

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE PESQUERÍA



**“SOPORTE TÉCNICO Y COORDINACIÓN PARA LA CAPTACIÓN,
CULTIVO Y PERLICULTURA DE CONCHA PERLERA (*PTERIA
STERNA*), EN LA PROVINCIA DE TALARA, PIURA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERO PESQUERO**

JORGE LUIS VARGAS FERNÁNDEZ

LOS ÓRGANOS, TALARA, PIURA, PERÚ

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE PESQUERÍA

**“SOPORTE TÉCNICO Y COORDINACIÓN PARA LA CAPTACIÓN,
CULTIVO Y PERLICULTURA DE CONCHA PERLERA (*PTERIA
STERNA*), EN LA PROVINCIA DE TALARA, PIURA”**

Presentado por:

JORGE LUIS VARGAS FERNÁNDEZ

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de:

INGENIERO PESQUERO

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dra. Patricia Liliana Gil Kodaka

PRESIDENTE

Dr. Jaime Humberto Mendo Aguilar

ASESOR

M. Sc. Rosa Cueto Vega

MIEMBRO

M. Univ. Cesar Abram Cruz Castellón

MIEMBRO

Lima, 2020

Agradecimientos

La realización de la presente monografía fue posible gracias a la empresa Agromar del Pacífico SA y a su Gerente General Fernando Fernandini Valdez, en colaboración con el Gobierno Regional de Piura por intermedio de la Dirección Regional de la Producción (DIREPRO-PIURA), Inkaterra Perú SAC y al Gremio de Pescadores de Los Órganos y Cabo Blanco; ya que sin su apoyo los trabajos de investigación no se hubiesen concretado.

Agradezco a mis padres Lucrecia y Genaro por su esfuerzo y constancia durante mi formación académica, a mi compañera de vida Katherine, por impulsarme siempre a seguir adelante.

Así mismo agradezco al Dr. Jaime Mendo, por su ayuda y paciencia en la realización de esta monografía.

INDICE

1. PRESENTACIÓN	1
2. INTRODUCCIÓN	4
3. OBJETIVOS	6
4. ACTIVIDADES REALIZADAS	7
5.1. Proyecto SNIP 162711	7
5.1.1. Antecedentes y participantes.	7
5.1.2. Marco Teórico	9
5.1.3. Objetivos.....	11
5.1.4. Ubicación del Proyecto.....	11
5.1.5. Actividades	13
5.1.5.1. Diseño del Módulo Experimental.....	13
5.1.5.2. Instalación del Módulo Experimental.	16
5.1.5.3. Seguimiento del Cultivo: captación, desactivación, desdobles, crecimiento y mantenimiento. 19	
5.1.5.4. Talleres de Perlicultura. Capacitaciones en Perlicultura.	30
5.1.5.5. Capacitaciones en Perlicultura a los Gremios de Los Órganos y Cabo Blanco.....	32
5.1.5.6. Talleres de elaboración de artesanías con medias perlas Mabe.....	35
5.1.5.7. Exposiciones dentro del Proyecto.	36
5.2. Proyecto PNIPA. Modulo piloto de policultivos de moluscos Bivalvos nativos basados en la producción de perlas y productos derivados de la concha Nácar de la especie <i>P. sterna</i> con el gremio de pescadores de Cabo Blanco-Piura.	37
5.2.1. Antecedentes y Alianza Estratégica.....	37
5.2.2. Estado del arte y diseño experimental.	39
5.2.3. Desarrollo del Proyecto de Investigación por componentes.	44
5.2.4. Ubicación del Cultivo.	48
5.2.5. Actividades	48
5.2.5.1. Instalación de Long-Lines y Lanzamiento de Colectores.....	48
5.2.5.2. Capacitaciones y Talleres al Gremio de Pescadores de Cabo Blanco y Los Órganos.....	49
5.2.5.3. Perlicultura: Producción y Evaluación.	52
5.2.5.4. Elaboración de Joyas en base a medias perlas Mabe.....	56
6. CONCLUSIONES	62
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

TÍTULO

Soporte técnico y coordinación para la captación, cultivo y perlicultura de conchas perleras *Pteria sterna*, en la provincia de Talara, Piura.

1. PRESENTACIÓN

a. Descripción de las funciones desempeñadas y su vinculación con campos temáticos de la carrera profesional.

