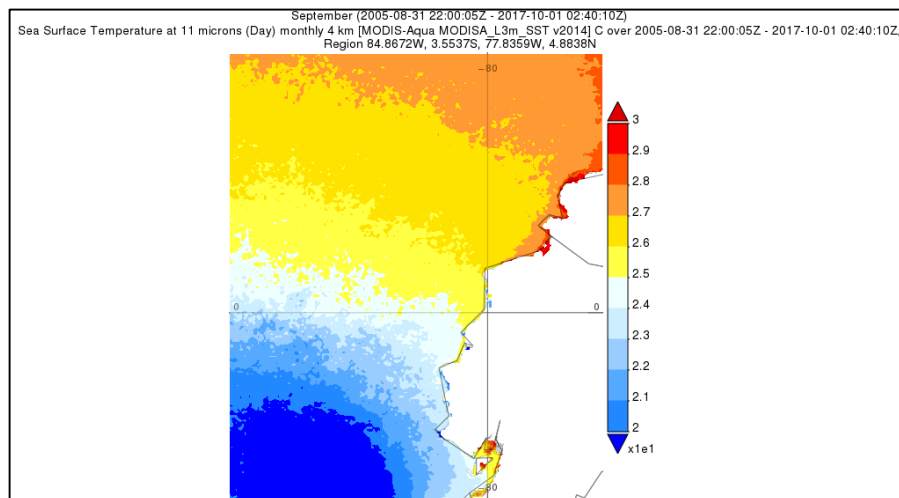
## Agosto



**Figura 14.** Comportamiento del mes de agosto durante el período 2005-2017.

Se observa que durante el mes de agosto la TSM promedio frente a la costa de Esmeraldas oscilan entre 26 °C a 27 °C de acuerdo con los datos satélites.

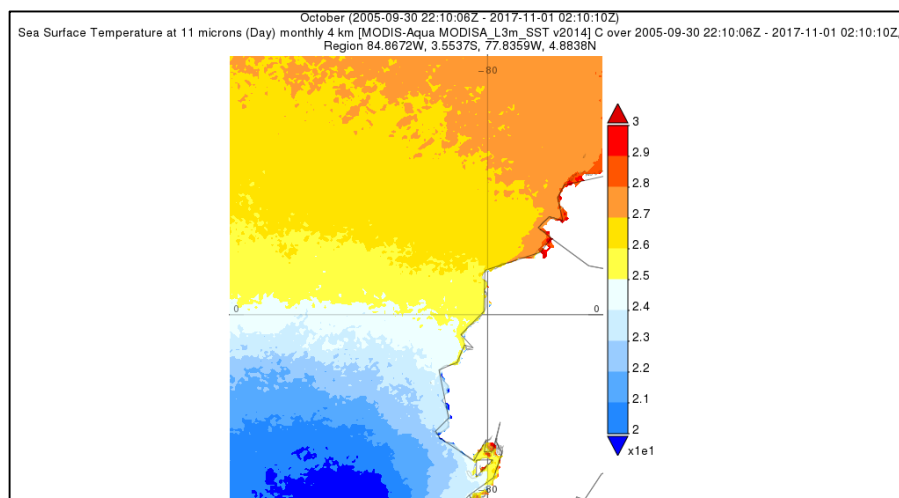
## Septiembre



**Figura 15.** Comportamiento del mes de septiembre durante el período 2005-2017.

Debido a la presencia de aguas frías en el sur que alcanzan una temperatura de 19 °C a 24 °C, provocan una influencia sobre la TSM frente a la costa de Esmeraldas las cuales oscilan entre 26 °C a 27 °C durante el mes de septiembre acuerdo con los datos satélites.

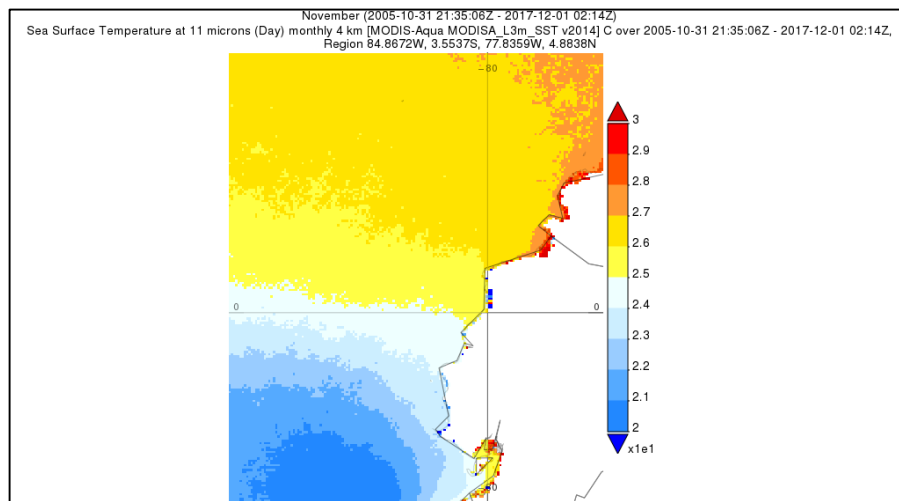
## Octubre



**Figura 16.** Comportamiento del mes de octubre durante el período 2005-2017.

Durante el mes de octubre la TSM promedio frente a la costa de Esmeraldas oscilan entre 26 °C a 27 °C de acuerdo con los datos satélites, además las aguas en el sur del perfil costanero del Ecuador son frías alcanzando temperatura de 21 °C a 24 °C.

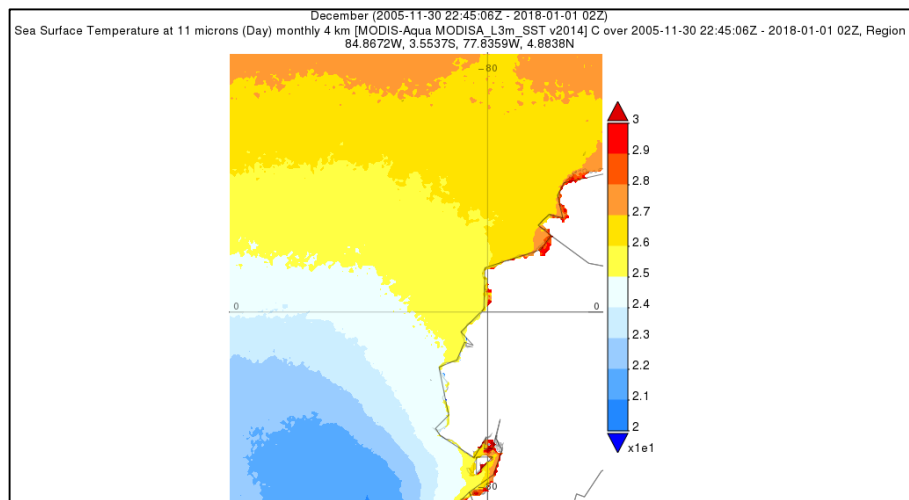
## Noviembre



**Figura 17.** Comportamiento del mes de noviembre durante el período 2005-2017.

Se observa que durante el mes de noviembre la TSM promedio frente a la costa de Esmeraldas oscilan entre 25 °C a 26 °C de acuerdo con los datos satélites

