



UNIVERSIDAD DEL MAR

Campus Puerto Ángel

Modelado del nicho ecológico de *Lutjanus peru* en el Pacífico mexicano

Tesis

Que para obtener el título profesional de
Licenciado en Biología Marina

Presenta

Francisco Javier Flores Pantin

Director

M.A.I.A. Eduardo Juventino Ramírez Chávez

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2018

RESUMEN

El Huachinango (*L. peru*) es una especie de pez que habita principalmente en regiones tropicales y subtropicales, asociado a los arrecifes de coral, encontrándose en las regiones cercanas a la costa. Su distribución está relacionada con factores tanto bióticos (competencia y depredación) así como a ambientales (como temperatura y salinidad). Siendo estos últimos los seleccionados por diversos autores para modelar la región potencial de la especie. La actividad pesquera de una región es muy importante en la economía de la misma y la captura del huachinango implica una importante entrada de capital, debido a la buena comercialización de la misma por la excelente calidad de su carne. Por ello y por su importancia como especie determinante en la dinámica de poblaciones, es importante conocer la región en donde se encuentra el nicho ecológico de *L. peru*. Para ello, utilizando las variables ambientales, realizando el perfil bioclimático de la especie y usando modelados de algoritmo de máxima entropía (MaxEnt) se determinó la distribución potencial del nicho ecológico de la especie (*L. peru*). En cuanto al análisis estadístico los resultados del área bajo la curva (AUC), presentaron valores mayores a 0.8. Observándose también que la Batimetría, Clorofila y productividad primaria fueron las variables que mayormente influyeron en el modelado de la distribución. Y logrando encontrar en qué concentraciones o intervalos, se encuentran la mayores frecuencias de la especie, respecto a los variables del perfil bioclimático.

Palabras clave: MaxEnt, perfil bioclimático, modelación, variables scenopoeticas.

Para Avin y Topy a quienes debo todo...

Guzzy.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, porque me enseñaron el verdadero significado de la palabra *incondicional*.

A Niche, por todo el cariño incondicional, el apoyo y corazón. Porque de verdad sin la chaparrita no hubiera terminado ni el primer semestre.

A mis tres hermanos de diferente madre (Artemio, Mariano y Sara), siendo el primero la persona más noble y confiable que conocí, el segundo mi alma gemela y la tercera la más leal y honesta. No me cansaré en agradecerles todo lo que han hecho y aguantado por mí.

A la segunda familia que vine a encontrar en Puerto: Javier y Lucy. No tengo cómo pagarles todos los extras y molestias que sin pedir nada a cambio, me brindaron con alegría. Dos personas extraordinarias de quienes sin duda aprendí mucho.

A Zapato, Ale Cuchín, César y compañía por todas las risas, los buenos ratos, la comida, la comida y la siempre santa comida, gracias por hacer de este lugar un paraíso.

Al profe Lalo por todo el apoyo, consejos y correcciones no solo en este escrito sino en todos los momentos que lo necesité.

A cada uno de los revisores de este escrito por sus aportes para mejorarlo y mejorarme en el proceso.

A todos los profesores que tuvieron la mala suerte de lidiar con semejante *Homo sapiens*, les agradezco cada gramo de influencia positiva sobre mí, sus enseñanzas y correcciones.

A Julián, Armando, Gonzalo y Chela quienes dieron un plus en su trabajo aunque no tenían la necesidad de hacerlo, gracias.

A todos los hidrofílicos de la alberca quienes hicieron esta estancia muy interesante en el agua (Tania, Vane, Rasta, Gisela, Martín, Bell, Marcela, Nene, Issac y Yisus), gracias gente bonita ha sido un placer.

A todos, todos, realmente todos los seres humanos que se atravesaron conmigo e influyeron en algo; desde los compañeros, amigos y conocidos, hasta los héroes sin capa que hacen de la universidad un hogar.