- En el proyecto SNIP 162711 me desempeñe como **Supervisor de campo**, encargado de la captación de semilla de concha perlera *P. sterna*, cultivo, seguimiento del crecimiento y mortalidad de las conchas perleras según diseño experimental planteado. El proyecto de 8 meses comprendió desde la etapa de instalación de los long-lines hasta los primeros ensayos para la producción de joyas artesanales a base de perlas mabe. Mis labores estuvieron enfocadas en la realización de biometrías quincenales del cultivo, medición de parámetros fisicoquímicos del agua de mar, instalación y desactivación de colectores para la captación de moluscos bivalvos, apoyo en las capacitaciones y talleres prácticos con los gremios de pescadores y pobladores de las localidades de Los Órganos y Cabo Blanco.
- En el proyecto PNIPA me desempeñe como **Coordinador General** y mis funciones estaban dirigidas a la supervisión del desarrollo del proyecto tanto en la parte experimental en el mar (montaje de los long-lines, lanzamiento de colectores, cultivos suspendidos en linternas y carteras, siembra de conchas producto de la perlicultura, evaluación del crecimiento ,etc.), como en la parte de capacitación a la comunidad beneficiaria de Cabo Blanco en todo lo referente a la captación, cultivo y perlicultura de conchas perleras hasta llegar a la elaboración de joyas artesanales a base de perlas mabe, esto último se desarrolló por medio de talleres teóricos y prácticos con la participación de la comunidad y el gremio de pescadores.
- Ambas funciones están vinculadas directamente con la acuicultura marina y enfocados a la investigación de la concha perlera *Pteria sterna* como recurso potencial para el desarrollo acuícola en la región de Piura.

b. Describir los aspectos propios de la puesta en práctica de lo aprendido durante los 5 años de estudio.

Los cursos que fueron fundamentales en mi formación académica y que me sirvieron en mi desempeño profesional ligados directamente a la pesquería fueron los siguientes:

- **Recursos Hidrobiológicos:** Este curso me dio un conocimiento general sobre las diversas especies que existen en nuestro mar y que son de importancia comercial. Asimismo, alcances sobre la biología de las especies de moluscos, crustáceos y peces más representativas de nuestro mar.
- **Limnología:** Este curso me enseñó habilidades sumamente importantes como a utilizar una sonda multiparámetro, un disco Secchi, como tomar de manera correcta una muestra de agua, me enseñó a medir y a interpretar los parámetros fisicoquímicos del agua y como pueden variar por distintos factores.
- **Acuicultura 1 y 2:** Estos cursos me dieron alcances sobre el manejo y la producción de cultivos acuícolas y la importancia de la planificación adecuada para tener resultados óptimos.
- **Materiales, Métodos y Artes de Pesca:** Principalmente me sirvió para tener conocimiento sobre los diversos materiales y los sistemas de cultivo usados en la producción de concha de abanico y otros bivalvos. Sistema de cultivo como colectores, pernets, linternas.
- **Cultivos Marinos:** Uno de los cursos sino es el más importante para mí desempeño laboral en el rubro en el que me encuentro. Conocimientos sobre que es un cultivo suspendido, como instalar una Long-line, como y porque se hace un lanzamiento de colectores y los materiales que se usan para este fin. Como realizar un cultivo de bivalvos como la concha de abanico en sistemas suspendidos desde su captación hasta talla de cosecha.
- **Evaluación de Recursos Hidrobiológicos:** Importante para entender cómo se

comportan las especies en su medio natural respecto a parámetros como su crecimiento, mortalidad, reclutamiento; y en base a esto aplicarlo al desarrollo de estas especies en cultivos controlados como potenciales recursos hidrobiológicos.

2. INTRODUCCIÓN

El cultivo controlado de moluscos bivalvos en el Perú ha estado caracterizado por la producción de concha de abanico *Argopecten purpuratus*, debido principalmente a la alta demanda nacional e internacional, a la capacidad de producción en cultivos suspendidos y de fondo y a la gran disponibilidad de semilla proveniente de los bancos naturales (Cavero & Rodríguez, 2008).

Un aspecto fundamental en la sostenibilidad del cultivo de este recurso es el abastecimiento de semillas, que tiene actualmente dos fuentes principales: la producción en eclosterías y la captación en el ambiente natural (Bandín & Mendo, 1999). Estas eclosterías o Hatcherys nacen como respuesta a la necesidad de aumentar los volúmenes de producción de concha de abanico debido a la alta demanda existente sobre todo en mercados internacionales.

