

**UNIVERSIDAD DEL MAR**  
***Campus Puerto Ángel***



**MODELADO DE NICHO ECOLÓGICO DE *Hydrophis*  
*platurus* EN LA REGIÓN DEL PACÍFICO ORIENTAL  
TROPICAL**

**TESIS**

Que para obtener el Título Profesional de  
Licenciado en Biología Marina

Presenta

**Hiram Cuenca Mendoza**

Director

Dr. Juan Francisco Meraz Hernando

Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2024

## **Resumen**

Este trabajo examina la modelación de nicho ecológico y distribución potencial de la serpiente marina de vientre amarillo (*Hydrophis platurus*), una especie poco estudiada que sobresale en el ecosistema marino del Pacífico americano por su habilidad única para vivir enteramente en el agua. Esta serpiente cuenta con adaptaciones, que le permiten subsistir en el mar sin depender de la tierra. El modelado del nicho ecológico y su distribución potencial son componentes cruciales para comprender cómo las variaciones ambientales pueden afectar la distribución y supervivencia de las especies. Se utilizaron bases de datos de acceso libre y programas computacionales para generar la información necesaria para identificar tanto el nicho ecológico como la distribución potencial. Los resultados son los siguientes: la identificación de las variables críticas (distancia a la costa, batimetría, salinidad y temperatura) que limitan la distribución de la especie, así como las áreas geográficas que presentan la mayor idoneidad para encontrar a la serpiente, un modelo excelente al considerar lo reportado por varios autores al obtener un AUC=0.972 y un Roc Partial con 80% de confianza en la zona de la curva predicha.

## **Abstract**

This work, examines of the ecological niche modeling of the yellow-bellied sea snake (*Hydrophis platurus*) is conducted, this species stands out in the marine ecosystem of the America Pacific for its unique ability to live entirely in the water. These snakes have developed specific, allow them to subsist in the sea without depending of the land. Modeling the ecological niche and its potential distribution are crucial components to understanding how environmental variations can affect the distribution and survival of species. Open access databases and computer programs were used to generate the information necessary to identify the ecological niche and potential distribution. The results are the following the identification of the critical variables (distance from the coast, bathymetry, salinity and temperature) that limit the distribution of the species, as well as the geographical areas that are most suitable for finding the snake, an excellent model when considering what was reported by several authors by obtaining an AUC=0.972 and a Partial Roc with 80% confidence in the area of the predicted curve.

## **Dedicatoria**

A la libertad y la expectativa, ambas me han permitido llegar a donde estoy y me seguirán acompañando allá a donde quiera llegar.

*“El misterio de la vida no es un problema a resolver, sino una realidad a experimentar”*

Frank Herbert

## **Agradecimientos**

Agradezco a la Universidad del Mar por abrirme sus puertas, a mi director de tesis el Dr. Juan F. Meraz por el aprendizaje, la paciencia, el apoyo, los ánimos y consejos. A mis profesores sinodales, M.A.I.A. Eduardo. J. Ramírez Chávez por involucrarme, adentrarme e inculcarme el gusto y la pasión por el mundo de SIG y todo lo que viene incluido, así como de la comprensión, impulso, aliento y amistad para continuar con mi camino y metas a futuro, al M.C. Alberto Montoya por su flexibilidad, apoyo, entusiasmo y comprensión al momento de buscar su refuerzo.

Al Dr. Andrés López y la M.C. Eunice Rodríguez, los cuales accedieron a participar como revisores, por sus comentarios, su compromiso, su ayuda en la mejora de este trabajo y su disposición en apoyarme en mi crecimiento profesional, así como a la M.C. Samantha G. Karam por su asistencia con el trabajo.

A los profesores que a lo largo de la carrera se esforzaron al máximo por transmitir sus conocimientos y que siempre estuvieron abiertos a externar ayuda, una increíble plática o bien por sus comentarios constructivos cuando recurría a ellos.

A mi familia que me apoyó a lo largo de los cinco años de duración de la carrera, ya sea de manera directa o indirecta, su apeo fue bien recibido y lo aprecio bastante, así como de las personas que también formar parte de mi familia, demostrando que no solamente es con lazos sanguíneos, por su comprensión apoyo y esperanza que siempre mantuvieron en mí, aprecio la confianza y el no haberlos defraudado.

