



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR**  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA Y TURISMO

TESIS DE DOCTORADO EN GEOGRAFÍA

VARIACIONES DE LA TEMPERATURA DEL MAR Y SUS  
EFECTOS EN LAS PESQUERÍAS EN UN ÁREA DE  
INTERÉS ESTRATÉGICO DEL MAR ARGENTINO

**Lucrecia Allega**

Directora: Dra. María Cintia Piccolo

Director Adjunto: Dr. Carlos Ángel Lasta

BAHÍA BLANCA

ARGENTINA

2021

## **PREFACIO**

Esta Tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Doctor en Geografía, de la Universidad Nacional del Sur (UNS) y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el ámbito del Programa de Sensoramiento Remoto (SERE) del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), durante el período comprendido entre el 16 de diciembre de 2014 y el 20 de octubre de 2021, bajo la dirección de la Dra. María Cintia Piccolo (CONICERT/UNS) y la co-dirección del Dr. Carlos A. Lasta (INIDEP).

**Lic. Lucrecia Allega**

Programa de Sensoramiento Remoto

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata

Departamento de Geografía y Turismo

Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca

## **AGRADECIMIENTO**

La siguiente tesis constituye la materialización de un proceso de investigación académica, en la cual, una gran variedad de personas ha contribuido con su conocimiento, experiencia y apoyo emocional. Es por ello que quiero expresar mi inmenso agradecimiento a:

La Dra. Cintia Piccolo, por aceptar ser mi directora. Sin su tenacidad este trabajo hubiera llevado más tiempo. Sus consejos fueron siempre útiles para alcanzar lo que hoy hemos logrado. A mi co-director el Dr. Carlos Lasta por haber confiado y abrirme las puertas del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) para iniciar este camino y al Lic. Raúl Reta por darme la posibilidad de continuar.

Al INIDEP por haber financiado mi doctorado, por brindarme un lugar de trabajo y permitirme utilizar sus instalaciones y recursos, necesarios para la concreción de la presente tesis.

Al Dr. Juan Pablo Pisoni, por su compromiso, paciencia y compartir su conocimiento de manera profesional.

A mis compañeros de oficina: el Ing. Ezequiel Cozzolino, por todo el tiempo destinado en desarrollar y mejorar las rutinas informáticas que permitieron alcanzar los resultados de esta tesis. A la Dra. Eleonora Verón, por haber confiado e invitarme a formar parte de este equipo de trabajo. A la Dra. Martina Camiolo, por sus correcciones y aportes. Estoy inmensamente agradecida por su apoyo y constancia. Fueron la tracción necesaria para poder concluir este trabajo.

Agradezco también, al Dr. Agustín Maenza y al Lic. Saúl Segovia del INIDEP y al Dr. Gerardo Perillo, del Instituto Argentino de Oceanografía (IADO) y de la Universidad Nacional del Sur, por haber aportado sus conocimientos y técnicas de trabajo.

A Gustavo Puljak Martinez y Laura Prosdocimi de la Subsecretaria de Pesca y Acuicultura de la Nación por facilitarme el acceso a los datos.

A la Dra. Andrea Huamantincó, de la Universidad Nacional del Sur por ser mi sostén y compañía durante los viajes a Bahía Blanca.

A mi compañero de viaje, Carlos Brelles. Por estar siempre a la altura de las circunstancias.

## RESUMEN

El objetivo general del presente trabajo de investigación fue analizar la variabilidad de la temperatura satelital superficial del mar (TSM) y su efecto en las principales pesquerías que operan sobre un sector de la Plataforma Continental Argentina, que abarca desde el Golfo San Jorge (GSJ) hasta el Talud Continental (TC) adyacente. Esta zona es estratégica dentro del Proyecto Nacional Pampa Azul por su importancia socio-ambiental. Para abordar dicho objetivo se elaboró, por primera vez, una matriz de puntos equidistante que permitió ensamblar productos satelitales derivados de los sensores NOAA/AVHRR y Aqua-MODIS. Esta matriz de puntos permitió compararlos (período de solapamiento 2003-2006) y analizar la factibilidad de utilizar una combinación de ambos productos para construir series de tiempo más extensas y confiables. El estudio comparativo de la TSM demostró un alto grado de correlación entre ambos sensores, evidenciando que los productos satelitales son similares entre sí y que pueden ser utilizados de manera conjunta.

A partir de los resultados obtenidos se construyó una serie satelital de 35 años de información radiométrica de la TSM proveniente de los sensores NOAA/AVHRR y Aqua-MODIS, la cual permitió realizar un análisis de la variabilidad de este parámetro y sus correspondientes anomalías. Además, se analizaron sus fluctuaciones con el fin de identificar tendencias de cambio térmico en el área de estudio. Para ello, y dadas las características batimétricas y oceanográficas diversas que actúan sobre el área de estudio, se dividió al mismo en tres sectores: Zona 1: Golfo San Jorge; Zona 2: Plataforma Continental (PC) y Zona 3: Talud continental. La señal de la TSM evidenció en todo el sector una variabilidad significativa intra-estacional, anual e interanual (28 meses). Sin embargo, se identificaron señales con diferentes rangos de periodicidad dependiendo de la Zona (1, 2 o 3) estudiada.