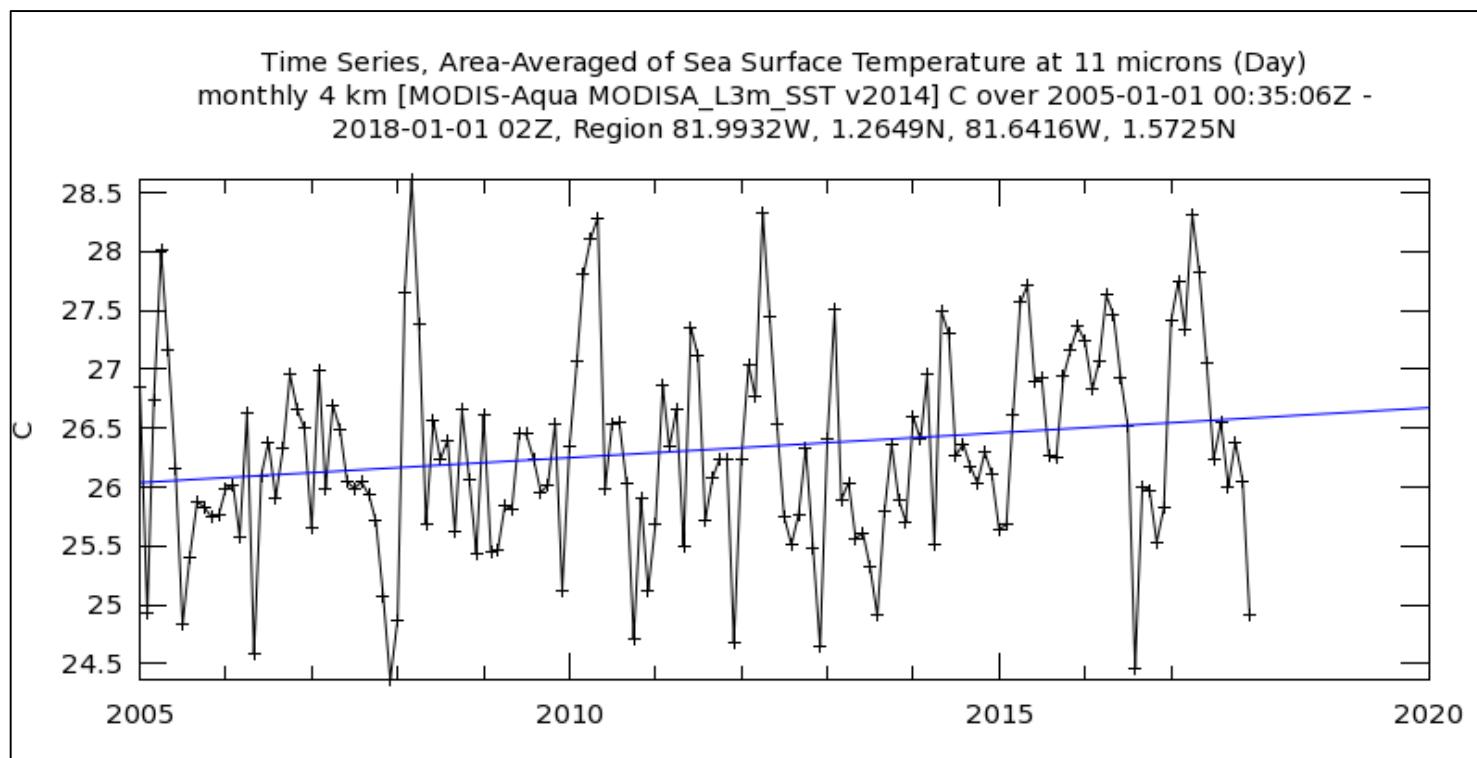
## Diciembre



**Figura 18.** Comportamiento del mes de diciembre durante el período 2005-2017.

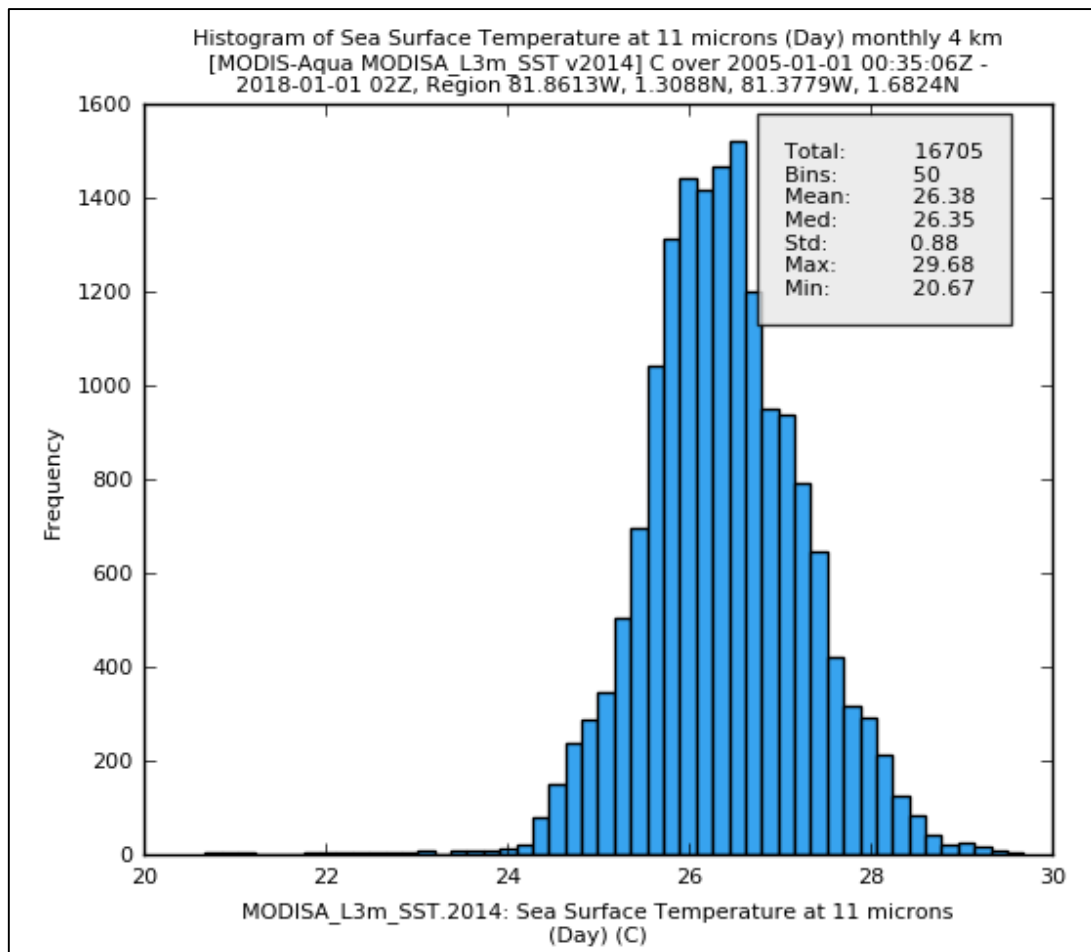
Durante el mes de diciembre se observa que la TSM promedio frente a la costa de Esmeraldas oscilan entre 26 °C a 27 °C de acuerdo con los datos satélites.

## Variación de la TSM frente a Esmeraldas en el período 2005-2017



**Figura 19.** Variación de la TSM frente a Esmeraldas.

De acuerdo con los datos satelitales la variabilidad de la TSM aumenta gradualmente en cada año frente a Esmeraldas durante el período 2005 al 2017, además se observa un aumento en la temperatura que va desde 26,1 °C a 26,7 °C lo cual aumenta aproximadamente 0,6 °C para los años de estudio.

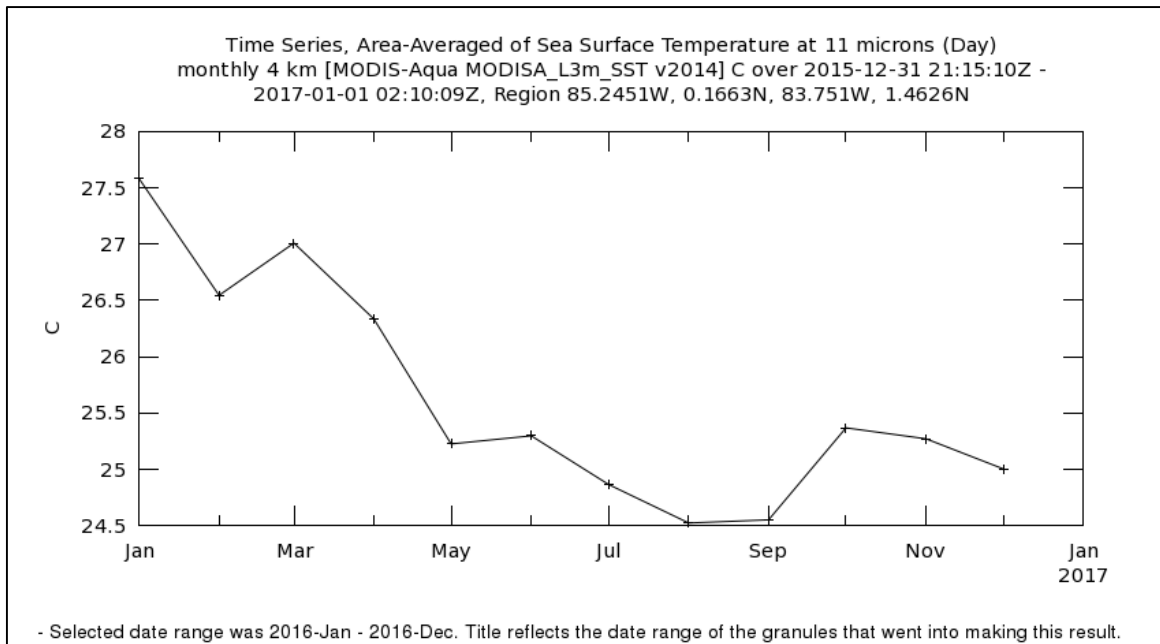


**Figura 20.** Histograma de la TSM frente a Esmeraldas.

De acuerdo con los datos satelitales en el histograma se puede observar que la TSM frente a Esmeraldas oscila entre 25 °C y 28 °C aproximadamente con una desviación estándar de  $\pm 0,88$ ; además se registró el valor máximo de temperatura el cual es de 29,68 °C y el valor mínimo es de 20,67 °C.