A Bere por todo su cariño, compañía, ayuda, paciencia y comprensión durante tanto tiempo, así como a sus consejos para mejorar continuamente, a Luis Hernández por su apoyo, compañía, consejos y amistad durante la etapa final pero bastante significativa.

A mis amigos que me alentaron e impulsaron a su manera a continuar con mis estudios y más allá, a Omar, Denis, Edgardo, Alexis y Panchito por sus consejos,

por su acompañamiento, por sus palabras y, sobre todo, por su amistad y apoyo durante tanto tiempo.

A las bases de OBIS, VertNet y SPECIES por mantener abiertas los canales de acceso a su información y permitirme utilizarla, de esta manera me fue posible obtener los datos necesarios para la realización de este trabajo de titulación que se relaciona con mi pasión por las serpientes, así como de las herramientas SIG.

A Alexandra Elbakyan por permitirme acceder a la ciencia de forma gratuita y contribuir de esta manera a mi desarrollo, conocimiento y crecimiento tanto académico como profesional.

Por último, a todos los organismos de la serpiente marina de vientre amarillo, que de diversas maneras han contribuido al conocimiento y aportado los datos necesarios para la realización de mi proyecto de tesis.

Este trabajo se desarrolló con el apoyo del proyecto “Fortalecimiento del Cuerpo Académico de Ecología Marina para el desarrollo de proyectos de investigación y formación de recursos humanos profesionales y de posgrado”, Dirigido por el Dr. Juan Meraz, con apoyo del CONAHCYT (INFR-2014-01-226276).

## Índice General

<b>Resumen</b> .....	i
<b>Dedicatoria</b> .....	ii
<b>Agradecimientos</b> .....	iii
<b>Índice General</b> .....	v
<b>Índice de Figuras</b> .....	vii
<b>Índice de Tablas</b> .....	viii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>ANTECEDENTES</b> .....	5
<i>Antecedentes biológicos</i> .....	5
<i>Antecedentes sobre MNE</i> .....	9
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	10
<b>HIPÓTESIS</b> .....	10
<b>OBJETIVOS</b> .....	11
<i>General</i> .....	11
<i>Particulares</i> .....	11
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	11
<i>Área de estudio</i> .....	11
<i>Obtención de datos</i> .....	13
<i>Datos ambientales</i> .....	13
<i>Control de calidad de datos</i> .....	14
<i>Construcción del nicho</i> .....	15
<i>Evaluación del modelo</i> .....	15
<b>RESULTADOS</b> .....	15
<i>Área de estudio</i> .....	15
<i>Variables Ambientales</i> .....	18
<i>Aporte de las variables</i> .....	21
<i>Construcción del nicho</i> .....	26
<i>Curvas de respuesta de las variables ambientales</i> .....	27
<b>DISCUSIÓN</b> .....	29

<b>CONCLUSIONES</b> .....	33
<b>REFERENCIAS</b> .....	35
<b>Anexo 1</b> .....	42

## Índice de Figuras

Figura 1. Ejemplar de <i>Hydrophis platurus</i> . .....	2
Figura 2. Diagrama BAM .....	3
Figura 3. Área de estudio .....	12
Figura 4. Mapa de presencias <i>H. platurus</i> en el Pacífico Oriental Tropical .....	18
Figura 5. Análisis de Jackknife de variables ambientales para <i>H. platurus</i> .....	22
Figura 6. Análisis final de Jackknife para <i>H. platurus</i> .....	22
Figura 7. Mapa de distribución potencial de <i>H. platurus</i> en el polígono M .....	24
Figura 8. Gráfico de sensibilidad vs especificidad para <i>H. platurus</i> .....	25
Figura 9. Gráfico de distribución de AUC de <i>H. platurus</i> .....	25
Figura 10. Nicho ecológico de la serpiente marina de vientre amarillo.....	26
Figura 11. Curvas de respuesta en el modelo final de las variables ambientales .....	28

## Índice de Tablas

Tabla I. Revisión bibliográfica sobre registros puntuales de <i>H. platurus</i> .....	16
Tabla II. Variables ambientales consideradas para el modelo original, clave de identificación y fuente .....	19
Tabla III. Matriz de correlación de Pearson de las variables ambientales .....	19
Tabla IV. Variables para el modelo final .....	21