

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGIA EN ACUICULTURA**



**“EFECTO DE LA TEMPERATURA (29°C, 32°C y 35°C) EN EL  
DESOVE DE *Anadara tuberculosa* (SOWERBY, 1833) “CONCHA  
NEGRA” Y OBTENCION DE LARVAS EN CONDICIONES DE  
LABORATORIO. CIP MARINAZUL, TUMBES”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
BIÓLOGO ACUICULTOR**

**AUTORA:**

Bach. VIOLETA SOLEDAD MORENO ZUÑIGA

**ASESORA:**

Dra. ELIANA ZELADA MÁZMELA

Nuevo Chimbote – Perú

2022

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGIA EN ACUICULTURA**



**“EFECTO DE LA TEMPERATURA (29°C, 32°C y 35°C) EN EL DESOVE DE *Anadara tuberculosa* (SOWERBY, 1833) “CONCHA NEGRA” Y OBTENCION DE LARVAS EN CONDICIONES DE LABORATORIO. CIP MARINAZUL, TUMBES”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
BIÓLOGO ACUICULTOR**

**AUTORA:**

Bach. VIOLETA SOLEDAD MORENO ZUÑIGA

**REVISADO Y APROBADO POR EL ASESOR**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Eliana Zelada", is written over a horizontal dashed line.

Dra. ELIANA ZELADA MÁZMELA

Nuevo Chimbote – Perú

2022

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGIA EN ACUICULTURA**



**“EFECTO DE LA TEMPERATURA (29°C, 32°C y 35°C) EN EL  
DESOVE DE *Anadara tuberculosa* (SOWERBY, 1833) “CONCHA  
NEGRA” Y OBTENCION DE LARVAS EN CONDICIONES DE  
LABORATORIO. CIP MARINAZUL, TUMBES”**

**Sustentado por**

Bach. VIOLETA SOLEDAD MORENO ZUÑIGA

**Jurado evaluador**

Blgo. Acui. **Carmen Yzásiga Barrera**  
SECRETARIA

Dra. Eliana Zelada Mázmela  
INTEGRANTE

Dr. **Luis Campoverde Vigo**  
PRESIDENTE

**Nuevo Chimbote – Perú**

**2022**

## ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

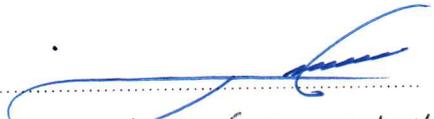
En el Distrito de Nuevo Chimbote, en la Universidad Nacional de Santa, en el Aula Multimedia de la Facultad de Ciencias, siendo las 17:00 horas del día 27-03-2014 se reunió el Jurado Evaluador presidido por Luis Campoverde Vigo, teniendo como miembros a Carmen Yzásiga Barrera (secretario) (a) y Eliana Zalada Mázcala (integrante), para la sustentación de tesis a fin de optar el título de Biólogo Acuicultor, realizado por (el), (la), (los) tesisistas Violeta Soledad Moreno Zuñiga

....., quien (es) expuso (ieron) el trabajo intitulado: "Efecto de la temperatura (29°C, 32°C y 35°C) en el desove de *Anadara tuberculosa* (SOWERBY, 1833) "loncha negra" y obtención de larvas en condiciones de laboratorio CIP Marinazul, "Tumbes"

Terminada la sustentación, (el), (la), (los) tesisistas respondió (ieron) a las preguntas formuladas por los miembros del jurado.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como Excalante asignándole un calificativo de 28.6 puntos, según artículo 40° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, vigente (Res.471-2002-CU-R-UNS)

Siendo las 18:30 horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad

  
Nombre: Luis Campoverde Vigo  
Presidente

  
Nombre: Carmen Yzásiga Barrera  
Secretario

  
Nombre: Eliana Zalada Mázcala  
Integrante

Distribución: Integrantes J.E ( ), tesisistas( ) y archivo (02).

## **DEDICATORIA:**

*A mis padres Ernesto Moreno (en el cielo) y Juana Zúñiga por su apoyo incondicional en mi formación profesional.*

*A mis hermanos Ernesto, Jorge Jhoel, Azucena Haydee, Cristian William, Wilfredo Félix, por ser mis motivaciones alcanzar mi desarrollo profesional.*

*A mi amado esposo Cleyder Cortez Carrasco quien es mi motivación para esforzarme y culminar mi tesis.*

## *AGRADECIMIENTOS*

*A Dios, mi Señor, quien me dio la vida y la oportunidad de triunfar.*

*A la Universidad Nacional del Santa, por darme la oportunidad de lograr mi meta.*

*Al Sr. Walter Carlson, Gerente General de la empresa Marinazul por permitirme realizar la tesis en sus instalaciones.*

*A mi asesora Blga. Eliana Zelada Mázmela Dr. por sus buenos consejos e incentivar mi desarrollo profesional.*

*Al Mg. Benoit Diringer, Blga. Melany Sahuquet y la Blga. Krizia Prettel “compañeros moluscos” quienes fueron apoyo incondicional en esta etapa profesional.*

*A la Blga. Sheila Pesantes quien fue nexo importante para la realización de la tesis.*

*A todas aquellas personas que de una u otra forma han contribuido en el desarrollo y culminación de la tesis*

*Eternas Gracias*

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
1.1 Planteamiento del problema	15
1.2 Objetivo general	16
1.3 Objetivos específicos	16
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>17</b>
2.1 Aspectos taxonómicos y generales de la especie	17
2.2 Maduración y proporción sexual	17
2.3 Desove	18
2.4 Fecundidad	18
2.5 Fecundación y desarrollo embrionario	19
2.6 Factores que influyen en la reproducción y el desove de Moluscos bivalvos	20
<b>III. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>21</b>
3.1 Lugar y fecha de la experiencia	21
3.2 Recolección y selección de reproductores	21
3.3 Acondicionamiento de reproductores	21
3.4 Inducción al desove	22
3.5 Evaluación del efecto de la temperatura de inducción al desove sobre la Fecundidad real.	24
3.6 Obtención de Larvas Veliger tipo D.	24
3.7 Obtención de larvas D deformes.	25
3.8 Análisis estadístico	25
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>26</b>
4.1 Recolección y selección de reproductores.	26

4.2 Acondicionamiento de reproductores	26
4.3 Inducción al desove.	26
4.4 Evaluación del efecto de la temperatura de inducción al desove sobre la fecundidad real.	29
4.5 Obtención de larvas D.	30
4.6 Obtención de larvas D deformes	34
4.7 Análisis estadístico	35
4.7.1 Fecundidad real	35
4.7.2 Obtención de Larva D	35
<b>V. DISCUSIÓN</b>	<b>38</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>41</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>42</b>
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>43</b>
<b>IX. ANEXO</b>	<b>46</b>

## ÍNDICE PARA TABLAS

	Página
<b>Tabla 01.</b> Talla y peso promedio de reproductores de <i>A. tuberculosa</i> acondicionados en laboratorio.....	13
<b>Tabla 02.</b> Porcentaje de reproductores machos y hembras desovadas por tratamiento térmico.....	16
<b>Tabla 03.</b> Etapas de desarrollo embrionario y larval durante las primeras 48 horas de vida de <i>Anadara tuberculosa</i> “concha negra”	19
<b>Tabla 04.</b> Resumen de producción de larva tipo D de <i>Anadara tuberculosa</i> “concha negra” .....	24
<b>Tabla 05.</b> Estadios de madurez sexual de <i>Anadara tuberculosa</i> , IMARPE - Tumbes.....	32
<b>Tabla 06.</b> Características de desove de <i>Anadara tuberculosa</i> Jica-Cendepesca 2009.....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 01.</b> Tiempo de inducción al desove (horas) de <i>Anadara tuberculosa</i> mediante tratamientos de shock térmico .....	14
<b>Figura 02.</b> Desove de <i>A. tuberculosa</i> “concha negra” inducido mediante tratamiento térmico “shock térmico” .....	14
<b>Figura 03.</b> Desove de reproductores hembras de <i>A. tuberculosa</i> bajo tratamiento de shock térmico y óvulos producidos.....	15
<b>Figura 04.</b> Fecundidad real (óvulos/hembra) de <i>Anadara tuberculosa</i> bajo Inducción al desove por shock térmico con t temperaturas de 29°C, 32°C y 35°C.....	16
<b>Figura 05.</b> Imágenes del desarrollo embrionario y larvario obtenidos por microscopía invertida de <i>Anadara tuberculosa</i> .....	17
<b>Figura 06.</b> Monitoreo en 3D mediante Microscopía Comfocal LSCM de algunos estados de desarrollo embrionario y larvario de <i>A. tuberculosa</i> “concha negra” .....	18
<b>Figura 07.</b> Larvas D por hembra de <i>Anadara tuberculosa</i> obtenidas 48 horas después de la inducción al desove por shock Térmico.....	20
<b>Figura 08.</b> Porcentaje de fecundación para reproductores de <i>Anadara tuberculosa</i> inducidos al desove por shock térmico.....	20
<b>Figura 09.</b> Porcentaje de deformidad de larvas D de <i>A. tuberculosa</i> inducidas al desove mediante shock térmico.....	21
<b>Figura 10.</b> Cantidad de larvas D viables/hembra de <i>A. tuberculosa</i> obtenidas por inducción al desove mediante shock térmico..	21
<b>Figura 11.</b> Deformidad de larva tipo D.....	22
<b>Figura 12.</b> Resumen de producción de larvas D de <i>A. tuberculosa</i> inducidas al desove mediante shock térmico.....	24

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó durante los meses de abril a setiembre del 2012, en el centro de investigaciones CIP Marinazul, Tumbes.

La inducción al desove fue por tratamiento térmico; considerándose tres temperaturas: 29°C, 32°C y 35°C teniendo como grupo control la temperatura del agua al ambiente (26°C).

120 Reproductores acondicionados a 26°C, fueron colocados en un tanque con agua de mar a una temperatura de 29°C, a un lote de 30 ejemplares se les incrementó gradualmente hasta 32°C y a otro lote de 30 reproductores se incrementó gradualmente hasta 35°C, manteniéndose en esas condiciones por un período aproximado de 5 horas, hasta lograr la emisión de los gametos (óvulos y espermatozoides).