Sin embargo, existen otras especies de moluscos con alto potencial acuícola debido a su adaptación al cultivo suspendido. Una de estas especies es la concha perlera *P. sterna*, la cual es cultivada con la finalidad principal de producir perlas artificiales.

La concha perlera se distribuye desde California (México) hasta Pimentel (Perú) (Álamo & Valdivieso 1997), con poblaciones bien identificadas en la costa del Pacífico tropical y subtropical de América, desde el Golfo de California a Talara, Perú (Keen 1971, Arizpe 1992, Ordinola et al. 2010a). Excepcionalmente, luego del evento El Niño 1982-83 se han reportado ejemplares de *P. sterna* en las bahías de Ancón (Lima) e Independencia (Ica) en Perú, y Mejillones en Chile (Paredes et al. 1998, Díaz & Ortlieb 1993).

Se han recogido comentarios de pescadores y hombres del mar, moradores de la provincia de Talara que mencionan, que entre Cabo Blanco y Los Órganos se

encuentra una alta incidencia de este molusco, el cual se adhiere a las embarcaciones, a los cabos de anclaje, boyas de flotación y además se le puede encontrar en grandes poblaciones en las bases de las plataformas petroleras.

En Perú, las poblaciones naturales más importantes se encuentran en la provincia de Talara, Piura, específicamente frente a Punta Arenas, Negritos y Punta Capullanas, asociados a isotermas de 16,5 a 17 °C, isohalinas de 35,1 a 35,15 ups y valores de oxígeno de 2 mg/L (Ordinola et al. 2010).

Debido a la presencia de *P. sterna* en las zonas antes mencionadas es que se realizan los primeros estudios sobre la captación y el cultivo controlado de esta especie por intermedio del Gobierno Regional de Piura y la empresa Agromar del Pacifico SA, gracias a fondos destinados a la investigación de especies potenciales para desarrollar capacidades de la actividad pesquero-acuícola en la provincia de Talara con la participación de los gremios de pescadores.

Dentro del marco de los proyectos de investigación donde me desenvolví; el primero SNIP con el Gobierno Regional de Piura y el segundo PNIPA con fondos del Ministerio de la Producción; se requería la presencia de un profesional con formación en Ingeniería. Pesquera, con capacidades técnicas para realizar trabajos en campo para la investigación del cultivo de moluscos bivalvos para el primer caso y para el segundo un coordinador encargado tanto de la supervisión de la ejecución correcta del proyecto de investigación en la parte operativa como de la parte práctica y de capacitación con las comunidades y gremios de pescadores.

La siguiente monografía abordará y resaltará la importancia que tuvo el trabajo realizado en la correcta ejecución de los proyectos en mención.

3. OBJETIVOS

Objetivo general

- Describir los trabajos realizados en el Soporte técnico y Coordinación para la captación, cultivo y perlicultura de conchas perleras de la especie *P. sterna*, en la provincia de Talara, Piura.

Objetivos específicos

- Descripción de las actividades realizadas para la ejecución del proyecto de investigación: “Crianza Experimental de concha perlera” *P. sterna* con el Gobierno Regional de Piura, Agromar del Pacifico SA y los Gremio de Pescadores de Los Órganos y Cabo Blanco.
- Descripción de las actividades de coordinación realizadas para la ejecución del módulo piloto de cultivo de concha perlera *P. sterna* del proyecto de investigación PNIPA con la empresa Agromar del Pacifico SA, Gremio de Pescadores de Cabo Blanco e Inkatererra Perú SAC.

4. ACTIVIDADES REALIZADAS

5.1. Proyecto SNIP 162711.

5.1.1. Antecedentes y participantes.

El gobierno regional de Piura, a través de la DIREPRO-Piura (Dirección Regional de la Producción), convoca a instituciones públicas y privadas de la región a participar en proyectos de investigación con la finalidad de promover el desarrollo acuícola a través de fondos monetarios del estado. Para este fin promulga una serie de requisitos (TDR-Términos de Referencia) para que las entidades puedan tentar estos fondos y así desarrollar investigación enfocada en especies potenciales de la región.

