

ENSAYO DE REPRODUCCIÓN DE PIANGUA (*ANADARA TUBERCULOSA*) CON EL MÉTODO DE CHOQUE TÉRMICO EN CONDICIONES DE LABORATORIO

MARÍA JOSÉ CUERO OROBIO



**UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN ACUICULTURA
BUENAVENTURA, COLOMBIA
2023**

**ENSAYO DE REPRODUCCIÓN DE PIANGUA (*ANADARA TUBERCULOSA*) CON EL MÉTODO DE
CHOQUE TÉRMICO EN CONDICIONES DE LABORATORIO**

MARÍA JOSÉ CUERO OROBIO

TESINA PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TITULO DE TECNOLOGO EN ACUICULTURA

**DIRECTOR (A): MG FRANCISCO JAVIER PAREDES VALLEJO
CODIRECTOR (A): BIÓLOGO MARINO. GIOVANNI GÓMEZ CERÓN**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS**

**UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN ACUICULTURA
BUENAVENTURA, COLOMBIA
2023**

DEDICATORIA

Este logro se lo quiero dedicar primera y exclusivamente a Dios por ser mi roca y fuerte en este proceso, a mis padres por su gran apoyo incondicional, por creer en mí y cada día motivarme a no rendirme, a mi hijo, porque desde que llego a mi vida ha sido mi gran motivación de superación.

AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas las cuales debo agradecer y que han contribuido al proceso y conclusión de este proyecto, en primer lugar, darle las gracias a DIOS por guiarme y enseñarme de que cada experiencia vivida buena o mala tiene una gran enseñanza para mi vida y crecimiento personal.

A mi papa José Isaac Cuero Satizabal por sus arduos consejos y siempre estar ahí para apoyar cualquier proceso significativo en mi vida.

A mi madre Dalia Orobio Moreno por sus incansables oraciones a DIOS, por criarme con buenos cimientos éticos y morales.

A mi hijo José Mario Cuero Orobio por brindarme su compañía, amor y cariño, porque cada meta que logro, lo hago pensando en él, y con esto enseñarle y mostrarle los valores de lucha, superación, responsabilidad, disciplina, fe en Dios y humildad.

A mis hermanos Glenny, Ronald, Juan, Guillermo, Diego y Mariana por estar presentes en mi vida y porque lograron con sus ejemplos académicos profesionales llevarme por el camino de la educación académica.

A mi profesor y director de trabajo de Grado Francisco Paredes por creer en los resultados positivos de este proyecto, me apoyo de manera personal e institucional y me reconforto para que concluyera esta investigación.

Al profesor Giovanny Cerón por su tiempo, voluntad, dedicación y por brindarme de sus conocimientos profesionales a la culminación de este proyecto.

Por último, agradecer a la Universidad del Pacifico donde me he formado profesionalmente y humanamente, donde recibí apoyo de todo tipo.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad Investigar el proceso de reproducción mediante el método de choque térmico en pianguas, con cambios de temperatura del agua de 38C a 35C por 30 minutos y expulsión de gametos en machos y hembras, el ensayo se realizó el 6 de septiembre del 2023, se extrajeron 24 reproductores de *A. Tuberculosa* obtenidas del medio natural y compradas a mujeres que comercializan esta especie, luego fueron llevadas hasta el laboratorio de Biotecnología de la Universidad del Pacífico, donde se le realizaron seguimientos de limpieza, medidas y pesajes, estos fueron puestos y divididos por 8 en 3 acuarios de vidrio los cuales fueron desinfectados y lavados, se aplicó el método de choque térmico con agua caliente y agua fría marina para los tres acuarios, se le tomo temperatura a 38C a dos acuarios y temperatura de 35C al tercer acuario, salinidad a 20ups, se pudo observar más presencia de machos que de hembras, la expulsión se dio a partir de los 4 minutos justo después de haber ingresado las pianguas al agua, las valvas de algunas pianguas se abrieron y botaron un líquido fluido blanco(machos) y en otras el líquido fue más espeso y en estado de abultamiento.

Llegando a concluir que la reproducción por choque térmico en una escala de 38°C, se da y la talla donde se muestra madurez de la especie es por medio de la altura arrojando datos desde de los 3 centímetro hasta los 6 centímetros.

Palabras clave: *concha prieta, molusco, bivalvos.*

ABSTRACT

The purpose of this research was to investigate the reproduction process using the thermal shock method in pianguas, with changes in water temperature from 38C to 35C for 30 minutes and expulsion of gametes in males and females. The test was carried out on September 6. In 2023, 24 *A. Tuberculosa* reproducers obtained from the natural environment and purchased from women who market this species were extracted, then they were taken to the Biotechnology laboratory of the Universidad del Pacifico, where cleaning, measurements and weighing follow-ups were carried out. These were placed and divided by 8 in 3 glass aquariums which were disinfected and washed, the thermal shock method was applied with hot water and cold sea water for the three aquariums, temperature was taken at 38C and salinity at 20ups, He was able to observe more presence of males than females, the expulsion occurred after 4 minutes just after the pianguas had entered the water, the valves of some pianguas opened and released a white fluid liquid (males) and in others the liquid was thicker and in a state of swelling.

Concluding that reproduction by thermal shock on a scale of 38C occurs and the size where maturity of the species is shown is through height, yielding data from 3 centimeters to 6 centimeters.

Keywords: *brown shell, mollusk, bivalves.*

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. GENERALES	3
2.2. ESPECIFICOS	3
3. JUSTIFICACION.....	4
4. MARCO TEÓRICO.....	5
4.1. CARACTERÍSTICA DE LA ESPECIE <i>ANADARA TUBERCULOSA</i>	5
4.2. ALIMENTACIÓN Y HÁBITAT	6
4.3. TAXONOMÍA.....	7
4.4. DISTRIBUCIÓN Y UBICACIÓN.....	7
4.5. CICLO DE VIDA.....	8
4.6. REPRODUCCIÓN	9
4.6.1. Sex ratio (proporción de hembras y machos).....	9
4.6.2. Madurez sexual	10
4.6.3. Desove	10
4.6.4. Fecundación	11
4.7. TEORÍA DEL CHOQUE TÉRMICO	11
5. METODOLOGÍA.....	13
5.1. LOCALIZACIÓN.....	13
5.2. MATERIALES.....	13
5.3. EJEMPLARES EXPERIMENTALES.....	14
5.4. AGUA MARINA	15
5.5. SELECCIÓN DE CEPA.....	15
5.6. CULTIVO DE <i>TETRAELEMIS</i>	16
5.7. CULTIVO DE <i>ISOCHRYSIS</i>	16
5.8. MANTENIMIENTO Y GESTIÓN	17
5.9. ALIMENTACIÓN DE REPRODUCTORES	17
5.10. INFRAESTRUCTURA	17
5.11. DISEÑO EXPERIMENTAL	17
6. RESULTADOS	19

6.1. CHOQUE TÉRMICO	19
6.2. MADUREZ SEXUAL.....	22
7. CONCLUSIONES	24
8. RECOMENDACIONES	25
BIBLIOGRAFÍA.....	26

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Características internas y externas de las valvas de una concha típica de un molusco bivalvo.....	5
Ilustración 2. Vista exterior e interior de Anadara tuberculosa mostrando los tubérculos	6
Ilustración 3. Hábitat de Anadara tuberculosa (concha negra).	7
Ilustración 4. Distribución de Anadara tuberculosa	8
Ilustración 5. ciclo de vida Anadara tuberculosa.....	9
Ilustración 6. Localización del ensayo de reproducción	13
Ilustración 7. Montaje de reproducción de piangua.....	14
Ilustración 8. Numeración de la Anadara tuberculosa	14
Ilustración 9. clarificación de agua marina	15
Ilustración 10. Cepa de Tetraselmis e Isochrysis.....	15
Ilustración 11. Cultivo de Tetraselmis	16
Ilustración 12. Cultivo Isochrysis	16
Ilustración 13. Salinidad Ilustración 14. Temperatura Ilustración 15. muestra del PH	18
.....	
Ilustración 16. Pianguas macho expulsando espermatozoides.....	19
Ilustración 17. Machos y hembras expulsando gametos.....	20
Ilustración 18. Huevos de piangua imagen de microscopio	20
Ilustración 19. Desarrollo embrionario.....	21
Ilustración 20. relación de largo, ancho, alto y peso de pianguas	23

LISTAS DE TABLAS

Tabla 1. Madurez sexual de los reproductores	10
Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos.....	18
Tabla 3. Tabla de medidas de las pianguas.....	22

.