Los tratamientos de inducción de 32°C y 35 °C fueron los más efectivos logrando el desove del 76.7 % de los reproductores a las 3 horas de aplicado el tratamiento.

La incubación de los embriones se realizó a 28° C en tanques de 500 l de capacidad y después de 48 horas se cosecharon 198 000, 300 000, y 150 000 larvas D/hembra viables para los reproductores inducidos al desove con temperaturas de 29°C, 32°C y 35°C, respectivamente.

Se evidenció que un mayor porcentaje de larvas D deformes se obtuvo para los reproductores desovados a 35°C con 36.17 %.

Palabras clave: ***Anadara tuberculosa***, reproducción, larvas, desove.

## **ABSTRACT**

This work was conducted during the months of April to September 2012, the research center Marinazul CIP, Tumbes.

The induced spawning was heat treatment; considering three temperatures: 29°C, 32°C and 35°C as a control group taking the water temperature to ambient (26°C).

120 Broodstock of *Anadara tuberculosa* conditioned at 26 C, were placed in a tank with sea water at a temperature of 29°C, a batch of 30 specimens were gradually increased to 32°C and another batch of 30 specimens was gradually increased to 35°C, maintained under these conditions for a period of approximately 5 hours, to achieve the emission of gametes (eggs and sperm).

Induction therapies 32°C and 35°C were the most effective achieving spawning within 3 hours of treatment applied.

Incubation of embryos was performed at 28°C in tanks of 500 l capacity and after 48 hours was harvested 198 000, 300 000 and 150 000 larvae D / female viable specimens induced spawning temperatures of 29°C, 32°C and 35°C respectively.

The highest percentage of deformed larvae D (36.17 %) for the batch as evidenced spawning induction temperature was 35°C.

Keywords: *Anadara tuberculosa*, reproduction, larvae, spawning.

## I. INTRODUCCIÓN

Tumbes es el único departamento del Perú, que cuenta con una especial y singular área de bosque tropical inundable por la periodicidad de las mareas que se le conoce como "manglar", por ser su principal forestación el mangle rojo *Rhizophora mangle* y se localiza en el litoral que va desde Boca de Capones y Canal Internacional a 3° 18' latitud sur, hasta Playa Hermosa 3° 35' latitud sur y desde los 80° 13' 08" a los 80° 31' 53" longitud oeste, entre las provincias de Zarumilla y Tumbes.

El manglar o bosque de manglar es un ecosistema muy singular, donde habitan recursos de importancia comercial como moluscos, crustáceos y peces; dentro de los moluscos la "concha negra" *Anadara tuberculosa* es considerada como un afrodisiaco, además de su exquisito sabor y buen precio en el mercado, motivo suficiente para que diariamente los extractores o marisqueros conocidos popularmente en el departamento de Tumbes como "concheros", se introduzcan en los bosques de manglar para recolectar o canchar este preciado recurso.

*Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) es un molusco bivalvo que habita en los ecosistemas de manglar y posee una amplia distribución en la costa del Pacífico de América, desde Baja California Sur, México, hasta Tumbes, Perú (Álamo y Valdivieso, 1987; Mendoza, 2002; Mazón-Suástegui et al., 2008; Espinosa et al., 2010; Díaz et al., 2011; Cruz et al., 2012). Presenta valvas relativamente gruesas, ovaladas y grandes; de igual tamaño presentando de 33 a 37 costillas, con una coloración café oscuro, dotadas de finas cerdas y una fina capa oscura que le da el nombre de concha negra que presenta el bivalvo, y que se desprende con la edad.

En Perú y Ecuador se le conoce como **concha negra, concha de los manglares** (Mendoza, 1994), en Costa Rica: **piangua**; Nicaragua: **concha negra**; El Salvador: **curil, concha negra**; Panamá: **chucheca, concha prieta**, (Camacho, 1999); México: **pata de mula, almeja de sangre** (Robles-Mungaray et al. (2001). Habita en sustratos fangosos, los que se encuentran influenciados por la inundación diaria por parte de la marea. Además del sustrato fangoso, su existencia se relaciona fuertemente con las plantaciones de mangle, siendo su

hábitat preferencial las raíces del mangle rojo, *Rhizophora mangle* (Camacho, 1999).

La población de *Anadara tuberculosa* en el ecosistema manglar de Tumbes ha ido cambiando en el tiempo. Malca (1996), indica que las densidades medias para la concha negra en la Zona I (Zarumilla) fue de 2,0 y 3,6 ind.m<sup>-2</sup>, mientras que para la zona II (Puerto Pizarro) fueron entre 1,6 y 3,2 ind.m<sup>-2</sup>, estimando de una población total de 20 millones cuya longitud valvar estaba desde 70 a 78,9 mm con un promedio de 43 mm. Once años después, Ordinola *et al.* (2007) estimó que la densidad poblacional fue de 1,3 ind.m<sup>2</sup> de una población total de 5,36 millones, con una longitud valvar (LV) en el ecosistema de 38,6 mm.

Por ello, en el 2006 se iniciaron las vedas mediante decreto de veda reproductiva del recurso concha negra "*Anadara tuberculosa*" y concha huequera "*Anadara similis*", a partir del 15 de febrero hasta el 31 de marzo de cada año mediante la R. M. N° 014-2006-PRODUCE, norma sustentada en el informe técnico de IMARPE "Situación actual de la pesquería del recurso concha negra *Anadara tuberculosa* (Sowerby) en la región Tumbes", la misma que no está siendo respetada, según lo reportado por Ordinola (2007).

El instituto de mar del Perú (IMARPE) en su boletín informativo del 2008, registró 71% de ejemplares de *Anadara tuberculosa*, cuyas tallas eran inferiores a la talla mínima de extracción (45mm LV), cifra que indicaba una elevada extracción de ejemplares juveniles, situación que atenta contra la futura renovación de la población y por ende la disminución de los stocks explotables. En el 2010 IMARPE continuó reportando un 70% de ejemplares por debajo de la talla mínima de captura, lo que se hizo notorio en los desembarques anuales de esta especie en los canales de mareas de Puerto Pizarro y al realizar una comparación de los desembarques, en el año 1996 fue de 9.5 TN, hasta llegar a 2 TN en el 2010, debido a la alta presión extractiva.

Existe la necesidad de disponer de semillas de *A. tuberculosa* para realizar repoblamiento en países o acuicultura, por ello México viene desarrollado técnicas para la inducción al desove de *Anadara tuberculosa* desde 1998, usando el método de shock térmico y obtuvieron 15 millones de larva "D". Jica –

Cendepesca (2009) en el Salvador, elaboraron un Informe técnico de producción artificial de semilla y cultivo de engorde de *Anadara tuberculosa*, dentro del cual indican que la inducción al desove fue a través del método de shock térmico, obteniendo un total de 1, 232,327 semillas de 5 mm desde 2007 hasta el 2009 (Mazón-Suástegui, *et. al.* 2008)

En el Perú, solo se a realizado el engorde de semillas silvestres de *A. tuberculosa* en corrales realizados por Mendoza y Peralta (2004), obteniendo un crecimiento de 1,24 mm.mes<sup>-1</sup> pero no lograron tener cultivos sostenibles en el tiempo al no encontrar disponibilidad de semillas. Por ello, Mendoza y Peralta (2005) realizaron la inducción al desove para obtener semillas en laboratorio, utilizando diferentes técnicas, la técnica shock térmico (incremento la temperatura de 25,8°C hasta 35,8°C), shock térmico más adición de gametos de machos al agua y la incisión mecánica (corte de cuerpo interno con bisturí), aunque no se logró el desove, mediante la incisión mecánica permitió observar la fecundación y llegar hasta el estadio de larva D.

*Anadara tuberculosa* es una especie emblemática del norte peruano, pero sobre extraídas en gran manera, lo cual afecta el sostenimiento de muchas familias y del ecosistema manglar. Esta investigación nos permitirá ir más allá de los esfuerzos hasta ahora realizados, el obtener larvas de *A. tuberculosa* en laboratorio a través del uso de la técnica de shock térmico para inducir al desove conducirá a la obtención de semillas las cuales finalmente pueden ser usadas para repoblamiento y acuicultura.

Por ello es necesario determinar el efecto de la temperatura en el desove y la obtención de larvas de *A. tuberculosa* para hallar la temperatura adecuada y establecer protocolos de inducción.

### **1.1 Planteamiento del problema**

¿Cuál será el efecto de la temperatura (29°C, 32°C y 35°C) en el desove y la obtención de larvas de *Anadara tuberculosa* (SOWERBY 1833) “concha negra” en condiciones de laboratorio?

## 1.2 Objetivo general

Evaluar el efecto de las temperaturas (29°C, 32°C y 35°C) en el desove y la obtención de larvas de *Anadara tuberculosa* (SOWERBY 1833) “concha negra” en condiciones de laboratorio

## 1.3 Objetivos específicos

- Lograr el acondicionamiento de reproductores de *Anadara tuberculosa*.
- Lograr la inducción el desove de *Anadara tuberculosa* mediante shock térmico en condiciones de laboratorio.
- Evaluar el efecto de la temperatura de inducción al desove sobre la fecundidad real de *Anadara tuberculosa* en condiciones de laboratorio.
- Obtener larvas D de *Anadara tuberculosa* en condiciones de laboratorio.
- Obtener el porcentaje de larvas D deformes.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Aspectos taxonómicos y generales de la especie

Según Alamo y Valdivieso (1987), *Anadara tuberculosa*, se ubica taxonómicamente de la siguiente manera:

Orden : (Prionodonta, Eutaxodonta)

Familia : Arcidae

Género : *Anadara*

Sub - género: *Anadara*

Especie: *Anadara (Anadara) tuberculosa* (SOWERBY, 1833)

Mientras que Camacho (1999), la ubica taxonómicamente como se indica:

Orden: Arcoida, Prionodonta o Eutaxodonta

Familia: Arcidae

Género: *Anadara*

Especie: *Anadara tuberculosa* (SOWERBY, 1833)

El sistema reproductivo de *A. tuberculosa* como de cualquier molusco bivalvo, es extremadamente simple (Gosling, 2003). La especie es gonocórica, es decir presenta sexos separados, con fecundación y desarrollo larvario externos, las gónadas pares, están incluidas en la parte supero-lateral de las vísceras rodeando virtualmente al estómago y están limitadas dorsalmente por los riñones y el hepatopáncreas. En individuos maduros la gónada se encuentra llena de los productos sexuales rodeando la masa visceral (incluyendo la parte dorsal) produciendo dilatación de las paredes laterales del pie (Camacho, 1999).

