



**FACULTAD CIENCIAS VETERINARIAS Y BIOLÓGICAS**  
**CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA MARINA**

**“Tolerancia de juveniles de cabrilla (*Paralabrax humeralis* valenciennes, 1828) y chita (*Anisotremus scapularis* tschudi, 1846) a condiciones de bajo oxígeno”**

Tesis para optar el título profesional de:  
BIÓLOGA MARINA

Presentado por:  
Rebeca Montero Taboada (0000-0001-8794-6349)

Asesor:  
Arturo Aguirre Velarde (0000-0001-9175-9036)

Coasesor:  
Giovanna Sotil Caycho (0000-0002-1583-8821)

Lima – Perú  
2021





**FACULTAD CIENCIAS VETERINARIAS Y BIOLÓGICAS**  
**CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA MARINA**

**“Tolerancia de juveniles de cabrilla (*Paralabrax humeralis* valenciennes, 1828) y chita (*Anisotremus scapularis* tschudi, 1846) a condiciones de bajo oxígeno”**

Tesis para optar el título profesional de:  
**BIÓLOGA MARINA**

Presentado por:  
Rebeca Montero Taboada (0000-0001-8794-6349)

Asesor:  
Arturo Aguirre Velarde (0000-0001-9175-9036)

Coasesor:  
Giovanna Sotil Caycho (0000-0002-1583-8821)

Lima – Perú  
2021

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Lima, 27 de agosto 2021.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Alfredo Rubén Palomino Ramos
Miembro: Mg. Daphne Kalen Su Pucheu
Miembro: Elgo. Jorge Alberto Soto Villanueva

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

**"TOLERANCIA DE JUVENILES DE CABRILLA (PARALABRAX HUMERALIS VALENCIENNES, 1828) Y CHITA (ANISOTREMUS SCAPULARIS TSCHUDI, 1846) A CONDICIONES DE BAJO OXÍGENO"**

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Rebeca Montero Taboada**

Para optar el Título Profesional de Bióloga Marina

Asesorado por: Dr. Arturo Aguirre Velarde  
Coasesora: Mg. Giovanna Elizabeth Sotil Caycho

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante de la carrera de Biología Marina en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) calificar a:

Tesis: Rebeca Montero Taboada		Nota (en letras): 16 (dieciséis)	
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena ( X )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



**Mg. Alfredo Rubén Palomino Ramos**  
Presidente



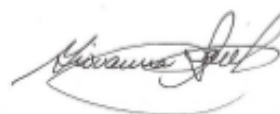
**Mg. Daphne Kalen Su Pucheu**  
Miembro 1



**Elgo. Jorge Alberto Soto Villanueva Rivas**  
Miembro 2



**Dr. Arturo Aguirre Velarde**  
Asesor



**Mg. Giovanna Elizabeth Sotil Caycho**  
Asesor

## **Dedicatoria**

A mis padres Ricardo y Nieves quienes con su amor, paciencia y motivación me han permitido cumplir mis sueños.

A mis hermanas Raquel y Romina, y a mi sobrina Clara Mikela por su cariño y apoyo incondicional.

A mis abuelos, cuatro personas muy importantes que significan todo para mí, en especial a Irma y Emilio, sus recuerdos viven en mi corazón.

A mi familia en general, por haberme brindado todo su apoyo y compartir conmigo buenos y malos momentos.

A mis amigos y amigas más cercanos, ustedes saben quiénes son, por haberme escuchado y dado palabras de aliento cuando más lo necesitaba.

Por último, al pequeño River, por su compañía y amor incondicional.

## **Agradecimientos**

A mis asesores, Dr. Arturo Aguirre y Mg. Giovanna Sotil por la orientación y ayuda brindada para la realización de esta tesis, su apoyo y paciencia me permitieron aprender mucho más.

Al Ing. Jhon Dionicio y a Blga. Maryandrea Rosado por todo su apoyo durante la realización del proyecto.

A mis papás, por todo el esfuerzo realizado y haberme formado como una persona con valores y perseverancia, motivándome siempre a cumplir mis sueños; mis logros se los debo a ustedes.

