

# UNIVERSIDAD DEL MAR

*campus* Puerto Ángel



**“Efecto de una dieta formulada (Urchinomics) para la maduración de gónadas en dos especies de haliótidos (Gastropoda, Haliotidae)”**

T E S I S

Que para obtener el Título Profesional de  
**Licenciada en Biología Marina**

Presenta:

**Melany Alexandra Sánchez González**

Directora de tesis:

**Dra. Fabiola Lafarga De la Cruz**

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México, agosto de 2023

## **Dedicatoria**

Esta tesis se la dedico a mi madre, Mercedes, por el amor y apoyo que me ha brindado en mis decisiones y por siempre creer en mí en cada etapa de mi vida.

A mis hermanos, David y Monika y a mi abuela Sandra por los momentos compartidos y el apoyo que he llegado a recibir a lo largo de los años.

A cada uno de los organismos marinos que fueron de ayuda en mi formación académica en la carrera de Biología Marina.

## **Agradecimientos**

A mi casa de estudios la Universidad del Mar (UMAR), por darme la oportunidad de realizar mis estudios, pero especialmente a cada profesor por haberme llenado de conocimientos durante estos años.

A mi directora de tesis, la Dra. Fabiola Lafarga De la Cruz, por abrirme las puertas del departamento de Acuicultura en el CICESE, para aprender sobre los abulones, e incluirme en el proyecto de alimentación “Urchinomics”, así como por el tiempo, las experiencias y los conocimientos que me brindó en esta etapa.

A mis revisores, la Dra. Norma Arcelia Barrientos-Luján, al M. en C. Juan Pablo Sánchez Ovando, Dr. Edgar Robles Zavala y al Dr. Julio Adolfo Acosta, por el tiempo invertido y las correcciones realizadas a este documento.

A la Dra. Norma Arcelia Barrientos Luján, por compartirme sus conocimientos sobre los moluscos, las cuales estuvieron llenas de pláticas y consejos. Me abrieron camino a la curiosidad sobre estos bellos organismos, logrando que siempre estén en mi mente y corazón.

Al Dr. Edgar Robles, jefe de la carrera de Biología Marina, por cada consejo dado a lo largo de estos años de formación, por la amistad, las observaciones en los trabajos, por no dudar de mis capacidades y motivarme a tener grandes sueños y expectativas en la vida.

A la Dra. Carmen Alejo Plata, por compartirme sus conocimientos en las técnicas de histología, de la cual puede aprender sobre el gran mundo de las tichindas. Además de los consejos que en los últimos meses me brindó.

A los técnicos de laboratorio húmedo del departamento de Acuicultura en CICESE, el Oceanólogo Jesús Mariscal Medina y a la M. en C. Jazmine Gutiérrez Castañeda, por todo lo que me enseñaron durante mi estancia profesional sobre los abulones, así como las pláticas que en los tiempos libre se podían dar con el técnico Luis, además de ayudarme a encontrar soluciones que se presentaron durante el análisis de datos de esta tesis.

Al M. en C. Abelardo Campos, técnico del laboratorio de nutrición acuícola del departamento de Acuicultura, por enseñarme y ayudarme a realizar los análisis proximales de la dieta utilizada en este trabajo.

A las chicas del servicio social de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) María y Jaidy, por ayudar al mantenimiento de los organismos de este trabajo.

A Juan Pablo, quien ha estado conmigo en estos gran trayectoria, en las buenas y en las malas. Dándome de su apoyado, ánimos, consejos, conocimientos, y celebrando cada uno de mis logros, además de verme crecer como persona y llenándome la vida de amor y felicidad.

A los chicos del norte, Mayela, Alan, Joaquín, Cesar y Paloma, por llevarme a conocer otros horizontes.

A mis compañeros y amigos de la universidad, Rafael, Kassandra, Abril, Xquenda, Luis, Chucho, Antonio, Abigail, Viri, Michelle y Naomi, les deseo éxito en sus vidas y en sus proyectos.