### 2.2 Maduración y proporción sexual

El sexo de individuos sexualmente maduros y en maduración es fácil de determinar por el color de los productos sexuales, los que en machos son de color blanquecino y de consistencia pegajosa, y en hembras son de apariencia granular y de color anaranjado (Cruz, 1984).

Cuando las gónadas alcanzan la plena madurez, son fáciles de observar ya que ocupan gran parte del cuerpo blando del animal. Borda y Cruz (2004) observaron individuos maduros de *A. tuberculosa* durante todo el año, pero la época principal de reproducción es en los meses de noviembre y febrero.

Mendoza y Peralta (2007) indican que *A. tuberculosa* madura sexualmente a partir de los 32 mm (grado I y II) y algunos individuos ya se encuentran maduros a los 37 mm (grado III y IV) y que la proporción sexual es de 3:1 a favor de las hembras, sin embargo, para determinar la madurez sexual se debe sacrificar los animales o parte representativa de una población ya que no existe diferencias externas entre hembras y machos, es decir, no presentan dimorfismo sexual.

### **2.3 Desove**

En la mayoría de las especies de bivalvos se conoce como desove al momento en donde los gametos masculinos y femeninos se expulsan al medio exterior acuático, donde tiene lugar la fecundación. El esperma es expulsado a través de la abertura o sifón exhalante en un chorro fino y constante, mientras que la expulsión de los óvulos es más intermitente y se emiten en nubes desde la abertura exhalante o sifón (Helm *et al.*, 2006). Como en todos los moluscos bivalvos, son liberados en metafase I de la meiosis y se reinicia el proceso con la fecundación (Gilbert, 2005).

El período de desove en poblaciones naturales varía según la especie y situación geográfica. Existen varios factores ambientales que pueden inducir el desove, de los cuales cabe mencionar la temperatura, los estímulos químicos y físicos, las corrientes de agua o una combinación de estos y otros factores (Helm *et al.*, 2006).

### **2.4 Fecundidad**

Es necesario distinguir entre la fecundidad potencial y la fecundidad real. La fecundidad potencial es el número de huevos que en una estación determinada están preparados para ser liberados y la fecundidad real es el número real de huevos que son liberados en una estación reproductiva ya

que una parte de los que constituyen la fecundidad potencial no llegan a ser puestos o desovados y se quedan en las gónadas para después ser reabsorbidos, por lo tanto, la fecundidad real puede ser igual o inferior a la fecundidad potencial (Chambers y Trippel, 1997).

Mendoza y Peralta (2007) reportaron que el número promedio anual de óvulos en grado IV es de 1 300 000 óvulos por gramo de gónada (fecundidad potencial) y la mayor producción de óvulos por hembra se presenta en los meses de marzo abril y mayo (fecundidad real), pero también apreciaron que todo el año hay producción de gametos.

## **2.5 Fecundación y desarrollo embrionario**

La impregnación del espermatozoide en el ovulo provoca la exocitosis de los gránulos corticales y el inicio de la síntesis de la membrana de fecundación (Román *et al*, 2001). Durante la fecundación los huevos sufren una división meiótica, reduciéndose el número de cromosomas a un número haploide, luego los pronúcleos masculinos y femeninos se fusionan para formar el cigoto (Helm *et al.*, 2006).

Durante la división meiótica se liberan dos cuerpos polares, que al hacerse visibles nos indican que se ha conseguido la fecundación, antes de los treinta minutos se observa la primera división celular donde el huevo se divide en dos células, 24 horas después el huevo fecundado pasa por las fases multicelulares de blástula y gástrula y en las 12 horas siguientes se convierte en una trocófora con motilidad quien se convertirá en una larva de charnela recta «D» o Prodisoconcha I (Helm *et al.*, 2006).

La mayoría de los moluscos presentan una segmentación holoblástica espiral, esta segmentación se da en un ángulo oblicuo con respecto al eje animal-vegetativo del cigoto generando una disposición en espiral de las células blastómeras hijas, las cuales, quedan empaquetadas de tal forma, que termodinámicamente son más estables que en otros tipos de segmentación. La blástula de los animales que sufren este tipo de

segmentación en espiral no tiene blastocele y se conoce como estereoblástula (Gilbert, 2006).

## **2.6 Factores que influyen en la reproducción y el desove de Moluscos bivalvos.**

Existe una serie de estímulos naturales, temperatura y salinidad, entre otros, que favorecen el desove. Los que deben actuar de forma brusca o progresiva y dentro de ciertos límites para que determine el momento del desove. Para inducir al desove es importante comprobar que el bivalvo se encuentre en estado fisiológico adecuado (maduro), para que los huevos y larvas presenten los mejores índices de viabilidad (Bautista, 1989).

El ciclo reproductor es una respuesta a los factores ambientales genéticamente controlados, la temperatura y la disponibilidad de alimento son factores que más afectan en el ciclo reproductor de los bivalvos incluyendo el desove; la temperatura influye en el ciclo gametogénico de los moluscos bivalvos ya que su disminución favorece el transporte de sustancias de reservas desde el musculo aductor a la gónada y el incremento de la temperatura conduce a la maduración máxima de la gónada y a la total evacuación de la misma (Román et al., 2001).

### **III.MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 FECHA Y LUGAR DE LA EXPERIENCIA**

El trabajo fue realizado durante los meses de abril a septiembre del 2012 y se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Desarrollo de postlarvas, Marinazul S. A. ubicado en Canoas de Punta Sal, Panamericana norte, Km. 1202, Sector Punta Mero. TUMBES – PERU.

Dentro del centro de investigación se construyó un área específica para realizar la reproducción de *Anadara tuberculosa* (módulo de Moluscos).

#### **3.2 RECOLECCION Y SELECCIÓN DE REPRODUCTORES**

Los reproductores se recolectaron del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes para lo cual se usó una embarcación de fibra de vidrio a remo y con la ayuda de extractores de la zona se recolectaron 3 lotes, cada lote de 220 reproductores de 45 mm talla.

Se sacrificaron 20 organismos al azar a los cuales se determinó *in situ* la madurez sexual usándose la escala que detalla IMARPE-TUMBES para *Anadara tuberculosa* (Anexo, Tabla 05).

Se seleccionó un lote de 200 reproductores con mayor grado de madurez sexual, los cuales fueron transportados en seco hasta el lugar de la experiencia.

#### **3.3 ACONDICIONAMIENTO DE REPRODUCTORES**

Para el acondicionamiento de reproductores se usaron 02 tanques de fibra de vidrio de color negro con 500 litros de capacidad con fondo semi cónico y un diámetro de 100 cm dentro de los cuales se colocaron los reproductores en 4 canastillas de 50 x 30 x 30 cm, a razón de 50 organismos/canastilla.

El abastecimiento de agua de mar fue a través del sistema **Wellpoint** que se encuentra conectado a una electrobomba de 7 HP. La aireación fue constante a través de piedras difusoras de 2"x 2" proveniente de un Blower de 2,5 HP.

Se controló los parámetros físicos químicos como la salinidad, que fue registrada con la ayuda un refractómetro marca VISTA modelo A336ATC, de 0 a 10 ‰; la temperatura fue medida con la ayuda de un termómetro de mercurio con 0,1 °C de sensibilidad; el oxígeno fue medido con un Oxímetro Ysi de 0,1 g/l de sensibilidad.

El tiempo de acondicionamiento de reproductores en el laboratorio fue de 15 días, alimentándose diariamente a los organismos con una mezcla de microalgas proporcionadas por el centro de investigación: *Chaetoceros gracillis*, *Chaetoceros calcitrans*, *Pavlova luthery* e *Isochrysis galvana* a razón de 500 000 cel.ml<sup>-1</sup>.

Antes de la inducción al desove, se realizó la biometría de 20 reproductores al azar con la ayuda de una balanza Ohaus de 0,01g de sensibilidad y un vernier Germany de 0,01 cm de sensibilidad, obteniendo datos de peso y talla promedio.

### **3.4 INDUCCIÓN AL DESOVE**

La metodología usada para la inducción al desove fue la de Jica- Cendepesca (2009). Para ello, los reproductores fueron previamente limpiados con cepillos de cerdas plásticas para eliminar epibiontes, luego se colocaron dentro del tanque de desove de 500 litros de capacidad suspendidos en canastillas plásticas.

La inducción al desove fue por tratamiento térmico para lo cual se usaron calentadores con termostatos de 20° a 35 °C con 0,1C° de sensibilidad; considerándose tres temperaturas: 29°C, 32°C y 35°C y un grupo control (temperatura del agua al ambiente).

De los 120 reproductores acondicionados a 26°C, 90 ejemplares fueron colocados en un tanque con agua de mar a una temperatura de 29°C. De

ellos a un lote de 30 ejemplares se le incrementó gradualmente hasta 32°C y a otro lote de 30 reproductores se incrementó gradualmente hasta 35°C, manteniéndose en esas condiciones por un período aproximado de 5 horas, hasta lograr la emisión de los gametos (óvulos y espermatozoides).

Se monitoreó cada 30 minutos para observar algún indicio de desove, cuando se observó indicios de desove se separaron las hembras de los machos en recipientes individuales de 500 ml de capacidad con agua de mar filtrada a 1 μ a la misma temperatura de inducción al desove; luego se dejó reposar por 30 minutos hasta que la temperatura se equilibrara a la del tanque de sembrado (28°C).

Transcurridos aproximadamente 30 minutos de iniciado el desove se sacaron las hembras y los machos de los recipientes individuales para seleccionar los recipientes que poseían óvulos y espermatozoides viables según los criterios establecidos en el informe técnico de Jica – Cendepesca (2009), el cual describe que las hembras deben presentar un desove fluido, óvulos redondos y bien formados; mientras que los machos deben presentar emisión de espermatozoides de manera fluida y una excelente movilidad de los mismos. (Anexo, Tabla 06).