INTRODUCCIÓN

Anadara tuberculosa es una especie endémica de los bosques de manglares del Pacífico americano. La importancia de una actividad de recolección de conchas de origen ancestral, que tiene un impacto significativo en los aspectos económicos, sociales y ambientales de la región. Esta actividad proporciona un medio de subsistencia para muchas familias de recolectores de conchas en varios países y también es una fuente importante de alimento para las comunidades costeras. En resumen, esta práctica no solo es una tradición cultural arraigada, sino también un pilar económico y alimentario en las zonas costeras (Eveligh, 2021).

la extracción de conchas es una de las pesquerías más antiguas y tradicionales y desempeña un papel fundamental en el sustento económico de muchas familias involucradas en su recolección y comercio. No obstante, se plantea una preocupación importante: la sobreexplotación de este recurso, señalada por varios indicadores. Esto indica la necesidad de abordar de manera urgente la gestión sostenible de esta actividad para preservar tanto el recurso como el sustento de las comunidades que dependen de él. (Mora, 2010)

El método de choque térmico, que se basa en la manipulación de la temperatura para inducir la reproducción de organismos, en particular moluscos bivalvos y ostras. La metodología más comúnmente empleada para estimular el desove en medios artificiales implica el uso de un choque o estrés térmico. Este proceso consiste en elevar gradualmente la temperatura a intervalos de tiempo iguales hasta lograr el desove de los animales. Este enfoque es ampliamente utilizado, especialmente para inducir la reproducción en ostras que provienen de aguas templadas o frías (Moreno D. I., 2016)cita a (Ramirez J. , 2000)

En este ensayo, se determinó la viabilidad y eficacia de este método como una alternativa para el cultivo y la conservación de la piangua *Anadara Tuberculosa* es una especie adaptable que puede soportar distintos niveles de salinidad en el agua. Esto permite darle ventaja evolutiva para sobrevivir en los manglares, que son ecosistemas dinámicos y cambiantes. Esta capacidad de adaptación se debe a que la *A. tuberculosa* produce genes y proteínas que le ayudan a regular el balance de agua y sales en su cuerpo, este estudio lo han realizado los peruanos. (Mendoza, 2017)

En este sentido, el proyecto se enfocó en la reproducción de la piangua, considerando su importancia cultural y económica. Mediante el estudio de métodos y técnicas de reproducción en condiciones de laboratorio, se busca contribuir al desarrollo de estrategias efectivas para la conservación y el aprovechamiento sostenible de esta especie en el país. Los resultados obtenidos en este ensayo proporcionaron información sobre reproducción de la piangua y la viabilidad del método de choque térmico en condiciones de laboratorio. Estos hallazgos podrían tener aplicaciones prácticas en la acuicultura y la conservación de la especie, Los resultados contribuirán a la generación de conocimiento científico sobre la reproducción de la especie y servirán como base para el diseño de programas de manejo y repoblación que aseguren su sustentabilidad a largo plazo.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Anadara tuberculosa es una especie altamente valorada por su exquisito sabor, importancia económica y abastecimiento nutritivo para las comunidades costeras desde épocas antiguas. Sin embargo, existen datos sobre su explotación que muestran que es la especie más intensamente explotada de los manglares del Pacífico colombiano.

Se propone elaborar una propuesta que contribuya a la solución de este problema, llevando a cabo un proyecto de reproducción de piangua (*anadara tuberculosa*) con el método de choque térmico en condiciones de laboratorio, esto con el fin de contribuir al conocimiento científico sobre la reproducción de estos moluscos bivalvos, mitigar impactos de explotación de la especie aplicando estrategias de conservación y aprovechamiento sostenible del recurso.

2. OBJETIVOS

2.1. GENERAL

Evaluar el proceso de reproducción de piangua (*Anadara tuberculosa*) con el método de choque térmico en condiciones de laboratorio.

2.2. ESPECÍFICOS

- Comprender el proceso de reproducción por choque térmico en pianguas.
- Determinar las condiciones específicas del choque térmico que desencadenan la reproducción en las pianguas, incluyendo la temperatura, la duración y otros factores relevantes.

3. JUSTIFICACION

La *Anadara tuberculosa* es una especie de molusco bivalvo que habita en los manglares del Pacífico, desde México hasta Perú. Posee una gran importancia ecológica y económica, ya que contribuye al funcionamiento de los ecosistemas de manglar, además de ser una fuente de alimento y de ingresos para la mayoría de las comunidades costeras. Sin embargo, esta especie se encuentra amenazada por la pérdida y degradación de su hábitat, la sobreexplotación pesquera y la contaminación. Por estas razones, se requiere posibles soluciones para su conservación y manejo sostenible. (Eveligh, 2021)

En los últimos años ha habido un aumento en la explotación de un recurso marino, debido a la demanda del recurso en el mercado nacional es alta, y la extracción de conchas desempeña un papel económico y socialmente relevante para aproximadamente 2,000 recolectores de conchas. Además, es importante para un gran número de pescadores artesanales en la costa del Pacífico de diez países, que se extiende desde México hasta Perú (Yadira, 2019).

Debido a su biología, ecología y manejo han sido objeto de diversas investigaciones en diferentes países de la región, como Perú, Ecuador, Colombia y Panamá. Esta es una especie que tiene la capacidad de adaptarse a diferentes condiciones de salinidad que les permite sobrevivir y adaptarse a ambientes estuarinos, posee también un alto valor comercial ya que se consume localmente y se exporta a otros países, esto genera empleos e ingreso para la gran mayoría de pescadores artesanales y sus parientes, su valor ecosistémico la hace participe en el ciclo de nutrientes, filtración de agua, alimento para otras especies de flora y fauna asociadas al hábitat entre otros, por último y no menos importante como su valor cultural, haciendo parte de las tradiciones y saberes ancestrales de los pueblos costeros que depende de ella y forma parte de su identidad.

Estos son algunos aspectos que demuestran la importancia y valor de *Anadara tuberculosa* para el bienestar humano y la biodiversidad, justifican la necesidad de implementar medidas de conservación y manejo sostenible que garanticen su aprovechamiento responsable y su persistencia a largo plazo. En los moluscos bivalvos, los reproductores maduros son inducidos a la puesta utilizando métodos físicos, biológicos, químicos o en combinación. Dentro de estos métodos, el uso de choque térmico se ha destacado.

