



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**INDUCCIÓN AL DESOVE EN CONCHA PRIETA (*Anadara  
tuberculosa*) OBTENIDAS EN SAN LORENZO, PROVINCIA DE  
ESMERALDAS Y PUERTO EL MORRO, PROVINCIA DEL GUAYAS  
MEDIANTE SHOCK TÉRMICO EN CONDICIONES DE  
LABORATORIO**

**TESIS DE GRADO**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de  
**MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

**AUTORA  
PALMA PONCE NURYS MABEL**

**TUTOR  
BLGO. MONCAYO CALDERERO EDWIN FERNANDO**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2022**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, **BLGO. MONCAYO CALDERERO EDWIN FERNANDO** docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **INDUCCIÓN AL DESOVE EN CONCHA PRIETA (*Anadara tuberculosa*) OBTENIDAS EN SAN LORENZO, PROVINCIA DE ESMERALDAS Y PUERTO EL MORRO, PROVINCIA DEL GUAYAS MEDIANTE SHOCK TÉRMICO EN CONDICIONES DE LABORATORIO**, realizado por la estudiante **PALMA PONCE NURYS MABEL**; con cédula de identidad N° **0940263676** de la carrera **MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**, Unidad Académica Guayaquil ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

**BLGO. MONCAYO CALDERERO EDWIN FERNANDO**

Guayaquil, 18 de mayo del 2022



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“INDUCCIÓN AL DESOVE EN CONCHA PRIETA (*Anadara tuberculosa*) OBTENIDAS EN SAN LORENZO, PROVINCIA DE ESMERALDAS Y PUERTO EL MORRO, PROVINCIA DEL GUAYAS MEDIANTE SHOCK TÉRMICO EN CONDICIONES DE LABORATORIO”**, realizado por la estudiante **PALMA PONCE NURYS MABEL**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

Dr. Walter Briones Pacheco, M.Sc.  
**PRESIDENTE**

---

Blgo. Mantilla Diaz Ricardo, M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

Blgo. Edwin Moncayo Calderero, M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

Guayaquil, 16 de mayo del 2022

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. Seguidamente a mis padres Oscar Palma y Nieve Ponce, y mi hermano Oscar Palma, por el apoyo constante y llenar mi vida con sus valiosos consejos.

A mi novio Carlos Castro, por su fortaleza y confianza en este proceso. Una de las personas que me tendió la mano desde el principio y fue de gran ayuda. A mis mejores amigas Nicolle Choez y Sulay Bowen, quienes me brindaron su valiosa amistad y apoyo desde la colegiatura. Asimismo, a mi compañera Danitza Angulo que, a pesar de las constantes peleas, me apoyó hasta el final de la carrera.

## **Agradecimiento**

Antes que nada, detrás de un autor que redacta la tesis, está el mentor que corrige el ensayo, seguido por el profesional que compartió conocimientos contigo para que pueda mejorar los resultados, también está la ayuda del responsable del lugar en donde realizas la investigación y las amigas incondicionales que te dijeron que podías hacerlo.

Asimismo, se consigue redactar gracias a la familia que te apoya, especialmente la madre que te sirve el alimento todos los días en tu escritorio cuando se da cuenta que sigues trabajando en la computadora; incluso la pareja que te recuerda lo brillante que eres y la capacidad que tienes para poder lograr todo lo que te propones, a pesar de los obstáculos que se presenten.

Para terminar, quiero decir gracias por el apoyo a todos los que formaron parte de este gran trabajo de investigación.

### **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo, Nurys Mabel Palma Ponce, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre “INDUCCIÓN AL DESOVE EN CONCHA PRIETA (*Anadara tuberculosa*) OBTENIDAS EN SAN LORENZO, PROVINCIA DE ESMERALDAS Y PUERTO EL MORRO, PROVINCIA DEL GUAYAS MEDIANTE SHOCK TÉRMICO EN CONDICIONES DE LABORATORIO” para optar el título de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 18 de mayo del 2022

PALMA PONCE NURYS MABEL  
C.I. 0940263676

## Índice general

<b>PORTADA.....</b>	<b>1</b>
<b>APROBACIÓN DEL TUTOR .....</b>	<b>2</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>4</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>5</b>
<b>Autorización de Autoría Intelectual .....</b>	<b>6</b>
<b>Índice general .....</b>	<b>7</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>10</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>11</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>13</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>14</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Antecedentes del problema.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Planteamiento y formulación del problema .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.1 Planteamiento del problema .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.2 Formulación del problema .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3 Justificación de la investigación .....</b>	<b>18</b>
<b>1.4 Delimitación de la investigación .....</b>	<b>18</b>
<b>1.5 Objetivo general .....</b>	<b>18</b>
<b>1.6 Objetivos específicos.....</b>	<b>19</b>
<b>2. Marco teórico.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 Estado del arte.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2 Bases teóricas .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.1 Generalidades de los bivalvos .....</b>	<b>22</b>

2.2.2	Generalidades de <i>Anadara tuberculosa</i> .....	23
2.2.3	Distribución geográfica y hábitat de <i>Anadara tuberculosa</i> .....	24
2.2.4	Características morfológicas de <i>Anadara tuberculosa</i> .....	24
2.2.5	Hábitos alimenticios de <i>Anadara tuberculosa</i> .....	25
2.2.6	Ciclo de vida de <i>Anadara tuberculosa</i> .....	25
2.2.7	Reproducción de <i>Anadara tuberculosa</i> .....	26
2.2.8	Estructura genética.....	27
2.2.9	Enfermedades de <i>Anadara tuberculosa</i> .....	28
2.2.10	Condiciones físico-químicas en laboratorio.....	29
2.2.11	Reproducción inducida: Shock térmico.....	29
2.3	Marco legal.....	30
3.	Materiales y métodos .....	34
3.1	Enfoque de la investigación .....	34
3.1.1	Tipo de investigación.....	34
3.1.2	Diseño de investigación .....	34
3.2.1	Variables .....	34
3.2.1.1.	<i>Variable independiente</i> .....	34
3.2.1.2.	<i>Variable dependiente</i> .....	34
3.2.2	Recolección de datos .....	34
3.2.2.1	<i>Recursos</i> .....	34
3.2.2.2	<i>Métodos y técnicas</i> .....	36
3.2.3	Análisis estadístico.....	40
4.	Resultados.....	41
4.1	Evaluación del porcentaje de sobrevivencia de los reproductores posterior a la inducción térmica. ....	41

<b>4.2 Cálculo del porcentaje de huevos fecundados por mililitros mediante el conteo microscópico. ....</b>	<b>42</b>
<b>4.3 Determinación de la supervivencia de los organismos en la primera fase larvaria (Larva D) luego de la fecundación de gametos obtenidos. ....</b>	<b>43</b>
<b>5. Discusión .....</b>	<b>44</b>
<b>6. Conclusiones.....</b>	<b>46</b>
<b>7. Recomendaciones.....</b>	<b>47</b>
<b>8. Bibliografías.....</b>	<b>48</b>
<b>9. Anexos .....</b>	<b>55</b>

### Índice de tablas

Tabla 1. Características de los estadios de madurez sexual de los bivalvos...	37
Tabla 2. Microalgas para la alimentación de larvas <i>A. tuberculosa</i> .....	40
Tabla 3. Supervivencia de reproductores <i>A. tuberculosa</i> .....	41
Tabla 4. Número de ovocitos promedio/ml de <i>A. tuberculosa</i> desovados con estimulación térmica.....	42
Tabla 5. Población, densidad y supervivencia de cada estadio larvario según el tiempo de cultivo. ....	43
Tabla 6. Desove de reproductores <i>A. tuberculosa</i> del Puerto El Morro. ....	58
Tabla 7. Desove de reproductores <i>A. tuberculosa</i> de San Lorenzo.....	59
Tabla 8. Biometría de reproductores <i>A. tuberculosa</i> del Puerto El Morro que desovaron.....	59
Tabla 9. Biometría de reproductores <i>A. tuberculosa</i> de San Lorenzo que desovaron.....	60
Tabla 10. Matriz de fecundación de huevos <i>A. tuberculosa</i> .....	60

## Índice de figuras

Figura 1. Porcentaje de sobrevivencia de reproductores <i>A. tuberculosa</i> de San Lorenzo. ....	55
Figura 2. Porcentaje de sobrevivencia de reproductores <i>A. tuberculosa</i> de Puerto El Morro.....	55
Figura 3. Porcentaje de fecundación de huevos de la especie <i>A. tuberculosa</i> de San Lorenzo. ....	56
Figura 4. Porcentaje de fecundación de huevos de la especie <i>A. tuberculosa</i> del Puerto El Morro. ....	56
Figura 5. Supervivencia larval de <i>A. tuberculosa</i> de San Lorenzo durante el tiempo de cultivo. ....	57
Figura 6. Supervivencia larval de <i>A. tuberculosa</i> del Puerto El Morro durante el tiempo de cultivo. ....	57
Figura 7. Porcentajes de desove de la especie <i>A. tuberculosa</i> del Puerto El Morro y San Lorenzo. ....	58
Figura 8. Preparación para la inducción al desove. ....	61
Figura 9. Gónadas de reproductores <i>A. tuberculosa</i> hembra y macho completamente desarrolladas. ....	61
Figura 10. Desove de reproductores <i>A. tuberculosa</i> . ....	61
Figura 11. Fecundación y conteo microscópico de los huevos fecundados. ....	62
Figura 12. División celular y Larva D a las 48 horas de fecundación. ....	62
Figura 13. Contaminación de pseudomonas en el tanque de cultivo y mortalidad de larvas D. ....	62
Figura 14. Tesista realizando cultivo microbiológico de las muestras contaminadas. ....	63

Figura 15. Resultados de los análisis microbiológicos..... 63

Figura 16. Larva umbonada a los 11 días de cultivo..... 63

## Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo inducir al desove a moluscos bivalvos de la especie *A. tuberculosa* mediante shock térmico, los reproductores se extrajeron de los puertos San Lorenzo y Puerto El Morro, y fueron llevados al laboratorio del Centro de Biotecnologías Ómicas CEBIOMICS, ubicado en Montecristi – Manabí, en donde se adaptaron a las siguientes condiciones: Temperatura: 25°C; 7 pH; oxígeno: 4,8 mg/l y salinidad: 32 ppt. Como estímulo térmico para la inducción al desove se aumentó paulatinamente en 10°C de la temperatura inicial, únicamente respondieron al desove 47 de 300 individuos totales, siendo, 16 de San Lorenzo y 31 del Puerto El Morro correspondiendo al 11% y 21% respectivamente. El porcentaje de supervivencia de los reproductores después de la inducción fue del 91% en San Lorenzo y 83% en Puerto El Morro, además se obtuvo un promedio del 58% de fecundación para cada lote, en donde se logró llegar a la fase de larva umbonada en el día 13 de cultivo, sin embargo, cabe señalar que la mayor mortalidad larval se presentó desde la larva trocófora a larva D, llegando a una supervivencia del 21% y 25%; llegando a concluir que reproducción por cambios de temperatura a una escala gradual de 10°C tiene un efecto positivo sobre la especie *A. tuberculosa*, no obstante, debido a la presencia de microorganismos bacterianos la supervivencia larval final fue de 10% y 15% concluyéndose baja.

**Palabras clave:** bivalvos, desove, laboratorio, fecundación, supervivencia

### **Abstract**

The objective of this research was to induce spawning in bivalve mollusks of the species *A. tuberculosa* by means of thermal shock. The broodstock were extracted from the ports of San Lorenzo and Puerto El Morro, and were taken to the laboratory of the Centro de Biotecnologías Ómicas CEBIOMICS, located in Montecristi - Manabí, where they were adapted to the following conditions: Temperature: 25 °C; 7 pH; oxygen: 4.8 mg/l and salinity: 32 ppt. As a thermal stimulus for spawning induction, the initial temperature was gradually increased by 10 °C. Only 47 of 300 total individuals responded to spawning, 16 from San Lorenzo and thirty-one from Puerto El Morro, corresponding to 11% and 21%, respectively. The percentage of broodstock survival after induction was 91% in San Lorenzo and 83% in Puerto El Morro, and an average of 58% fertilization was obtained for each batch, where the umbonate larva stage was reached on day 13 of culture; however, it should be noted that the highest larval mortality occurred from the trochophore larva to larva D, reaching a survival of 21% and 25%; It can be concluded that reproduction by temperature changes at a gradual scale of 10°C has a positive effect on the *A. tuberculosa* species. *tuberculosa*, however, due to the presence of bacterial microorganisms, the final larval survival was 10% and 15%, concluding low.