Posteriormente, se examinó la variabilidad de la anomalía de la TSM (ATSM) y sus posibles conexiones con los siguientes índices climáticos: Modo Anular del Sur (SAM), Índice de la Oscilación del Sur (SOI) y Índice Niño Oceánico (ONI). El análisis permitió establecer que las variaciones atmosféricas

remotas influyen en la ATSM local. Si bien se ratifica el efecto del SAM sobre el área, se destacó el efecto del ONI-SOI durante las últimas décadas.

El vínculo entre las variaciones de la TSM y las capturas del Abadejo (*Genypterus blacodes*), Calamar argentino (*Illex argentinus*), Langostino (*Pleoticus muelleri*) y Merluza común (*Merluccius hubbsii*) en combinación con las presiones de origen antrópico (valor de la especie en el mercado y el valor del combustible) permitió determinar que la variación de las capturas de ciertas especies como el Abadejo y el Calamar argentino están relacionadas de manera significativa con la variación de la TSM. El análisis demostró que los registros de las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) del Abadejo se asociaron a meses en que la TSM estuvo por encima de valor promedio. Para el Calamar argentino, el aumento de la CPUE fue posterior a los registros de ATSM positivos. En cambio, para el caso del Langostino y la Merluza, los resultados permitieron determinar que los valores de CPUE no mostraron relación con la variación de la temperatura superficial del mar. Asimismo, permitió entender que los forzantes antrópicos ejercen presión sobre el aumento de las capturas ya que en las cuatro pesquerías se observó una correlación significativa entre el valor de la especie y el valor del combustible. Para la pesquería del Abadejo, el Calamar y la Merluza esta relación fue positiva, indicado que los precios de estas especies han ido aumentando a lo largo del período analizado, reflejando un equilibrio entre el costo y el beneficio. En cambio, para el Langostino esta correlación fue negativa, evidenciando un comportamiento inverso en la relación costo-beneficio de dicha pesquería. Los resultados obtenidos permitieron determinar el grado de complejidad que conlleva entender las relaciones atmósfera-océano-sociedad, sino que también sentó las bases para comprender que los factores que influyen en una determinada pesquería no necesariamente se aplican a otras.

## **ABSTRACT**

The purpose of the present research work was to analyze the variability of satellite sea surface temperature (SST) and its effect on the main fisheries operating on a sector of the Argentine Continental Shelf (ACS), which extends from the San Jorge Gulf (SJG) to the adjacent Continental Slope (CS). This area is strategic within the Pampa Azul National Project due to its socio-environmental importance. For the first time, an equidistant grid was developed, which allowed the assembly of satellite products derived from NOAA/AVHRR and Aqua-MODIS sensors. This grid made it possible to compare them (overlap period 2003-2006) and analyze the feasibility of using both products to build longer and more reliable time series. The SST comparative study showed a high degree of correlation between both sensors, evidencing that the satellite products are similar and can be used jointly.

Based on the obtained results, a satellite series of 35 years of SST radiometric information from NOAA/AVHRR and Aqua-MODIS sensors was constructed, which allowed an analysis of the variability of this parameter and its corresponding anomalies. In addition, its fluctuations were analyzed to identify thermal change trends in the study area. For this purpose, and given the different bathymetric and oceanographic characteristics acting on the study area, it was divided into three sectors: Zone 1: SJG; Zone 2: ACS and Zone 3: CS. The SST signal showed significant intra-seasonal, annual and interannual (28 months) variability throughout the area. However, signals with different periodicity ranges were identified depending on the Zone (1, 2 or 3) studied.

Subsequently, the variability of the SST anomaly (SSTA) and its possible connections with the Southern Annular Mode (SAM), the Southern Oscillation Index (SOI) and the Oceanic Niño Index (ONI) were examined. The analysis allowed establishing that remote atmospheric variations influence the local SSTA. Even though the effect of SAM on the area was confirmed, the effect of ONI-SOI during the last decades was highlighted.

The link between SST variations and catches of pollock (*Genypterus blacodes*), Argentine squid (*Illex argentinus*), shrimp (*Pleoticus muelleri*) and common hake (*Merluccius hubbsii*) in combination with pressures of anthropic

origin (the market value of the species and the value of fuel) allowed determining that the variation in catches of certain species such as pollock and Argentine squid are significantly related to SST variation. The analysis showed that catch per unit effort (CPUE) records for pollock were associated with months when SST was above the average value. For Argentine squid, the increase in CPUE followed positive SST records. On the other hand, in the case of shrimp and hake, the results allowed us to determine that CPUE values showed no relationship with SST variation. Likewise, it was possible to understand that anthropic forcing exerts pressure on the increase in catches since in the four fisheries, a significant correlation was observed between the value of the species and the value of the fuel. For the pollock, squid and hake fisheries, this relationship was positive, which indicates that the prices of these species have been increasing throughout the period analyzed, reflecting a balance between cost and benefit. On the other hand, this correlation was negative for shrimp, showing an inverse behavior in the cost-benefit relationship of this fishery. The obtained results made it possible to determine the degree of complexity involved in understanding the atmosphere-ocean-society relationships and laid the foundations for understanding that the factors that influence a particular fishery do not necessarily apply to others.