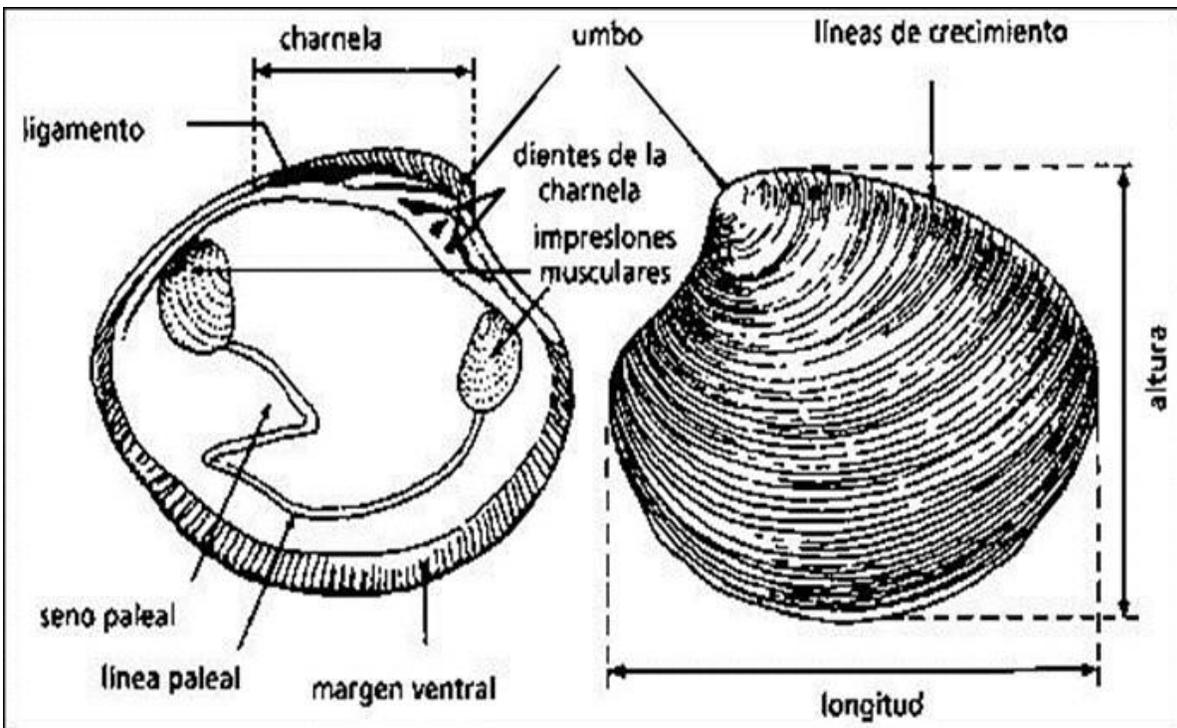
4. MARCO TEÓRICO

4.1. CARACTERÍSTICA DE LA ESPECIE *ANADARA TUBERCULOSA*

Las características físicas de una concha grande y ovalada; la concha presenta 33 a 37 costillas radiales redondeadas que están ligeramente juntas. El margen dorsal de la concha tiene un ligero ángulo en ambos extremos. Además, se observan nódulos o tubérculos en las costillas, específicamente en el margen anterior. El periostraco, la capa externa de la concha, es grueso y notablemente arrugado, a veces erosionado en los umbos, lo que expone la concha blanca en esas áreas. La charnela, que es la articulación entre las dos valvas de la concha, es larga, delgada y relativamente recta. Los bordes internos muestran fuertes crenulaciones que coinciden con las costillas externas. La concha es mayoritariamente blanca, con la cavidad umbonal que a menudo presenta un ligero tinte púrpura claro. (Moreno D. I., 2016)

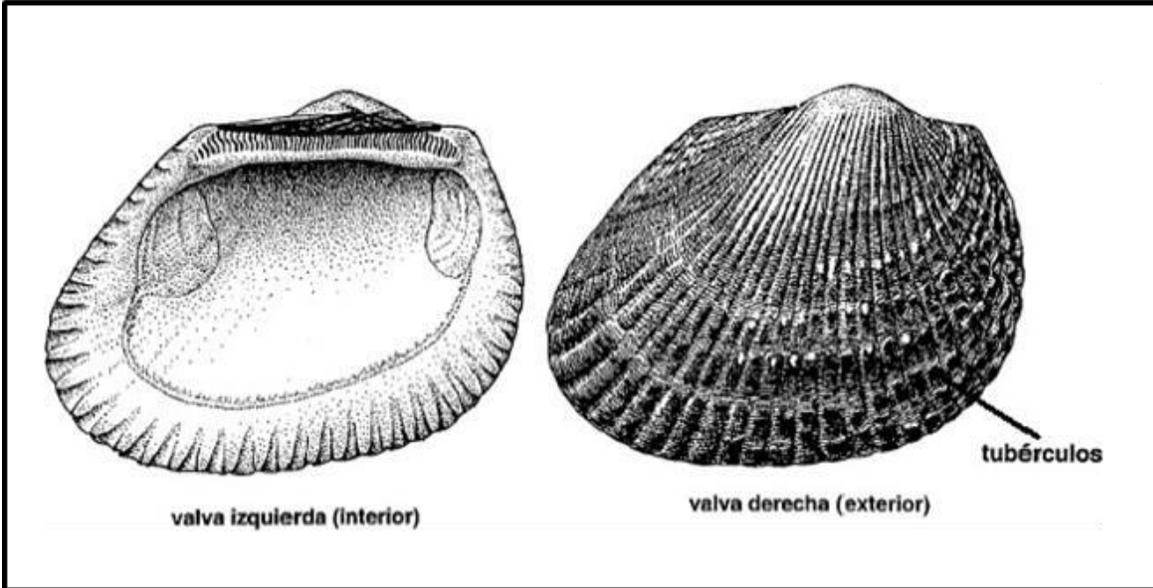
Su color es blanco, cubierto por un periostraco piloso que va desde café oscuro hasta negro (Salazar, INVESTIGACIÓN DE LOS RECURSOS BIOACUÁTICOS Y SU AMBIENTE, 2018)) citado por (Sowerby, Cruz, R. & J. Jiménez, 1833-1994).

Ilustración 1. Características internas y externas de las valvas de una concha típica de un molusco bivalvo.



Fuente: Cesari y Pellizzato (1990) y FAO (2006).

Ilustración 2. Vista exterior e interior de *Anadara tuberculosa* mostrando los tubérculos



Fuente: Modificado de Fischer, Krupp, Schneider, Sommer, Carpenter y Niem (1995)

4.2. ALIMENTACIÓN Y HÁBITAT

El hábitat de una especie que habita en estrecha relación con las raíces del mangle *Rhizophora* spp. Estas especies rara vez se encuentran expuestas y se ubican en la zona mesolitoral media inferior. Además, comparten su hábitat con otras especies, como *Anadara similis*, *Protothaca aspérrima* y *Protothaca grata*. Destaca la asociación específica de esta especie con el mangle y menciona otras especies con las que coexiste en su hábitat. (Salazar, 2021)

Ilustración 3. Hábitat de *Anadara tuberculosa* (concha negra).



Fuente: (Vega,2016) Manglar de pixvae

4.3. TAXONOMÍA

Reino: Animalia

Filo: Mollusca

Clase: Bivalvia

Orden: Arcoida

Familia: Arcidae

Género: *Anadara*

Superfamilia: Arcoidae

Especie: *tuberculosa* (Sowerby 1883)

Nombre Común: Piangua, Concha negra, Curil, Chucheca, concha prieta

4.4. DISTRIBUCIÓN Y UBICACIÓN

Pacífico centro oriental americano, desde Lago Ballena (Baja California), hasta Tumbes (Perú).