**Keywords:** bivalves, spawning, laboratory, fertilization, survival

## 1. Introducción

### 1.1 Antecedentes del problema

Retamales González y Panta Vélez (2014) investigaron que la especie del bivalvo *A. tuberculosa* conocido también como concha prieta habita en los mangles de Baja California hasta Perú, es un importante recurso económico y de subsistencia para las poblaciones costeras. El cultivo de moluscos bivalvos ocupa un lugar importante en la producción acuícola mundial que se encuentra en rápida expansión y que representa aproximadamente el 20 por ciento de la producción del sector, estimada en 14 millones de toneladas en el 2000 (Cáceres, 2017).

La mayor parte de la producción procede de poblaciones naturales, si bien los stocks se están acercando cada vez más o han sobrepasado ya el máximo rendimiento sostenible. La mejora de las poblaciones mediante la pesca y la utilización de semillas recolectadas de forma silvestre para la siembra son prácticas normales en todo el planeta, pero la recarga silvestre en el futuro no será generalmente la solución, y los enfrentamientos por la utilización de las regiones ribereñas están resultando cada vez más intensos (Helm & Bourne, 2006).

La producción de semillas en los moluscos bivalvos requiere una inducción reproductiva en el laboratorio, que incluya el control de los tiempos individuales de desove para maximizar los valores de fertilización. Para aplicar las técnicas de inducción, por ejemplo, los cambios de temperatura, es fundamental comprobar que los reproductores se encuentran en las circunstancias fisiológicas ideales para la supervivencia ideal de los huevos y las crías (Rendon, Suarez, & Mejia, 2010).

La acuicultura de moluscos bivalvos en Ecuador se inicia a partir de 1990, juntamente con el Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM), el mismo que tiene como objetivo fundamental impulsar el desarrollo sostenible de la producción del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) y la

diversificación de la acuicultura en peces marinos y moluscos bivalvos. Los primeros bivalvos activos en Ecuador fueron las ostras del Pacífico (*Crassostrea gigas*), introducida desde Chile. Esta especie fue cultivada adaptando la tecnología existente para la producción comercial de ostras con el apoyo de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) (Murillo Rivas , 2018).

La recolección de concha prieta fue tradicionalmente una actividad que se desarrollaba en varios conchales en los estuarios del río Portoviejo y del río Chone. Desde la década de los 70 la instalación de camaroneras redujo las áreas de recolección y limitó el acceso a los concheros (principalmente mujeres). A mediados de la década de 1990 en el estuario del río Chone sólo conchaban unas 100 personas de la población de San Felipe para auto sustento y comercialización, mientras que en el estuario del río Portoviejo lo hacían unas 50 personas de las comunidades de San Jacinto y Las Gilces, principalmente para auto sustento. Debido a una falta de política de manejo que regule el uso adecuado y sustentable de este recurso, su disponibilidad se ha reducido durante las últimas dos décadas, por disminución de su hábitat y deterioro de la calidad de agua de los ecosistemas estuarinos donde habitan (Mora , Moreno , Jurado , & Flores , 2010).

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

En Ecuador, no solo existen pocos estudios acerca de la importancia de la producción sostenible de moluscos bivalvos, sino también que la concha prieta pertenece al grupo de los bivalvos más consumidos, desde el punto de vista de Prado Carpio, et al. (2020) es un recurso valioso tanto nutricional como económico, ambiental y social, constituye un gran alimento para las familias que están ubicadas cerca del ecosistema donde se localizan y económicamente tiende a suplir el déficit de producto del mercado ecuatoriano, minorando la salida de capitales al extranjero e influyendo así a equilibrar la balanza comercial.

Sin embargo, el hábitat de este grupo de especies se ha visto amenazado en su permanencia a causa del desarrollo de la industria camaronera, por lo tanto la conservación y manejo de los ecosistemas manglares son fundamentales puesto que sostienen las pesquerías locales al proteger el hábitat de las especies comerciales capturadas in situ, como la concha prieta; asimismo, en los últimos años ha incrementado la captura de molusco de tallas pequeñas y en período de mayor actividad reproductiva, lo que ha desencadenado poblaciones con bajos números de individuos y sus consecuentes peligros.

### **1.2.2 Formulación del problema**

Las actividades antropogénicas (extracción, destrucción del hábitat y contaminación de los ecosistemas manglares) afectan a la población de concha prieta predisponiendo que en un futuro tienda a desaparecer.

¿Podría ser la inducción al desove mediante estimulación térmica una alternativa que nos ayude a producir semilla de concha prieta en condiciones de laboratorio?

### 1.3 Justificación de la investigación

En el presente trabajo se da a conocer la reproducción inducida por shock térmico y supervivencia larvaria, como uno de los más importantes pilares a considerar, pues desde el entendimiento de su reproducción y supervivencia larval se puede hacer una secuencia de indagaciones correctas para edificar un protocolo de obtención de semilla e implementar una producción sostenible de la especie *A. tuberculosa*.

### 1.4 Delimitación de la investigación

La presente investigación se realizó en el cantón Montecristi, ubicado en la provincia de Manabí.

- **Espacio:** En la cabecera del cantón Montecristi.
- **Tiempo:** El periodo de tiempo en el que se realizó el presente trabajo de investigación corresponde a los meses de septiembre del 2021 – febrero del 2022.
- **Población:** En este trabajo de investigación fueron medidos 150 reproductores de la especie *Anadara tuberculosa* de la Provincia de Esmeraldas y Provincia del Guayas respectivamente.

### 1.5 Objetivo general

Inducir el desove de reproductores de concha prieta (*A. Tuberculosa*) obtenidas en San Lorenzo, Provincia de Esmeraldas y Puerto El Morro, Provincia del Guayas mediante shock térmico en condiciones de laboratorio.

### **1.6 Objetivos específicos**

- Evaluar el porcentaje de sobrevivencia de los reproductores posterior a la inducción térmica.
- Calcular el porcentaje de huevos fecundados por mililitros mediante el conteo microscópico.
- Determinar la supervivencia de los organismos en la primera fase larvaria (Larva D) luego de la fecundación de gametos obtenidos.

### **1.7 Hipótesis**

La inducción al desove mediante shock térmico si es factible como alternativa para la producción de semilla de concha prieta en condiciones de laboratorio.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Estado del arte

El estrés provocado por la sobreexplotación se ha vuelto cada vez más conocido por la carencia de control del gobierno, la costa del estuario donde se recolectan las conchas es un recurso de ingreso abierto. No hay una regulación sobre cuántas personas tienen la posibilidad de tener ingreso ni hay restricciones sobre la porción que tienen la posibilidad de tomar. Por consiguiente, el decrecimiento del tamaño de las conchas y la densidad de población son señales de alerta para los miembros de la sociedad de que se necesita un cambio. El municipio local ha predeterminado 4,5 centímetros de diámetro por lo menos legal para la recolección, sin embargo, esta política ocasionalmente se aplica (Vicksta, 2015).

Moreno Cáceres (2019) enfatiza que hay casos documentados de disminución en las poblaciones de *A. tuberculosa* en ciertos territorios del Pacífico americano, debido primordialmente a la sobrepesca y perjuicios en los hábitats de la especie. Esta es la situación de México, Honduras, El Salvador, Ecuador y Perú. No obstante, en el Ecuador, para eludir este problema, la Autoridad Pesquera Nacional, estableció el Acuerdo N.º 149 - Veda permanente para la concha prieta. Sin embargo, el Ministerio del Ambiente (MAE) indicó que en los reportes de la veda no se está cumpliendo en ciertos sitios pues los pescadores atrapan conchas más pequeñas de las permitidas. Por otro lado, en las concesiones de manglar que ha otorgado el MAE y en donde ejecuta pesquerías de concha prieta, sí se está respetando las vedas e inclusive se ha mejorado la medida de captura de la concha, por medio de mecanismos de defensa y engorde (Frías, 2016).

Gamboa Landívar (2019) en un estudio que realizó en el Puerto El Morro, pudo demostrar que la densidad de *A. tuberculosa* varió entre los periodos de análisis, y

se infiere una reducción de aproximadamente el 48% en el número de individuos por metro cuadrado de las áreas de extracción. La mayor frecuencia de individuos antes del establecimiento del área protegida se los registró entre los 40 y 45 mm y posterior a eso entre los 35 y 40 mm. Asimismo, se evidenció un alto porcentaje de conchas no comerciales antes (63%) y después (65%) del establecimiento del área protegida en las poblaciones naturales de las áreas de extracción. Se recomienda elaborar experimentos que permitan evaluar la tasa de recuperación del recurso, en función de diferentes estrategias de conservación y de variaciones temporales y espaciales dentro del área protegida.

En Centroamérica el caso de sobreexplotación a la que fueron sometidos a lo largo de décadas ciertos bancos naturales de moluscos provoca que sea primordial la producción artificial de semilla en el laboratorio para su cultivo. Un requisito importante para cualquier actividad de cultivo o de explotación es disponer de semilla abundante, fiable y económica. También, otro aspecto bastante fundamental para tener en cuenta en el momento de planear nuevos cultivos es la localización de estos, esto puede significar el triunfo o la derrota de la actividad. Para esto, se tienen que hacer misiones exploratorias de parte de profesionales para detectar regiones adecuadas para el cultivo de moluscos en las diferentes partes del territorio (Rivero Rodríguez, 2017).

En un estudio realizado en las costas ecuatorianas por Prado Carpio y otros (2020) descubrieron en los desembarques el predominio de ejemplares de conchas por abajo de la talla mínima legal en casi todos los puertos de desembarque, siendo crítica el caso en el puerto San Lorenzo donde se registraron porcentajes superior al 80% en la mayor parte de los meses. Semejantes situaciones muestran los puertos de Muisne, Puerto Bolívar y Hualtaco con un aproximado del 50% al 80%

y referente a la cantidad de especies en los desembarques comerciales, se apreció el predominio de la especie *A. tuberculosa* que *A. similis*, en una interacción 3:1 (Mora & Romero , 2014).

En un análisis comparativo entre bancos naturales del país, muestra las tallas promedio de *A. tuberculosa* más bajas del territorio, presentando resultados en Esmeraldas y Archipiélago de Jambelí de 42.31 mm. Además, se localizó en la mayor parte de los sitios de sustracción, modas dominantes en la clase 40-44 mm LT y porcentaje de ejemplares por abajo de la talla legal permitida; siendo en Esmeraldas un 50% y en El Oro el 57% (Moreno , Aleman , & Bonilla , 2019).

Galdámez Castillo, Pacheco Reyes y Pérez García (2017) mencionaron que los posibles impactos ecológicos y socioeconómicos del agotamiento de este recurso icónico del ecosistema del manglar han llevado a proyectos para producir semillas en condiciones artificiales de laboratorio en México, El Salvador y Perú. Asimismo, indicaron que, en Ecuador, han realizado ensayos de producción de semilla de *A. tuberculosa*, con choques térmicos bruscos, elevando la temperatura del agua natural que comúnmente está entre 25°C a 28°C hasta 35°C, con objetivos de repoblamiento e impulso para estabilidad alimentaria.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Generalidades de los bivalvos**

Rengel, Guelmelit y Torres (2016) señalan que los bivalvos conforman, una de las seis clases del conjunto de los Moluscos cuya primordial característica es la de tener una concha dividida en dos valvas unidas por una charnela, que cubren total o parcialmente el cuerpo del organismo. A este conjunto pertenecen entre otros el ostión, el mejillón, la almeja, la ostra y la vieira.

La clase Bivalva está conformada por unas 13000 especies, primordialmente marinas. Otras propiedades relevantes de dichos moluscos es la de estar comprimidos lateralmente y tener branquias bien desarrollados y especializados para la ingesta de alimentos, y la respiración. Viven enterrados en fondos blandos de arena, lodos o combinados, realizando parte de la infauna, además tienen la posibilidad de hallar como pobladores sésiles o a áreas rígidas como acantilados rocosos, varias especies perforan el sustrato tales como roca o madera, y otras son comensales o parásitas (Castillo Henriquez, Cornejo Hernández, & Rodríguez Fernández, 2017).

### **2.2.2 Generalidades de *Anadara tuberculosa***

#### **Taxonomía**

Según Sowerby (1833) la taxonomía de *Anadara tuberculosa* es:

**Reino:** Animalia

**Filo:** Mollusca

**Clase:** Bivalva

**Orden:** Arcoida, Prionodonta o Eutaxodonta

**Familia:** Arcidae

**Nombre científico:** *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833)

**Nombres comunes:** Piangua (Costa Rica, Colombia); concha negra (Nicaragua, Honduras, Perú, Guatemala); curil, concha negra (El Salvador); chucheca, concha prieta (Panamá, Ecuador); pata de mula, almeja de sangre G(México).