**Índice**

<b>CARÁTULA</b> .....	1
Acta de sustentación.....	4
Dedicatoria.....	5
Agradecimientos.....	6
<b>RESUMEN</b> .....	8
<b>ABSTRACT</b> .....	9
<b>CONTENIDO EN INGLÉS</b> .....	10
Introduction.....	11
Materials and Methods.....	13
Results.....	17
Discussion.....	19
Acknowledgments.....	25
<b>CONTENIDO EN ESPAÑOL</b> .....	26
Introducción.....	26
Materiales y Métodos.....	27
Resultados.....	31
Discusión.....	32
Agradecimientos.....	38
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	38
<b>FIGURAS Y TABLAS</b> .....	46
<b>ANEXOS</b> .....	52

## Resumen

La hipoxia es actualmente una de las mayores amenazas para los ecosistemas costeros del mundo, generando una mortalidad masiva de organismos marinos, pérdida de ecosistemas bentónicos y una disminución de la producción pesquera. Evaluamos y comparamos la tolerancia a la hipoxia de dos especies de diferentes hábitats de la costa peruana, la cabrilla *Paralabrax humeralis* y la chita *Anisotremus scapularis*. El efecto de la hipoxia se midió en función del tiempo de exposición (progresiva y crónica) sobre las respuestas conductuales y fisiológicas de las especies, así como sobre la actividad enzimática asociada a la respuesta al estrés oxidativo (LDH, SOD y AKP). La frecuencia ventilatoria (FV) se midió a dos temperaturas diferentes (16 y 22 ° C) en condiciones de hipoxia progresiva para determinar el punto crítico ventilatorio (Vcp). *A. scapularis* mostró un Vcp más alto que *P. humeralis*, el cual fue afectado positivamente por la temperatura. La mediana del tiempo letal (Lt50) de *A. scapularis* fue de 36 min al 60% de saturación de oxígeno, mientras que *P. humeralis* no mostró mortalidad después de 31 días de exposición al 5% de saturación de oxígeno. Para ambas especies, bajo hipoxia, se observó un aumento en la actividad de LDH en todas las muestras de tejido (branquias, hígado y músculo), un aumento en la actividad de SOD en hígado y sangre solo para *P. humeralis*, mientras que se observó una disminución en la actividad de AKP en ambas especies. La respuesta de *P. humeralis* a la hipoxia pasa por una reducción en la actividad y el metabolismo, por lo que esta especie puede considerarse tolerante a la hipoxia. Por otro lado, la respuesta de *A. scapularis* a la hipoxia prioriza los mecanismos de evitación y puede considerarse intolerante a la hipoxia. Estos resultados permiten comprender mejor la vulnerabilidad de ambas especies a la desoxigenación y el calentamiento global de los océanos, y desarrollar mejores estrategias para la gestión sostenible de la pesca y la acuicultura.

*Palabras clave:* Hipoxia, peces marinos, fisiología, estrés oxidativo, punto crítico de oxígeno, frecuencia ventilatoria.



## Abstract

Hypoxia is currently one of the greatest threats to the world's coastal ecosystems, generating massive mortality of marine organisms, loss of benthic ecosystems and a decrease in fishery production. We evaluated and compared the hypoxia tolerance of two species from different habitats of the Peruvian coast, the Peruvian rock seabass *Paralabrax humeralis* and the Peruvian grunt *Anisotremus scapularis*. The effect of hypoxia was measured in function of the exposure time (progressive and chronic) on the behavioral and physiological responses of the two species, as well as on the enzymatic activity associated with the oxidative stress response (LDH, SOD and AKP). The ventilatory frequency (VF) was measured at two different temperatures (16 and 22 °C) under progressive hypoxia conditions to determinate the ventilatory critical point (Vcp). *A. scapularis* showed a higher Vcp than *P. humeralis*, which was positively affected by temperature. The median lethal time (Lt50) of *A. scapularis* was 36 min at 60% of oxygen saturation, while *P. humeralis* did not show mortality after 31 days of exposure at 5% oxygen saturation. For both species, under hypoxia, an increase in LDH activity was observed in all tissue samples (gill, liver and muscle), an increase in SOD activity in liver and blood only for *P. humeralis*, while an observed decrease in AKP activity in both species. *P. humeralis* response to hypoxia goes through a reduction in activity and metabolism, so this species can be considered as hypoxia-tolerant. On the other hand, *A. scapularis* response to hypoxia prioritizes avoidance mechanisms, and can be considered as hypoxia-intolerant. These results allow to better understand the vulnerability of both species to ocean global deoxygenation and warming, and to develop better strategies for sustainable fisheries and aquaculture management.

*Key words:* Hypoxia, marine fish, physiology, oxidative stress, oxygen critical point, ventilatory frequency.