



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

“Diversidad genética de la anchoveta *Engraulis ringens* a lo largo de la costa peruana basada en secuencias de ADN mitocondrial”

Tesis para optar el título profesional de:

BIÓLOGO MARINO

Presentado por:

Deivis Alexander Cueva Shapiama (0000-0002-1937-7452)

Asesor:

Giovanna Elizabeth Sotil Caycho (0000-0002-1583-8821)

Lima – Perú

2021



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

“Diversidad genética de la anchoveta *Engraulis ringens* a lo largo de la costa peruana basada en secuencias de ADN mitocondrial”

Tesis para optar el título profesional de:

BIÓLOGO MARINO

Presentado por:

Deivis Alexander Cueva Shapiama (0000-0002-1937-7452)

Asesor:

Giovanna Elizabeth Sotil Caycho (0000-0002-1583-8821)

Lima – Perú

2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 07 de mayo de 2020.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dr. PEPE ANTONIO ESPINOZA SILVERA
Miembro: Dr. HECTOR ALONSO APONTE UBILLUS
Miembro: Dr. ROGER IZIGA GOICOCHEA

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“GENETIC DIVERSITY OF THE ANCHOVY *ENGRAULIS RINGENS* ALONG PERUVIAN COAST BASED ON MITOCHONDRIAL DNA SEQUENCES”

Presentada por el estudiante/bachiller:

- **DEIVIS ALEXANDER CUEVA SHAPIAMA**

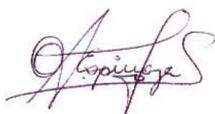
Para optar el Título Profesional de Biólogo Marino

Asesorado por: Mg. GIOVANNA ELIZABETH SOTIL CAYCHO

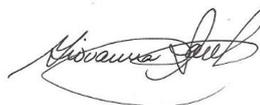
Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de los estudiantes de la carrera de Biología Marina en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple () calificar a:

Tesis: DEIVIS ALEXANDER CUEVA SHAPIAMA			Nota (en letras): Dieciocho
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Dr. PEPE ANTONIO ESPINOZA SILVERA
Presidente



Mg. GIOVANNA ELIZABETH SOTIL CAYCHO
Asesora



Dr. HECTOR ALONSO APONTE UBILLUS
Miembro 1



Dr. ROGER IZIGA GOICOCHEA
Miembro 2

Índice

CARÁTULA	1
Acta de sustentación.....	4
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
CONTENIDO EN ESPAÑOL	8
Introducción.....	10
Materiales y Métodos.....	12
Resultados.....	16
Discusión.....	20
Figuras y tablas.....	27
Material suplementario.....	37
CONTENIDO EN INGLÉS	52
Introduction.....	54
Materials and Methods.....	56
Results.....	60
Discussion.....	63
Figures and tables.....	69
Supplementary material.....	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94

Resumen

La anchoveta *Engraulis ringens* exhibe niveles abrumadores de biomasa y experimenta oscilaciones demográficas drásticas. Dada la inestabilidad poblacional observada, es crucial explorar la variabilidad genética, especialmente por la importante relación propuesta por estudios teóricos y observaciones empíricas entre los niveles de variabilidad intraespecífica y el destino de las poblaciones locales. A corto plazo, esta relación tiene implicancias en la sostenibilidad de las poblaciones explotadas; a largo plazo, en la perpetuación de las especies. Para la anchoveta, una de las especies más estudiadas en la parte Norte del Sistema de la Corriente de Humboldt, la variabilidad genética poblacional apenas se ha abordado. En el siguiente trabajo se describe la diversidad genética mitocondrial de *E. ringens* mediante evaluaciones temporales y la comparación con estimaciones reportadas para otros peces engraúlidos que habitan en entornos oceanográficos similares (sistemas de surgencia costera). Los resultados sugieren que *E. ringens* muestra los niveles más bajos de diversidad genética en relación con sus congéneres. Esta señal genética ya se había descrito en individuos del extremo sur de su rango geográfico, ahora ha sido confirmada en la parte norte del rango, que es el área donde ocurren los mayores niveles de biomasa de este recurso pesquero (costa norte y centro de Perú). Teniendo en cuenta que las inferencias basadas en ADN mitocondrial podrían reflejar tanto el efecto de la dinámica demográfica histórica o de presiones deterministas como la selección natural, se enfatiza la necesidad de generar más estudios que aporten con información basada en otros tipos de marcadores y bajo un muestreo exhaustivo para verificar la consistencia espacial y temporal de la señal genética observada.