Es en este sentido que el proyecto SNIP 162711 busca fortalecer las capacidades de los pescadores para desarrollar la actividad acuícola en las provincias de Talara, Paita y Sechura; poniendo mayor énfasis en especies como: concha de abanico, concha perlera, pulpo, cabrilla, carpa, langostino, trucha, cabrilla, entre otras.

El proyecto SNIP nace en el año 2014 con una inversión de más de 3 millones 600 mil soles, habiéndose invertido hasta este año 2017 un monto aproximado de 2 millones y medio de soles, quedando un saldo de un millón de soles aproximadamente para experiencias a realizarse en el año 2018.

En el marco del proyecto SNIP, se desarrollaron una serie de estudios piloto y diversas actividades de capacitación sobre acuicultura entre los pescadores artesanales de los distritos de Sechura, Máncora, Lobitos, Cabo Blanco y Los Órganos. Entre los estudios piloto podemos mencionar a:

- Cultivo y Crianza de Concha de Abanico en Órganos. 1ra Experiencia a cargo de la Fundación para el Desarrollo Agrario y DIREPRO Piura.
- Cultivo y Crianza de Concha de Abanico en Órganos y Lobitos. 2da y 3ra Experiencia a cargo de DIREPRO Piura y Agromar del Pacifico SA.

- Crianza experimental de pulpo en Sechura a cargo de la DIREPRO Piura y ESCAES.
- Engorde de langostino en Máncora a cargo de la DIREPRO Piura y el Gremio de Pescadores de Máncora.
- Cultivo de conchas Perleras en Órganos y Cabo Blanco a cargo de DIREPRO Piura y Agromar del Pacifico SA.

Fuente: <http://direpro.regionpiura.gob.pe/noticias/3555>

Debido a que el Mar Pacífico Tropical del litoral de la provincia de Talara presenta condiciones climatológicas y oceanográficas favorables para la producción de concha perlera (*P. sterna*) y otras especies hidrobiológicas, a inicios del 2017, la consultora Agromar del Pacifico SA inicia su interés por trabajar con la especie *P. sterna* en las caletas de Los Órganos y Cabo Blanco. Para este fin se realiza la alianza de cooperación entre el gobierno regional de Piura, Agromar del Pacifico SA y el gremio de pescadores artesanales “San Pedro” de Los Órganos para comenzar las investigaciones referidas a la especie.

Dentro de los principales acuerdos de participación se puede mencionar:

- El Gremio de Pescadores Artesanales “San Pedro” de Los Órganos, se compromete a participar activa y permanentemente en todas las actividades de campo consideradas en el plan de Trabajo autorizado por el Proyecto SNIP “Crianza experimental de concha perlera – tercera experiencia” en la región Piura, para el proyecto SNIP 162711 “fortalecimiento de capacidades para mejorar las condiciones operativas productivas en la actividad pesquera-acuícola artesanal en las provincias de Talara, Paita y Sechura”, tanto en la instalación y monitoreo del módulo demostrativo piloto, así como en los cursos de capacitación, inoculación y asistencia técnica, programados en el mencionado proyecto.

- La empresa consultora Agromar del Pacifico SA brindará un área de 2 Ha dentro de su zona de cultivo de moluscos bivalvos en la bahía de Los Órganos-Talara Piura, por un periodo de 7 meses, para la instalación de los sistemas de cultivo, brindando los cuidados, vigilancia y seguridad del caso.
- La empresa consultora Agromar del Pacifico SA, se compromete a brindar el apoyo con una Embarcación y combustible para la instalación de los sistemas de cultivo, faenas y monitoreos durante el periodo del proyecto.
- La Consultora, se compromete a coordinar y planificar de manera conjunta con el Gremio de Pescadores Artesanales “San Pedro” de Los Órganos, todas las actividades consideradas en el plan de trabajo del Proyecto, relacionadas con el módulo demostrativo piloto y la capacitación tanto del Gremio como de los pobladores y demás interesados. Asimismo, se compromete a realizar el acompañamiento necesario para el buen desarrollo del proyecto.

Para el desarrollo de este proyecto Agromar del Pacifico conto con un consultor encargado de la investigación y con un técnico para los trabajos de campo.

5.1.2. Marco Teórico

El interés en realizar un cultivo controlado de conchas perleras *P. sterna* radica principalmente en la posibilidad que brinda esta especie para realizar la perlicultura (Cultivo de Perlas).