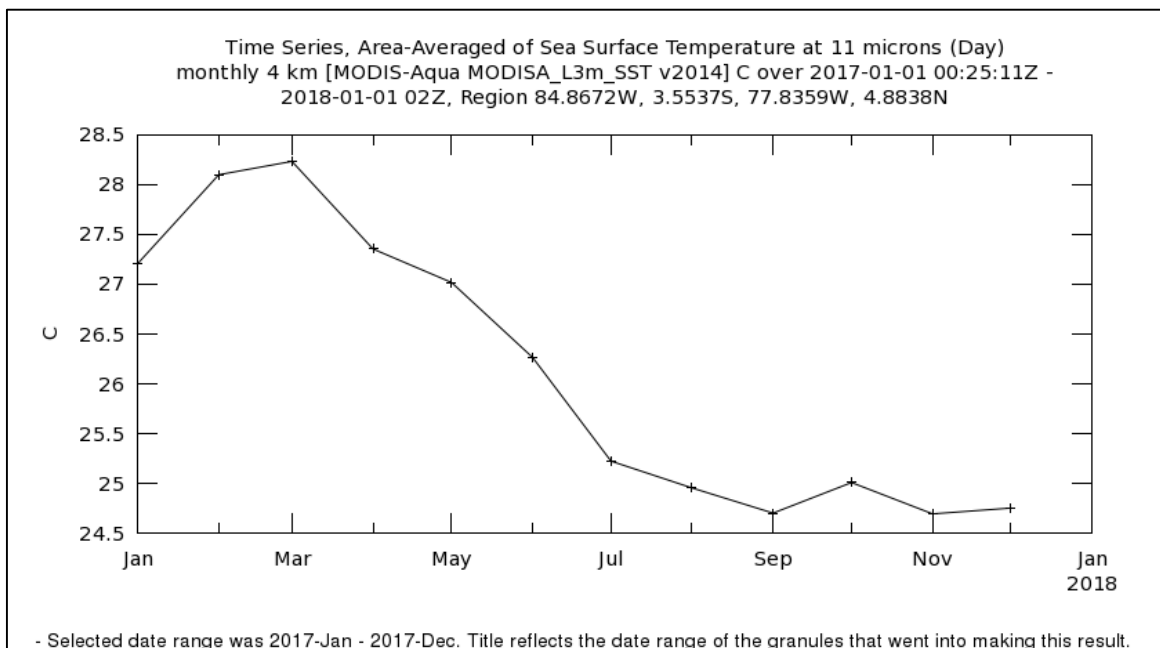
### **Variación de la temperatura en los últimos años**

Se realizaron gráficos con los datos satelitales de la TSM para los años 2016 y 2017, las cuales se describen a continuación.



**Figura 21.** TSM para el año 2016.

En el área de estudio se observa que la TSM más alta se alcanzó durante el mes de enero la cual fue de 27,6 °C y para el mes de agosto la temperatura promedio del mar fue de 24,5 °C siendo la más baja para el año 2016.



**Figura 22.** TSM para el año 2017.

Se observa en el área de estudio que la TSM promedio más alta se alcanzó durante el mes de marzo siendo de 28,3 °C y para los meses de septiembre y noviembre la temperatura promedio del mar fue de 24,8 °C siendo la más baja para el año 2017.

## Relación de los TSM y la actividad pesquera

### Datos del Instituto Nacional de Pesca

De acuerdo con los datos de pesca facilitados INP son datos que no reflejaron un valor significativo dentro de la investigación, en vista de que son datos anuales y tal vez no se tomaron los datos con regularidad, se analizó la variable interanual y eventos de El Niño y no hubo relación, quizás son datos incompletos, tal vez hubiera sido pertinente que facilitaran datos mensuales del pez dorado (*Coryphaena hippurus*).

**Tabla 1.** Datos de desembarco del pez dorado (*coryphaena hippurus*) según INP.

Año	Toneladas(t)
2005	436,1
2006	*
2007	250,23
2008	678,19
2009	285,93
2010	2096,36
2011	493,71
2012	1648,50
2013	2149,18
2017	**
Total	8038,2

\*No se cuenta con información de desembarque en el puerto de Esmeraldas.

\*\*Información de desembarque en proceso de validación.

**Fuente:** Instituto Nacional de Pesca [Comunicación personal]. 16 de noviembre de 2018

### Datos de la inspección de pesca de Esmeraldas

Los datos facilitados por la inspección de pesca de Esmeraldas son del año 2017 de pesca artesanal de las especies dorado (*Coryphaena hippurus*) y picudo (*Makaira nigricans*) del puerto pesquero de Esmeraldas.

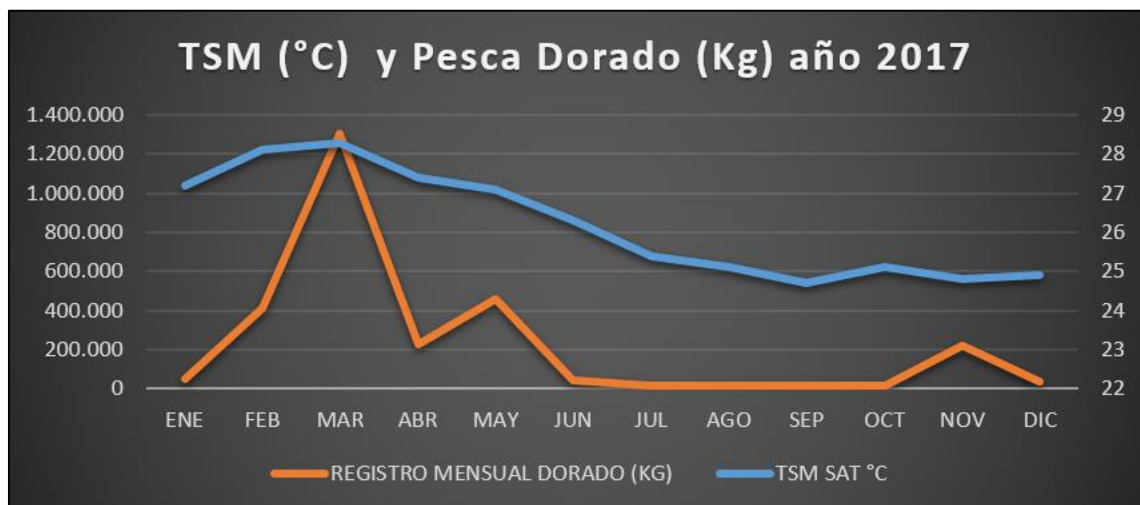
**Tabla 2.** Datos de desembarco según la Inspección de pesca de Esmeraldas.

	TSM SAT	DORADO KG (SUMATORIA MENSUAL)	PICUDO KG (SUMATORIA MENSUAL)
ENERO	27,2	52097,351	7667,979
FEBRERO	28,1	409754,962	9036,291
MARZO	28,3	1304869,627	5744,837
ABRIL	27,4	229049,358	33015,437
MAYO	27,1	459702,229	263757,015
JUNIO	26,3	46137,225	100257,275
JULIO	25,4	15581,351	104119,407
AGOSTO	25,1	18103,778	150411,683

SEPTIEMBRE	24,7	19138,876	132079,294
OCTUBRE	25,1	16313,449	30164,799
NOVIEMBRE	24,8	22379,7939	62243,759
DICIEMBRE	24,9	39200,562	22300,261
TOTAL		2632328,56	920798,037

**Fuente:** Inspectoría de pesca de Esmeraldas [Comunicación personal].10 de enero de 2019.

### Correlación entre datos de TSM y registros de pesca de dorado durante el año 2017



**Figura 23.** Comportamiento de TSM y captura del pez dorado (*Coryphaena hippurus*) del año 2017.

Durante el mes de marzo se consiguió la mayor cantidad de captura del pez dorado con 1300000 Kg y se puede observar que en el mismo mes la TSM alcanzó su mayor registro de 28,3 °C.