**Historia taxonómica:** Arca tuberculosa Sowerby, 1833.

### **2.2.3 Distribución geográfica y hábitat de *Anadara tuberculosa***

*Anadara tuberculosa* es un molusco bivalvo perteneciente a la familia Arcidae, que se encuentra a lo largo de la costa del Pacífico americano desde Baja California hasta Perú; vive en el sedimento fangoso de los manglares que se encuentra entre las raíces aéreas, adentrándose en la zona de afección de las mareas. Se encuentra enterrado en el sedimento hasta una profundidad media de 15 cm (Calispa Quinto, 2018).

Flores Vera y Morales Escalante (2018) indicaron que la distribución en el Ecuador empieza en el área norte de la provincia Esmeraldas límite con Colombia, en la Reserva Ecológica Manglares Cayapas Mataje (REMACAM), hasta el extremo sur, límite con Perú, en el archipiélago de Jambelí, provincia El Oro.

### **2.2.4 Características morfológicas de *Anadara tuberculosa***

Ramos Salazar (2020) menciona que la especie es una concha grande, longitud de 30 a 70 mm y diámetro de 27 a 48 mm (alcanzando tallas de 110 mm), equivalva, inequilateral, ovalada, gruesa, con 33 a 37 costillas radiales redondeadas y relativamente juntas; el margen dorsal algo angulado en los dos extremos. Presenta protuberancias o tubérculos en las costillas, especialmente en el borde anterior. Periostraco grueso, firmemente arrugado, continuamente disuelto en los umbos. Charnela larga, delgada y realmente recta. Bordes internos con crenulaciones sólidas en comparación con las costillas externas. Su tono es blanco, cubierto por un periostraco piloso que va del marrón tenue al oscuro.

### **2.2.5 Hábitos alimenticios de *Anadara tuberculosa***

Los bivalvos filtran los alimentos, principalmente organismos vegetales microscópicos llamados fitoplancton. En adolescentes y adultos, las branquias están muy desarrolladas y tiene la doble función de alimentarse y respirar. Las branquias están cubiertas de cilios, diminutos filamentos vibrantes, cuyos latidos coordinados y, a menudo, provocan el flujo de agua. Cuando estén en reposo o en la matriz, el animal absorberá agua a través de la abertura o sifón de inhalación, el agua pasará por allí y luego por la abertura o sifón de exhalación de regreso al ambiente. Las branquias recogen el plancton y lo adhiere a la mucosa. Debido al latido de los cilios, los filamentos mucosos llenos de alimento pasan a través de unas ranuras especiales en el interior para llegar a los palpos labiales, y guían el alimento hacia la cavidad bucal. Los bivalvos pueden elegir una porción de su comida y, a menudo, golpean violentamente la válvula para hacer que el contacto rechace periódicamente una pequeña cantidad de comida, es decir, pseudoheces, y las expulse de la cavidad paleal. Aún se desconoce cuál es el mejor alimento para los bivalvos, pero el fitoplancton es sin duda una parte importante de la dieta. Otras fuentes de alimentos también pueden ser importantes, como las partículas finas (detritos) de materia orgánica muerta con bacterias asociadas y materia orgánica disuelta (Monsalvo Spencer, Reynoso Granados, Robles Villegas, & Robles Mungaray, 2015).

### **2.2.6 Ciclo de vida de *Anadara tuberculosa***

Cruz y Palacios (2010) Citaron que una hora luego de pasar la fertilización externa del óvulo, se inicia la separación celular, a las cuatro horas lleva a cabo cilios y muestra movimientos en la columna de agua, llegando al estadio conocido como larva trocófora, a las siete horas alcanzando una talla promedio de 80  $\mu\text{m}$ . En

medio de las 10 y 12 horas, empieza a formarse la concha en la larva trocófora. El desarrollo continúa con la etapa "D" o véliger de charnela recta, a las 18 horas con una talla de 108  $\mu\text{m}$ . Después sigue la etapa de larva con umbo, a los 8 días alcanzando una talla de 160  $\mu\text{m}$ . La última etapa es la de larva oculada o pediveliger, alcanzada a los 15 días con una talla de 272  $\mu\text{m}$ .

Las larvas de *A. tuberculosa* son planctónicas, no obstante, una vez que alcanza la etapa larva pediveliger inicia el asentamiento en las zonas de manglar a los 21 días, terminando a los 26 días con el asentamiento de la post-larva, la fijación al sustrato y subsiguiente liberación para vivir aisladamente. Los juveniles tienen un tamaño de 16 a 30 mm, su duración se estima en 6 meses, y se cree que los individuos de esta especie son reclutados en las pesquerías entre 6 y 10 meses después del desove, la talla de la primera reproducción se ha calculado en 44 mm y desde esta talla se piensan adultos (Panta Velez, Bermúdez Medranda, Mero, & Acosta Balbás, 2020).

### **2.2.7 Reproducción de *Anadara tuberculosa***

Tiene sexos separados con fecundación y desarrollo externos. Las gónadas permanecen incluidas en la parte supero-lateral de las vísceras rodeando virtualmente al intestino y estómago; permanecen limitadas dorsalmente por los riñones y la hepatopáncreas. En individuos maduros el tejido gonadal cubre la parte interna distal del pie y circunda la parte dorsal corporal. El sexo de los individuos maduros es simple de distinguir por el color de los productos sexuales. Los espermatozoides en machos son de color blanquecino y de consistencia pegajosa; y los óvulos de las hembras son de aspecto granular y de color anaranjado (Cruz R. , 2011).

Conforme con Pérez Medina (2010) la temperatura pertenece a los componentes externos más relevantes que influyen en el periodo reproductivo de los bivalvos. En varias especies, el desove se inicia una vez que la temperatura excede de un grado crítico característico de 30°C. El componente del periodo reproductivo de ciertos bivalvos y los cambios que lo acompañan, son dañados por la temperatura dependiendo de la historia térmica de las especies y de su repartición regional. Otras indagaciones han demostrado que, en el medio natural, los cambios de salinidad, así como los cambios de temperatura, se deben principalmente al estrés osmótico en las regiones tropicales y templadas, lo que hace que los bivalvos se reproduzcan, tal y como afirma Sánchez Ortiz (2015) que la época de desove de *A. tuberculosa* se caracteriza por elevadas temperaturas y salinidades del agua.

### **2.2.8 Estructura genética**

Se han realizado estudios sobre la genética poblacional de ciertos bivalvos para determinar si existen diferentes subpoblaciones, razas o cepas de estas especies dentro del rango animal. Los resultados indican que hay subpoblaciones en esta área, lo que plantea la cuestión de si los juveniles de las subpoblaciones deben ser transferidos a áreas con diferentes subpoblaciones. La investigación genética de poblaciones también incluye la evaluación de algunas poblaciones de bivalvos que se han separado de sus padres a lo largo del tiempo para averiguar si existen diferencias significativas entre las dos poblaciones (Chamorro & Rosero , 2016).

En un estudio realizado por Diringer, y otros (2019) muestran un alto nivel de variación genética en la concha prieta ecuatorial. Aunque puede haber una proliferación larvaria a larga distancia, este cambio está estructurado geográficamente porque las poblaciones al sur y al norte del Ecuador no están completamente conectadas. Al igual que con otros bivalvos, la combinación de las

características del ciclo de vida y las corrientes oceánicas generales pueden explicar los patrones observados.

### **2.2.9 Enfermedades de *Anadara tuberculosa***

Aunque los estudios han proporcionado datos favorables para que la especie *A. tuberculosa* sea sostenible, se han visto afectados por la mortalidad asociada con infecciones bacterianas a nivel larvario y reproductivo, así lo señala Pretell Monzón (2016). En cuanto a las enfermedades que afectan a las especies mencionadas, la principal razón es que las aguas donde crecen están sujetas a contaminación biológica. Las bacterias más importantes son: *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio cholerae*, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Vibrio spp.*; debido a que tienen el mayor impacto en los cultivos; uno de los sistemas más importantes para identificar microorganismos es observar el crecimiento del mismo en alimentos artificiales preparados en el laboratorio y proporcionar medios nutritivos para que las bacterias crezcan completamente en condiciones adecuadas; estos medios incluyen Agar Tiosulfato Citrato Bilis Sacarosa (TCBS) y Agar Cetrimide (Cumbicos & Ruiz, 2017).

Faúndez y Fuente (2019) recomienda el uso de probióticos en el cultivo de moluscos ya que puede ofrecer muchas oportunidades para la acuicultura. Sin embargo, aún existe poco trabajo en esta área enfocada en mejorar la viabilidad de las larvas y la actividad microbiana. Por otra parte, Soto Simental (2015) demuestra que agregar bacterias beneficiosas al cultivo de bivalvos aumenta el estado inmunológico de las semillas, aumenta su resistencia a la infección por *Vibrio*, aumenta su supervivencia y mejora su estado nutricional, lo que resulta en más energía y más crecimiento.

### **2.2.10 Condiciones fisicoquímicas en laboratorio**

La temperatura adecuada del agua para el desarrollo de las larvas es de 25 a 27°C. En cuanto a la acuicultura y liberación, se sabe que las conchas de más de 2 años son propensas a la muerte, especialmente cuando la temperatura del agua es alta, es decir, de verano a otoño. En cuanto a la baja temperatura, el Centro Experimental de Pesca de la Prefectura de Kagawa realizó un experimento en el que individuos del género *Anadara* hibernaban a una profundidad de 10 cm y los ponían en el lodo durante la marea baja, y no murieron, por lo que los investigadores creen que la especie *Anadara sp.* es relativamente resistente a bajas temperaturas (Ordinola, Vera , Alemán , & Llanos , 2019).

### **2.2.11 Reproducción inducida: Shock térmico**

La inducción al desove es una estrategia para conseguir óvulos y esperma esenciales para la fertilización. Para lograrlo, es esencial forzar la sensación real en los reproductores. Esto incorpora el aumento de la temperatura a 10°C por encima de la temperatura circundante; así, en el caso de que los reproductores se pongan en el agua a una temperatura de 26°C, la temperatura aumentará a 36°C y 37°C (Murillo Rivas , 2018).

El choque térmico es un método muy confiable que se puede utilizar para determinar la cantidad de huevos puestos y el porcentaje de organismos reproductores en una población natural al mismo tiempo, con el propósito de predecir el establecimiento de semillas para fines de acuicultura. Las técnicas de inducción de los moluscos bivalvos incluyen las siguientes: métodos físicos, métodos químicos, métodos nutricionales y métodos mecánicos, estos últimos consisten en incisiones genitales o punción de los aductores (Sandoval Sanchez & Calerfan Dios, 2016).

### 2.3 Marco legal

En Ecuador el Viceministerio de Acuicultura y Pesca a través de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros ha generado el **Acuerdo Ministerial N.-149** referente a la concha prieta.

**Art. 1.-** Se establece una veda permanente de la concha prieta en las especies *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis* sobre su talla mínima. Solo está permitida la extracción, transporte, posesión, procesamiento y comercialización de la concha prieta, en todo el territorio nacional, cuya talla sea de 4,5 cm, o más, medida desde el lado anterior hasta el lado posterior de las valvas (Autoridad Pesquera Nacional, 2008).

**Art. 3.-** Quienes infrinjan las disposiciones del presente acuerdo ministerial, serán sancionados de conformidad con lo establecido en los artículos 79 y 82 de la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero (Autoridad Pesquera Nacional, 2008).

**Art. 4.-** Los organismos capturados en violación a lo dispuesto en los artículos precedentes, si estuviesen en estado vivo, serán restituidos a su hábitat natural o donados a una institución de asistencia social. En cualquiera de los casos se levantarán las respectivas actas, en las que se dejará constancia de todo lo actuado (Autoridad Pesquera Nacional, 2008).

**Art. 5.-** Se encarga al Instituto Nacional de Pesca, el establecimiento y la ejecución de un programa de monitoreo del recurso concha prieta para evaluar la incidencia de estas medidas en el manejo del recurso, cuyos resultados deberán ser puestos a consideración del Subsecretario de Recursos Pesqueros hasta el 30 de agosto de cada año, y, conocidos obligatoriamente, por el Consejo Nacional de Desarrollo Pesquero (Autoridad Pesquera Nacional, 2008).