Ilustración 4. Distribución de *Anadara tuberculosa*

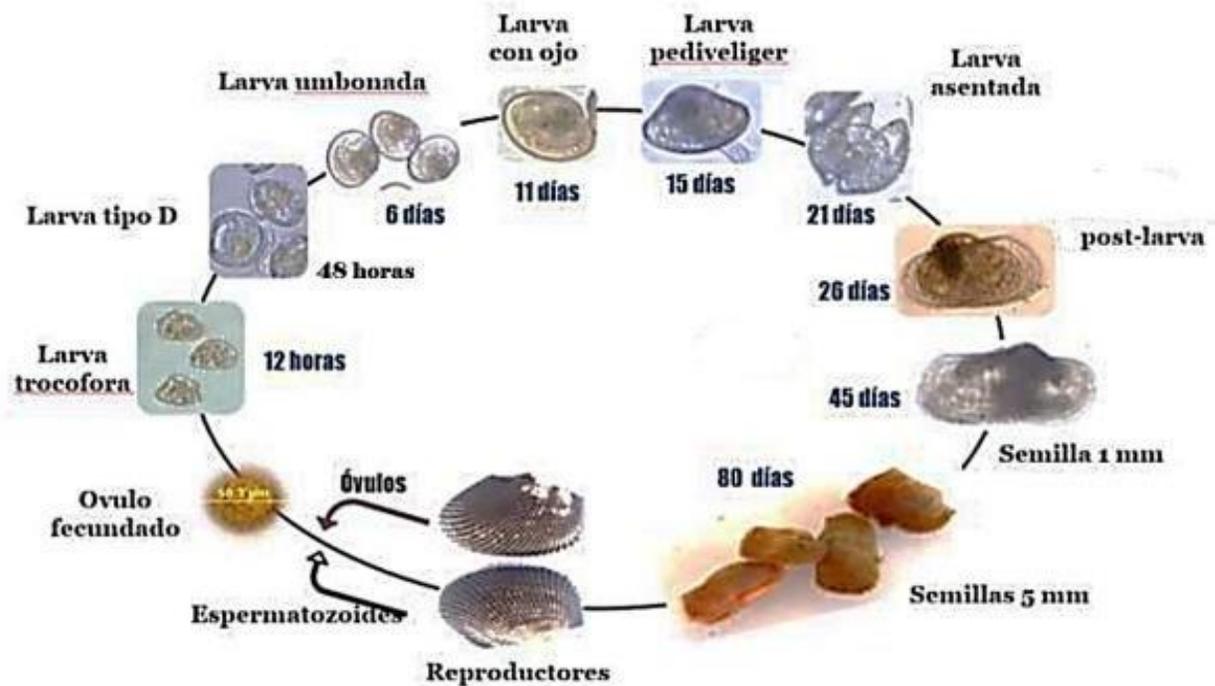


Fuente: Google Maps, 2023

4.5. CICLO DE VIDA

(Manuel, 2021) cita a **Borda y Cruz (2004a)** el ciclo de vida de una especie, que consta de varias etapas, incluyendo huevo, larva (trocófora, veliger, con umbo, oculada o pediveliger), juvenil y adulto. La reproducción de esta especie ocurre a partir de una talla de 44 mm y se puede alcanzar a los 12 meses de edad, momento en el cual se consideran adultos. La vida adulta en esta especie puede durar hasta 4 años en la pesquería. Además, se señala que la reproducción tiene lugar durante todo el año, pero la época principal de maduración puede variar según la ubicación geográfica y las condiciones ambientales. La figura 5 proporciona una representación visual de este ciclo de vida.

Ilustración 5. ciclo de vida *Anadara tuberculosa*



Fuente: SINAC-ACOSA. 2018

4.6. REPRODUCCIÓN

Destaca características del ciclo reproductivo de estos moluscos (CRUZ, 1984):

- Son organismos dioicos, lo que significa que presentan sexos separados.
- Aunque los individuos hermafroditas son extremadamente raros, ocurren de forma natural en un 3% de los casos.
- La fecundación es externa, ya que machos y hembras liberan sus gametos en la columna de agua, donde se fusionan para formar el cigoto.
- El ciclo reproductivo es continuo a lo largo de todo el año, lo que implica que la reproducción puede ocurrir en cualquier momento sin depender de estaciones específicas. (CRUZ, 1984).

4.6.1. Sex ratio (proporción de hembras y machos)

la determinación del sexo en los bivalvos conocidos como "concha prietas" o "piangua" (*A. tuberculosa*), lo estableció así: estos bivalvos son organismos dioicos, lo que significa que existen individuos de ambos sexos en la población, no presentan dimorfismo sexual, lo que hace que la diferenciación de sexos sea difícil sin sacrificar al individuo. Sin embargo, es posible determinar el sexo en individuos sexualmente maduros o en proceso de maduración observando las

características de sus gónadas. En los machos, las gónadas tienen un color blanquecino y una consistencia pegajosa. En las hembras, las gónadas tienen una apariencia granular y son de color anaranjado. Esto ayuda a identificar el sexo de estos bivalvos basándose en las características de sus gónadas. (Carrasco, 2015)

4.6.2. Madurez sexual

La clasificación de la madurez sexual de los reproductores considera en la siguiente tabla (Carrasco, 2015) citado y elaborada por (MALCA, POMA, & LIP, 1996).

Tabla 1. Madurez sexual de los reproductores.

ESTADIOS	DENOMINACION	CARACTERISTICAS
I	INMADURO	Las gónadas rodean parcialmente al intestino
II	EN DESARROLLO	Las gónadas rodean completamente al intestino
III	DESARROLLADO.	Las gónadas rodean completamente al intestino y parcialmente al estomago
IV	MADURO	Las gónadas rodean completamente al intestino y estomago
V	DESOVADO	Se observan pequeñas trazas o residuos gonadales

Fuente: Carrasco, 2015.

4.6.3. Desove

los métodos utilizados en la fecundación de bivalvos en la acuicultura (Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca, 2015):

Desove masal: Este método consiste en permitir que los reproductores desoven en un tanque de gran volumen, donde la fecundación es aleatoria. Aunque no permite la recolección de información precisa, es una opción sencilla y no perturba a los animales.

Desove individual: En este enfoque, los reproductores que comienzan a liberar gametos se retiran individualmente y se colocan en jarras donde completarán el desove. Los gametos de las jarras pueden ser contados para llevar a cabo una fecundación con proporciones específicas, como 1 óvulo por cada 100 espermatozoides. La fecundación ocurre en un recipiente separado, lo que permite seleccionar los reproductores y gametos viables antes de la mezcla. Esta técnica también se beneficia de la sincronización que ocurre cuando los reproductores estimulan a sus congéneres.

Inducción al desove: La inducción al desove implica elevar lentamente la temperatura del agua de mar desde su rango normal hasta una temperatura más alta, generalmente manteniéndola en torno a los 35°C durante un período específico (5 horas en este caso) para provocar la expulsión de gametos maduros.

Evaluación de óvulos y espermatozoides: Los reproductores que comienzan el desove son monitoreados para evaluar la calidad de los productos sexuales que emiten. Los gametos masculinos se asemejan a un chorro lechoso continuo, mientras que los de las hembras tienen una apariencia granular y anaranjada. Los óvulos, recién desovados, tienen forma de pera, pero se vuelven esféricos al entrar en contacto con el agua de mar y miden aproximadamente 55 μm . Los espermatozoides son redondos, tienen una cola y muestran una buena actividad. Estos métodos son esenciales en la reproducción y cultivo controlado de bivalvos en la acuicultura. (Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca, 2015).

4.6.4. Fecundación

El proceso detallado de la fecundación en bivalvos, con un enfoque en la especie *A. tuberculosa*, es fundamental para comprender y controlar la reproducción de *A. tuberculosa* en la acuicultura (Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca, 2015):

Fecundación: La fecundación es el resultado de la fusión de los gametos masculinos y femeninos que son liberados por los reproductores.

Desove controlado: En el desove controlado, los productos sexuales seleccionados (esperma y óvulos) se mezclan de manera controlada. Esta mezcla puede ser masiva, donde se combinan todos los gametos en un recipiente grande, o controlada, donde se elige un macho y una hembra específicos, lo que permite la trazabilidad genética.

Tiempo de fecundación: La fecundación debe llevarse a cabo dentro de un lapso de 30 minutos. En caso de que algunos reproductores no estén sincronizados, es posible realizar la fecundación por grupos.

Desarrollo embrionario: El desarrollo embrionario de *A. tuberculosa* es similar al observado en otras especies de bivalvos. Esto implica la expulsión de glóbulos polares y varias divisiones celulares que conducen a la formación de una larva trocófora. Este proceso dura aproximadamente de 6 a 8 horas a una temperatura de 26°C.