Y finalmente un agradecimiento especial para la señorita Leopardi porque aunque no se encontraba desde el principio en este trayecto, no hay duda de que sin ella no hubiera terminado lo que empecé. Gracias por empujarme y caminar conmigo, eres mi persona favorita.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Nicho ecológico.....	2
1.2. Distribución potencial.....	2
1.3. Modelando la distribución.....	3
1.4. ENM y SDM.....	4
1.5. Variables ambientales.....	5
2. ANTECEDENTES.....	6
3. JUSTIFICACIÓN.....	8
4. HIPÓTESIS.....	9
5. OBJETIVOS.....	10
5.1. General.....	10
5.2. Particulares.....	10
6. METODOLOGÍA.....	10
6.1. Área de estudio.....	10
6.2. Obtención de datos y control de calidad.....	13
6.3. Variables ambientales.....	14
6.4. Selección de la región de referencia (M).....	15
6.5. Parámetros usados en el modelado.....	16
6.6. Análisis estadístico.....	16
6.7. Random seed.....	17
6.8. Bootstrap.....	17
6.9. Jackknife.....	18
6.10. Variables para el modelado.....	18
6.11. Tipo de salida.....	20
6.12. Validación del modelo.....	20
6.13. Perfiles bioclimáticos.....	21
7. RESULTADOS.....	22
7.1. Variables ambientales.....	22

7.2. Mapas de distribución.....	23
7.3. Gráficos de probabilidad.....	25
7.4. Perfiles bioclimáticos.....	28
8. DISCUSIÓN.....	34
9. CONCLUSIÓN.....	37
10. REFERENCIAS.....	39
11. ANEXO I.....	46
11.1. Variables ambientales.....	46
Anexo 1-A.....	46
Anexo 1-B.....	47
Anexo 1-C.....	48
Anexo 2-A.....	49
Anexo 2-B.....	50
Anexo 2-C.....	51
Anexo 3-A.....	52
Anexo 3-B.....	53
Anexo 3-C.....	54
Anexo 4.....	55
Anexo 5.....	56
Anexo 6.....	57
12. ANEXO II.....	58
12.1. Perfil bioclimático.....	58
Anexo 1.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Fotografía de un ejemplar de <i>L. peru</i> . Se observa su característico color rojizo, así como la forma “común” fusiforme de los peces. Tomado de Chasqui Velasco <i>et al.</i> (2017).....	1
Figura 2.- Diagrama de BAM que muestra las diferentes regiones en el área de distribución. (tomado de http://nicho.conabio.gob.mx/conceptos-y-teoria/diagrama-bam).	3
Figura 3.- Localización del Pacífico mexicano.....	11
Figura 4.- Mapa de la distribución potencial de <i>L. peru</i> en el Pacífico mexicano, en un modelo binario, donde la región de color azul muestra la presencia potencial de la distribución del nicho ecológico de la especie.....	24
Figura 5.- Mapa de la distribución potencial de <i>L. peru</i> en el Pacífico mexicano en un modelo probabilístico. Se observa de color rojo la mayor probabilidad de presencia del nicho de la especie, siendo las costas del centro y sur las que presentan una mayor probabilidad.	25
Figura 6.- Gráfico que muestra los niveles de omisión del modelo. Se observan los valores de probabilidad de los datos de entrenamiento así como los datos muestrales....	26
Figura 7.- Modelo del área bajo la curva, el cual muestra el nivel de representatividad del modelo; midiendo el valor de las diferentes probabilidades.....	26
Figura 8.- Prueba de relación o Jackknife en donde se observa el impacto e importancia que tienen las variables modeladas respecto a la distribución de la especie. Se observa que las de mayor importancia son la batimetría, concentración de clorofila (<i>a</i>) y la productividad primaria; mientras que las variables que representan menos el modelo son la temperatura y la radiación fotosintéticamente activa.....	27
Figura 9.- Perfil bioclimático de temperatura (máxima, mínima y promedio) de <i>L. peru</i> .30	

Figura 10.- Perfil bioclimático de clorofila (<i>a</i>) de <i>L. peru</i>	31
Figura 11.- Perfil bioclimático de la productividad primaria con <i>L. peru</i>	32
Figura 12.- Perfil bioclimático de la batimetría de <i>L. peru</i>	33
Figura 13.- Perfil bioclimático de la concentración media de carbono orgánico particulado de <i>L. peru</i>	33
Figura 14.- Perfil bioclimático de la concentración media de carbono inorgánico particulado de <i>L. peru</i>	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.- Algoritmos de transformación utilizados	15
Tabla II.- Se muestran las variables (directas) y su relación o pertinencia para el modelado.....	19
Tabla III.- Se muestran las variables (indirectas) y su relación o pertinencia para el modelado.....	19