**IMPLEMENTAR EL MONITOREO PARTICIPATIVO EN LAS PESQUERÍAS  
DE CANGREJO ROJO (*Ucides occidentalis*) Y CONCHA PRIETA (*Anadara  
tuberculosa y Anadara similis*) EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL (PROVINCIAS  
DEL GUAYAS Y EL ORO)**

**Art. 1.-** Se dispone la implementación del MONITOREO PARTICIPATIVO para las pesquerías de cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) y concha prieta (*Anadara tuberculosa y Anadara similis*) en el Golfo de Guayaquil (provincias del Guayas y El Oro), mediante la utilización de las GUÍAS METODOLÓGICAS emitidas por el Instituto Publico de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP) para el monitoreo participativo de estas pesquerías (Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca, 2021).

**Art. 2.-** La guía metodológica reúne las instrucciones básicas necesarias en la implementación del seguimiento participativo de las capturas comerciales y del stock de cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) y concha prieta (*Anadara tuberculosa y A. similis*), con el fin de garantizar la sostenibilidad del modelo así como la validez, confiabilidad y representatividad de los datos biológicos, pesqueros y del stock; empleados por el Instituto Publico de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP) para el análisis de estas pesquerías, en beneficio directo de las organizaciones pesqueras que dependen de estas actividades extractivas (Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca, 2021).

**Art 5.-** Las disposiciones establecidas en el presente Acuerdo Ministerial resultan aplicables a los pescadores artesanales que tengan permiso de pesca para realizar actividades extractivas del recurso cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) y concha prieta (*Anadara tuberculosa y A. similis*) en el Golfo de Guayaquil (provincias del Guayas y El Oro), miembros de organizaciones pesqueras,

independientemente que estas tengan Acuerdos de Uso Sostenible y Custodia de Ecosistema de Manglar (Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca, 2021).

**Art. 6.-** La Subsecretaría de Recursos Pesqueros, facilitará al Instituto Publico de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP), el acceso a los registros de pescadores artesanales y organizaciones pesqueras, cuyo objetivo sea la extracción de cangrejo rojo y concha prieta (Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca, 2021).

**Art. 9.-** El Instituto Publico de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP), socializará semestralmente los resultados del monitoreo participativo de cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) y concha prieta (*Anadara tuberculosa* y *A. similis*) a las organizaciones pesqueras del Golfo de Guayaquil (provincias del Guayas y El Oro) (Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca, 2021).

## **LEY ORGÁNICA PARA EL DESARROLLO DE LA ACUICULTURA Y PESCA**

### **Suplemento del Registro Oficial No. 187, 21 de abril 2020**

**Art. 1.- Objeto.** La presente Ley tiene por objeto establecer el régimen jurídico para el desarrollo de las actividades acuícolas y pesqueras en todas sus fases de extracción, recolección, reproducción, cría, cultivo, procesamiento, almacenamiento, distribución, comercialización interna y externa, y actividades conexas como el fomento a la producción de alimentos sanos; la protección, conservación, investigación, explotación y uso de los recursos hidrobiológicos y sus ecosistemas, mediante la aplicación del enfoque ecosistémico pesquero de tal manera que se logre el desarrollo sustentable y sostenible que garantice el acceso a la alimentación, en armonía con los principios y derechos establecidos en la

Constitución de la República, y respetando los conocimientos y formas de producción tradicionales y ancestrales (Asamblea Nacional del Ecuador, 2020).

**Art. 2.- Ámbito de aplicación.** La presente Ley es de orden público, de jurisdicción nacional y de cumplimiento obligatorio para todas las entidades, organismos y dependencias que comprenden el sector público, personas naturales y jurídicas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos que desarrollen actividades acuícolas, pesqueras y conexas, ejercidas dentro de los espacios terrestres y acuáticos jurisdiccionales. En los espacios que constituyen el Sistema Nacional de Áreas Protegidas regulado por la Autoridad Ambiental Nacional, las actividades de acuicultura y pesca se coordinarán con el ente rector competente en esta materia (Asamblea Nacional del Ecuador, 2020).

**Art. 4.- Principios.** Para la aplicación de esta Ley se observarán los siguientes principios, sin perjuicio de los establecidos en la Constitución de la República y demás normativa vigente:

**b. Sostenibilidad de los recursos:** Busca el uso responsable y aprovechamiento sustentable y sostenible de los recursos hidrobiológicos. Establecer prioridad a la implementación de medidas que tengan como finalidad conservar o restablecer las poblaciones de las especies capturadas a un nivel de equilibrio teórico del rendimiento máximo sostenible (Asamblea Nacional del Ecuador, 2020).

### 3. Materiales y métodos

#### 3.1 Enfoque de la investigación

##### 3.1.1 Tipo de investigación

La investigación planteada se consideró de campo y laboratorio de nivel descriptivo analítico y correlacional.

##### 3.1.2 Diseño de investigación

En el actual trabajo de investigación se utilizó el diseño no experimental.

#### 3.2 Metodología

##### 3.2.1 Variables

###### 3.2.1.1. *Variable independiente*

Lugar de obtención de las conchas

Cantidad de conchas que desovan

Porcentaje de sobrevivencia.

Porcentaje de fertilización

###### 3.2.1.2. *Variable dependiente*

Numero de huevos observados

Porcentaje de huevos fecundados

Días de supervivencia de conchas

Tasa de mortalidad en aclimatación

Tasa de supervivencia de organismos en la primera fase

Sexo a través del desove.

##### 3.2.2 Recolección de datos

###### 3.2.2.1 *Recursos*

- 300 ejemplares reproductores de *A. tuberculosa*
- Microalgas

- Microscopio
- Blowers
- Sistema de UV
- Bomba sumergible
- Termostatos
- Termómetro
- Balanza analítica
- Refractómetro
- Oxímetro
- Peachímetro
- Cámara de Sedgewick Rafter
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Jeringas de 1ml
- Toallas de papel
- Papel aluminio
- Baldes de 20lt
- Tanques de fibra de vidrio
- Mangueras
- Piedra difusora
- Cepillos
- Hipoclorito de sodio
- Alcohol
- Tiosulfato
- Tolidine
- Vitamina C

- EDTA
- Ácido cítrico
- Tamices
- Filtros bolsa
- Calibre
- Rotuladores
- Tarrinas de 1L

### **3.2.2.2 Métodos y técnicas**

#### **Ubicación del área de estudio**

La revisión se realizó en los laboratorios del centro de investigación del Centro de Biotecnologías Ómicas CEBIOMICS S.A., situado en Montecristi, provincia de Manabí, zona de playa de Ecuador.

#### **Procedencia de los reproductores**

Se trabajó con 150 reproductores tomados de San Lorenzo, provincia de Esmeraldas, y Puerto El Morro, provincia del Guayas, por separado, los cuales fueron trasladados en sacos por transporte interprovincial hasta los lugares de trabajo del Centro de Biotecnología Ómicas CEBIOMICS en la ciudad de Montecristi.

#### **Lavado de ejemplares**

Los reproductores fueron limpiados con un cepillo para eliminar los desechos y lodo contenido en sus valvas y costillas, y luego se lavaron con abundante agua potable para finalmente ser limpiados a fondo antes de ser colocados en un tanque de fibra de vidrio para su acondicionamiento.

### Medición de ejemplares

En el laboratorio, los reproductores adquiridos se colocaron en un espacio limpio, y puestas de manera sistemática en líneas y secciones, las conchas obtenidas de cada región fueron separadas, y una suma de 300 ejemplares de *A. tuberculosa* fueron contados, y después se realizó la biometría estimando la longitud, la altura, la anchura y peso de la concha; la información fue guardada en una red de información en Excel.

### Determinación de madurez sexual

Se sacrificaron aleatoriamente diez reproductores de la especie *Anadara tuberculosa*, se abrieron de forma individual con bisturí o cuchillo y se observaron e identificaron visualmente las gónadas utilizando la tabla de madurez sexual de moluscos citada por Sandoval Sánchez y Calerfan Dios (2016), ver Tabla 1.

**Tabla 1. Características de los estadios de madurez sexual de los bivalvos.**

Estadio	Características
Inmaduro	Las gónadas abarcan un poco el sistema digestivo
En desarrollo	Las gónadas abarcan totalmente el sistema digestivo
Desarrollado	Las gónadas abarcan totalmente el sistema digestivo y hasta cierto punto del esófago
Desovado	Se notan pequeñas trazas o restos gonadales

Sandoval y Calerfan, 2016

### Acondicionamiento de reproductores

Dos tanques de fibra de vidrio con un límite de 200 litros fueron limpiados y desinfectados con hipoclorito de sodio al 5%, mientras se limpiaba con una esponja por último se lavaba con abundante agua, entonces, en ese momento, estos tanques fueron cargados con 100 litros de agua de mar filtrada con oxígeno y los 150 reproductores de *A. tuberculosa* fueron puestos en cada tanque. Es imprescindible rotular cada tanque para distinguir cada grupo de reproductores, que se mantuvieron a una temperatura que iba de 24 a 25,5°C, y se les administró un

régimen alimenticio de microalgas dos veces al día, a las 8 de la mañana y, además, a las 6 de la tarde. En esta etapa, la proporción diaria de alimento fue de 1 litro de microalgas *Tetraselmis chuii* por cada 30 litros de agua de mar filtrada.

### **Control de parámetros**

Desde el primer día de manipulación de la prueba hasta el final de la revisión, se realizó el control de temperatura, salinidad, pH y oxígeno, estos parámetros se estimaron a las 8:00 am y a las 6:00 pm; en la inducción, se estimaron a intervalos regulares de media hora.

### **Inducción al desove: Shock Térmico**

Los 300 reproductores de *A. tuberculosa* se pusieron por separado 150 ejemplares en cada tanque de inducción al desove; y se les agregó agua de mar filtrada con una temperatura de 25°C a través de una manguera hasta que los individuos en el tanque de desove estén completamente cubiertos. En otro tanque con un termostato se aumentó la temperatura del agua 10°C mayor que la temperatura ambiente, una vez que alcanzó la temperatura de 35°C se empezó con el proceso de recirculación de agua que consta básicamente en mezclar el agua de los reproductores que está a temperatura ambiente y el agua de 35°C y se mantuvo en constante la recirculación hasta que expulsaron los gametos.

Cada vez que un reproductor daba indicios de estar desovando, se trasladaba por separado a un recipiente con 300 ml de agua de mar filtrada a una temperatura similar a la que desovaba, y se dejaba allí hasta que se terminara dicho proceso. La siguiente etapa fue la prueba de reconocimiento de óvulos y espermatozoides, viendo a simple vista el tono diferencial entre óvulos y espermatozoides. En este transcurso se realizó una biometría, además de un registro de temperatura, sexo,

tiempo y característica del desove, la información adquirida en este periodo se guardó en una hoja de información de Excel.

### **Fecundación de óvulos**

Ya obtenido el espermatozoos y los óvulos en las tarrinas, se procedió a mezclarlos y aguardar de 30 a 45 min para que ocurra la fecundación. Para establecer el número de huevos fecundados, pasado los 45 minutos se realizó un conteo microscópico mediante una cámara Sedgewick-Rafter.

### **Cría de larvas**

En el momento en que se contaron los huevos fecundados, se introdujeron en un tanque con agua de mar filtrada. Se registraron la temperatura, el pH, el oxígeno disuelto y la salinidad para controlar la fase de cría de las larvas. Una vez que las larvas llegaron a la fase de tipo D, se pasaron por un tamiz de 35 $\mu$ m, para desechar las larvas que no completaron su metamorfosis, se tomó una muestra de 1 ml para evaluar la densidad larvaria y se cambió el agua constantemente utilizando un colador de 35 $\mu$ m y 45 $\mu$ m, a medida que pasaban los días se aumentaba la medida del tamiz llegando a utilizar hasta un tamiz 60 $\mu$ m a los 11 días de cultivo cuando se observó presencia de larva umbonada.

Durante la etapa de larva D se evidenció una alta mortalidad en el cultivo por la contaminación de vibrios y pseudomonas que se caracteriza por la pigmentación rosa que presentó el tanque de las larvas (Figura 13), se recolectó una muestra de agua para realizar un cultivo microbiológico y poder confirmar el tipo de bacteria, ver Figura 15. Posteriormente se realizó el recambio de agua inmediato y se colocó en el tanque de larvas 1ml de probiótico con cepas *Bacillus sp.*

En este periodo se les proporcionó a las larvas alimento de 2 tipos de microalga: *Isochrysis galbana* y *Pavlova lutheri*, conforme con la tabla de ingesta de alimentos indicada para cada género de microalga, ver Tabla 2.