Observaciones microscópicas: Se recomienda realizar observaciones microscópicas para evaluar la calidad y velocidad de la división celular y obtener una estimación de la tasa de fecundación. (Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca, 2015)

4.7. TEORÍA DEL CHOQUE TÉRMICO

Destaca que la metodología más comúnmente utilizada para estimular el desove de moluscos bivalvos y ostras en medio artificial es el método de "choque térmico" o "stress térmico". Esta técnica implica elevar gradualmente la temperatura del agua a intervalos de tiempo iguales hasta

que se obtenga el desove de los animales. Es particularmente efectiva para estimular el desove de ostras que provienen de aguas con temperaturas templadas o frías. Este método es fundamental en la acuicultura para controlar y facilitar el proceso de reproducción en estos organismos. (Moreno D. L., 2006).

el "choque térmico" es un método altamente confiable que se utiliza para inducir y evaluar el desove de organismos en una población natural. Este enfoque no solo es útil para determinar cuántos individuos están desovando, sino también para predecir la fijación de semillas, lo que lo convierte en una herramienta esencial para la acuicultura y la gestión de poblaciones naturales de organismos marinos (Sanchez, 2016)

Se resalta los resultados de estudios sobre la inducción al desove en *A. tuberculosa* (Dios, 2016):

Shock térmico: Se utilizó el choque térmico, elevando la temperatura hasta 10°C por encima de la temperatura ambiental del agua.

Shock térmico más adición de gametos de machos: Además del choque térmico, se añadieron gametos maduros de machos al agua.

Incisión mecánica: Se realizó una incisión mecánica, abriendo las valvas de los moluscos para extraer las gónadas.

De estas tres técnicas, solo la última, la incisión mecánica, logró la fecundación en *A. tuberculosa*. Esto sugiere que esta técnica específica fue efectiva para inducir el desove y la reproducción en estos moluscos. (Dios, 2016)

5. METODOLOGÍA

5.1. LOCALIZACIÓN

El proyecto ensayo de reproducción de piangua (*Anadara tuberculosa*) con el método de cambio calórico en condiciones de laboratorio se realizó en el municipio de Buenaventura barrio El Triunfo, Universidad del Pacífico, ubicada en las coordenadas 3.847870382838917, -76.9994939657421.

El ensayo se realizó en el laboratorio de Biotecnología de la Universidad del Pacífico, tal como se indica en la figura 6.

Ilustración 6. Localización del ensayo de reproducción.



Fuente: Google earth, 2023

5.2. MATERIALES

Se usaron cuatro lámparas para darle iluminación al cultivo de microalgas, tres recipientes plásticos de 20 litros donde se llenaron con agua marina obtenida del mar en el muelle turístico en marea alta, un beaker de 100 ml el cual fue llenado hasta 20 ml con hipoclorito de sodio que luego se usaría para clarificar el agua marina, un tamiz de 23 micras para micro filtrar el agua, tres acuarios de vidrio de 40 litros para realizar el ensayo y diseño experimental, un refractómetro para medir el nivel de salinidad del agua marina, una balanza semi-analitica de 0,5g (RADWAG), donde se pesaron las pianguas, tres termómetros para medir la temperatura de cada acuario, un microscopio Bio Blue para observar posibles organismos fecundados o desovados, un calibrador para medir las pianguas y por ultimo una estufa eléctrica para calentar el agua en dos ollas grandes.

5.3. EJEMPLARES EXPERIMENTALES

Se utilizaron 24 reproductores las cuales fueron obtenidas del medio natural y compradas a mujeres que comercializan dicha especie, luego fueron llevadas hasta el laboratorio de Biotecnología de la Universidad del Pacifico, donde se lavaron, se tomaron medidas de peso, largo, ancho, alto, por último, fueron seleccionadas para realizar el ensayo de reproducción por choque térmico como se ve en la figura 7.

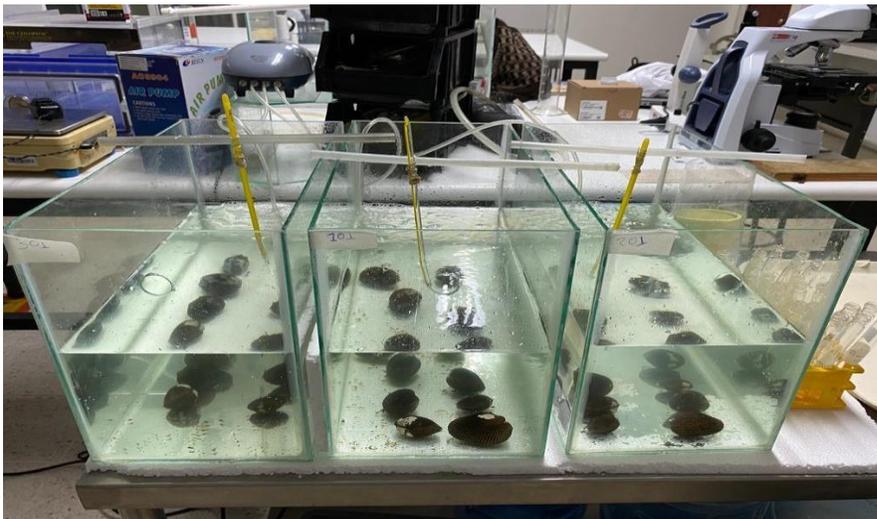
Ilustración 7. Montaje de reproducción de piangua



Fuente: Paredes, 2023

Las conchas de la *anadara* se enumeraron con el fin de identificar el proceso de cada experimento como se observa en la figura 8

Ilustración 8. Numeración de la *Anadara tuberculosa*.



Fuente: Paredes 2023

5.4. AGUA MARINA

El agua salada se obtuvo del muelle turístico, en 3 recipientes de 20 litros, se llevó a la universidad al laboratorio de acuicultura donde fue clarificada con 20ml de hipoclorito de sodio, luego se micro filtró en un tamiz de 23micras, con el objetivo de que no fuera filtrado ningún microorganismo, por último, se le colocó aireación por 7 días vista en la figura 9.

Ilustración 9. clarificación de agua marina



Fuente: paredes 2023

5.5. SELECCIÓN DE CEPA

La cepa de *Tetraselmis* e *Isochrysis* se obtuvo de la estación bahía Málaga, luego fue llevada al laboratorio de acuicultura de la Universidad del Pacífico observada en la figura 10.

Ilustración 10. Cepa de *Tetraselmis* e *Isochrysis*



Fuente: Gómez 2023

5.6. CULTIVO DE *TETRASELMIS*

Se necesitó 1 recipiente limpio y estéril de vidrio el cual tenía 2 litros de agua marina y oxigenación, se agregó la cepa de *Tetraselmis*, seguidamente se le proporciono micronutrientes y macronutrientes (1 mililitro por cada litro). Se tuvo en cuenta las condiciones de cultivo, temperatura, alimentación y agitación adecuada como se puede observar en la figura 11.

Ilustración 11. Cultivo de *Tetraselmis*

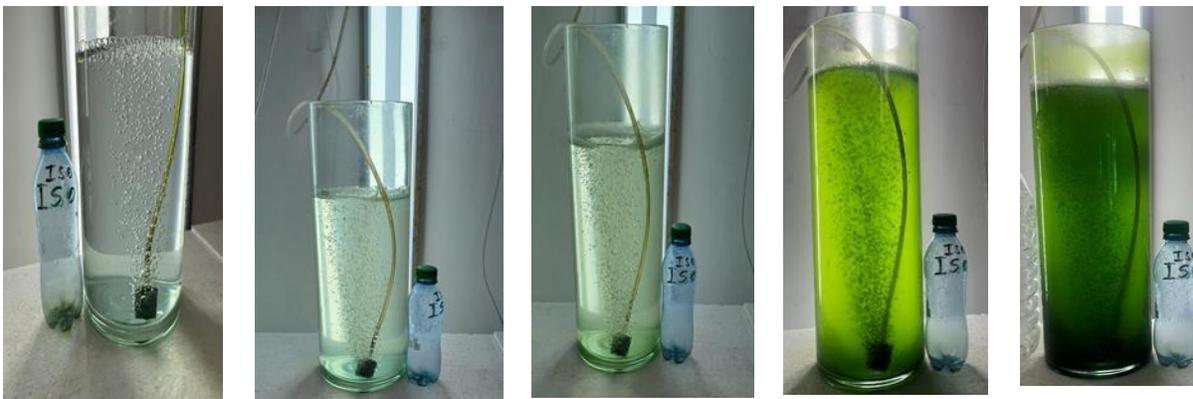


Fuente: Gomez 2023

5.7. CULTIVO DE *ISOCHRYSIS*

En el segundo recipiente de vidrio se agregó la cepa de *isochrysis*, seguidamente se le proporciono micronutrientes y macronutrientes (1 mililitro por cada litro). Teniendo en cuenta las condiciones de cultivo óptimas, como temperatura, iluminación y agitación adecuada como se muestra en la figura 12. Se monitorea regularmente el crecimiento.