La perlicultura es una industria bien establecida y redituable que proporciona trabajo e ingreso a familias y comunidades enteras (Taylor & Strack 2008). Esta actividad ha contribuido de forma significativa al desarrollo socioeconómico y cultural de numerosos países de Asia y en el Pacífico Sur (Fong 2005). En México, por ejemplo, la presencia de ostras perleras y perlas motivó la colonización de la península de Baja California en el siglo XVI y promovió su posterior desarrollo social y económico (McLaurin-Moreno & Arizmendi-Castillo 2002, Cariño y Monteforte 1995).

Hoy en día, la producción de perlas en México es una actividad creciente que depende principalmente de una especie: la concha nácar alada, *P. sterna* (Gould 1851), (McLaurin-Moreno et al. 1997, Ruíz-Rubio et al. 2006). Esta especie produce perlas multicolor de alta calidad y muy valoradas en el mercado internacional (Kiefert et al. 2004).

Sin embargo, se debe mencionar que los problemas recurrentes para el aseguramiento de semilla vía la recolecta con colectores artificiales o su producción de forma controlada en laboratorio han limitado la disponibilidad continua y suficiente de ostras para las operaciones de perlicultura y el crecimiento de la industria.

El cultivo de *P. sterna* se basa en cuatro etapas: colecta de juveniles, pre-engorda de juveniles, implante y cultivo. Las cuatro etapas se realizan en un periodo de 3 a 3 1/2 años (México), durante los cuales se aplican técnicas de mantenimiento de las unidades de cultivo que permiten mantener a los individuos libres de epibiontes (Balánidos como el Pico de Loro-*Balanus balanus*) y resguardados de depredadores. Las técnicas no son muy diferentes a las empleadas en otras partes del mundo, básicamente se trata de mantener en jaulas de malla apropiada que evite la fuga de los organismos y en una densidad que evite el hacinamiento, las cuales son cambiadas de tiempo en tiempo a fin de mantener un flujo de agua sin interrupciones que permita la alimentación de los organismos (Monteforte 2013).

Los estudios relacionados con el cultivo en campo, el crecimiento y la reproducción de *P. sterna* en otros sitios de distribución tropical donde la especie también está presente como lo es el Perú, son muy escasos (Torres-Zepeda et al. 2002). La zona Norte del Perú, específicamente entre la Bahía de Sechura y las costas de Talara, es el lugar ideal para el crecimiento de este recurso, debido a las características ambientales que predominan en la zona y que benefician la proliferación de esta especie. Esta zona llamada Zona de Mezcla o Mar Pacífico tropical, cuenta con la presencia de especies provenientes del Trópico y del Pacífico Sur, dándose la presencia natural de semilla alrededor de todo el año, así como un rápido crecimiento gracias a la mezcla de aguas cálidas y frías que vienen de la surgencia de la zona aledaña que acarrean consigo los micronutrientes y alimento que son esenciales para su rápido desarrollo.

La información científica y técnica para operar una granja perlera se encuentra sistematizada desde hace más de un siglo, pero en nuestro país a pesar de la presencia de una especie de posible crianza como la concha perlera (*P. sterna*) no existían trabajos específicamente sobre captación y crecimiento. Es por ello por lo que esta investigación pretende determinar la factibilidad técnica del cultivo de concha perlera (*P. sterna*) y el desarrollo de ensayos preliminares para la implantación de sustratos que conduzcan a la formación de perlas.

5.1.3. Objetivos

Objetivo general

- Desarrollo de un módulo experimental para determinar la factibilidad técnica del cultivo de concha perlera (*P. sterna*) como base para la producción de perlas en dos zonas dentro de las provincias de Talara: Cabo Blanco y Los órganos.

Objetivos específicos

- Diseñar e implementar un módulo experimental demostrativo para la captación de semilla de concha perlera.
- Implementar un módulo experimental demostrativo para el cultivo de *P. sterna* de 3 tallas diferenciadas: juveniles (20-40 mm), pre adultos (60-80 mm) y adultos (80 mm a más), a diferentes densidades de siembra.
- Desarrollar ensayos preliminares para la implantación de sustratos que conduzcan a la formación de perlas.
- Capacitar al gremio de pescadores local en técnicas de captación, y cultivo y manejo de pre-adultos y adultos de concha perlera en el distrito de Los Órganos y Cabo Blanco.