Los óvulos obtenidos durante el desove fueron fertilizados con los espermatozoides a razón de 100 espermatozoides por óvulo, realizándose la mezcla en baldes plásticos transparentes de 4 litros de capacidad y dejándolos reposar durante 30 minutos.

Finalizado el proceso de desove se estimó el porcentaje (%) de reproductores machos y hembras desovados para cada tratamiento.

$$\% \text{ reproductores } \text{♂} \text{ o } \text{♀} \text{ desovados} = \frac{\text{Cant. } \text{♂} \text{ o } \text{♀} \text{ desovados}}{\text{Cant. Total de reproductores}} \times 100$$

### **3.5 EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA DE INDUCCIÓN AL DESOVE SOBRE LA FECUNDIDAD REAL**

Para evaluar la fecundidad real se realizó el conteo total de óvulos desovados por cada tratamiento para luego obtener el promedio de óvulos/ hembra.

El conteo se realizó tomando una muestra de 1 ml en una cámara Sedgewick Rafter de 1 ml de capacidad y un microscopio binocular Boeco.

$$\text{Fecundidad real} = \text{N}^\circ \text{ de óvulos /hembra}$$

### **3.6 OBTENCIÓN DE LARVA VELIGER TIPO D**

Los óvulos fecundados obtenidos para cada tratamiento de temperatura se colocaron en tanques cilíndricos de 500 litros de capacidad para continuar su cultivo con agua de mar filtrada a 1  $\mu$  con aireación y temperatura constante de 28°C con la ayuda de termostatos descritos anteriormente.

Se tomó una muestra cada 1, 2 y 4 horas para observar el desarrollo embrionario durante 48 horas, tiempo que demoró para alcanzar el estadio de larva D.

Con la ayuda de un tamiz con malla Nytex de 55 $\mu$  se recolectaron las larvas D, se limpiaron con abundante agua y se colocaron en baldes de 20 litros de capacidad con agua de mar limpia. Luego se tomó una muestra de 1 ml con ayuda de una pipeta de 2 ml Pyrex y se contaron las larvas en una cámara Sedgewick – Rafter, estimándose la cantidad total de larvas D y el porcentaje de Fecundación con respecto a la cantidad de óvulos/hembra producidos.

$$\% \text{ de Fecundación} = \frac{\text{Cant. Larvas D/hembra}}{\text{Cant. Óvulos/hembra}} \times 100$$

Se registró la talla de las larvas con la ayuda de un microscopio invertido conectado a un servidor que incluye programa para medir, tomar fotos y video. Con la ayuda de un microscopio Comfocal LSCM se tomaron imágenes en 3D.

### 3.7 OBTENCIÓN DE PORCENTAJE DE LARVAS D DEFORMES

El porcentaje de deformidad, es decir sin la forma característica de larva D se realizó mediante conteo de larvas malformadas por hembra:

$$\% \text{ de larvas D deformes} = \frac{\text{Cant. Larvas D deformes/hembra}}{\text{Cant. Total De larvas D/hembra}} \times 100\%$$

### 3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para la evaluación del efecto de la temperatura sobre la fecundidad real durante la experiencia de inducción al desove y la obtención de larvas D de *Anadara tuberculosa* aplicándose a los datos un programa estadístico DIXESP diseñado por el Ingeniero Pesquero Alberto Ordinola Zapata de la Universidad Nacional de Tumbes, con el cual se obtiene resultados del análisis de varianza ANVA a un nivel de significancia de 0.05 y las prueba de rango múltiple de DUNCAN y TUCKEY para establecer diferencias significativas entre los tratamientos.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 RECOLECCIÓN Y SELECCIÓN DE REPRODUCTORES

Los reproductores recolectados del Santuario Nacional de Tumbes fueron evaluados *in situ* por su grado de madurez sexual, encontrando un 10%, 40% y 50% en grado II, III y IV respectivamente en la escala de madurez sexual elaborado por del Instituto del Mar del Perú (IMARPE)

### 4.2 ACONDICIONAMIENTO DE REPRODUCTORES

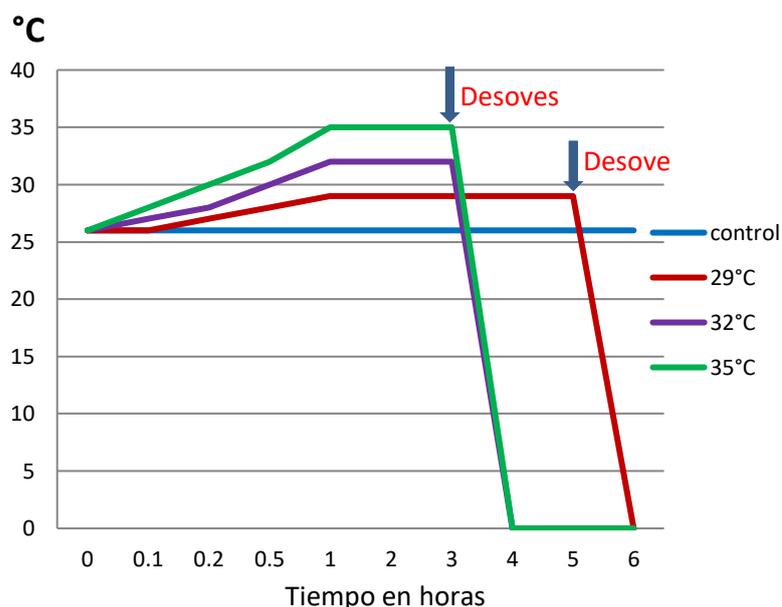
Se logró acondicionar 200 reproductores de *A. tuberculosa*, de los cuales 120 se usaron para la inducción al desove mediante shock térmico. La talla promedio registrada fue de 53 mm con un peso promedio de 42,96 gr como se indica en la Tabla 3.

**Tabla 01: Talla y peso promedio de reproductores de *A. tuberculosa* acondicionados en laboratorio.**

<b>N°</b>	<b>Talla (mm)</b>	<b>Peso (gr)</b>
1	45,00	24.04
2	46,10	26.26
3	47,10	27.00
4	48,00	29.63
5	49,00	30.82
6	50,43	33.22
7	51,00	36.66
8	51,65	40.33
9	52.00	43.93
10	53.00	44.12
11	53.27	45.67
12	54.00	47.34
13	54.26	48.53
14	55.47	49.33
15	56.00	49.42
16	57.00	50.23
17	58,00	56.22
18	59,00	56,27
19	59,30	62,49
20	60,50	57,62
<b>Promedio</b>	<b>53,00</b>	<b>42,96</b>

### 4.3 INDUCCIÓN AL DESOVE

Los resultados de la inducción al desove de *Anadara tuberculosa* se presentan en la Figura 01, evidenciando que los tratamientos térmicos de 32 °C y 35°C presentaron indicios de desove a las tres horas de iniciada la experiencia, dejando atrás al tratamiento térmico de 29°C, en el cual se observó indicios de desove recién a las 5 horas.

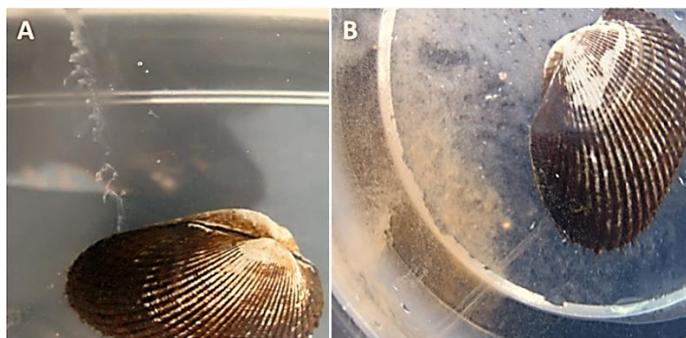


**Fig. 01: Tiempo de inducción al desove (horas) de *Anadara tuberculosa* mediante tratamientos de shock térmico (control, 29°C, 32°C y 35°C)**

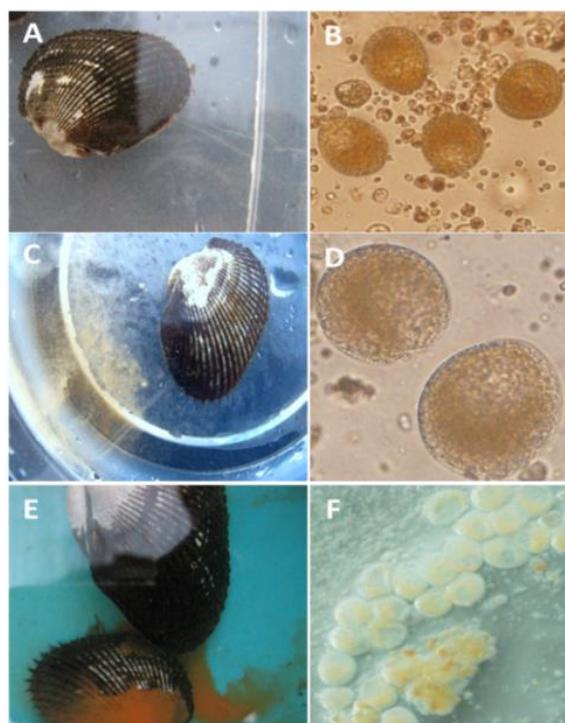
Los productos sexuales expulsados durante el desove fueron claramente visibles: los reproductores machos fueron los que iniciaron la liberación de esperma, desencadenando una liberación masiva de, percibiéndose un fluido blanquecino y viscoso con formación de espuma; seguidamente las hembras estimuladas por el desove de los machos empezaron a expulsar un fluido de color anaranjado y granulado (Fig. 02).