Ilustración 12. Cultivo *Isochrysis*



Fuente: Gómez 2023.

5.8. MANTENIMIENTO Y GESTIÓN

a. **Limpieza e higiene:** se mantuvo el ambiente limpio y libre de contaminantes como prioridad para evitar problemas de salud en las pianguas y el crecimiento no deseado de otros microorganismos.

b. **Monitoreo de condiciones:** Se supervisó constantemente las condiciones del cultivo, como la calidad del agua, la temperatura y la salinidad. Realizando ajustes cada vez que fuera necesario, se hicieron observaciones del cultivo por 12 días.

5.9. ALIMENTACIÓN DE REPRODUCTORES

Una vez cultivada la microalga, se usó como medio de alimentación para alimentar las pianguas.

5.10. INFRAESTRUCTURA

Se usó una estufa para calentar el agua marina.

Tres acuarios de vidrio con capacidad de 30 litros, para experimento del choque térmico.

Termómetros

Peachimetro

5.11. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se llenaron los tres acuarios con agua caliente (el agua estaba comenzando a estar en estado de ebullición, cuando se agregó al acuario de vidrio) hasta los 15 litros, luego se le agregó agua fría(marina) hasta obtener temperatura de 40C, a los 10min la temperatura bajo a 38C, salinidad en 20UPS.

Las 24 pianguas, fueron divididas por 8 para cada acuario, con capacidad de 30litros. La temperatura del primer acuario se encontraba en 38C, se decidió probar con dos pianguas, que poseían conchas grandes, en tamaño y grosor, pasado los 3min de haberlas ingresado al agua, sus valvas empezaron a semi-abrirse, a medida que se adaptaban al medio y al calor, algunas expulsaron un líquido blanquecino y espeso, una vez expulsadas al agua con la ayuda de un succionador, se tomó esa muestra y se llevó al microscopio, donde se pudo apreciar presencia de espermas, terminada la observación en el microscopio se agregaron el resto de pianguas al acuario.

En el segundo acuario se colocaron 8 pianguas a temperatura de 38C, donde también se pudo apreciar la expulsión de gametos de algunas especies. En el tercer acuario colocaron 8 pianguas a temperatura de 35C, Durante el periodo de prueba se hicieron observaciones continuas para detectar expulsión de gametos, cabe mencionar que las valvas de las pianguas se abrieron a segundos y otras a los minutos de haberlas ingresado al agua.

En el primer acuario se observó a los 3min, expulsión de gametos en las pianguas 303 y 306, seguidamente se tomó muestra con un succionador y se llevó microscopio donde se observó presencia de espermatozoides en la numero 306 y óvulos en la numero 303

En el segundo acuario, las valvas de algunas pianguas se abrieron y seguidamente se observó expulsión de un líquido blanquecino y de aspecto espeso, y otras de color naranja 103,105 y 107, se llevó muestras al microscopio y se observaron huevos fecundados.

El tercer y último acuario solo uno de los ochos ejemplares pudo expulsar gametos, las otras pianguas solo abrieron las valvas para obtener alimento o expulsar algún residuo de sus organismos.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos

PARAMETROS FISICOS-QUIMICOS	VALORES
TEMPERATURA	
SALINIDAD	20upp
PH	7.3

Ilustración 13. Salinidad

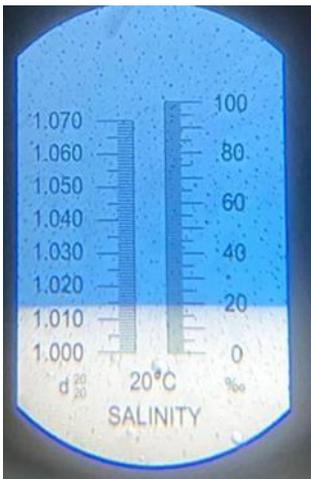


Ilustración 14. Temperatura



Ilustración 15. muestra del PH



Fuente: paredes 2023

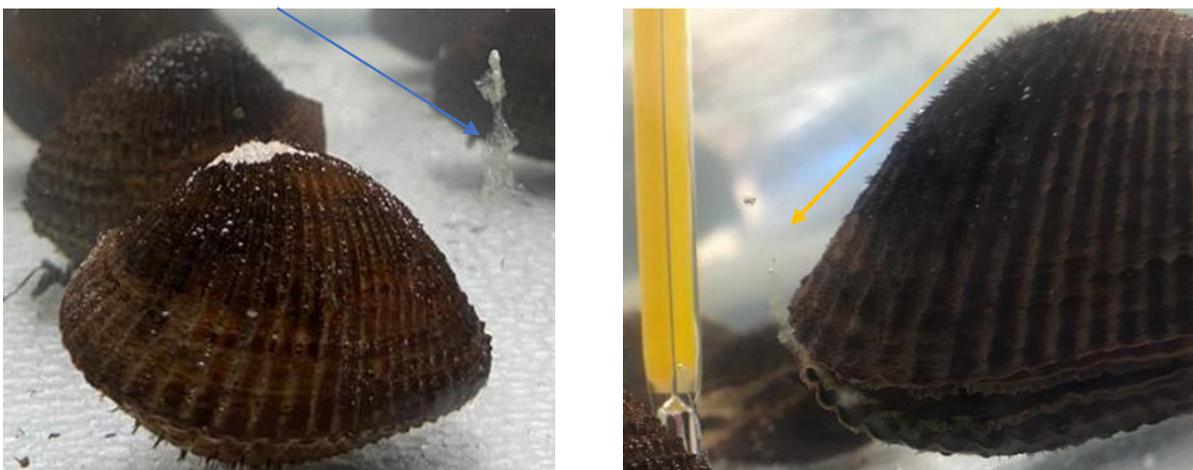
6. RESULTADOS

En este ensayo, se observó el efecto que tiene el choque térmico sobre el proceso de reproducción de la piangua, donde se confirmó que este método físico arroja resultados importantes para nuevas investigaciones donde se tenga presente el choque térmico como un nuevo método para la reproducción de esta especie.

6.1. CHOQUE TÉRMICO

Para el experimento con el uso del choque térmico en *Anadara tuberculosa*, se observaron reacciones a la temperatura en 38C, a salinidad en 20upp, algunas pianguas botaron un líquido blanquecino y espeso, tal como se observa en la ilustración 16.

Ilustración 16. Pianguas macho expulsando espermias



Fuente: Paredes 2023.

El proceso de reproducción por choque térmico en pianguas tuvo una reacción positiva en condiciones de laboratorio, para la reproducción y fecundación de esta especie es muy importante la alimentación y salinidad del agua (Moises, 2021)cita a (Silva-Benides, 2014) donde describe que concentraciones elevadas de salinidad favorecen el proceso de reproducción de *A. tuberculosa*.

El desove de las pianguas ocurrió a las 4hrs, por medio del microscopio donde se observaron organismos en movimiento, huevos fecundados, se tomaron fotos y se hicieron comparaciones con fotografías de otras investigaciones como se puede observar en la figura 19, las pianguas que se desovaron se encuentran en el rango de las tallas de medidas de madurez, las pianguas que no desovaron fueron aquellas que no estaban maduras.