5.1.4. Ubicación del Proyecto

El proyecto se desarrolló en dos localidades dentro de la provincia de Talara: Los Órganos y

Cabo Blanco. La instalación de los módulos se realizó en áreas cercanas a los muelles, pero alejada de la zona de anclaje de las embarcaciones pesqueras para evitar problemas con el tránsito de estas como se observa en la **Figura 1. Los Órganos** y **Figura 2. Cabo Blanco**.

En Los Órganos se realizó lanzamiento de colectores de malla Netlon y cebollera y se hizo el seguimiento de evolución del cultivo en linternas, mientras que en Cabo Blanco se realizó el lanzamiento de colectores de malla Netlon y cebollera y se realizó el seguimiento del cultivo en carteras.

En cada zona se instalaron 2 Long-Lines de 50 metros cada una con capacidad para 50 sistemas de cultivo suspendido: colectores, pearl-nets, linternas y carteras. Con la instalación de estos sistemas de cultivo comenzaría el proceso de evaluación de captación y crecimiento de la *Pteria sterna* en cada zona de estudio.



Figura 1. Ubicación del Cultivo experimental de *P. sterna* en **Los Órganos**. Lat. S 4° 10' 20.74" y Lon. O 81° 7' 55.01".

En la **Figura 1** se observa, en el rectángulo amarillo, el área acuática perteneciente a la concesión marina de la empresa Agromar del Pacifico en el distrito de Los Órganos-Piura, al noreste del muelle y desembarcadero de la localidad. Dentro de ese rectángulo en la parte superior derecha se observan dos líneas paralelas de color rojo ilustrando las 2 Long-Lines (Coordenadas GPS -4.172380, -81.132889) instaladas para el desarrollo experimental. Estas líneas se encuentran a 100 metros de la línea de playa y la zona presenta una batimetría que ronda los 10 a 18 metros de profundidad.



Figura 2. Ubicación del Cultivo experimental de *P. sterna* en Cabo Blanco. Lat. S 4°13' 34.7" y Lon. O 81°12' 23.6".

En la **Figura 2** se observan dos líneas paralelas de color rojo al noroeste del desembarcadero de la localidad de Cabo Blanco-Coordenadas GPS $(-4.247729, -81.235512)$. Se representan con las líneas rojas las 2 Long-Lines instaladas a una distancia de 50 metros de la línea de playa. La batimetría de la zona muestra entre 12 a 18 metros de profundidad. Como referencia se observa que al norte de las líneas se encuentra la plataforma petrolera característica de la localidad de Cabo Blanco; y al sur de las líneas está el fondeadero de la embarcación Miss Texas.

5.1.5. Actividades

5.1.5.1. Diseño del Módulo Experimental

En esta actividad mi trabajo consistió en supervisar la instalación de 2 Long-Lines de 50 metros cada una en las áreas de Los Órganos y Cabo Blanco. (**Figura 3**). Se utilizaron estos Long-Lines para colocar colectores de mallas netlon y cebollera para Los Órganos y Cabo Blanco a tres distintas profundidades (**Cuadro 1**), para la evaluación de la captación de semilla de *P. sterna* y también para la instalación de los sistemas de cultivo suspendido (pearl-nets, linternas y carteras) que servirán para la evaluación del crecimiento a diferentes

densidades.