Se observaron diferencias en cuanto a la forma de desove de los reproductores, notándose que las hembras inducidas con el tratamiento térmico de 29°C desovaron poca cantidad de óvulos, con el tratamiento térmico de 32°C se observó desove fluido con mayor cantidad de óvulos

y finalmente las hembras inducidas a 35°C tuvieron desove abortivo (óvulos conglomerados con restos de tejidos) como puede observarse en Figura 03:



**Fig.02:** Desove de *A. tuberculosa* "concha negra" inducido mediante tratamiento térmico "shock térmico" donde: (A) Reproductor macho liberando espermatozoides; (B) Reproductor hembra desovando



**Fig. 03:** Desove de reproductores hembras de *A. tuberculosa* bajo tratamiento de shock térmico y óvulos producidos: (A) desove poco fluido de un reproductor hembra a 29°C; (B) óvulos esféricos obtenidos a 29°C; (C) desove fluido de reproductor hembra a 32°C; (D) óvulos redondos y bien formados obtenidos a 32°C; (E) desove abortivo de un reproductor hembra a 35°C y (F) óvulos con restos de tejidos obtenidos a 35°C

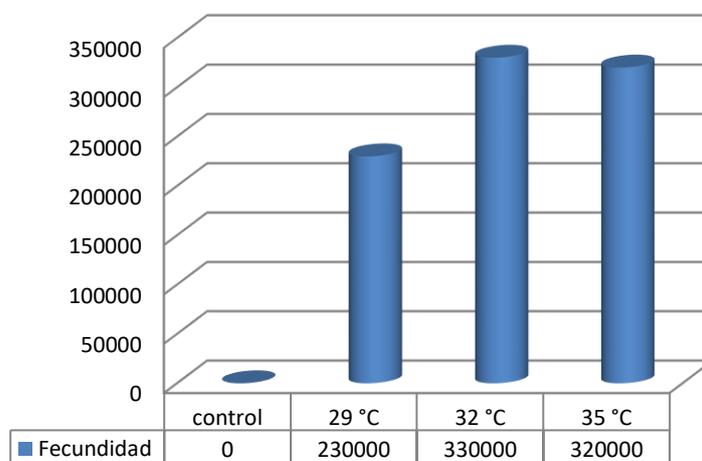
El porcentaje de reproductores desovados para cada tratamiento se representa en la Tabla 02, donde se observa que los tratamientos de 32°C y 35 °C fueron los que presentaron mayor porcentaje de reproductores machos y hembras desovados.

**Tabla 02: Porcentaje de reproductores machos y hembras desovados por tratamiento térmico.**

Reproductores	Control	Tratamientos		
	26°C	29°C	32°C	35°C
Machos desovados (%)	0	20.0	30.0	33.3
Hembras desovadas (%)	0	26.6	46.7	43.3
No desovados (%)	100	53.4	23.3	23.4
<b>TOTAL (%)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

#### 4.4 EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA FECUNDIDAD REAL

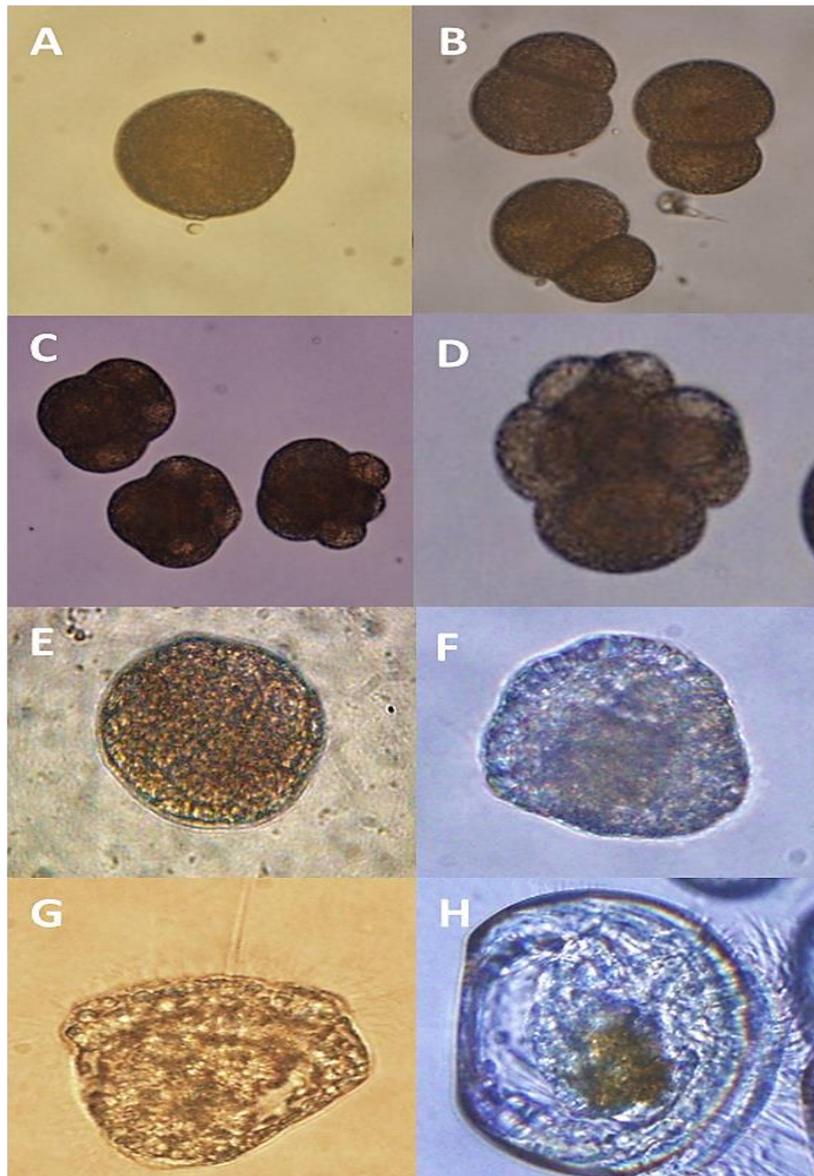
La fecundidad real fue de 230 000, 330 000 y 320 000 óvulos/hembra para los tratamientos térmicos de 29°C, 32°C y 35°C respectivamente como se indica en la Figura 04, donde se observa que los tratamientos de 32°C y 35°C fueron los que ocasionaron el desove de mayor cantidad de óvulos /hembra.



**Fig.04: Fecundidad real (óvulos/hembra) de *Anadara tuberculosa* bajo Inducción al desove por shock térmico con temperaturas de 29°C, 32°C y 35°C**

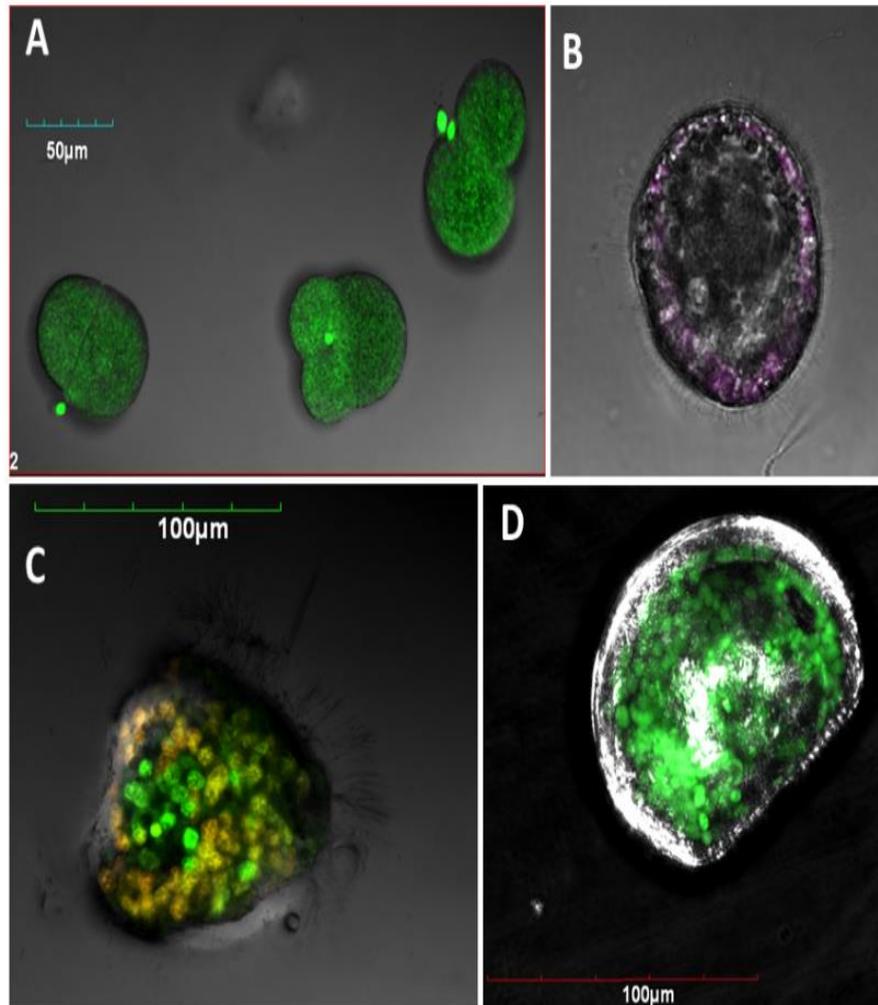
#### 4.5 OBTENCIÓN DE LARVA D

Las larvas D fueron obtenidas 48 horas después de la fecundación, lográndose hacer seguimiento del desarrollo embrionario, como se muestra en la Figura 05, donde se observa imágenes de algunas fases del desarrollo embrionario y larvario de *A. tuberculosa*



**Fig.05:** Imágenes del desarrollo embrionario y larvario obtenidos por microscopía invertida de *Anadara tuberculosa* “concha negra” donde: (A) Ovulo fecundado; (B) primera división celular; (C) segunda división celular; (D) Mórula; (E) Blástula; (F) Gástrula; (G) Larva Trocófora; (H) Larva Veliger tipo D

El monitoreo de algunos estados del desarrollo embrionario y larvario de *A. tuberculosa* fue a través de Microscopía Comfocal para su mejor identificación como se muestra en la Figura 06, donde se puede observar los primeros cuerpos polares durante las primeras divisiones celulares, además del estado embrionario de gástrula, larva Trocófora y finalmente el estado de larva D.