Ilustración 17. Machos y hembras expulsando gametos.

Anadara Tuberculosa hembra expulsando ovulos a la columna de agua.

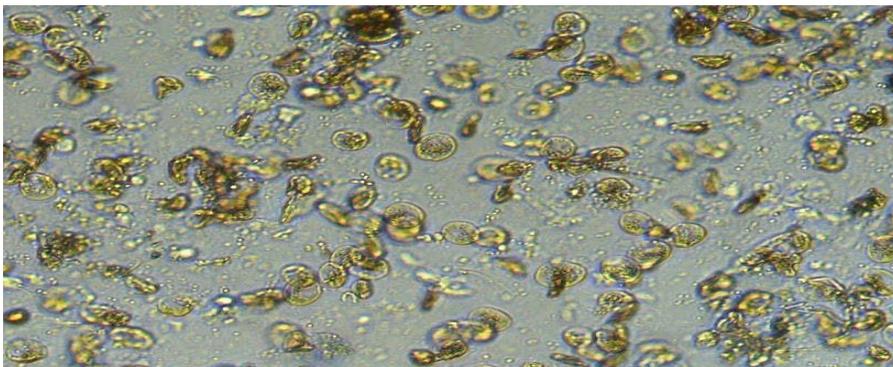


Al lado izquierdo *Anadara Tuberculosa* macho expulsando un líquido blanco fluido, lado derecho *Anadara Tuberculosa* hembra expulsando óvulos de aspecto granulado y anaranjado.

Fuente: Paredes 2023.

En la ilustración 18 se observa presencia de los huevos fecundados, considerando que hubo desove de ambos sexos, los huevos tienen una característica redonda de color amarillo naranja, y por dentro tiene un aspecto corroñoso.

Ilustración 18. Huevos de piangua imagen de microscopio

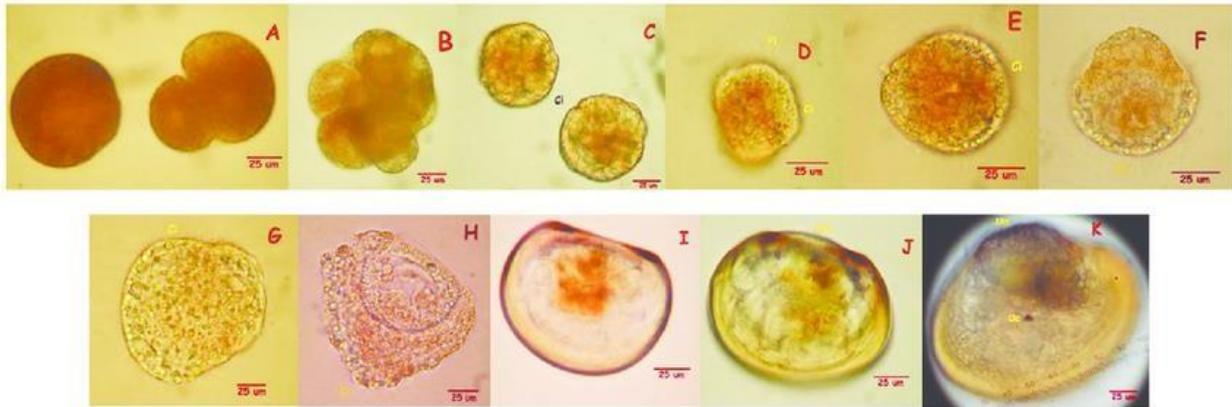


Fuente: Cuero 2023

Desarrollo embrionario y larval de una investigación que se realizó para la Inducción al desove de la Concha Prieta *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) en condiciones de laboratorio

Desarrollo Embrionario y Larval de *A. tuberculosa*. A: huevos fecundados; B: células en división; C: huevo fases de gástrula con los primeros cilios; D: Embrión con flagelo apical; E y F: Larva trocófora con forma triangular; G y H: Transformación de la larva trocófora en larva D; I: Larva D con charnela recta; J: Larva D con umbo; K: Larva

Ilustración 19. Desarrollo embrionario



En la tabla se puede observar la numeración y cantidad de *Anadara Tuberculosa* que fueron utilizadas para el ensayo, cada una con su reporte de peso, largo, ancho y alto también se sacó el promedio de cada dato, al igual se muestra la cantidad de moluscos en estado de madurez y juveniles.

6.2. MADUREZ SEXUAL

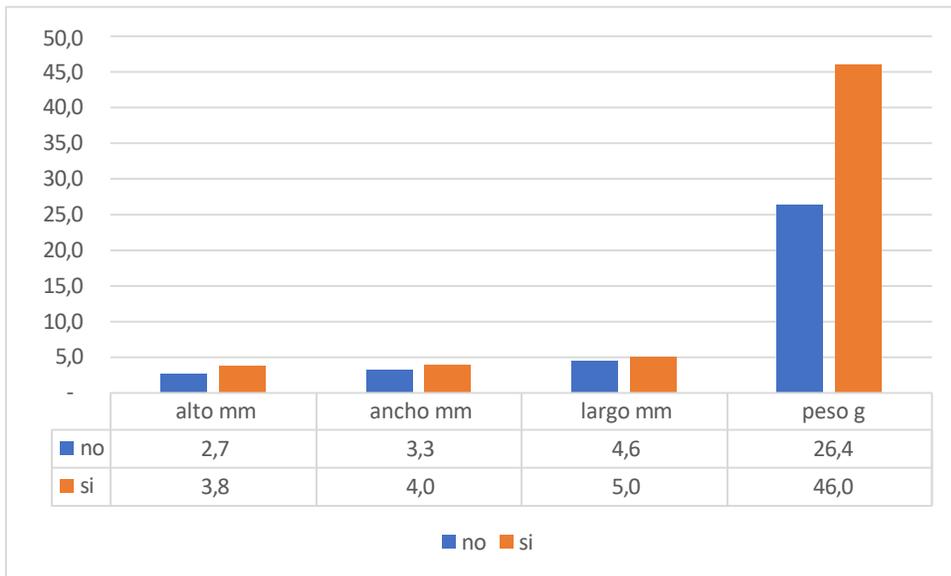
En el cuadro se observa que las pianguas con madurez sexual presentaban un alto superior a 3cm. Las que posteriormente liberaron gametos.

Tabla 2. Tabla de medidas de las pianguas

Piangua	peso g	largo mm	ancho mm	alto mm	gametos
106	14,77	4,01	3,06	1,96	no
207	12,32	3,66	2,69	1,98	no
302	16,84	3,85	3,23	2,11	no
304	15,82	3,96	2,93	2,19	no
204	17,48	4,21	3,19	2,26	no
301	24,9	4,52	2,32	2,67	no
206	31,4	4,88	3,69	2,72	no
208	32,33	4,82	3,45	2,8	no
101	30,3	4,89	3,73	2,82	no
108	31,2	4,89	3,67	2,89	no
307	33,94	4,98	3,87	2,92	no
102	36,3	5,4	3,56	3,0	no
308	30,11	4,61	3,62	2,99	no
104	41,8	5,22	3,17	4,09	no
303	34,67	4,83	3,78	3,09	si
107	40,06	4,98	4,14	3,14	si
205	38,58	5,29	3,85	3,17	si
201	19,47	4,18	3,59	3,38	si
203	71,12	6,23	4,41	3,74	Si
202	34,67	4,94	3,62	3,89	si
105	85,16	6,39	4,31	4,22	si
103	43,98	3,49	3,98	5,6	si
Promedio	48,83	5,09	3,96	4,00	

La relación largo, ancho, alto y peso de pianguas, se observa que las pianguas que liberaron las gónadas muestran un mayor peso, largo ancho, pero en especial las de mayor alto, como se observa en la ilustración siguiente

Ilustración 20. relación de largo, ancho, alto y peso de pianguas



7. CONCLUSIONES

La reproducción inducida por choque térmico a una temperatura de 38C se logró la expulsión de gametos y desoves de gametos en 4 de 8 pianguas por acuario.