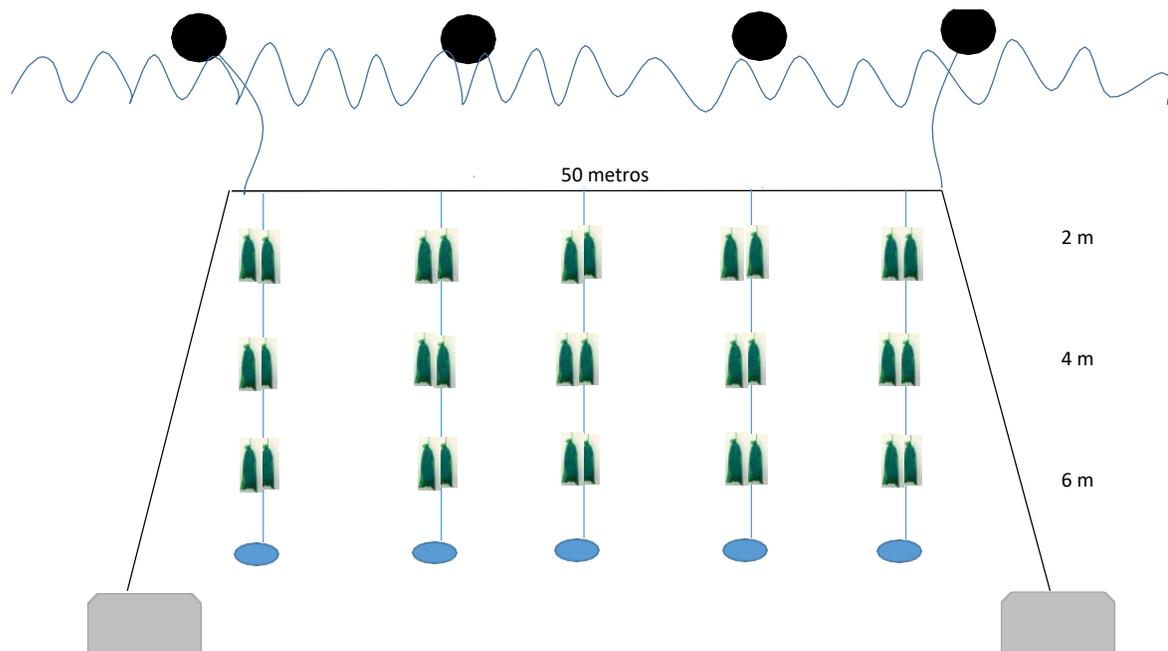


Figura 3. Esquema de una Long-Line clásica para cultivo suspendido. La Long-Line de 50 metros con las bolsas colectoras a distintas profundidades y un peso al final para evitar que salgan a la superficie.

Cuadro 1. Distribución de los colectores a distintas profundidades.

DISTRIBUCION DE COLECTORES PARA LA CAPTACION DE SEMILLA DE <i>P. STERNA</i>			
PROFUNDIDAD	Colectores	Mallas por colector	Total mallas
2 m	10	2	20
4 m	10	2	20
6 m	10	2	20
TOTAL			60

Ya que la colección de larvas de moluscos bivalvos en la zona según nuestra experiencia se da a profundidades distintas, se realizó el lance de colectores a distintas profundidades.

Se colocan un total de 10 reinales en la Long-Line, cada reinal tiene 3 bolsas colectoras

y cada bolsa colectora tiene 2 mallas.

Para la evaluación del crecimiento de las conchas perleras se realizó el diseño del módulo experimental para su cultivo a diferentes densidades de siembra en sistemas de cultivo tipo linterna para Los Órganos y cartera para Cabo Blanco, con la finalidad de evaluar si la densidad de siembra influye en el crecimiento de las conchas.

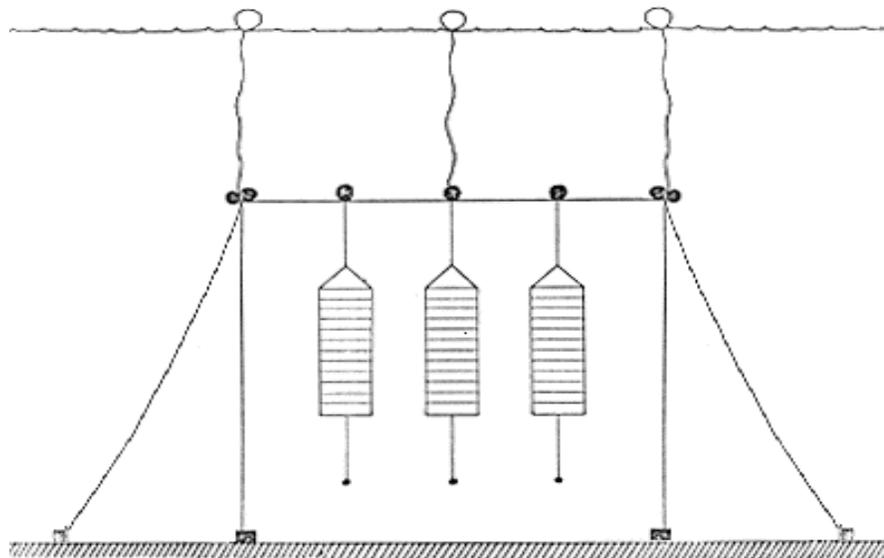


Figura 4. Esquema de una Long-Line con sistemas de cultivo tipo linterna de 12 pisos. Para nuestra evaluación se trabajaron con linternas de 4 pisos y solo se utilizaron 3 pisos.