**Tabla 3.** Estadísticos descriptivos de los datos de dorado

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desviación estándar	N
KILOGRAMOS	236145.56	372078.297	12
°C	26.200	1.3565	12

**Tabla 4.** Correlación de Pearson de los datos de dorado

Correlación			
		KILOGRAMOS	°C
Correlación de Pearson	KILOGRAMOS	1.000	.688
	°C	.688	1.000
N	KILOGRAMOS	12	12
	°C	12	12

De acuerdo con los estadísticos descriptivos se observa que la TSM (°C) se encuentra alrededor de 26,2 °C con una desviación estándar de  $\pm 1,35$  °C y los datos de captura de pesca se encuentra alrededor de 236145,5 Kg con una desviación estándar de  $\pm 372078,2$  Kg. Y se comprobó si existe una correlación entre ambas variables mediante el coeficiente de correlación de Pearson (r) el cual da el valor de  $r=0,68$  por lo que se determina que existe una correlación significativa positiva entre ambos registros de las variables.

**Tabla 5.** Resumen del modelo de datos del pez dorado

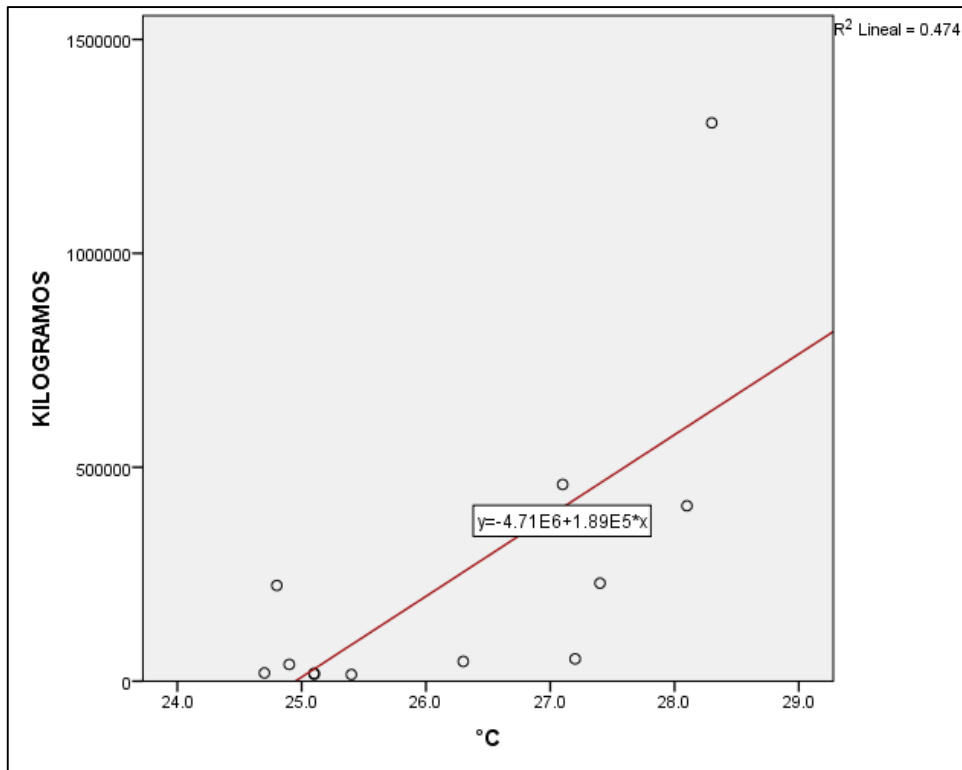
Resumen del modelo <sup>b</sup>				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	.688 <sup>a</sup>	.474	.421	283127.585
a. Predictores: (Constante), °C				
b. Variable dependiente: KILOGRAMOS				

El modelo estadístico que se utilizó es el modelo de regresión lineal, en el cual el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) muestra que  $R^2= 0,47$  lo que indica que el modelo es aceptable, sin embargo, no es tan cercano a la realidad.

**Tabla 6.** ANOVA de datos del pez dorado

ANOVA <sup>a</sup>						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	721252553538. 224	1	721252553538. 224	8.998	.013 <sup>b</sup>
	Residuo	801612296150. 878	10	80161229615.0 88		
	Total	1522864849689 .102	11			
a. Variable dependiente: KILOGRAMOS						
b. Predictores: (Constante), °C						

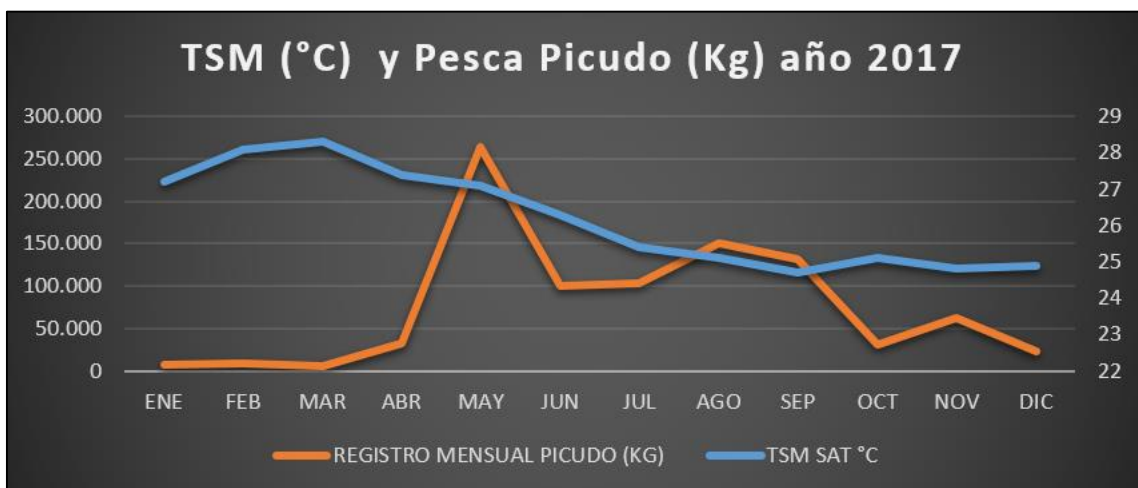
Se realizó la prueba de la ANOVA, en donde el estadístico de significación es de 0,013 lo cual indica que existe una correlación significativa entre ambas variables.



**Figura 24.** Diagrama de dispersión de TSM vs. pesca de dorado.

En este gráfico se observa que las variables tienen una relación fuerte, además se ratifica que existe una correlación positiva es decir que a mayor TSM mayor captura de pesca de dorado.

**Correlación entre datos de TSM y registros de pesca de picudo durante el año 2017**



**Figura 25.** Comportamiento TSM y captura del picudo (*Makaira nigricans*) del año 2017.

Durante el mes de mayo se consiguió la mayor cantidad de captura del pez picudo con 260000 Kg y se puede observar que en el mismo mes la TSM fue de 27,1 °C.

**Tabla 7.** Estadísticos descriptivos de los datos de picudo

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desviación estándar	N
KILOGRAMOS	76733.16975	77704.553650	12
°C	26.200	1.3565	12

**Tabla 8.** Correlación de Pearson de los datos de picudo

Correlación			
		KILOGRAMOS	°C
Correlación de Pearson	KILOGRAMOS	1.000	-.235
	°C	-.235	1.000
N	KILOGRAMOS	12	12
	°C	12	12

De acuerdo con los estadísticos descriptivos se observa que la TSM (°C) se encuentra alrededor de 26,2 °C con una desviación estándar de  $\pm 1,35$  °C y los datos de la captura de pesca se encuentran alrededor de 76733,1 Kg con una desviación estándar de  $\pm 77704,5$  Kg. Y la correlación es  $r = -0,23$  de lo que indico que no existe una correlación significativa entre las variables.