Tabla de contenido	
Resumen .....	7
Abstract .....	9
Figuras .....	11
Tablas .....	13
<b>1. Introducción</b> .....	<b>14</b>
1.1. Pesquería y cultivo del abulón .....	14
1.2. Anatomía.....	15
1.3. Descripción/Morfología.....	16
1.4. Ciclo de vida del abulón .....	17
1.5. Ciclo reproductivo gonadal.....	18
1.6. Talla o edad de madurez.....	19
1.7. Hábitat/Distribución .....	20
1.8. Alimentación.....	20
1.9. Alimento formulado .....	20
1.9.1. Proteínas.....	22
1.9.2. Carbohidratos .....	22
1.9.3. Lípidos .....	23
1.10. Parámetros fisicoquímicos .....	23
1.10.1. Temperatura y pH .....	23
<b>2. Antecedentes</b> .....	<b>25</b>
2. 1. Inicios del alimento formulado.....	25
2.2. Alimento formulado en abulones en el mundo .....	25
2.3. Alimento formulado en abulones en México.....	26
2.4. Dietas formuladas en abulones .....	28
2.4.1. Alimento natural .....	28
2.4.2. Alimento formulado .....	29
<b>3. Justificación</b> .....	<b>30</b>
<b>4. Hipótesis</b> .....	<b>31</b>
<b>5. Objetivos</b> .....	<b>31</b>
5.1. General .....	31
5.2. Específicos.....	31
<b>6. Material y métodos</b> .....	<b>32</b>

6.1.	Obtención de abulones .....	32
6.2.	Obtención del alimento.....	32
6.3.	Diseño experimental.....	33
6.3.1.	Descripción general del sistema .....	33
6.3.	Parámetros fisicoquímicos del agua.....	36
6.4.	Biometrías .....	36
6.5.	Identificación de sexo y grado de madurez gonadal .....	37
6.6.	Inducción al desove por método químico .....	38
6.7.	Alimentación.....	39
6.8.	Análisis de datos .....	40
<b>7.</b>	<b>Resultados</b> .....	<b>42</b>
7.1	Condiciones de Cultivo.....	42
7.1.1	Temperatura .....	42
7.1.2	Variaciones de pH.....	43
7.2.	Crecimiento en peso .....	43
7.3.	Supervivencia.....	49
7.4.	Identificación de sexo y grado de madurez gonadal .....	52
7.5.	Inducción al desove por método químico .....	57
<b>8.</b>	<b>Discusión</b> .....	<b>59</b>
8.1.	Temperatura y pH .....	59
8.2	Crecimiento en peso .....	60
8.3.	Supervivencia.....	62
8.4.	Identificación de sexo y grado de madurez gonadal .....	62
8.5	Inducción al desove por método químico .....	63
<b>9.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>64</b>
<b>10.</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	<b>65</b>
<b>11.</b>	<b>Referencias</b> .....	<b>65</b>
	ANEXO 1: PESO.....	78
	ANEXO 2: SUPERVIVENCIA.....	83

## Resumen

Los abulones son una familia de moluscos pertenecientes al género *Haliotis*, mismos que se caracterizan por no tener dimorfismo sexual externo, y en donde la observación de las gónadas es la que sirve como método de diferenciación. Son un recurso importante de exportación en México, siendo *Haliotis fulgens* Philippi, 1845 (abulón azul) y *Haliotis corrugata* Gray, 1828 (abulón amarillo) las especies con mayor importancia comercial, contribuyendo entre un 95-98% de la captura total. Existen trabajos donde se reportan los resultados en el uso de alimentos formulados, probando que existe un mayor crecimiento y supervivencia en los abulones alimentados con dietas; sin embargo, se desconoce el efecto de estos alimentos en el desarrollo gonadal de los organismos. Por lo anterior, el principal objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del alimento formulado Urchinomics en la maduración de las gónadas en dos especies de abulon, *H. fulgens* (abulón azul) y *H. rufescens* (abulón rojo) a lo largo de tres meses. Para ello, los abulones, se alimentaron con Urchinomics y con una dieta control de la macroalga parda fresca *Macrocystis pyrifera*. Se establecieron tres grupos de estudio: alimento formulado (abulones rojos), alimento formulado y *M. pyrifera* (abulones rojos y azules). Los resultados muestran que la diferencia en peso promedio (peso final – peso inicial) de los abulones que llegaron al final del experimento fue positiva (ganancia) en los abulones rojos y azules alimentados con alga fresca ( $3.3 \pm 2.3$  g) y alimento formulado ( $0.90 \pm 1.1$  g). Mientras que los abulones rojos, mantenidos con alimento formulado, mostraron una ligera pérdida de peso ( $-0.97 \pm 1.8$  g). Al cultivar ambas especies juntas, los abulones azules ganaron peso con ambas dietas (formulada y alga fresca;  $6.5 \pm 1.6$  g), mientras que la mayoría de los abulones rojos perdieron peso en ambas condiciones ( $-1.8 \pm 1.4$  g). Para ambas especies se registró una mayor variabilidad con el uso del alga fresca. La supervivencia fue significativamente mayor en abulones azules y rojos mantenidos con alimento formulado ( $90.5 \pm 9.5\%$ ,  $96.3 \pm 3.7\%$ , respectivamente) respecto a aquellos alimentados con alga fresca ( $66.7 \pm 12.6\%$ ,  $59.3 \pm 9.8$ , respectivamente). Finalmente, con este estudio se evidenció que los abulones rojos y azules