La temperatura de 38°C, salinidad a 20 UPS y el pH determinaron el proceso de liberación de gametos de las pianguas, para terminar en la fecundación

Este procedimiento, abre las puertas para el desarrollo de laboratorios que se encarguen de producir piangua para repoblamiento en los manglares al igual que para la producción organizada utilizando el método de choque térmico, También como mecanismo para fortalecer la investigación sobre la reproducción por choque térmico de las pianguas y su contribución a la conservación de la especie y al desarrollo de prácticas sostenibles de acuicultura.

8. RECOMENDACIONES

De la información presentada en este proyecto se recomienda seguir estudiando este tema para conocer mejor el fenómeno del ciclo de vida, el crecimiento, reproducción de *A. tuberculosa* y los diferentes métodos conocidos por la ciencia, para que estos aportes puedan ampliar un gran conocimiento tanto para la comunidad científica como para los hombres y mujeres que practican la extracción las pianguas.

Se recomienda continuar con las investigaciones de *Anadara Tuberculosa* con el método de choque térmico para la reproducción de la especie.

Tener en cuenta que a mayor salinidad mejores resultados se obtendrán en la reproducción en pianguas.

Se recomienda también realizar de 3 a 5 ensayos más para recolectar información mucho más clara de este tipo.

BIBLIOGRAFÍA

- Ardila, N. E. (2002). *Libros Rojos Invertebrados Marino de Colombia*. Bogota D.C., Colombia. Obtenido de http://www.invemmar.org.co/redcostera1/invemmar/docs/lrojo/LR_INVERTEBRADOS.pdf
- Carrasco, M. J. (2015). manual practico de produccion de concha prieta "ANADARA TUBERCULOSA" en condiciones de laboratorio. ECUADOR. Obtenido de https://drive.google.com/file/d/1hmlbC8le_tdUH_BkWAwwyvwzQ05MJMxOL/view?usp=sharing
- Cornejo, J. (2015). *Manual Practico de Reproduccion de Concha Prieta Anadara Tuberculosa en condiciones de laboratorio*. Ecuador. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/1PP03rgjbJt5GCSbJxYqP3fNnefBqpvSc/view>
- CRUZ, R. (1984). Algunos aspectos de la reproduccion en Anadara tuberculosa(Pelecypoda: Arcidae). *Biologia Tropical*, 45-50. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/24772>
- CUERO, M. J. (2023). *LAS CICLAS AGENAS*. BUENAVENTURA: SATIZABAL.
- Dios, E. G. (2016). *REPRODUCCIÓN INDUCIDA POR SHOCK TÉRMICO Y SUPERVIVENCIA de Anadara grandis*. tumbes peru. Obtenido de <http://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/UNITUMBES/197>
- Eveligh, P. C. (2021). Biología, productividad y atributos comerciales del molusco. *ESPACIOS*, 21. Obtenido de <https://revistaespacios.com/a21v42n22/a21v42n22p02.pdf>
- HELM, M. M., BOURNE, N., & LOVATELLI, A. (2006). Cultivo de bivalvos en criadero: un manual practico. Italy. Roma. En *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (pág. 182). FAO Documento Tecnico de Pesca,.
- MALCA, C., POMA, C., & LIP, G. (1996). Estimulacion poblacional de crustaceos y molusco de importancia economica en el ecosistema manglar de Tumbes. En *proyecto Mnglares: Manejo y uso integral de los manglares de la costa norte del peru* (pág. 34).
- Manuel, Q. C. (2021). *Biología, productividad y atributos comerciales del molusco*. Ecuador: espacios. Obtenido de <https://revistaespacios.com/a21v42n22/a21v42n22p02.pdf>
- Mendoza, O. (31 de mayo de 2017). Respuesta fisiológica y molecular de Anadara tuberculosa (Arcoidea: Arcidae) al estrés de salinidad. *Revista de Biología Tropical*, vol. 65, núm. 3,. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/449/44954192024/html/index.html>
- MENDOZA, O., & PERALTA, T. (2007). Biologia reproductiva de Anadara tuberculosa. *Manglar*, 5(1), 3-9.

- Moises, M. S. (2021). Biología, productividad y atributos comerciales del molusco. (21, Ed.) *espacios*. Obtenido de <https://revistaespacios.com/a21v42n22/a21v42n22p02.pdf>
- Mora, E. M. (2010). La pesquería de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*). *Journal Contribution*, 16. Obtenido de https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/4795/3.%20LA%20PESQUERIA%20DE%20LA%20CONCHA%20PRIETA%20%20E.%20Mora_2010%20_1_.pdf
- Moreno, D. I. (2016). *ensayos de metodo para desove en piangua Anadara Tuberculosa*. investigativo, universidad del pacifico, valle del cauca, buenaventura. Obtenido de <https://repositorio.unipacifico.edu.co/bitstream/handle/unipacifico/588/Murillo%20Diana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Orellana, F. d. (2015). *Manual Practico de Reproduccion de Concha Prieta Anadara Tuberculosa en Condiciones de Laboratorio*. Ecuador. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/1PP03rgjbt5GCSbJxYqP3fNnefBqpvSc/view>
- Ramirez, J. (2000). *Análisis comparativo de diferentes dietas para el acondicionamiento de reproductores de ostion de mangle Crassostrea columbiensis*. Tulane. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1563/1/3050.pdf>
- Ramirez, J. B. (2003). *analisis comparativo de diferentes dietas para el acondicionamiento de reproductores de ostion de mangle Crassostrea columbiensis, Haley 1.846*. investigativo. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1563/1/3050.pdf>
- Retamales Gonzales, R. P. (2014). Induccion al desove de la Concha Prieta *Anadara Tuberculosa* (Sowerby, 1833) en condiciones de laboratorio. *la Tecnica*, 56-63.
- ROBLES-MUNGARAY, M., Reynoso-Granados, T., & Monsalvo-Spencer, P. (1999). Cultivo larvario de pata de mula *Anadara tuberculosa* en Baja California Sur, Mexico. *En resúmenes de VII Congreso de la AIMAC y Ier Simposio Internacional sobre el Mar de Cortes*, 25-28.
- Salazar, E. R. (2018). *INVESTIGACIÓN DE LOS RECURSOS BIOACUÁTICOS Y SU AMBIENTE*. INSTITUTO PÚBLICO DE INVESTIGACIÓN DE. Obtenido de <https://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/FICHA-001-Anadara-tuberculosa.pdf>
- Salazar, E. R. (2021). *INVESTIGACIÓN DE LOS RECURSOS BIOACUÁTICOS Y SU AMBIENTE*. Guayaquil- Ecuador: INSTITUTO PÚBLICO DE INVESTIGACIÓN DE. Obtenido de <file:///C:/Users/Hewlett%20Packard/Desktop/FICHA-001-Anadara-tuberculosa.pdf>
- Sanchez, F. S. (2016). *REPRODUCCIÓN INDUCIDA POR SHOCK TÉRMICO Y*. investigativo, Universidad Nacional de Tumbes, peru. Obtenido de <http://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/UNITUMBES/197>

Silva-Benides, B.-C. (2014). Estructura de la población y distribución de *Anadara tuberculosa* Sowerby. 12. Obtenido de <file:///C:/Users/Hewlett%20Packard/Downloads/anadara5.pdf>

VASQUEZ, H. E., PACHECO-REES, S., PEREZ-GARCIA, I., CORNEJO-HERNANDEZ, N., CORDOVANAVAS, M., & KAN, K. (2009). *Produccion artificial de semilla y cultivo de engorde de moluscos bivalvos*. Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura(CENDEPESCA), Republica de El Salvador y Agencia de Cooperacion Internacional del Japon(JIPA).

Yadira, S. V. (2019). Estudio de la biometría de anadara. *Journal of business and entrepreneurial studies*, 3(1). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5736/573668148004/573668148004.pdf>