**Tabla 9.** Resumen del modelo de datos del pez picudo

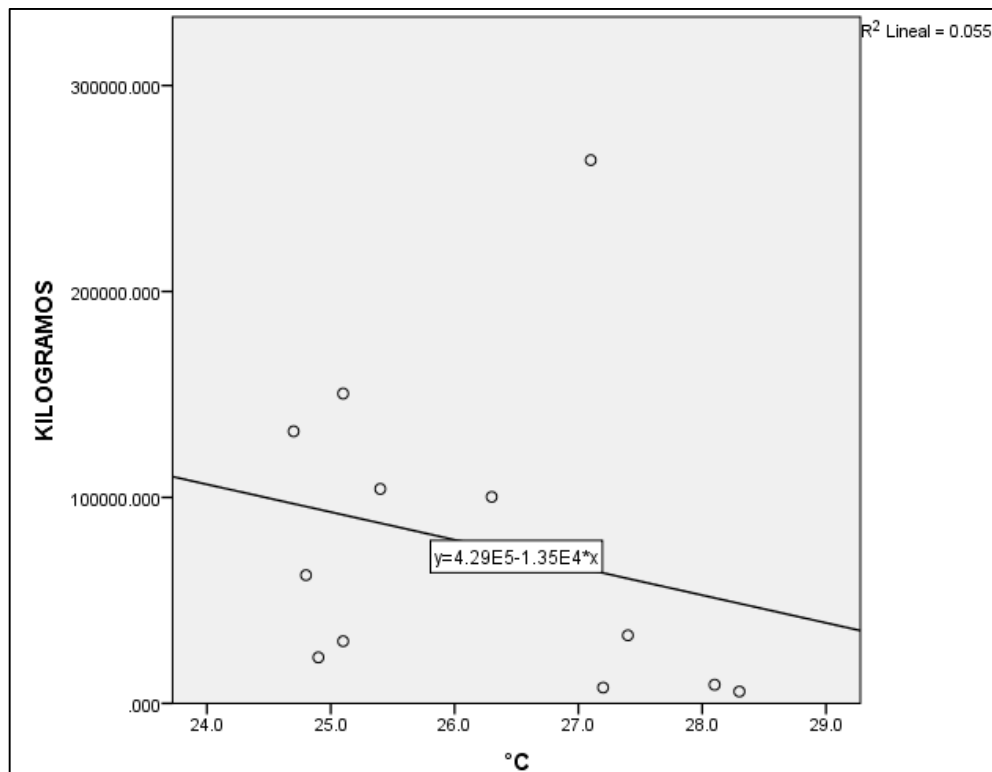
Resumen del modelo <sup>b</sup>				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	.235 <sup>a</sup>	.055	-.039	79218.571358
a. Predictores: (Constante), °C				
b. Variable dependiente: KILOGRAMOS				

El modelo de regresión lineal indica como resultado que  $R^2 = 0,55$  lo que muestra que el modelo es aceptable, sin embargo, no es tan cercano a la realidad.

**Tabla 10.** ANOVA de datos del pez picudo

ANOVA <sup>a</sup>						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	3662153757.767	1	3662153757.767	.584	.463 <sup>b</sup>
	Residuo	62755820479.511	10	6275582047.951		
	Total	66417974237.278	11			
a. Variable dependiente: KILOGRAMOS						
b. Predictores: (Constante), °C						

La prueba de la ANOVA muestra que el estadístico de significación es de 0,463 lo cual indica que no existe una correlación significativa entre las variables.

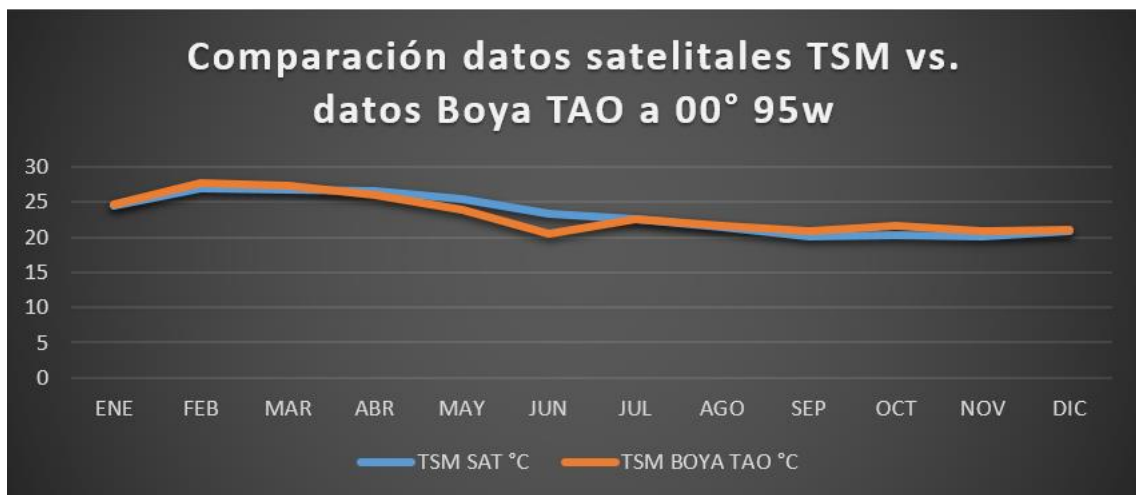


**Figura 26.** Diagrama de dispersión de TSM vs. pesca de picudo.

En la figura 26 se observa que la relación lineal entre las variables es baja, además que existe una relación negativa es decir que a mayor TSM la captura de pesca de picudo disminuye.

### **Relación entre TSM y datos de boya TAO de la NOAA**

Para fines de validación de los datos de TSM con una serie de tiempo consistente y permanente, se han considerado los datos de la boya TAO en posición 00° 95°W, teniendo los siguientes resultados.



**Figura 27.** Comportamiento de la TSM de los datos de satélite y de la boya TAO.

La figura 27 representa que el comportamiento de la TSM satelital y la boya TAO es similar, con esta validación de datos se garantiza que los datos de satélites tienen una coherencia con los datos de TSM en situ (Boya) y pueden ser utilizados para evaluar el comportamiento de la temperatura del agua de mar.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

En este estudio se utilizaron datos de la TSM del sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) perteneciente al satélite Aqua y Terra, a diferencia del estudio realizado por Yáñez et al. (20) en el cual utilizaron registros de la TSM del sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) el cual corresponde al satélite NOAA; los estudios comparativos entre ambos sensores demuestran que los resultados de TSM son parecidos y además estos satélites son un instrumento que se puede considerar importante para la obtención de datos satelitales. (35)

En el ciclo estacional los meses que registraron más alta la TSM fueron desde marzo hasta mayo y los registros de TSM más bajos se alcanzaron durante los meses de septiembre a noviembre, esto se puede deber a que la costa norte frente a Esmeraldas posee diferentes estaciones durante todo el año. En el año en la época que se obtiene mayor TSM se da durante los meses de enero a abril (época lluviosa) y en la época del año que obtiene menor TSM es durante los meses de agosto a octubre (época seca). (36)

De acuerdo con este estudio la TSM frente a Esmeraldas durante el período 2005 al 2017 aumenta aproximadamente de 26,1 °C a 26,7 °C lo cual aumenta 0,6 °C para los años de estudio, es probable que el aumento de la TSM repercute sobre la productividad pesquera según la FAO (37) se puede producir cambios en la proporción de sexos,

modificación de los períodos migratorios, variación de la fecha de desove y alteración de los períodos de abundancia máxima representado una amenaza para la productividad de las pesquerías. Además, se espera que por causa del cambio de temperatura la mayor parte de las especies se desplacen hacia los polos, que se expandan las zonas de distribución de las especies de aguas cálidas y se reduzca el de las aguas más frías. Las especies que se localicen en los puntos polares extremos de sus zonas de distribución tienden a aumentar en abundancia a medida incrementan las temperaturas, mientras que las especies que se encuentran en las partes más próximas al Ecuador de sus zonas de distribución tienen a disminuir en abundancia acorde a que las temperaturas suben. (37)

Según el informe sobre extensiones aparentes del hábitat del *coryphaena hippurus* por Norton (38) aporta que los cambios en el entorno físico pueden facilitar los procesos de expansión del hábitat y también se causarán zonas de disminución de la abundancia del pez dorado debido a que se espera que algunos océanos se enfríen, pero la distribución del dorado puede extenderse a más del 40% si continúan las tendencias de calentamiento.

Además, en este trabajo según el comportamiento de la TSM frente a la costa de Esmeraldas de acuerdo con los resultados la temperatura oscila entre 25 °C y 28 °C.