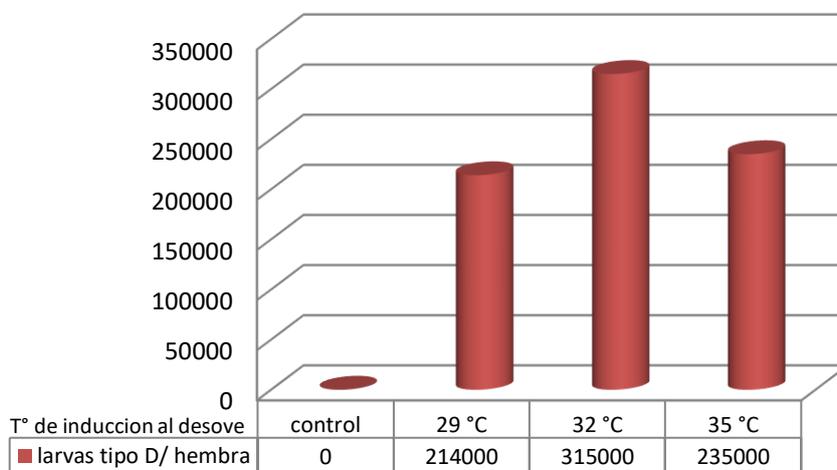
**Fig.06: Monitoreo en 3D mediante Microscopía Comfocal LSCM de algunos estados de desarrollo embrionario y larvario de *A. tuberculosa* “concha negra”: (A) primeras divisiones celulares con presencia de cuerpos polares; (B) Gástrula; (C) larva trocófora; (D) larva tipo D**

Los embriones fueron revisados al microscopio binocular mediante la toma de muestras durante las 48 horas de cultivo y como lo muestra la Tabla 03, a las 20 horas aparecen las primeras larvas D y a las 28 horas se halló un 100% de larvas D.

**Tabla 03: Etapas de desarrollo embrionario y larval durante las primeras 48 horas de vida de *Anadara tuberculosa* “concha negra”**

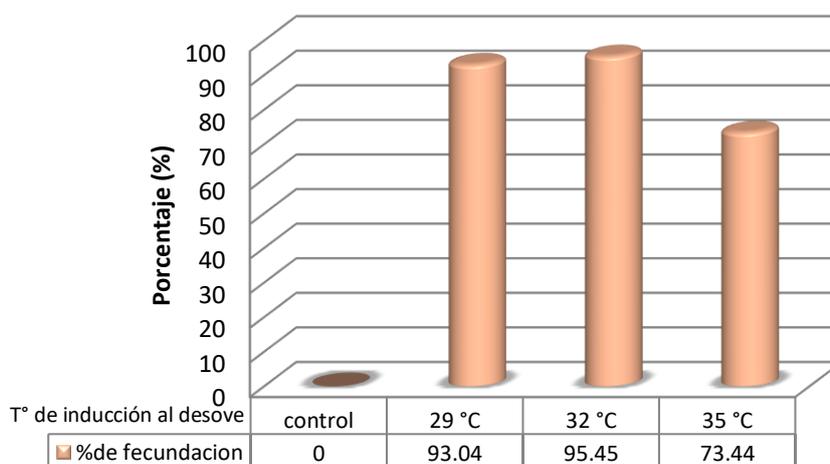
Tiempo en horas	Etapas de desarrollo
1	Ovulo fecundado
2	Mórula
3	Mórula
4	Mórula y Blástula
5	Mórula y Blástula
6	Blástula
7	Blástula y Gástrula
8	Blástula y Gástrula
9	Gástrula
10	Gástrula
12	Gástrula y Larva trocófora
14	Gástrula y Larva trocófora
16	Larva trocófora
18	Larva trocófora
20	Larva trocófora y Larva D
24	Larva trocófora y Larva D
28	Larva D
30	Larva D
32	Larva D
36	Larva D
40	Larva D
44	Larva D
48	Larva D

Los resultados de la cantidad de larvas D/hembra se presentan en la Figura 07 teniendo como referencia los tratamientos de inducción al desove, donde se observa mayor cantidad de larvas D/hembra para el lote inducido con 32°C de temperatura.



**Fig. 07: Larvas D por hembra de *Anadara tuberculosa* obtenidas 48 horas después de la inducción al desove por shock térmico**

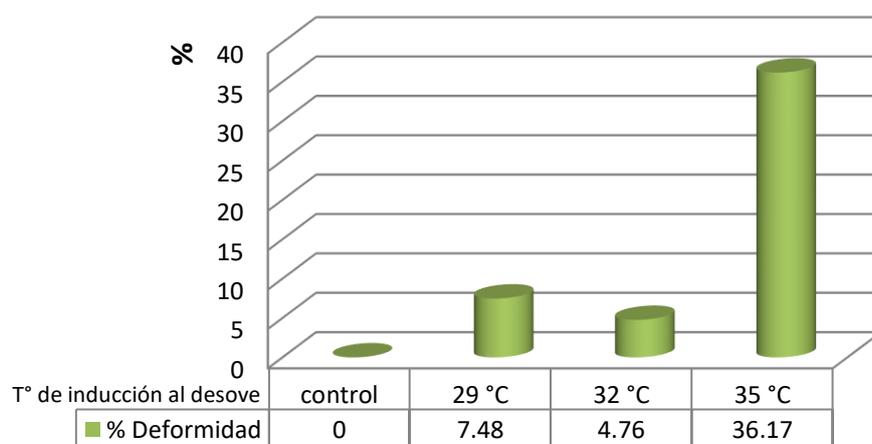
De las cantidades de larvas D obtenidas durante la experiencia con respecto a la cantidad de óvulos/hembra producidos durante la inducción al desove por shock térmico, se calculó el % de fecundación, cuyos resultados se muestran en la Figura 8, en la cual se observa un mayor porcentaje de fecundación para los reproductores inducidos al desove con temperaturas de 29°C y 32°C con 93.04% y 95.45% respectivamente, mientras que la temperatura de 35°C se obtuvo solo un 73.44%



**Fig.08: Porcentaje de fecundación para reproductores de *Anadara tuberculosa* inducidos al desove por shock térmico**

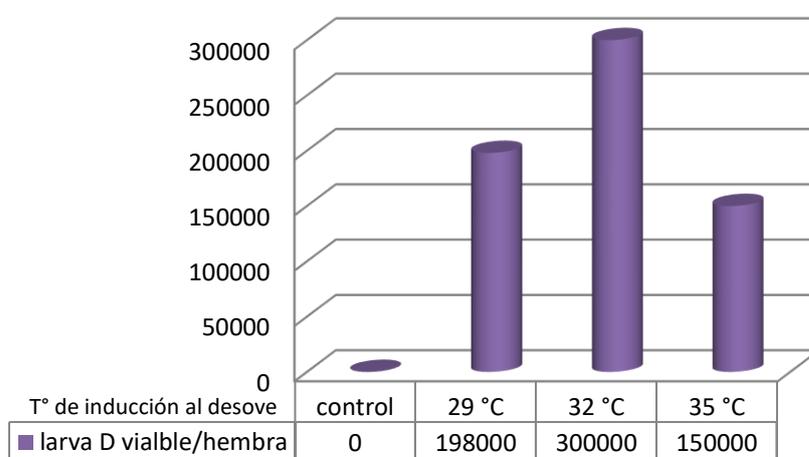
#### 4.6 OBTENCIÓN DE PORCENTAJE DE LARVAS D DEFORMES

Los resultados que se indican en la Figura 09, muestran valores porcentuales de la cantidad de larvas D deformes con relación a la cantidad total de larvas D/hembra, siendo el mayor porcentaje de deformidad para las hembras inducidas al desove con temperatura de 35°C.



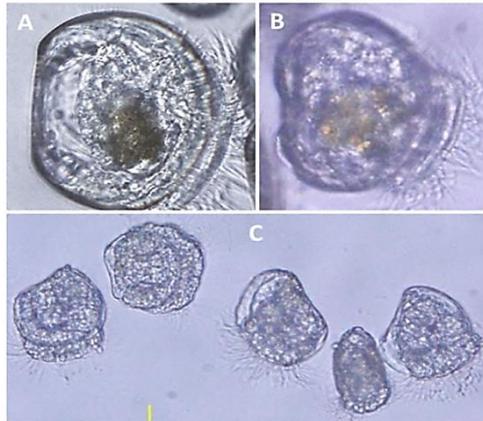
**Fig.09: Porcentaje de deformidad de larvas D de *A. tuberculosa* inducidas al desove mediante shock térmico**

Finalmente, las cantidades de larvas D viables se muestran en la Figura 09, donde se observa que las hembras desovadas a temperatura de 32°C fueron las que presentaron mayor cantidad de larvas D viables.



**Fig. 10: Cantidad de larvas D viables/hembra de *Anadara tuberculosa* obtenidas por inducción al desove mediante shock térmico**

La deformidad que se aprecia en la Figura 11 (B y C) es notable durante el estadio de Larva D y además presenta dificultades para nadar.



**Fig.11: Deformidad de larva tipo D: (A) Larva tipo D; (B y C) Larva tipo D con deformidad.**

## **4.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

### **4.7.1 Fecundidad real**

En la experiencia de fecundidad real el análisis de varianza ANVA determinó que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos y al obtener un coeficiente de variación de 6.067% nos permite concluir que la experiencia estuvo bien realizada, por lo tanto los datos son confiables.

Aplicando la prueba de Duncan se obtuvo como resultado que con las temperaturas de 32°C y 35°C se obtuvieron mayor cantidad de óvulos/hembra (fecundidad real), siendo corroborado por la prueba estadística de Tuckey.