**Tabla 2. Microalgas para la alimentación de larvas *A. tuberculosa*.**

Microalgas	1 – 4días	5– 7días	8– 10días	11-13días
<i>Isochrysis galbana</i>	1,000 cel/ml	2,000 cel/ml	4,000 cel/ml	7,000 cel/ml
<i>Pavlova lutheri</i>	8,000 cel/ml	2,000 cel/ml	32,000 cel/ml	56,000 cel/ml

Fabioux, Huvet, Souchu, Pennec y Pouvreau, 2015

Las larvas se alimentaron conforme al número de días de vida y el número de cel/ml de microalgas, y para esta relación se utiliza la siguiente formula:

$$C1 * V1 = C2 * V2$$

Donde:

- C= es concentración, interpretado en cel/ml
- V= es volumen, interpretado en ml

### 3.2.3 Análisis estadístico

En la presente investigación todos los resultados se presentarán por tablas y gráficos descriptivos.

## 4. Resultados

### 4.1 Evaluación del porcentaje de sobrevivencia de los reproductores posterior a la inducción térmica.

En la Tabla 3 se observa el número de reproductores que sobrevivieron 24 horas después de la inducción al desove con variación de temperatura de 10°C a la temperatura inicial. Los datos se obtuvieron mediante un conteo directo en el tanque, observando los ejemplares que tenían las valvas abiertas permanentemente indicando que estas conchas habían muerto.

**Tabla 3. Sobrevivencia de reproductores *A. tuberculosa*.**

	San Lorenzo	Puerto El Morro
<b>Sobrevivieron</b>	137	125
<b>No sobrevivieron</b>	13	25
<b>Total</b>	150	150

Palma, 2022

San Lorenzo: De una población total de 150 conchas se contabilizó 137 individuos sobrevivientes, representando el 91% de la población (Figura 1); mientras que 13 reproductores no sobrevivieron a la inducción.

Puerto El Morro: De una población de 150 reproductores *A. tuberculosa* se contabilizó 125 sobrevivientes, representando el 83% de la población (Figura 2); mientras que el 17% restante no sobrevivió a la inducción térmica.

#### 4.2 Cálculo del porcentaje de huevos fecundados por mililitros mediante el conteo microscópico.

En la Tabla 4 se observa el total de huevos que se obtuvieron en el desove de las conchas de San Lorenzo y Puerto El Morro, el conteo se realizó tomando una muestra de gametos con una pipeta Pasteur de 1ml a cada recipiente de 1 litro, luego la fecundación se identificó con la ayuda de una cámara Sedgewick Rafter y un microscopio.

**Tabla 4. Número de ovocitos promedio/ml de *A. tuberculosa* desovados con estimulación térmica.**

	San Lorenzo (huevos/ml)	Población Total	Puerto El Morro (huevos/ml)	Población Total
<b>Fecundados</b>	467	467 000	802	802 000
<b>No fecundados</b>	368	368 000	540	540 000
<b>Total</b>	835	835 000	1342	1 342 000

Palma, 2022

San Lorenzo: Se obtuvo una población total de 835 000 huevos; y solo se contabilizó 467 huevos fecundados/ml representando el 56% de la población (Figura 3); por otro lado, el 44% restante no logró la fecundación, debido a que, los gametos no fueron expulsado de manera fluida y constante.

Puerto El Morro: Se obtuvo una población total de 1 342 000 huevos; y se logró identificar 802 huevos fecundados/ml representando el 60% de la población (Figura 4); mientras que el 40% de los huevos no fueron fecundados, debido a que la mayor parte del desove no fue fluida y constante y también hubo abortos en las hembras.

Es necesario resaltar que, el número de huevos obtenidos aumentó un 16% en el Puerto El Morro, en vista de que desovaron 5 veces más animales en relación con los reproductores de San Lorenzo, ver Tabla 8 y Tabla 9.

#### 4.3 Determinación de la supervivencia de los organismos en la primera fase larvaria (Larva D) luego de la fecundación de gametos obtenidos.

En la Tabla 5 se muestra la población total, la densidad por tanque y la tasa de supervivencia (en horas, hasta 13 días) lograda durante el tiempo de producción para cada lote de cultivo de *A. tuberculosa*, cabe mencionar que se observaron muchos microorganismos bacterianos durante el tiempo de cultivo, que pudo afectar la supervivencia de las larvas, así como la flotabilidad de las larvas.

**Tabla 5. Población, densidad y supervivencia de cada estadio larvario según el tiempo de cultivo.**

Lote	Horas	Población	Densidad	Superv.	Estadio
		Total	Ind/ml	(%)	
San Lorenzo	7 - 20	467000	467	100	Trocófora
Puerto El Morro		801500	801,5	100	
San Lorenzo	10 días	100000	100	21	Larva D
Puerto El Morro		197200	197,2	25	
San Lorenzo	11 - 13 días	10000	10	10	Larva
Puerto El Morro		29500	29,5	15	Umbonada

Palma, 2022

San Lorenzo: Durante los 10 días de cultivo de larva D se calculó una supervivencia del 21% de la población total con una densidad de 100 ind/ml; tres días después se pudo observar la presencia de algunas larvas umbonadas teniendo un 10% de supervivencia y una densidad de 10 ind/ml, ver Figura 5.

Puerto El Morro: En el transcurso de cultivo de larva D se calculó una supervivencia del 25% de la población total con una densidad promedio de 197,2 ind/ml; a los 13 días de cultivo se pudo observar el estadio de larva umbonada con una densidad promedio de 29,5 ind/ml y una supervivencia del 15%, ver Figura 6.

## 5. Discusión

En los trabajos de Sánchez (2016); Pacheco (2012), mencionan que la salinidad junto con la temperatura son los factores más importantes en el desove de los bivalvos. En el presente estudio los reproductores de *Anadara tuberculosa* desovaron a una temperatura de 34 - 28°C y una salinidad de 32ppt (Tabla 6 y Tabla 7), sin embargo, estos datos son similares a los reportados por Mendoza y Alvitres (2017), quienes obtuvieron reproducción de la misma especie elevando la temperatura a 10°C, por encima de la temperatura ambiente, de la misma forma Cerrato y Pinto (2007), lograron obtener larvas de concha prieta, con el método de shock térmico, bajando la temperatura a 20°C y luego aumentándole a 32°C. Por otro lado, se obtuvo una eficiencia de inducción del 21% en Puerto El Morro y 11% en San Lorenzo (Figura 7), datos inferiores a los reportados por Rengel, Guelmelit y Torres (2016), quienes obtuvieron una eficiencia de inducción de 26,7 %; 33,3 %; y 100 %.

El número promedio de ovocitos emitidos por hembra en este estudio fue aproximadamente de 0,41 millones en San Lorenzo y 0,33 millones en Puerto El Morro (Tabla 10), lo que está dentro del rango promedio de 0 a 1 millón de huevos por hembra, obtenidos en laboratorio por Mendoza Neyra (2013) en diversos desoves. Asimismo, el valor promedio de huevos obtenidos en el periodo de estudio fue de 1 088 huevos/ml con más del 50% de fecundación tanto en San Lorenzo como también en el Puerto El Morro, siendo estos valores inferiores al estudio de Castillo Henriquez et. al (2017) quienes reportaron un promedio de 2 900 huevos/ml obtenidos por estimulación térmica en la especie *A. grandis*, y una fecundación del 52%. Del mismo modo, Rivas (2018) a pesar de que obtuvo un valor promedio de 1960 huevos/ml en febrero y 1250 huevos/ml en enero de la

especie *A. tuberculosa*, obtenidos en una temperatura de 3°C y 34°C respectivamente, no pudo determinar la fecundación por la ausencia de machos; esto termina afirmando lo que mencionan Salazar y Blacio (2012) que el desove en bivalvos puede producir un número variable de ovocitos, dependiendo del tamaño del adulto, su condición y otros factores.

Guzmán et al. (2014) anunció que la supervivencia y la tasa de crecimiento de las larvas de bivalvos cultivados en criaderos podrían depender de la temperatura, la calidad de los ovocitos, la alimentación, y la calidad del agua de cultivo. Asimismo, la tasa de desarrollo larvario varía entre distintas familias de bivalvos, siendo, por ejemplo, mayor en árcidos que en pectínidos y venéridos (Martínez & Yeomans, 2014). En este estudio la supervivencia larval en San Lorenzo y Puerto El Morro alcanzó a 10 y 15% respectivamente, superior a la de *Anadara similis* (2,35 a 5,7%) (Castillo, Reyes, García, & Kino, 2016) e inferior a la supervivencia de *Anadara grandis* (52%) (Gallo Roque, 2018) y por lo tanto dentro de los rangos señalados para otros bivalvos.

## 6. Conclusiones

La técnica de variar la temperatura a 10°C por encima de la temperatura inicial, tiene un efecto positivo sobre la reproducción de la especie *A. tuberculosa* en condiciones de laboratorio, pero también se observa un cierto porcentaje de mortalidad en los individuos, siendo el caso del 9% en San Lorenzo y 17% en Puerto El Morro.

A pesar de que los gametos u óvulos no fueron expulsados de manera continua y constante y hubo presencia de grumos en algunos desoves, dicho de otra manera, que los óvulos expulsados están estropeados y no serán posibles de fecundar, se logró un alto porcentaje de fecundación, en San Lorenzo con un 56%, y en el Puerto El Morro con un 60% de la población. Sin embargo, no todos los individuos completaron su metamorfosis, quedando en la larva trocófora.

La supervivencia larval de *A. tuberculosa* fue del 21% en San Lorenzo y 25% en el Puerto El Morro, a los 10 días de cultivo durante el estadio de la larva D, y del 10% en San Lorenzo y 15% en Puerto El Morro en el día 13 de cultivo alcanzando el estadio de larva umbonada. En lo que respecta, la baja supervivencia fue a causa de la contaminación de microorganismos bacterianos que se detectaron desde el primer día de cultivo, afectando también la flotabilidad larvaria.

## 7. Recomendaciones

Se recomienda que se estudien y se comparen otras técnicas de reproducción de bivalvos en condiciones controladas, para determinar la eficacia del desove tomando en cuenta el número de individuos que desovan y el tiempo respuesta a la inducción.

Realizar análisis microbiológicos del agua y reproductores que serán inducidos al desove, e implementar el uso de probióticos en los reproductores de la especie *Anadara tuberculosa* antes de inducirlos al desove y durante el cultivo larvario de para evitar y contrarrestar los efectos de la contaminación bacteriana.

Se sugiere limpiar los huevos antes de ponerlos en el tanque y cambiar el agua todos los días al 75%, para evitar la contaminación por protozoarios y bacterias y residuos de alimento, de tal manera que disminuya la mortalidad en las larvas.

Seguir con las investigaciones partiendo desde la etapa larvaria hasta la etapa de adultas en *A. tuberculosa*, estudiando comportamiento, crecimiento y supervivencia en condiciones controladas dentro del laboratorio, como también, condiciones semi controladas en el manglar.

## 8. Bibliografías

- Asamblea Nacional del Ecuador. (2020). *Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca, Suplemento del Registro Oficial No. 187.*
- Autoridad Pesquera Nacional. (2008). *Acuerdo N°149.* Manta.
- Cáceres, J. M. (7 de 2017). *Situación pesquera artesanal del recurso concha en san lorenzo y muisne provincia esmeraldas durante el 2014.* Obtenido de Instituto de pesca: <http://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2017/07/documento-gobernanza-recurso-concha.pdf>
- Calispa Quinto, A. (2018). Cría en Cautiverio de Concha Prieta (*Anadara Tuberculosa – Anadara Similis*) en el Estuario del Río Portoviejo y el Estuario del Río Chone para Fortalecer los Medios de Vida Tradicionales Comunitarios, en los Cantones Portoviejo, Sucre y San Vicente. *Fides*, 1-26.
- Castillo Henriquez, O. L., Cornejo Hernández, N. E., & Rodríguez Fernández, C. J. (2017). *Determinación de la eficacia de adhesión en cuatro tipos de colectores utilizados en la producción artificial de larvas de anadara grandis “casco de burro” en laboratorio húmedo la pirrayita en la bahía de jiquilisco, usulután.* El Salvador: Universidad de El Salvador.
- Castillo, A. M., Reyes, S. P., García, I. M., & Kino, S. (2016). *Producción artificial de semillas, cultivo intermedio y cultivo de Anadara tuberculosa y A. grandis.* Puerto El Triunfo, El Salvador: CENDEPESCA.
- Cerrato, C., & Pinto, R. (2007). Producción sostenida de moluscos bivalvos en el Perú: acuicultura y repoblamiento. *FAO*, 209-218.
- Chamorro , E. L., & Rosero , C. G. (2016). Estimation of *Anadara tuberculosa* genetic diversity in five mangroves from Tumaco, using Cytochrome oxidase I enzyme. *Rev.MVZ Córdoba*, 5547-5557.