De la Cuadra realizó un estudio sobre la variabilidad estacional e interanual en tres zonas del Ecuador en Esmeraldas, Punta Galera y Puerto López mediante el uso de datos de estaciones ubicadas a 10 millas costa afuera lo que permite observar los cambios del océano; en donde se consiguió como resultado que para el año 2008 frente al perfil costero de Esmeraldas registro temperatura en la superficie del mar que oscilan entre 26,1°C y 27,6°; lo que seguramente quiere decir que la diferencia de gradientes de un resultado con el otro se puede deber a que en esta investigación se trabajó con datos de 12 años. (39)

En este trabajo de investigación también se estudió la variación de la temperatura en los últimos años frente al perfil costero del Ecuador el cual indico que para el año 2016 la TSM más alta fue registrada en el mes de enero con 27,6 °C y el mes con menor registro fue en agosto con 24,5 °C y para el año 2017 se empezó el año con temperaturas de 27,3 °C hasta alcanzar una temperatura en los últimos meses del año de 24,8 °C; y en la publicación realiza por De la Cuadra (40) en el año 2004 en donde estudia la relación de temperatura con el comportamiento de la captura de especies pelágicos pequeños, el

cual manifiesta que frente a Ecuador la TSM fue máxima en el mes de marzo con 25,9 °C y mínimos en el mes de agosto con 19,6 °C; en general se puede concluir que las aguas oceánicas frente a Ecuador empiezan durante el año con registros de TSM elevados, correspondientes a masas de aguas cálidas y a mediados del año existe un período de transición, para que en el tercer trimestre de un año típico exista un descenso de la TSM con la presencia de masas de aguas frías.

Uno de los parámetros oceanográficos que es considerado como más importante para la vida de las especies marinas es la TSM y es de fácil observación; por lo cual es muy frecuente encontrarlo en la bibliografía científica, estudios que se enfocan en las asociaciones del recurso hidrobiológico y la temperatura en la que estos crecen y habitan. Asimismo, cada especie cuenta con niveles óptimos de tolerancia y temperatura. Además, los cambios de temperatura pueden perturbar las actividades normales de los peces y afectar los procesos metabólicos. En consecuencia, el crecimiento y alimentación son perjudicados por la temperatura del medio en donde estos viven. (40)

En la costa ecuatoriana, la disponibilidad del recurso pesquero es influenciada por las variaciones térmicas de períodos temporales que ocurren en el océano, las cuales se encuentran asociadas a las corrientes frías y corrientes cálidas del ciclo ENOS.

Un resultado importante de esta investigación fue que en el mes de marzo la TSM alcanzó su más alto registro de 28,3 °C y en el mismo mes se logró la mayor cantidad de captura del pez dorado (*Coryphaena hippurus*), según una investigación en Ecuador en el 2010 por Herrera et al. (41) en el mes de marzo frente a Esmeraldas y Manabí se registraron con mayor peso promedio y talla al recurso dorado (*Coryphaena hippurus*) con una temperatura superficial promedio de 27 °C, además el estudio de Farrella et al. (42) el pez dorado es sensible a las condiciones físicas y ambientales, y las mayores tasas de captura se vincularon con TSM elevadas, pero las tasas de captura disminuyeron cuando la TSM es >27 °C. Con esto se puede corroborar que el pez dorado habita en aguas costeras asociadas a períodos cálidos (28 °C y 30°C), lo que lleva a indicar que la migración de esta especie se encuentra relacionada con la TSM y por lo tanto son afectados por la corriente de Humboldt y El Niño los cuales se presenta en el Océano Pacífico. (43)

Además, mediante la correlación de Pearson se determinó que existe una correlación significativa entre la TSM y los registros de pesca del dorado. Sin embargo, coeficiente de determinación muestra el modelo no es tan cercano a la realidad debido a que existen otras variables a parte de TSM que afectan a la captura de pesca tales como físicas; biológicas, etc.

En este estudio se realizó una correlación entre dos variables la TSM y captura de pesca la cual dio como resultado que el picudo (*Makaira nigricans*) alcanzo sus mayores registros de captura a una temperatura de 27,1 °C; En la Boca del Golfo de California México se realizó una investigación en el 2012 sobre la variabilidad de las de captura de la especie *Makaira nigricans* y la correlación con diversas variables oceanográficas entre las cuales se encuentra la temperatura superficial del agua de mar, en la cual se encontró que el *Makaira nigricans* muestra una clara particularidad de habitar en aguas marinas con temperatura entre 26 °C a 30 °C; por lo que se puede estos resultados se puede coincidir que esta especie de picudo habita generalmente en agua con temperaturas superficiales mayores a 25 °C. (44)

Además, mediante la correlación de Pearson se determinó que existe no existe correlación significativa entre la TSM y los registros de pesca del picudo y se puede deducir que quizás no hay la cantidad de datos suficiente que representen una relación adecuada entre las variables.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES**

De acuerdo al ciclo estacional de la variación de la TSM los resultados registran que durante los meses de marzo hasta mayo se alcanzó los valores más altos de TSM los cuales oscilan entre 27 °C a 29 °C y para los meses de septiembre a noviembre la TSM alcanza los valores más bajos los cuales oscilan 25 °C a 27 °C frente a la costa de Esmeraldas, por lo cual se puede concluir que la TSM obtiene elevadas temperaturas a partir los primeros meses del año y termina con temperaturas más bajas durante los últimos meses del año.

De acuerdo al comportamiento mensual de la TSM durante los años de estudio frente a la costa de Esmeraldas el mes que registra temperaturas más altas es en abril con temperaturas promedio que oscilan entre 28 °C a 29 °C y el mes que registra menor temperatura es noviembre con temperaturas que oscilan entre 25 °C a 26 °C, esto se debe a que en Esmeraldas la estación que se alcanza mayor temperatura es durante los

meses de enero a abril y la estación que alcanza menor TSM es durante los meses de agosto a octubre.

Durante el año 2016 los más altos y más bajos registros de temperatura fueron en el mes de enero con una TSM promedio de 27,6 °C y el mes de agosto de 24,5 °C; y para el año 2017 en el primer mes del año la TSM promedio fue de 27,3 °C hasta que esta fue bajando hasta alcanzar una temperatura de 24,8 °C; por lo que se puede deducir que durante los primeros meses del año las aguas son cálidas y en los últimos meses pasan a ser frías.

En cuanto al comportamiento de la TSM frente a la costa de Esmeraldas de acuerdo con los resultados la temperatura aumento según los datos satelitales aproximadamente 0,6 °C desde el año 2005 al 2017. Este cambio de temperatura posiblemente podría resultar en una disminución en la abundancia de la productividad pesquera.

Los resultados demuestran que existe una correlación significativa entre la temperatura superficial del mar y la captura del pez dorado (*Coryphaena hippurus*), mientras que entre la temperatura y la captura del pez picudo (*Makaira nigricans*) no mostro una correlación significativa entre las variables, por lo que se puede deducir que aparte de la TSM existen otras variables físicas, químicas y biológicas que afectan la abundancia de la captura de pesca en el agua de mar.

El uso de datos satelitales de TSM puede desempeñar un papel gran importancia, especialmente en la operación de embarcaciones, especialmente del tipo de embarcación analizada en este estudio como las lanchas artesanales. Esta podría ser una alternativa para mejorar estrategias de la pesca y, por consiguiente, optimizar las actividades pesqueras de estas embarcaciones con poco desarrollo tecnológico.

El empleo de datos satélites puede ser útil para optimizar la eficiencia de la pesca de este tipo de recursos en el sector pesquero artesanal. En resultado, con estos datos se puede determinar la temperatura superficial del mar en las zonas costeras, en donde las embarcaciones en el área de estudio desarrollan sus actividades.

## **CAPITULO VI: RECOMENDACIONES**

Debido a los inconvenientes presentados para desarrollar esta tesis se recomienda que exista una base de datos pública sobre la captura de pesca que faciliten la realización de investigaciones que tenga relación con las actividades pesqueras.

Tomar esta investigación como punto de partida para continuar estudiando el comportamiento de la temperatura superficial del mar utilizando las herramientas tecnológicas como lo son el uso de datos satelitales, los cuales tienen una cobertura espacial y temporal con un alto grado de certeza, además relacionar la TSM con la captura de pesca para conocer cómo se interactúan dichas variables.