mantenidos con alimento formulado (R/A-U) fueron los que presentaron un mayor porcentaje de organismos con gónadas en diferentes niveles de maduración (IVG, Índice visual gonadal). De ellos, los abulones azules machos presentaron un mayor grado de madurez. En conclusión, de las dos especies de abulones que se cultivaron juntas y mantenidas con alimento formulado Urchinomics, los abulones azules fueron los que presentaron una mayor ganancia en peso y una supervivencia del 91% durante los 3 meses de experimentación. Además, el 79% de los individuos machos presentaron gónada desarrollada (79%) en diferentes niveles de maduración en comparación con los abulones alimentados con la macroalga *Macrocystis pyrifera*, que es la dieta generalmente usada en granjas de cultivo. Por lo tanto, el uso del alimento formulado Urchinomics es una alternativa viable para el acondicionamiento (desarrollo gonadal) de reproductores de abulón azul en las condiciones de temperatura evaluadas en este bioensayo ( $18.3 \pm 1.2^{\circ}\text{C}$ ). Sin embargo, se requiere un mayor tiempo (> 3 meses) o una mayor temperatura, para tener organismos grávidos con un IVG de 2.5-3 que permitan producir gametos viables.

**Palabras clave:** Alimento formulado, abulón azul (*Haliotis fulgens*), abulón rojo (*Haliotis rufescens*), maduración, gónadas.



## Abstract

Abalones are a family of mollusks belonging to the genus *Haliotis*, characterized by not having external sexual dimorphism, where the observation of the gonads is a differentiation method. They are an important export resource in Mexico, *Haliotis fulgens* Philippi, 1845 (green abalone) and *Haliotis corrugata* Gray, 1828 (yellow abalone) are the species with the greatest commercial importance since they contribute between 95-98% of the total catch. There are works in which formulated feeds are tested, with which it is evident that there is greater growth and survival in abalone fed with diets; however, the effect of these foods on the gonadal development of organisms is unknown. Because of this, the main objective of this work was to evaluate the effect of Urchinomics-formulated feed on gonad maturation in two abalone species, *H. fulgens* (green abalone) and *H. rufescens* (red abalone), for three months. For this, the abalones were fed with Urchinomics and a control diet of the fresh brown macroalga *Macrocystis pyrifera*. Three study groups were established: formulated feed (red abalone), formulated feed, and *M. pyrifera* (red and green abalone). The results show that the difference in average weight (final weight – initial weight) of the abalones that reached the end of the experiment was positive (gain) in the red and green abalones fed with fresh algae ( $3.3 \pm 2.3$  g) and formulated feed ( $0.90 \pm 1.1$ g). The red abalones maintained with formulated feed showed a slight weight loss ( $-0.97 \pm 1.8$  g). When rearing both species together, green abalone gained weight on both diets (formulated and fresh algae;  $6.5 \pm 1.6$  g), while most red abalones lost weight on both conditions ( $-1.8 \pm 1.4$  g). For both species, greater variability was recorded using fresh algae. Survival was significantly higher in green and red abalones maintained with formulated feed ( $90.5 \pm 9.5\%$ ,  $96.3 \pm 3.7\%$ , respectively) compared to those fed with fresh algae ( $66.7 \pm 12.6\%$ ,  $59.3 \pm 9.8$ , respectively). Finally, with this study, it was evidenced that the red and green abalones maintained with formulated feed (R/A-U) were the ones that presented a higher percentage of organisms with gonads at different levels of maturation (IVG, gonadal visual index). Of them, the male green abalones presented a higher degree of maturity. In conclusion, of the two abalone species cultured together and

maintained with Urchinomics-formulated feed, the green abalones had the highest weight gain and 91% survival during the three months of experimentation. In addition, 79% of the male individuals presented developed gonads (79%) at different maturation levels compared to the abalones fed with the *Macrocystis pyrifera* macroalgae, the diet generally used in farms. Therefore, using Urchinomics formulated feed is a viable alternative for the conditioning (gonadal development) of green abalone broodstock under the temperature conditions evaluated in this bioassay ( $18.3 \pm 1.2^{\circ}\text{C}$ ). However, a longer time (> three months) or a higher temperature is required for gravid organisms with an IVG of 2.5-3 that allows viable gametes to be produced.

**Keywords:** Formulated feed, green abalone (*Haliotis fulgens*), red abalone (*Haliotis rufescens*), maturation, gonads.