Abstract

The anchoveta *Engraulis ringens* exhibits overwhelming biomass and experiences drastic demographic oscillations. Given this population instability, it is crucial to explore genetic variability, especially for the important relationship proposed by theoretical studies and empirical observations between levels of intraspecific variability and the fate of local populations. In the short term, this relationship has consequences for the sustainability of harvested populations; in the long term, for the perpetuation of the species. For anchoveta, one of the most studied species in the Northern Humboldt Current System, population genetic variability has been scarcely addressed. Here, anchoveta's mitochondrial genetic diversity is described through several temporal assessments and the comparison with diversity estimates reported for other engraulid fish inhabiting similar oceanographic settings (coastal upwelling systems). Results suggest that *E. ringens* displays the lowest levels of genetic diversity in relation to their congeners. This genetic signature had already been described for individuals from the southern end of the species range; now the same signal has been confirmed to the northern of the geographic range; that is, the area where the highest biomass of this fishery resource occurs (northern and central coasts of Peru). Considering that mtDNA-based inferences could reflect both historical demographic dynamics or deterministic pressures such as natural selection, the need to generate more studies is emphasized in order to provide information based on other types of markers and under a comprehensive sampling to verify the spatial and temporal consistency of the observed genetic signal.

Diversidad genética de la anchoveta *Engraulis ringens* a lo largo de la costa peruana basada en secuencias de ADN mitocondrial

Deivis Alexander Cueva Shapiama. Laboratorio de Genética Molecular, Instituto del Mar del Perú, Esquina Gamarra y General Valle S/N Chucuito Callao. Correo electrónico: dcueva@imarpe.gob.pe

Giovanna Sotil. Laboratorio de Genética Molecular, Instituto del Mar del Perú, Esquina Gamarra y General Valle S/N Chucuito Callao. Correo electrónico: gsotil@imarpe.gob.pe

Correspondencia. Correo electrónico: gsotil@imarpe.gob.pe

Título corto: Diversidad genética de la anchoveta peruana

Número de palabras para el texto principal: 4465

Resumen

La anchoveta *Engraulis ringens* exhibe niveles abrumadores de biomasa y experimenta oscilaciones demográficas drásticas. Dada la inestabilidad poblacional observada, es crucial explorar la variabilidad genética, especialmente por la importante relación propuesta por estudios teóricos y observaciones empíricas entre los niveles de variabilidad intraespecífica y el destino de las poblaciones locales. A corto plazo, esta relación tiene implicancias en la sostenibilidad de las poblaciones explotadas; a largo plazo, en la perpetuación de las especies. Para la anchoveta, una de las especies más estudiadas en la parte Norte del Sistema de la Corriente de Humboldt, la variabilidad genética poblacional apenas se ha abordado. En el siguiente trabajo se describe la

diversidad genética mitocondrial de *E. ringens* mediante evaluaciones temporales y la comparación con estimaciones reportadas para otros peces engraúlidos que habitan en entornos oceanográficos similares (sistemas de surgencia costera). Los resultados sugieren que *E. ringens* muestra los niveles más bajos de diversidad genética en relación con sus congéneres. Esta señal genética ya se había descrito en individuos del extremo sur de su rango geográfico, ahora ha sido confirmada en la parte norte del rango, que es el área donde ocurren los mayores niveles de biomasa de este recurso pesquero (costa norte y centro de Perú). Teniendo en cuenta que las inferencias basadas en ADN mitocondrial podrían reflejar tanto el efecto de la dinámica demográfica histórica o de presiones deterministas como la selección natural, se enfatiza la necesidad de generar más estudios que aporten con información basada en otros tipos de marcadores y bajo un muestreo exhaustivo para verificar la consistencia espacial y temporal de la señal genética observada.

Palabras clave: anchoveta, genética de poblaciones, diversidad genética, ADN mitocondrial, Sistema de la Corriente de Humboldt.