El presente trabajo sea tomado como referencia para futuras investigaciones orientadas a fortalecer y profundizar trabajos investigativos necesarios para el desarrollo nacional.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. FAO. Estructura de la actividad pesquera y acuícola. [Internet].; 2003 [citado 2017 octubre 26]. Disponible en: <http://www.fao.org/fi/oldsite/FCP/es/ecu/profile.htm>.
2. Palacios Celin O. Análisis de la variabilidad interanual en el Océano Pacífico ecuatorial oriental utilizando un sistema regional de modelado oceánico de alta resolución. [Internet].; 2016 [citado 2017 octubre 26]. Disponible en: <http://oaktrust.library.tamu.edu/handle/1969.1/157083>.
3. Rojas Acuña J, Eche Llenque C. La temperatura de la superficie del mar peruano a partir de las imágenes AVHRR / NOAA (2000 - 2003). [Internet].; 2006 [citado 2017 octubre 27]. Disponible en: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/fisica/article/viewFile/8611/7455>.
4. Leante Darricau D, García Marugán L. Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador. [Internet].; 2012 [citado 2017 octubre 25]. Disponible en: [http://oa.upm.es/14340/1/PFC\\_Daniel\\_Leante\\_Darricau.pdf](http://oa.upm.es/14340/1/PFC_Daniel_Leante_Darricau.pdf).
5. El Universo. El agua fría del mar aleja a más de seis especies de peces. [Internet].; 2011 [citado 2017 octubre 25]. Disponible en: <http://www.eluniverso.com/2011/12/09/1/1447/agua-fria-mar-aleja-mas-seis-especies-peces.html>.
6. INOCAR. Inocar realizó monitoreo de condiciones del mar. [Internet].; 2018 [citado 2019 Mayo 14]. Disponible en: <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/noticias/1019-inocar-realizo-monitoreo-de-condiciones-del-mar>.
7. Bonilla M. El Niño atrae a 8 especies que favorecerán la pesca. [Internet].; 2015 [citado 2017 octubre 21]. Disponible en: <http://www.elcomercio.com/actualidad/fenomeno-nino-especies-pesca-ecuador.html>.

8. Palma N. El océano Pacífico, clave en la economía del país. [Internet].; 2013 [citado 2017 octubre 21]. Disponible en: <http://www.eluniverso.com/noticias/2013/09/25/nota/1492981/oceano-pacifico-clave-economia-pais>.
9. FAO. Pesca, acuicultura, océanos y mares. [Internet].; 2015 [citado 2017 octubre 27]. Disponible en: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/fisheries-aquaculture-and-oceans/es/>.
10. Quereda Sala J, Ruescas Orient A, Montón Chiva E, Escrig Barberá J. La teledetección de la temperatura superficial del mar: una validación de algoritmos en las aguas litorales del mediterráneo español. [Internet].; 2006 [citado 2017 octubre 03]. Disponible en: <http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/31320/125-146.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
11. Candela E, Mendiguren G, Martín M, Acevedo M, Bosch M, Fuentes V, et al. Validación local de la temperatura superficial del mar del sensor MODIS en aguas someras del Mediterráneo occidental. [Internet].; 2014 [citado 2017 diciembre 17]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/262873624\\_Validacion\\_local\\_de\\_la\\_temperatura\\_superficial\\_del\\_mar\\_del\\_sensor\\_MODIS\\_en\\_aguas\\_someras\\_del\\_Mediterraneo\\_occidental](https://www.researchgate.net/publication/262873624_Validacion_local_de_la_temperatura_superficial_del_mar_del_sensor_MODIS_en_aguas_someras_del_Mediterraneo_occidental).
12. Instituto Espacial Ecuatoriano. Sensor MODIS. [Internet].; 2016 [citado 2017 noviembre 5]. Disponible en: <http://www.institutoespacial.gob.ec/sensor-modis/>.
13. Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador. De la costa continental e insular del Ecuador. [Internet].; 2005 [citado 2017 octubre 02]. Disponible en: [http://www.inocar.mil.ec/boletin/ALN/Derrotero\\_2005.pdf](http://www.inocar.mil.ec/boletin/ALN/Derrotero_2005.pdf).
14. Bonilla M. Pesca del pez dorado mueve la economía del sector pesquero en Esmeraldas. [Internet].; 2015 [citado 2017 octubre 21]. Disponible en: <http://www.elcomercio.com/actualidad/pesca-pezdorado-economia-esmeraldas.html>.
15. La Hora. Pescadores tras picudo de altura. [Internet].; 2007 [citado 2019 abril 30]. Disponible en: <https://lahora.com.ec/noticia/577332/pescadores-tras-picudo-de-altura>.
16. El Universo. Picudo se negocia hasta a \$ 7 la libra en puertos por incidencia de clima. [Internet].; 2012 [citado 2019 abril 30]. Disponible en: <https://www.eluniverso.com/2012/02/29/1/1447/picudo-negocia-hasta-7-libra-puertos-incidencia-clima.html>.
17. Eleuterio YR, Antonio GC, Angela. BBM. 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. [Internet].; 1995 [citado 2017 octubre 31]. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-71781995002300008](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-71781995002300008).
18. Yáñez E, Silva C, Barbieri M, Nieto K. Pesquería artesanal de pez espada y temperatura superficial del mar registrada con satélites NOAA en Chile central. [Internet].; 1996 [citado 2017 diciembre 16]. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-71781996002400011](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-71781996002400011).
  19. Duthit R, Kampel M, Buss R, Cobas S. Variabilidad de la temperatura superficial del mar obtenida a partir de imágenes AVHRR y su relación con las pesquerías de langosta (*Panulirus Argus*) en las aguas Cubanas 1997-2004. [Internet].; 2006 [citado 2017 diciembre 16]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/928/92810104/>.
  20. Yáñez E, Catasti V, Barbieri M, Böhm G. Relationships between the small pelagic resources distribution and the sea surface temperatures recorded by NOAA satellites from Chile central zone. [Internet].; 1996 [citado 2017 diciembre 16]. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-71781996002400009&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-71781996002400009&script=sci_arttext&tlng=en).
  21. James W. Satellite Imagery for Complete Dummies. [Internet].; 2014 [citado 2019 abril 30]. Disponible en: [http://www.fishtrack.com/features/how-to-use-sea-surface-temperature-charts-to-find-fish\\_106832](http://www.fishtrack.com/features/how-to-use-sea-surface-temperature-charts-to-find-fish_106832).
  22. Muglia M. How to get the most out of FishTrack's SST Charts. [Internet]. [citado 2019 abril 30]. Disponible en: [http://www.fishtrack.com/blog/how-to-get-the-most-out-of-fishtracks-sst-charts\\_106746](http://www.fishtrack.com/blog/how-to-get-the-most-out-of-fishtracks-sst-charts_106746).
  23. Ley de pesca y desarrollo pesquero. [Internet].; 2005 [citado 2017 noviembre 6]. Disponible en: [http://oa.upm.es/14340/2/Documentacion/1\\_Memoria/Ley\\_de\\_Pesca\\_y\\_Reglament\\_o/ley%20de%20pesca%20y%20desarrollo%20pesquero.pdf](http://oa.upm.es/14340/2/Documentacion/1_Memoria/Ley_de_Pesca_y_Reglament_o/ley%20de%20pesca%20y%20desarrollo%20pesquero.pdf).
  24. Reglamento a la ley de pesca y desarrollo pesquero. [Internet].; 2016 [citado 2017 noviembre 5]. Disponible en: <http://www.acuaculturaypesca.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/Reglamento-a-la-Ley-de-Pesca-2016.pdf>.
  25. Ministerio de Acuacultura y Pesca. Acuerdo Ministerial N° 070 (veda del recurso dorado). [Internet].; 2011 [citado 2018 noviembre 19]. Disponible en: <http://www.acuaculturaypesca.gob.ec/subpesca1610-acuerdo-070-veda-total-del-recurso-dorado.html>.
  26. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. Estándares de información geográfica. [Internet].; 2013 [citado 2017 noviembre 8]. Disponible en:

- [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/PORTAL/CONAGE/T/14\\_estandares\\_de\\_informacion\\_geografica.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/PORTAL/CONAGE/T/14_estandares_de_informacion_geografica.pdf).
27. Fundación MarViva. Convenios Internacionales y Ambiente: Recomendaciones para una mejor aplicación de los convenios seleccionados en los países de la iniciativa del Corredor del Pacífico Este Tropical. [Internet].; 2009 [citado 2017 noviembre 9]. Disponible en: [http://marviva.net/sites/default/files/documentos/recomendaciones\\_convenios\\_y\\_cmar.pdf](http://marviva.net/sites/default/files/documentos/recomendaciones_convenios_y_cmar.pdf).
  28. Leon Aristizabal G, Zea Mazo J, Eslava Ramírez J. Circulación general del trópico y la zona de confluencia intertropical en Colombia. [Internet].; 2000 [citado 2017 diciembre 15]. Disponible en: [http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/content/geociencias/revista\\_meteorologia\\_colombiana/numero01/01\\_05.pdf](http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/content/geociencias/revista_meteorologia_colombiana/numero01/01_05.pdf).
  29. Okuda T, De Suescum T, Valencia M, Rodriguez A. Variación estacional de la posición del frente ecuatorial y su efecto sobre la fertilidad de las aguas superficiales ecuatorianas. [Internet].; 1983 [citado 2017 diciembre 15]. Disponible en: [https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas\\_oceanograficas/acta2\\_1/OCE201\\_4.pdf](https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta2_1/OCE201_4.pdf).
  30. Alburqueque Salazar E, Rojas Acuña J, Eche Llenque J. Estimación de la Temperatura Superficial del Mar Peruano usando Imágenes AVHRR y MODIS en el infrarrojo térmico. [Internet].; 2008 [citado 2017 diciembre 16]. Disponible en: [http://labtel.fisica.unmsm.edu.pe/docs/Articulo%20%20-%20Temperatura%20del%20mar%20con%20MODIS\\_LABTEL\\_140810%20-%20RIF2010.pdf](http://labtel.fisica.unmsm.edu.pe/docs/Articulo%20%20-%20Temperatura%20del%20mar%20con%20MODIS_LABTEL_140810%20-%20RIF2010.pdf).
  31. Carollo C. Regresión lineal simple. [Internet].; 2012 [citado 2018 diciembre 4]. Disponible en: [http://eio.usc.es/eipc1/BASE/BASEMASTER/FORMULARIOS-PHP-DPTO/MATERIALES/Mat\\_50140116\\_Regr\\_%20simple\\_2011\\_12.pdf](http://eio.usc.es/eipc1/BASE/BASEMASTER/FORMULARIOS-PHP-DPTO/MATERIALES/Mat_50140116_Regr_%20simple_2011_12.pdf).
  32. Laguna C. Correlación y regresión lineal. [Internet].; 2014 [citado 2018 diciembre 9]. Disponible en: <http://www.ics-aragon.com/cursos/salud-publica/2014/pdf/M2T04.pdf>.
  33. Martínez Rodríguez E. Errores frecuentes en la interpretación del coeficiente de determinación lineal. [Internet].; 2005 [citado 2019 enero 20]. Disponible en: [https://www.rcumariacristina.com/wp-content/uploads/2010/12/11-Elena-Martinez\\_1.pdf](https://www.rcumariacristina.com/wp-content/uploads/2010/12/11-Elena-Martinez_1.pdf).
  34. Cardenas J. Qué es ANOVA de un factor y cómo analizarla. [Internet].; 2015 [citado 2018 diciembre 10]. Disponible en: <http://networkianos.com/anova-de-un->

factor-que-es-como-analizar/.

35. Allega L, Cozzolino E, Pisoni J, Piccolo M. Comparación de los productos de TSM L3 generados a partir de los sensores AVHRR y MODIS frente al Golfo San Jorge, Argentina. [Internet].; 2017 [citado 2019 enero 05]. Disponible en: [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/39532/CONICET\\_Digital\\_Nro.bf5547a5-ca34-487d-a679-3ffae041c350\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/39532/CONICET_Digital_Nro.bf5547a5-ca34-487d-a679-3ffae041c350_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y).
36. Spark W. El clima promedio en Esmeraldas. [Internet].; 2017 [citado 2019 enero 06]. Disponible en: <https://es.weatherspark.com/y/19369/Clima-promedio-en-Esmeraldas-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>.
37. Daw T, Adger W, Brown K, Badjeck M. El cambio climático y la pesca de captura: repercusiones potenciales, adaptación y mitigación. [Internet].; 2009 [citado 2019 mayo 15]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i0994s/i0994s02.pdf>.
38. Jerrold N. Apparent habitat extensions of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in response to climate transients in the California Current. [Internet].; 1999 [citado 2019 mayo 15]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/279561184\\_Apparent\\_habitat\\_extensions\\_of\\_dolphinfish\\_Coryphaena\\_hippurus\\_in\\_response\\_to\\_climate\\_transients\\_in\\_the\\_California\\_Current](https://www.researchgate.net/publication/279561184_Apparent_habitat_extensions_of_dolphinfish_Coryphaena_hippurus_in_response_to_climate_transients_in_the_California_Current).
39. De la Cuadra. VARIABILIDAD ESTACIONAL E INTERANUAL EN ESTACIONES A 10 MILLAS DE LA COSTA EN EL PERIODO 2004-2008. [Internet].; 2009 [citado 2019 marzo 29]. Disponible en: [https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/4785/Doc%201.%20INF2008\\_Variabilidad\\_final\\_f%C3%ADsica2009\\_.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/4785/Doc%201.%20INF2008_Variabilidad_final_f%C3%ADsica2009_.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
40. De la Cuadra T. Comportamiento de las capturas de peces pelágicos pequeños en relación con la temperatura durante el 2004. [Internet].; 2010 [citado 2019 marzo 29]. Disponible en: <https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/4801/1-8.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
41. Herrera M, Coello D, Peralta M, Elías E, Cajas J, Castro R, et al. Pesca exploratoria del recurso dorado (*Coryphaena hippurus*) frente a la costa ecuatoriana durante marzo de 2010. [Internet].; 2010 [citado 2019 marzo 30]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/311106144\\_Pesca\\_Exploratoria\\_del\\_recurso\\_dorado\\_Coryphaena\\_hippurus\\_frente\\_a\\_la\\_costa\\_ecuatoriana\\_durante\\_marzo\\_de\\_2010](https://www.researchgate.net/publication/311106144_Pesca_Exploratoria_del_recurso_dorado_Coryphaena_hippurus_frente_a_la_costa_ecuatoriana_durante_marzo_de_2010).
42. Edward F, Andre B, Patrick H, Donald H. Dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) distribution in relation to biophysical ocean conditions in the northwest Atlantic. [Internet].; 2014 [citado 2019 mayo 15]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165783613002920>.

43. Zúñiga M. VARIACION ESTACIONAL E INTERANUAL DE LAS TASAS DE CAPTURA DE DORADO (*Coryphaena hippurus*), EN CABO SAN LUCAS B.C.S. MÉXICO. [Internet].; 2004 [citado 2019 marzo 30]. Disponible en: <http://www.biblioteca.cicimar.ipn.mx/oacis/Medios/tesis/zunigaf1.pdf>.
44. Marín E. Variabilidad de las tasas de captura de marlín azul *Makaira nigricans* (Lacepède, 1802) en la entrada del Golfo de California y su relación con algunas variables oceanográficas. [Internet].; 2012 [citado 2019 marzo 30]. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/18201/1/marinen1.pdf>.
45. Instituto Oceanográfico de la Armada. Temperatura superficial del mar. [Internet]. [citado 2017 octubre 29]. Disponible en: <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/productos/temperatura-superficial-del-mar>.
46. Pizarro O, Hormazabal S, Gonzalez A, Yañez E. Variabilidad del viento, nivel del mar y temperatura en la costa norte de Chile. [Internet].; 1994 [citado 2018 noviembre 18]. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-71781994002200007&script=sci\\_arttext&tlng=pt#f10](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-71781994002200007&script=sci_arttext&tlng=pt#f10).
47. Instituto Nacional de Pesca. Se atiende solicitud de PUCE (Información de datos de desembarco de Dorado para tema de tesis (INP 0582).; 2018 [citado 2018 noviembre 16]. Disponible en: <https://outlook.live.com/mail/inbox/id/AQMkADAwATY3ZmYAZS05ZDcwLTJlZGUtMDACLTAwCgBGAAAD8S%2FBuIivY6DPJPr73lXPwcAYAx7%2FwLf0u1%2FHnfUNTGnwAAAEMAAAAYAx7%2FwLf0u1%2FHnfUNTGnwAB6UrGWAAAAA%3D%3D>.