- Cruz , R. A., & Palacios, J. A. (2010). Biometría del molusco *Anadara tuberculosa* (Pelecypoda : Arcidae) en Punta Morales, Puntarenas, Costa Rica. *Revista de biología tropical*, 175-179.
- Cruz, R. (2011). *Algunos aspectos de la reproducción en Anadara tuberculosa* (Pelecypoda: Arcidae) de Punta Morales. Costa Rica: Escuela de Ciencias Bilógicas.
- Cumbicos, D., & Ruiz, J. (2017). Proliferation cycle of bacterial strains *Vibrio* ssp and *Pseudomonas* ssp of young black seashell (*Anadara tuberculosa*). *Espacios*.
- Diringer, B., Pretell, K., Avellan, R., Chanta, C., Cedeño, V., & Gentile, G. (2019). Genetic structure, phylogeography, and demography of *Anadara tuberculosa* (Bivalvia) from East Pacific as revealed by mtDNA: Implications to conservation. *Ecology and Evolution*, 4392–4402.
- Fabioux, Huvet, Souchu, L., Penneç, L., & Pouvreau. (2015). *Producción artificial de semilla y cultivo de engorde del curil (Anadara tuberculosa)*. Usulután, El Salvador: CENDEPESCA/MAG.
- Faúndez , V., & Fuente, M. (2019). Evaluation in vitro of marine bacteria for potential biocontrol in culture of bivalve molluscs. *Revista de Biología Marina y Oceanografía Vol. 54, N°3*, 272-282.
- Flores Vera, L., & Morales Escalante, M. (2018). Tasa de captura y composición de tamaños de *Anadara* spp. en Puerto El Morro, Ecuador. *La Técnica*, 1-9.
- Frías, E. (27 de Noviembre de 2016). *Un plan para salvar a las conchas negras*. Obtenido de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/tendencias/plan-salvar-conchas-negras-veda.html>

- Galdámez Castillo, A. M., Pacheco Reyes, S. P., & Pérez García, I. M. (2017). *Producción artificial de semillas, cultivo intermedio y cultivo Anadara tuberculosa y A. grandis*. El Salvador: Centro de Desarrollo de la Pesca y Acuicultura.
- Gallo Roque, G. R. (2018). *Efecto de dos densidades de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de Anadara tuberculosa en cultivo suspendido en el canal de marea Puerto Rico, Puerto Pizarro, Tumbes*. Tumbes, Perú: Universidad Nacional de Tumbes.
- Gamboa Landívar, L. M. (2019). *Densidad y estructura poblacional de Anadara tuberculosa en Puerto el*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Guzmán, R. A., Arce, C. E., Sánchez, E. G., & Saldaña, F. J. (2014). Crecimiento y supervivencia de larvas D, pediveligeras y postlarvas de *Gari solida* (Mollusca: Psammobiidae), provenientes de reproductores acondicionados. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 607-614.
- Helm, M., & Bourne, N. (2006). *Cultivos de bivalvos en criadero*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Martínez, J. C., & Yeomans, R. V. (2014). *Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo de moluscos bivalvos*. Tijuana, México: OPESCA.
- Mendoza Neyra, O. A. (2013). *Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de Anadara tuberculosa (Sowerby, 1833) con semillas obtenidas en laboratorio*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Mendoza, O., & Alvitres, V. (2017). Crecimiento y supervivencia de *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) a tres densidades. *Revista de Investigación Científica*, 55 - 64.

- Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca. (2021). *ACUERDO Nro. MPCEIP-SRP-2021-0100-A*. Manta.
- Monsalvo Spencer, P., Reynoso Granados, T., Robles Villegas, G., & Robles Mungaray, M. (2015). *Cultivo de larvas y juveniles de almeja voladora Euvola vogdesi (Pteroida: Pectinidae)*. 514-525: Latin American Journal of Aquatic Research.
- Mora , E., Moreno , J., Jurado , V., & Flores , L. (20 de 8 de 2010). *Boletín Científico – Técnico*, (2010), 20 (8):35-49. Obtenido de [https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/4795/3.%20la%20pesqueria%20de%20la%20concha%20prieta%20%20e.%20Mora\\_2010%20\\_1\\_.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/4795/3.%20la%20pesqueria%20de%20la%20concha%20prieta%20%20e.%20Mora_2010%20_1_.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mora, E., & Romero , J. (2014). *La pesquería artesanal del recurso concha (Anadara tuberculosa y A. Similis) en la costa ecuatoriana*. Boletín Científico y Técnico.
- Moreno , J., Aleman , C., & Bonilla , R. E. (2019). Aspectos biométricos y reproductivos de *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) (Bivalvia: Arcidae) en dos sitios de extracción de Esmeraldas y El Oro, Ecuador, durante el último trimestre de 2016. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 31-43.
- Moreno Cáceres, J. (2019). *Importacia de la pesquería de concha prieta*. Instituto Nacional de Pesca.
- Murillo Rivas , J. (2018). *Evaluación del efecto de la temperatura en el desove de la piangua Anadara tuberculosa (Bivalva: Arcidae) en condiciones de laboratorio*. Colombia: Universidad del Magdalena.
- Ordinola, E., Vera , M., Alemán , S., & Llanos , J. (2019). Sinopsis biológica, poblacional y pesquera de *Anadara tuberculosa* (sowerby, 1833) y *Anadara*

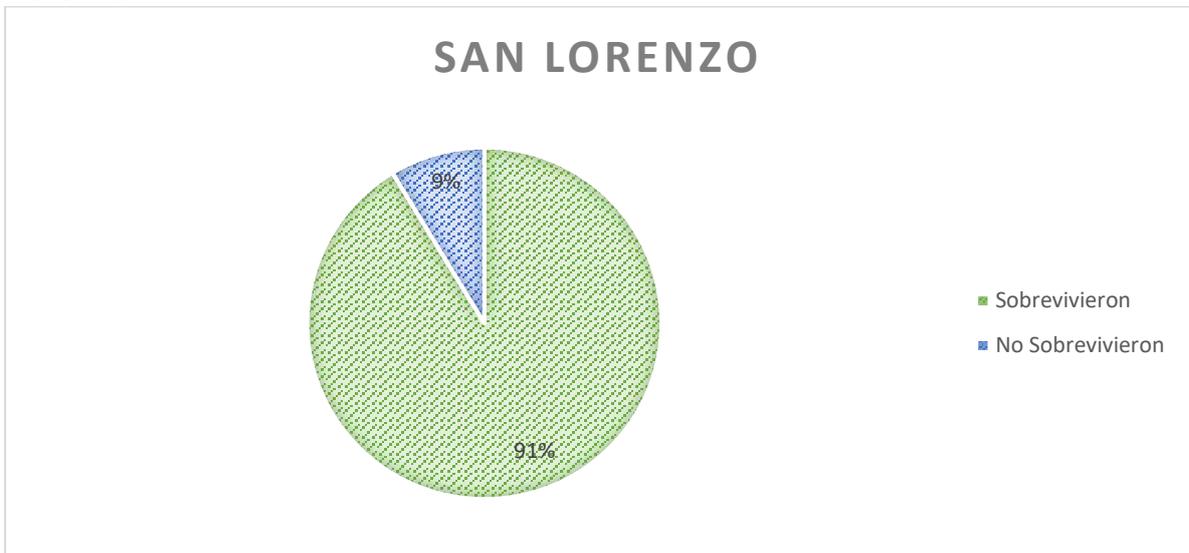
- similis (c.b. Adams, 1852) en los manglares de tumbes: 1995 a 2015. *Boletín, Volumen 34*, 223-264.
- Pacheco, A. S. (2012). Cultivo de moluscos de manglar en El Salvador. *Ciencia y tecnología*, 24-30.
- Panta Velez, R. P., Bermúdez Medranda, A., Mero, P., & Acosta Balbás, V. (2020). Reproductive Cycle of *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) in a Mangrove System of the Chone River Estuary, Ecuador. *Advances in Environmental Biology*, 1-11.
- Pérez Medina, D. R. (2010). *Biología Reproductiva De Anadara Tuberculosa (Bivalvia: Arcidae) En El Estero Santo Domingo, B.C.S., México*. La Paz, México: Instituto Politecnico Nacional.
- Prado Carpio, E., Martínez Soto, M. E., Rodríguez Monroy, C., Núñez Guerrero, Y., & Quiñonez Cabeza, M. (2020). *Descripción de la Cadena de Producción del Molusco Bivalvo Concha Prieta "Anadara tuberculosa"*. International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology.
- Prado Carpio, E., Martínez Soto, M., Morris Díaz, A., Castro Armijos, C., Coronel Reyes, J., & Rodríguez Monroy, C. (2020). Importancia de la producción de la concha prieta *Anadara tuberculosa* en las costas ecuatorianas. *Espamciencia*, 34-46.
- Pretell Monzón, K. M. (2016). *Identificación de bacterias cultivables y no cultivables procedentes de la sangre y tracto digestivo de reproductores de concha negra Anadara tuberculosa*. Tumbes, Perú : Universidad Nacional de Tumbes.

- Ramos Salazar, E. (2020). *Investigación de los recursos bioacuáticos y su ambiente*. Guayaquil: Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca.
- Rendon, M., Suarez, E., & Mejia, M. (8 de 2010). *Espol*. Obtenido de Espol: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1426/1/2789.pdf>
- Rengel, J., Guelmelit, L., & Torres, L. (2016). *Inducción al Desove y Desarrollo Larval del Molusco Bivalvo Chione cancellata*. Cumana, Venezuela: Gulf and Caribbean Fisheries Institute.
- Retamales González, R., & Panta Vélez, P. (2014). Induction of spawning of the mangrove cockle *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) under laboratory conditions. *Revista La Tecnica*, 56 - 63.
- Rivas, J. D. (2018). *Evaluación del efecto de la temperatura en el desove de la piangua Anadara tuberculosa (bivalva: arcidae) en condiciones de laboratorio*. Santa Marta, Colombia: Universidad de Magdalena.
- Rivero Rodríguez, S. (2017). *Diagnóstico de Cultivo y Extracción de Molusco en Centroamérica*. San Salvador: Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano.
- Salazar, J., & Blacio, E. (2012). *Reproducción inducida de concha prieta (Anadara tuberculosa)*. Puerto de Jambelí, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Sánchez Ortiz, A. C. (2015). *Evaluación del potencial probiótico de bacterias aisladas del tracto digestivo de la almeja pata de mula A. tuberculosa en el cultivo de invertebrados marinos de importancia comercial*. La Paz, Baja California Sur: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

- Sánchez, F. S. (2016). *Reproducción inducida por shock térmico y supervivencia larvaria de anadara grandis*. Tumbes, Perú: Universidad Nacional de Tumbes.
- Sandoval Sanchez, F., & Calerfan Dios, E. (2016). *Reproducción Inducida por Shock Térmico y Supervivencia Larvaria de Anadara grandis*. Tumbes, Perú: Universidad Nacional de Tumbes.
- Soto Simental, L. (2015). *Uso de probióticos como alternativa para el control de vibrios en la crianza del hacha china Atrina maura*. La Paz: Instituto Politécnico Nacional.
- Vicksta, M. K. (2015). *Present Management Practices and future Possibilites for the Concha Prieta (Anadara tuberculosa) in the community of San Felipe, Ecuador*. University of Wisconsin.