### **4.7.2 Obtención de larvas D**

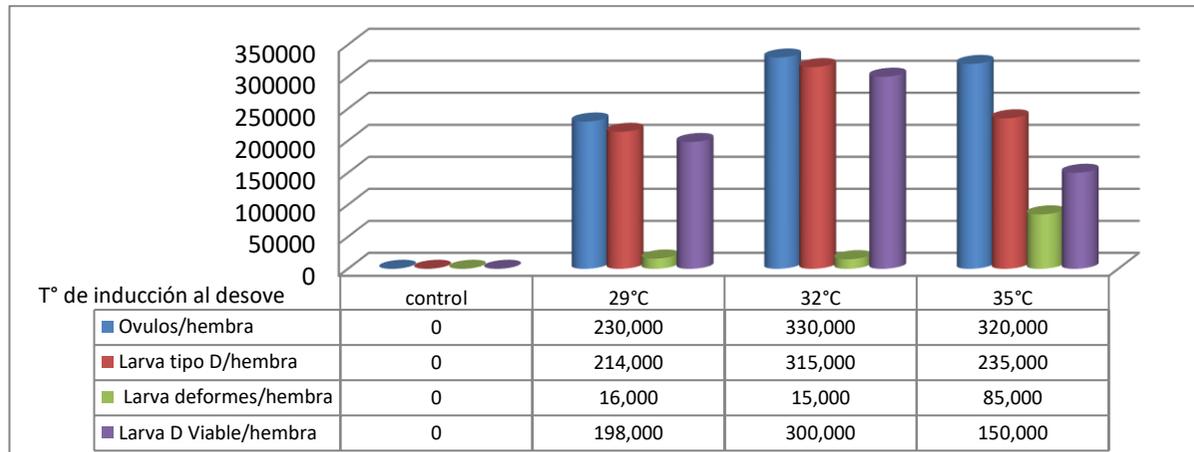
Las larvas D obtenidas durante la experiencia presento una diferencia altamente significativa entre los tratamientos con coeficiente de variación de 6.472%.

Al aplicar la prueba de Duncan, resultó que el número de larvas D obtenidas de hembras sometidas a inducción al desove mediante

shock térmico con temperatura de 32 °C fue significativamente mayor (ver Fig. 07) y esto se corroboró con la aplicación de la prueba de Tuckey, además de presentar el mayor porcentaje de fecundación.

**Tabla 04: Resumen de producción de larva tipo D de *Anadara tuberculosa* “concha negra”**

Tratamientos	Reproductores Usados	Reproductores desovados		Cant. Óvulos/hembra	Larva D/hembra	Cant. Larva deformes/hembra	%	Larva tipo D Viable/hembra	Total larvas D viable
		machos	hembras						
Control	30	0	0	0	0	0	0	0	0
29°C	30	6	8	230,000	214,000	16,000	7.48	198,000	1,584,000
32°C	30	9	14	330,000	315,000	15,000	4.76	300,000	4,200,000
35°C	30	10	13	320,000	235,000	85,000	36.17	150,000	1,950,000



**Fig.12 Resumen de producción de larvas D de *Anadara tuberculosa* inducidas al desove mediante shock térmico**

La Tabla 04 y Figura 11 resume el proceso de producción de larvas de *A. tuberculosa* para esta experiencia, empezando por la cantidad de reproductores usados, reproductores machos y hembras con éxito de desove, la cantidad de óvulos producidos por hembra inducidas al desove por shock térmico, larvas D producidos por hembra con sus respectivas cantidades porcentuales de deformidad, la cantidad de larvas D viables por hembra y finalmente el total de larvas D obtenidas al final de la experiencia. Observándose mejores resultados para el lote que se indujo al desove a temperatura de 32°C.

## V. DISCUSIÓN

El índice gonadosomático para *Anadara tuberculosa* es de  $3,11 \pm 0,86$  a un nivel de confianza de 95% siendo los meses entre marzo y junio los de mayor producción de óvulos Mendoza y Peralta (2007), por ello se inició esta experiencia en el mes de abril para obtener reproductores maduros naturalmente y con mayores índices gonadosomáticos.

El acondicionamiento gonádico es una metodología que permite acelerar, mantener o retrasar el proceso de maduración sexual mediante el control de la temperatura del agua y la cantidad y calidad de alimento que es proporcionado a los reproductores (Mazón-Suástegui *et al.*, 2008). El acondicionamiento de reproductores de *A. tuberculosa* fue en condiciones de laboratorio durante 15 días, a diferencia de la metodología usada por Mendoza (2005), quien acondicionó los reproductores por 30 días y Jica - Cendepesca (2009) quienes acondicionaron los reproductores en sistemas de cultivo suspendido en un área natural por un período de tres meses, asegurándose de tener reproductores maduros sexualmente para luego inducir al desove inmediatamente.

Jica - Cendepesca (2009) menciona que para lograr la inducción al desove es necesario aplicar un estímulo físico a los reproductores acondicionados, que consiste en aumentar la temperatura hasta 7 °C sobre la temperatura ambiente; en el caso de esta experiencia se fue incrementando la temperatura gradualmente hasta alcanzar la temperatura deseada para cada lote de reproductores, teniendo así los tratamientos térmicos de 29°C, 32°C y 35°; lográndose el desove a las 3 horas de iniciada la inducción para los tratamientos de 32°C y 35°C.

El shock térmico o tratamiento térmico es comúnmente usado para la inducción al desove de moluscos bivalvos con la diferencia en el tiempo de estimulación, Mazón – Suástegui *et al.* (2008) usaron reproductores previamente acondicionados por más de 3 meses para inducir al desove mediante shock térmico, iniciando a 18°C por 45 minutos para luego pasarlo a 27°C x 45 minutos, repitiendo este proceso varias veces logrando desoves esporádicos;

Mendoza (2005) eligió subir la temperatura 10 °C sobre la temperatura ambiental durante 30 minutos pasando de 25.8°C a 35.8°C gradualmente sin resultado alguno porque no consideró la madurez sexual de los reproductores como lo indica Cuña (1991) quien considera que la emisión de gametos puede ser provocada en condiciones experimentales siguiendo diversos procedimientos pero que la efectividad de las distintas técnicas está muy relacionada con el grado de madurez sexual de los animales.

Chambers y Trippel (1997) afirman que existe una diferencia entre fecundidad potencial y la fecundidad real. Fecundidad potencial es el número de huevos que en una estación determinado están preparados para ser liberados y la fecundidad real es el número real de huevos que son liberados en una estación reproductiva ya que una parte de los que constituyen la fecundidad potencial no llegan a ser puestos o desovados y se quedan en las gónadas para después ser reabsorbidos, por lo tanto la fecundidad real puede ser igual o inferior a la fecundidad potencial; en el caso de la experiencia se determinó la fecundidad real ya que Mendoza y Peralta (2007) determinaron que *Anadara tuberculosa* posee un promedio de 1 300 000 óvulos/gr (fecundidad potencial)

Los resultados de esta experiencia nos muestran que las hembras con mayor cantidad de óvulos liberados (fecundidad real) son las que fueron sometidas a inducción al desove con tratamiento térmico de 32°C y 35°C pero en cuanto al % de fertilización se obtuvo un 95.5% y 73.44 % respectivamente lo cual nos permite concluir que a mayor temperatura durante la inducción, menor % de fecundación; lo cual es confirmado con la calidad del desove ya que se observó que para el tratamiento de 35°C hubo desove abortivo.

Debido a que los gametos femeninos en *A. tuberculosa*, como en todos los moluscos bivalvos son liberados en metafase I de la meiosis (Gilbert, 2005), la fecundación gatilla el reinicio de ésta, por lo que la observación de los dos cuerpos polares, son un indicativo que se ha conseguido la fecundación (Helm *et al.*, 2006). Esto se puede evidenciar en la Figura 06 donde se aprecia los dos cuerpos polares y confirmar con la Figura 08 donde se observa los mayores

porcentajes de fecundación para los reproductores inducidos al desove con temperaturas de 29°C y 32°C con 93.04% y 95.45% respectivamente.

Helm *et al.* (2006) Indican que el tiempo necesario para el desarrollo larvario y embrionario varía según la especie y la temperatura, siendo que, en un período de 24 horas, el huevo fecundado pasa por las fases multicelulares de blástula y gástrula y en las 12 horas siguientes se convierte en una trocófora con motilidad o larva trocófora para luego transformarse en una larva de charnela recta "D". Jica - Cendepesca (2009) consiguió tener larva trocófora a las 6 horas después de la fecundación y al cabo de 24 horas larva Veliger, en el caso de esta experiencia se logró tener las primeras larvas trocófora a las 12 horas después de la fecundación y a las 20 horas las primeras larva D.

De todos los factores que inciden en el crecimiento, desarrollo y supervivencia de las larvas en cultivo, la temperatura es una de las más importantes ya que la tasa metabólica viene dictada por la temperatura del agua en la que nadan (Helm *et al.*, 2006), por ello en la experiencia se observó la influencia de la temperatura a la que se llevó a cabo la inducción al desove y se determinó que existió diferencias significativas entre los tratamientos, lográndose obtener mayor cantidad de larva D para el tratamiento de inducción a 32°C (Fig. 07).

Al realizar el análisis estadístico con la prueba de Duncan a nivel de confianza de 95%, la cual concluye que el lote que fue inducido al desove con 32°C fue la que produjo mayor cantidad de larvas D, superior al lote que se indujo con temperatura de 35°C del cual se pudo observar mayor cantidad de larvas deformes; esto nos permite concluir que existe un efecto de la temperatura de inducción sobre el porcentaje de fecundación y por ende la producción de larvas D viables y deformes.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se logró acondicionar 200 reproductores en condiciones de laboratorio.
2. Se logró inducir al desove de *Anadara tuberculosa* mediante los tratamientos térmicos (shock térmico) de 29°C, 32°C y 35°C siendo los dos últimos los más eficaces, obteniendo indicios de desove a las 3 horas de inducción.
3. La fecundidad real (promedio de óvulos liberados por hembra) para los tratamientos es de 32°C y 35°C fueron los mejores con 330 000 y 320 000 óvulos/hembra respectivamente a nivel de confianza de 95%.
4. El mayor porcentaje de fecundación fue para el tratamiento térmico de 32°C con 95.45% seguido de 93.04% y 73.44% para los tratamientos térmicos de 29°C y 35°C, respectivamente.
5. Se obtuvo la mayor cantidad de larvas tipo D para el lote de reproductores sometidos a inducción al desove con 32°C con 315 000 larvas D/hembra, a un nivel de confianza de 95%
6. El porcentaje de larvas deformes fue mayor para el tratamiento térmico de 35°C con 36.17%.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Usar equipos (chiller) que ayuden a mantener temperaturas constantes para hacer el acondicionamiento de reproductores más efectivo.
2. Realizar la estimación de fecundidad de *Anadara tuberculosa* para cada experiencia y hacer la comparación con la cantidad de óvulos obtenidos tras el desove.
3. Alimentar con microalgas a las 24 horas después del desove ya que hay algunas larvas que ya se encuentran en larva D a las 20 horas y puede existir mortalidad por inanición.

### VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alamo, V. y V. Valdivieso. 1987. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Bol. Vol. Extraordinario. Inst. del Mar del Perú. Callao. 201p.
- BAUTISTA C. 1989. Tecnología de cultivo. Ediciones Mundi- Prensa Madrid. España.
- Borda, C. y R. Cruz. 2004. Reproducción y reclutamiento del molusco *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) en el Pacífico Colombiano. Rev. Invest. Mar. 25(3): 185-195.
- Camacho, G. Y. 1999. ***Anadara tuberculosa*** (Sowerby,1833). [Online]URL:<http://www.inbio.ac.cr/bims/ubi/moluscos/ubiespejo/ubiid=459&-find.html>.
- Chambers, R.C. y E.A.Trippel. 1997. Early life history and recruitment in fish populations. Champan and Hall. Fish and Fisheries series 21. Londres, 596 pp.Inglaterra.
- Cruz, R. 1984. Algunos aspectos de la reproducción de ***Anadara tuberculosa*** (Pelecypoda: Arcidae) de Punta Morales, Puntarenas, Costa Rica. Rev. Biol. Trop., 32(1): 45-50.
- Cruz, R.; R. Fonseca y F. Chavarría-Solera. 2012. "Comparación de la composición química proximal de la carne de *A. tuberculosa* y *A. similis* (Bivalvia: Arcidae) de Chomes, Pun-tarenas". Costa Rica. Rev. Mar. 4:95-103.
- Cuña Casasbellas, M. 1991. Instalaciones en el criadero de moluscos. Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura. Xunta de Galicia.
- Díaz, J., C. Vieira y G. Melo. (eds). 2011. Diag-nóstico de las principales pesquerías del Pacífico colombiano. Bogotá, Colombia: Fundación Marviva.
- Dirección Regional de Pesquería DIREPE XIV. 1981. Estudio de la Concha negra Tumbes. Imarpe, 2009. *Anadara tuberculosa* en Tumbes – IMARPE2010.htm.

[http://www.imarpe.gob.pe/tumbes/especies\\_comerciales/invertebrados/concha\\_negra.pdf](http://www.imarpe.gob.pe/tumbes/especies_comerciales/invertebrados/concha_negra.pdf)

- Espinosa, G., M. Delgado, B. Orobio, L. Mejía-Ladino y D. Gil-Agudelo. 2010. "Estado de la población y valoración de algunas estrategias de conservación del recurso piangua *Anadara tuberculosa* (sowerby) en sectores de Bazán y Nerete, costa pacífica nariñense de Colombia." Bol. Invest. Mar. Cost. 39 (1): 161-176.
- Gilbert, S. 2005. Biología del Desarrollo. Séptima edición. Editorial Panamericana.
- Gilbert, F. S. 2006. Biología del desarrollo. Editorial Médica Panamericana. Pag. 257- 264.
- Gosling E. 2003. Culture of the Manila clam, *Ruditapes philippinarum*, in Europe. En: Gosling E. (ed). Bivalve Molluscs. Biology, Ecology and Culture. Fishing News Books – Blackwell Publishing. Oxford, Reino Unido. 317-332.
- Helm M.M., Bourne N., y A. Lovatelli. 2006. Cultivo de Bivalvos en criadero. Un manual práctico, FAO, Documento técnico de pesca N° 471. Roma, FAO. 2006, 184 pp. <http://www.Fao.org/docrep/009/y5720s/y5720s00.htm>
- Jica - Cendepesca, 2009. Informe técnico producción artificial de semilla y cultivo de engorde de moluscos bivalvos, El Salvador.
- Malca A. C. 1996. Aportes para un manejo sostenible de los manglares de Tumbes: Engorde de conchas negras *Anadara tuberculosa* en los manglares de Tumbes. Pro-Naturaleza.
- Mazón-Suástegui J.M., Robles-Murgaray M., Ormart-Castro P., Montalvo-Spencer P., Garzón-Fabela J., Reynoso-Granados T., Moctesuma-Cano T. A. 2008. Reproducción controlada de tres especies de concha negra *Anadara* ssp. En laboratorio. SEGUNDO ENCUENTRO CONCHERO. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León. Facultad de Ciencia y Tecnología; Depto. De Biología. León, Nicaragua, 25 de Julio de

- 2008, 16pp. Organizado por: UNAN-Leon, UNION EUROPEA, MFCED-Alemania y FUNDAR.
- Mendoza, O. 1994. Aspectos generales e importancia del recurso concha negra "*Anadara tuberculosa*" (SOWERBY 1883), en la Subregión Tumbes. Trabaj. Habilit. Univ. Nac. de Tumbes. 28p.
- Mendoza, O. 2002. "Estructura por tallas, densidad poblacional y relación peso longitud de *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) en los manglares de Puerto Pizarro y Zarumilla-Tumbes, 2002." Univ. Nac. de Tumbes, Perú. Trabajo de investigación docente.
- Mendoza, O. y T. Peralta. 2005. Reproducción inducida y obtención de semilla de *Anadara tuberculosa* (SOWERBY, 1833) en laboratorio, Tumbes – Perú.
- Mendoza, O. y T. Peralta. 2004. Crianza de *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) haciendo uso de corrales en su medio natural. Univ. Nac. de Tumbes - Peru.
- Mendoza, O. y T. Peralta. 2007. Biología reproductiva de *Anadara tuberculosa* (SOWERBY, 1833), Tumbes – Perú.
- Ordinola, Z. E. 2007. Seguimiento de la pesquería de invertebrados marinos. Informe del primer trimestre 2007. Inf. Tec. Mar Perú. 37 p.
- Robles – Mungaray M., Mazón – Suástegui J. M. Monsalvo – Spencer P., Osuna – García M. y Flores – Higuera F. 2001. Cultivo de *Nodipecten Subnodosus* en México. Conferencia en la consulta técnica del proyecto II.6 "Cultivo de los pectinidos gigantes del género *Nodipecten*: problemas y perspectivas" en Florianopolis Santa Catalina Catarina, Brasil. 21 al 23 de Noviembre del 2001.
- Román G., Martínez G., García O. y Freites L. 2001. Reproducción en: Maeda-Martines A.N. (ed). Los Moluscos Pectinidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura. Editorial Limusa. México. 2:27-59.

## IX. ANEXO

**Tabla 05: Estadios de madurez sexual de *Anadara tuberculosa*, Imarpe - Tumbes.**

ESTADÍOS	DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS
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 estómago.
IV	MADURO	Las gónadas rodean completamente al intestino y estómago.
V	DESOVADO	Se observan pequeñas trazas o residuos gonadales.

**Tabla 06: Características de desove de *Anadara tuberculosa*, Jica – Cendepesca 2009.**

**Hembra:**

- Desove fluido
- Óvulos redondos y bien formados

**Macho:**

- Desove fluido
- Espermatozoides con excelente movilidad

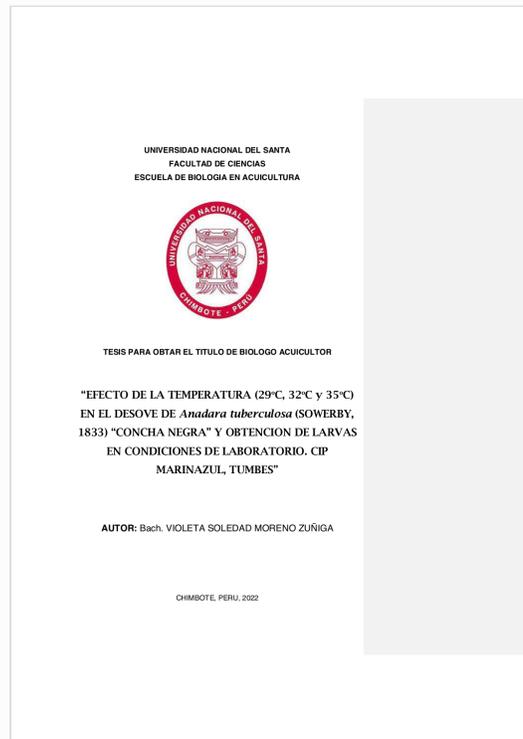


## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Violeta Soledad Moreno Zuñiga  
Título del ejercicio: TESIS  
Título de la entrega: EFECTO DE LA TEMPERATURA (29oC, 32oC y 35oC) EN EL DES...  
Nombre del archivo: informe\_de\_tesis\_final\_corregido\_4.EZM-15.05.2022.docx  
Tamaño del archivo: 4.94M  
Total páginas: 43  
Total de palabras: 8,325  
Total de caracteres: 44,209  
Fecha de entrega: 19-jul.-2022 02:49p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre... 1872717529



# EFFECTO DE LA TEMPERATURA (29oC, 32oC y 35oC) EN EL DESOVE DE Anadara tuberculosa (SOWERBY, 1833) "CONCHA NEGRA" Y OBTENCION DE LARVAS EN CONDICIONES DE LABORATORIO. CIP MARINAZUL, TUMBES

## INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://dspace.unitru.edu.pe">dspace.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://www.fao.org">www.fao.org</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://es.wikipedia.org">es.wikipedia.org</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://www.jica.go.jp">www.jica.go.jp</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://cibnor.repositorioinstitucional.mx">cibnor.repositorioinstitucional.mx</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%

9	<a href="http://www.buenastareas.com">www.buenastareas.com</a> Fuente de Internet	1 %
10	<a href="http://digital.csic.es">digital.csic.es</a> Fuente de Internet	1 %
11	<a href="http://www.oxfordjournals.org/">http://www.oxfordjournals.org/</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://docshare.tips">docshare.tips</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://recursos2.educacion.gob.ec">recursos2.educacion.gob.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://documents.mx">documents.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://www.mapa.gob.es">www.mapa.gob.es</a> Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Nacional del Santa Trabajo del estudiante	<1 %
19	<a href="http://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://sinat.semarnat.gob.mx">sinat.semarnat.gob.mx</a> Fuente de Internet	<1 %

21	<a href="http://aprenderly.com">aprenderly.com</a> Fuente de Internet	<1 %
22	<a href="http://intranet.cibnor.mx">intranet.cibnor.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
25	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas      Activo  
 Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias < 15 words