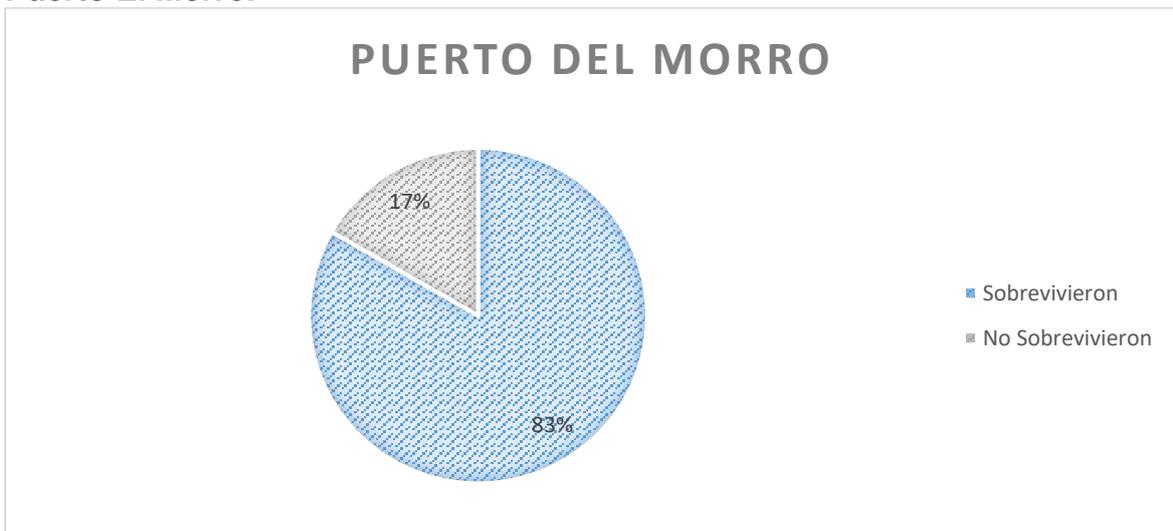
## 9. Anexos

**Figura 1. Porcentaje de sobrevivencia de reproductores *A. tuberculosa* de San Lorenzo.**



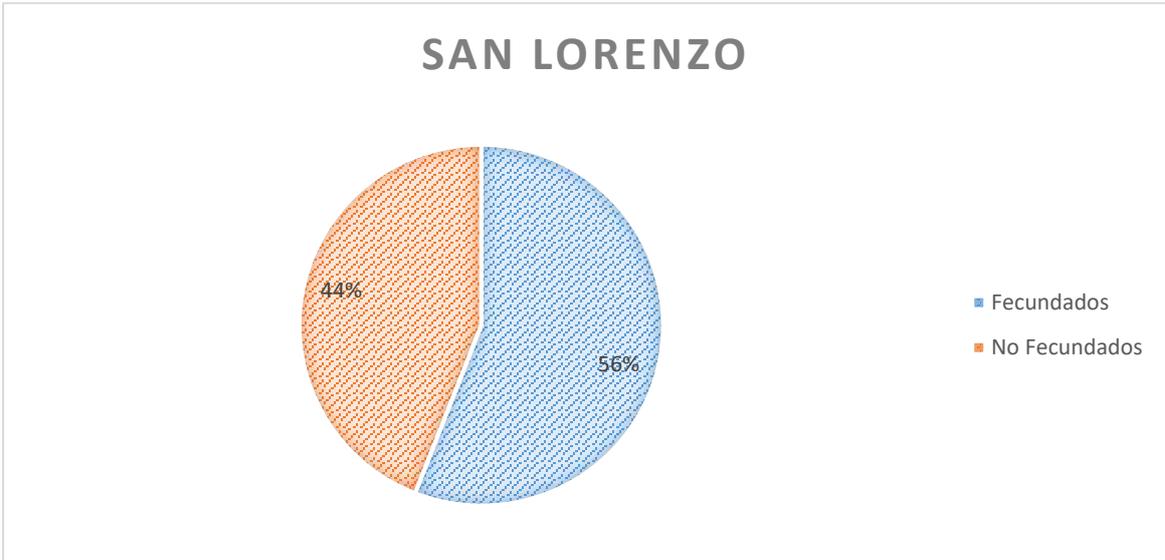
Palma, 2022

**Figura 2. Porcentaje de sobrevivencia de reproductores *A. tuberculosa* de Puerto El Morro.**



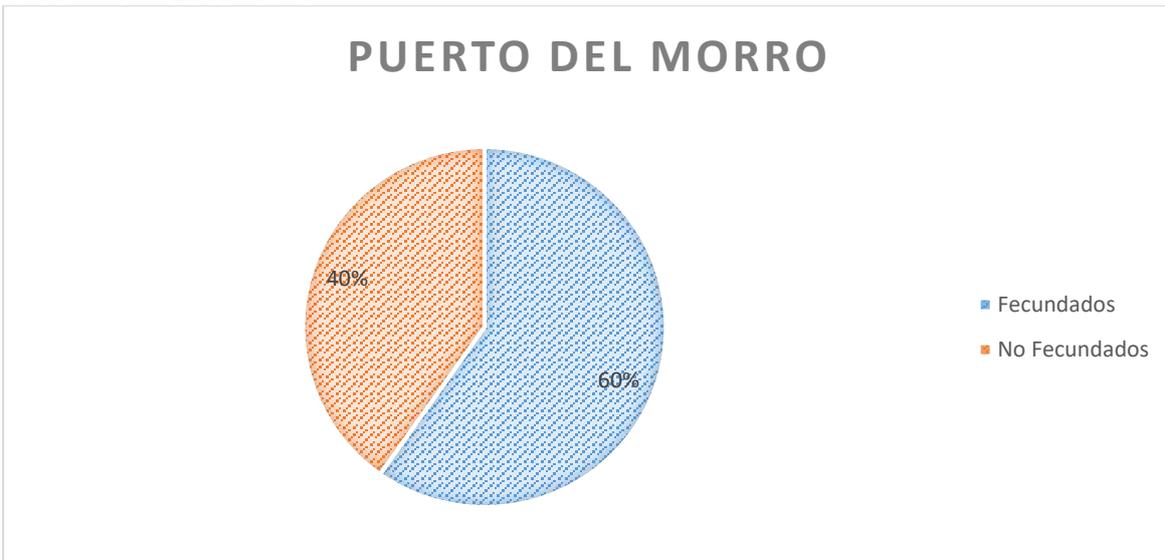
Palma, 2022

**Figura 3. Porcentaje de fecundación de huevos de la especie *A. tuberculosa* de San Lorenzo.**



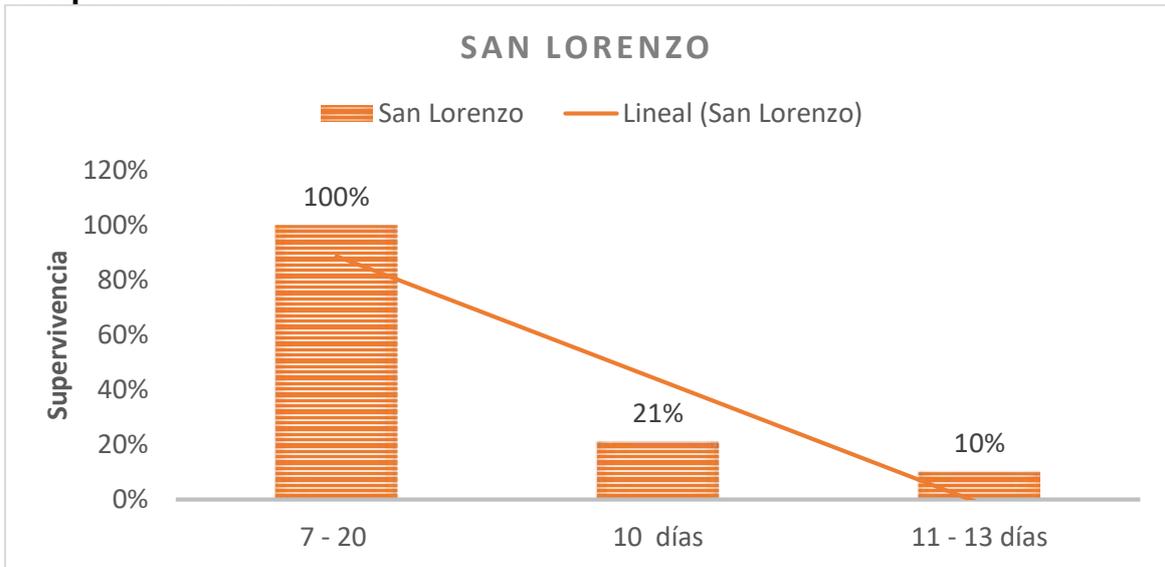
Palma, 2022

**Figura 4. Porcentaje de fecundación de huevos de la especie *A. tuberculosa* del Puerto El Morro.**



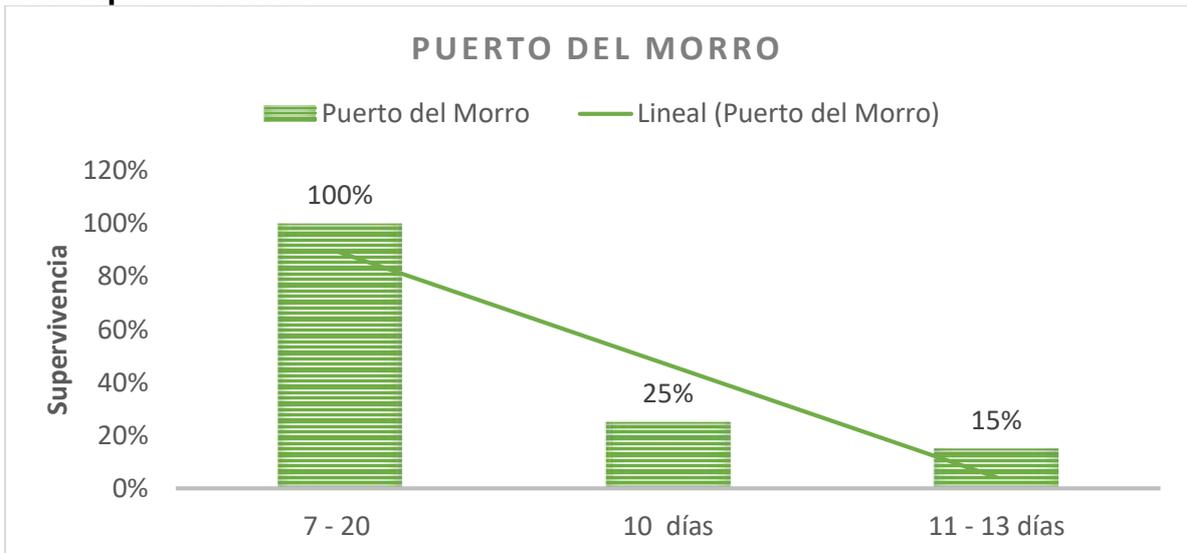
Palma, 2022

**Figura 5. Supervivencia larval de *A. tuberculosa* de San Lorenzo durante el tiempo de cultivo.**



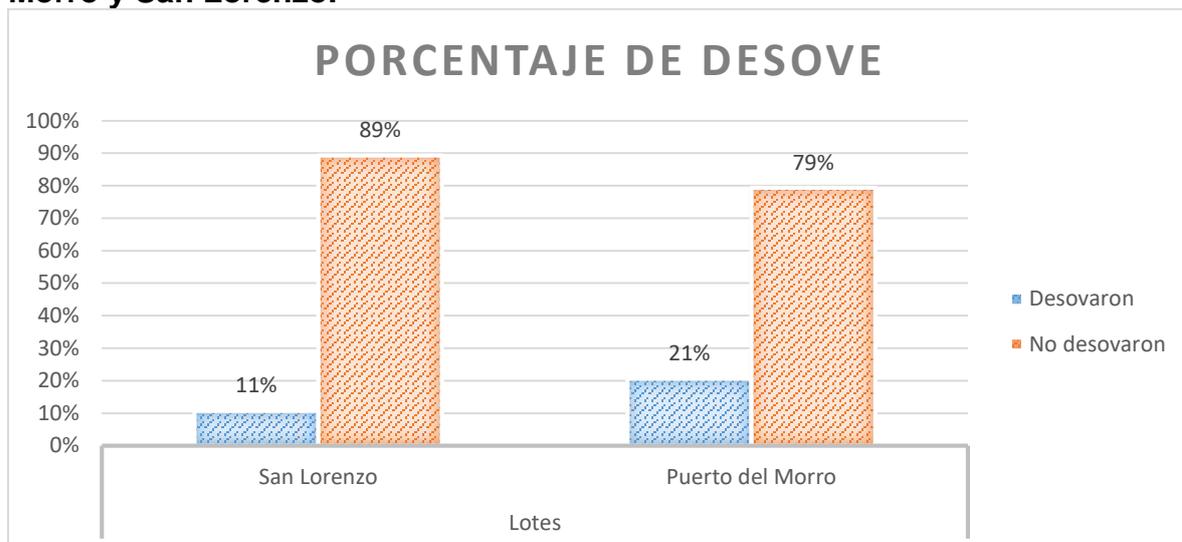
Palma, 2022

**Figura 6. Supervivencia larval de *A. tuberculosa* del Puerto El Morro durante el tiempo de cultivo.**



Palma, 2022

**Figura 7. Porcentajes de desove de la especie *A. tuberculosa* del Puerto El Morro y San Lorenzo.**



Palma, 2022

**Tabla 6. Desove de reproductores *A. tuberculosa* del Puerto El Morro.**  
Puerto El Morro (Segundo Lote) - 12/1/2022

# de reproductor	Sexo	Hora	°C	ppt	Observaciones
1	Macho	17:49	34	32	Desove no constante, poco esperma
2	Hembra	18:14	33,5	32	Desove continuo con grumos, poco óvulo
3	Macho	18:25	31,5	32	Desove no constante, muy poco esperma
4	Macho	18:29	31	32	Desove continuo, muy poco esperma
5	Macho	18:32	31	32	Desove continuo, muy poco esperma
6	Macho*	18:32	32	32	Desove continuo, abundante esperma*
7	Macho	18:33	33	32	Desove no continuo, poco esperma
8	Macho	18:33	31	32	Desove no continuo, muy poco esperma
9	Macho	18:34	31	32	Desove no continuo, poco esperma
10	Hembra	18:35	31	32	Desove no continuo con grumos, poco óvulo
11	Hembra	18:36	31	32	Desove continuo con grumos, abundante óvulo
12	Hembra*	18:38	31	32	Desove continuo, abundante óvulo*
13	Macho*	18:39	30	32	Desove continuo, abundante esperma*
14	Macho	18:39	30	32	Desove no continuo, poco esperma
15	Macho	18:39	30	32	Desove continuo, muy poco esperma
16	Macho	18:47	30	32	Desove no continuo, poco esperma
17	Macho	18:48	30	32	Desove continuo, poco esperma
18	Macho	18:56	29,5	32	Desove no continuo, muy poco esperma
19	Hembra	19:20	30	32	Desove no continuo, muy poco óvulo
20	Hembra	19:20	30	32	Desove continuo con grumos, poco óvulo
21	Macho*	19:23	30	32	Desove continuo, abundante esperma*
22	Macho	19:23	30	32	Desove continuo, poco esperma
23	Macho	19:23	30	32	Desove continuo, poco esperma
24	Hembra*	19:27	30	32	Desove continuo, poco grumo, abundante óvulo*
25	Hembra	19:29	30	32	Desove no continuo, muy poco óvulo
26	Macho	19:47	29,5	32	Desove continuo, poco esperma
27	Macho	19:45	29,5	32	Desove continuo, poco esperma
28	Hembra*	19:55	29,5	32	Desove continuo, poco grumo, abundante óvulo*
29	Hembra*	19:57	29,5	32	Desove continuo, poco óvulo*
30	Macho	20:04	28,5	32	Desove no continuo, muy poco esperma
31	Macho	20:05	28,5	32	Desove no continuo, muy poco esperma

Seleccionados para la fertilización\*

Palma, 2022

**Tabla 7. Desove de reproductores *A. tuberculosa* de San Lorenzo.**  
**San Lorenzo (Segundo Lote) - 15/12/2021**

# de reproductor	Sexo	Hora	°C	ppt	Características
1	Macho	15:32	33	32	Desove no continuo, muy poco esperma
2	Hembra*	15:33	33	32	Desove continuo, con grumo, abundante óvulo*
3	Macho*	15:33	33	32	Desove continuo, poco esperma*
4	Macho	15:39	32,5	32	Desove no continuo, muy poco esperma
5	Macho	15:39	32,5	32	Desove no continuo, poco esperma
6	Macho	15:45	32,5	32	Desove continuo, muy poco esperma
7	Macho	15:46	32,5	32	Desove no continuo, poco esperma
8	Macho	15:48	32	32	Desove no continuo, muy poco esperma
9	Macho*	15:48	32	32	Desove continuo, poco esperma*
10	Hembra*	15:50	31,5	32	Desove continuo, poco grumo, abundante óvulo*
11	Macho	16:08	31,5	32	Desove continuo, muy poco esperma
12	Macho*	16:11	31	32	Desove continuo, poco esperma*
13	Macho	16:20	30	32	Desove no continuo, muy poco esperma
14	Macho	16:21	30	32	Desove no continuo, poco esperma
15	Macho	16:23	30	32	Desove no continuo, poco esperma
16	Macho	16:25	30	32	

Seleccionados para la fertilización\*  
 Palma, 2022

**Tabla 8. Biometría de reproductores *A. tuberculosa* del Puerto El Morro que desovaron.**

Puerto El Morro (Segundo Lote)						
# de reproductores	Sexo	Longitud de machos(mm)	Ancho de machos(mm)	Alto de machos(mm)	Peso (g)	
1	Macho	3,7	2,5	4,3	30	
2	Macho	4,0	3,1	5,0	42	
3	Macho	3,5	2,2	4,4	24	
4	Macho	3,3	2,2	4,3	33	
5	Macho	3,8	2,3	4,3	36	
6	Macho	4,0	2,7	5,0	46	
7	Macho	3,7	2,4	4,5	35	
8	Macho	4,3	3,0	5,0	50	
9	Macho	4,0	2,5	4,7	39	
10	Macho	3,5	2,3	4,0	34	
11	Macho	4,0	2,6	5,0	45	
12	Macho	4,2	2,5	5,0	44	
13	Macho	4,0	2,8	5,0	47	
14	Macho	4,0	2,7	4,9	44	
15	Macho	4,5	2,9	5,1	46	
16	Macho	4,5	2,8	5,3	56	
17	Macho	4,6	2,8	5,0	57	
18	Macho	3,9	3,4	4,8	35	
19	Macho	4,1	2,2	4,6	39	
20	Macho	4,0	2,5	4,7	39	
21	Macho	4,0	3,1	5,0	42	
22	Hembra	4,0	2,5	5,0	34	
23	Hembra	3,8	2,8	5,0	47	
24	Hembra	4,0	3,0	5,0	51	
25	Hembra	3,8	2,5	4,5	37	
26	Hembra	4,1	2,5	4,8	44	
27	Hembra	4,0	2,8	4,5	43	
28	Hembra	3,8	2,4	4,5	40	
29	Hembra	3,7	2,9	4,9	36	

30	Hembra	3,6	2,4	4,1	38
31	Hembra	4,1	3,2	5,0	50

Palma, 2022

**Tabla 9. Biometría de reproductores *A. tuberculosa* de San Lorenzo que desovaron.**

San Lorenzo (Segundo Lote)					
# de reproductores	Sexo	Longitud de machos(mm)	Ancho de machos(mm)	Alto de machos(mm)	Peso (g)
1	Macho	4,0	2,4	4,2	35
2	Macho	4,1	2,3	4,9	38
3	Macho	4,8	3,1	5,4	58
4	Macho	2,6	2,1	3,8	32
5	Macho	3,6	2,5	5,0	42
6	Macho	2,5	2,1	4,1	26
7	Macho	2,4	1,8	3,8	21
8	Macho	2,7	2,3	4,3	33
9	Macho	4,3	2,3	4,5	27
10	Macho	3,9	1,8	3,8	25
11	Macho	3,9	2,6	4,7	44
12	Macho	3,8	2,8	5,0	46
13	Macho	2,6	2,1	4,6	36
14	Macho	3,6	2,6	4,8	41
15	Hembra	4,2	2,4	4,7	35
16	Hembra	3,5	2,3	4,6	35

Palma, 2022

**Tabla 10. Matriz de fecundación de huevos *A. tuberculosa*.**

Conteos	Lote	Huevos Fecundados/ml	Huevos no fecundados/ml	Huevos/l	Huevos/hembra
1er	San Lorenzo	403	388		
2do	San Lorenzo	489	357		
3er	San Lorenzo	500	364	835 000	417 500
4to	San Lorenzo	476	363		
1er	Puerto El Morro	721	533		
2do	Puerto El Morro	857	549		
3er	Puerto El Morro	849	536	1 341 000	335 250
4to	Puerto El Morro	779	540		

Palma, 2022

Figura 8. Preparación para la inducción al desove.

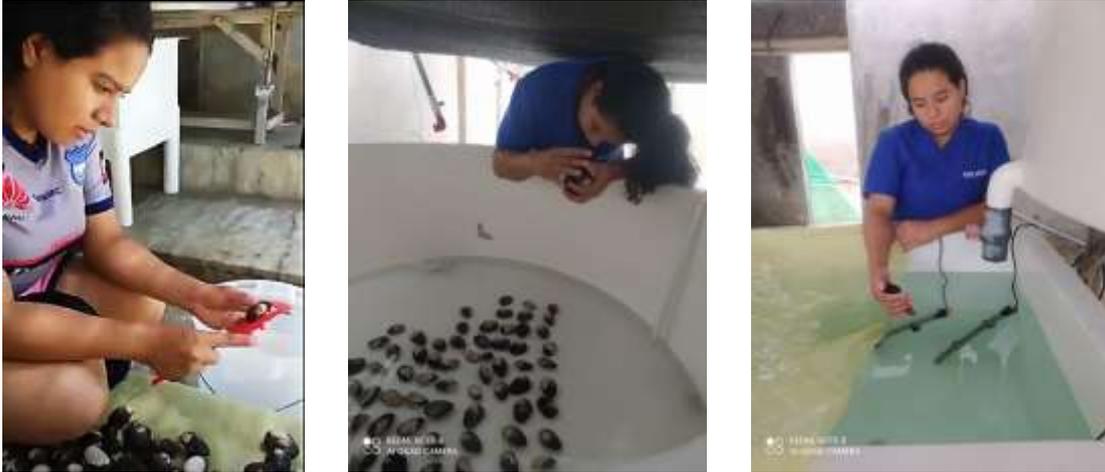


Figura 9. Gónadas de reproductores *A. tuberculosa* hembra y macho completamente desarrolladas.



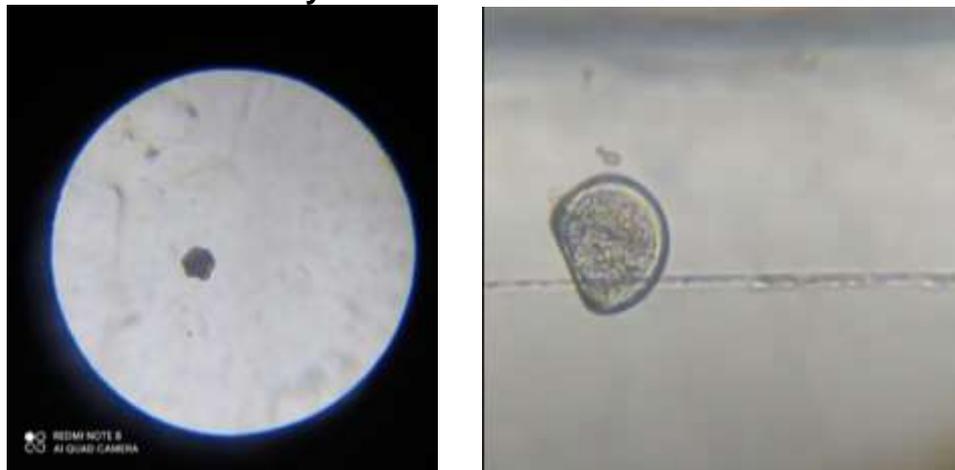
Figura 10. Desove de reproductores *A. tuberculosa*.



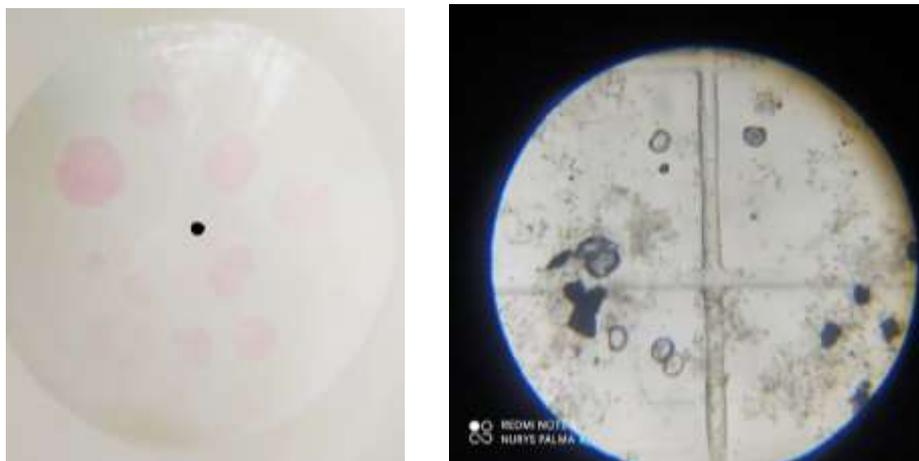
**Figura 11. Fecundación y conteo microscópico de los huevos fecundados.**



**Figura 12. División celular y Larva D a las 48 horas de fecundación.**



**Figura 13. Contaminación de pseudomonas en el tanque de cultivo y mortalidad de larvas D.**



**Figura 14. Tesista realizando cultivo microbiológico de las muestras contaminadas.**



**Figura 15. Resultados de los análisis microbiológicos.**



Colonia de Vibrios



Colonia de Pseudomonas

**Figura 16. Larva umbonada a los 11 días de cultivo**