Cuadro 2. Distribución de los sistemas tipo linterna a distintas densidades iniciales.

DISTRIBUCION DE SISTEMAS TIPO LINTERNAS				DISTRIBUCION DE SISTEMAS		TOTAL DE CONCHAS
	Talla (Altura)	Cantidad de Sistemas por densidad	Pisos por sistema	Densidad 1	Densidad 2	
Cultivo Inicial	20-40 mm	5	3	30	50	1200
Cultivo Intermedio	40-60 mm	5	3	20	40	900
Cultivo Adultos	80 mm a mas	5	3	10	20	450

5.1.5.2. Instalación del Módulo Experimental.

Para la instalación del módulo experimental se realizó como primera actividad la faena de introducción de muertos. Este procedimiento consiste en trasladar los anclajes de concreto desde su lugar de confección, que comúnmente se realiza cerca a la playa, hacia la zona destinada en el mar para la instalación de las Long-Lines. Para esta maniobra se hizo uso de una carreta y cilindros plásticos que fueron usados como flotadores (**Figura 5A**). Una vez montado el muerto sobre la carreta la faena consiste en amarrarla con un cabo grueso hasta una embarcación en el mar que hará la función de jalar la carreta con el muerto encima. Luego que la carreta llega la zona donde será fondeada el buzo comienza la labor de hundir el muerto y proceder a realizar los amarres de la Long-Line al muerto y el tensado de la Línea (**Figura 5B**). En esta actividad mi trabajo consistió en la supervisión de los amarres y apoyo en el arrastre de la carreta hacia el mar.



Figura 5. Instalación de líneas de cultivo: Transporte al mar de lastres para la instalación de líneas de cultivo (A) y buzo liberando los flotadores en Cabo Blanco (B).

Para realizar la captación de semilla de concha perlera se confeccionaron los colectores con mallas Netlon y cebollera. La malla Netlon de 1.5 metros de longitud y 0.3 metros de ancho se dobla varias veces como una media para luego ser introducida en la bolsa colectora y posterior ser añadida al reinal que será colocado en la Long-Line (**Figura 6**). La malla cebollera se probó en captación de semilla debido a que ha tenido resultados positivos en otras experiencias y al ser un material más económico que la tradicional malla Netlon y es una buena alternativa para abaratar costos.

Se confeccionaron bolsas colectoras para la captación en Cabo Blanco y Los Órganos según lo planteado para la experimentación.

Se observa al operario con las bolsas colectoras listas para ser lanzadas (**Figura 6 B**). Nótese en la parte inferior del reinal se coloca un peso para evitar que el reinal “bandee” o se enrolle en sí mismo debido al movimiento de las aguas marinas.



Figura 6. Malla Netlon ingresando a la bolsa colectoras (A) y bolsas colectoras con malla cebollera listas para ser lanzadas al mar (B).

Una vez que los colectores se encuentran listos para ser lanzados al mar hay que aferrarlos muy bien a la Long-Line. Esta faena está acompañada con la colocación de boyas de flotación para evitar que la línea se hunda demasiado.

Mis funciones en esta actividad consistieron en confeccionar los colectores, lanzarlos al mar, instalar boyas de flotación y verificar que ambos estén bien amarrados a la Long-Line.

Para la obtención de los individuos que serían parte del experimental de crecimiento se realizó la extracción por buceo en la plataforma petrolera abandonada ubicada frente a Los Órganos (**Figura 7**). En este lugar se realizó el buceo a compresora para la extracción de los individuos a estudiar. En las patas de la plataforma existen bancos de *P. sterna* desde los 3 hasta los 20 metros de profundidad aproximadamente.

Durante esta faena realice la clasificación *in situ* de los individuos colectados en 3 grupos de acuerdo con sus tallas para ser usados como: cultivo Inicial, Intermedio y Final; los cuales servirán para realizar la evaluación del crecimiento a 2 densidades de siembra distintos para cada etapa de su crecimiento: cultivo inicial (tallas entre 20-40 mm), cultivo intermedio (tallas 40-60 mm) y cultivo final o adulto (tallas de 80 mm a más).

Los individuos colectados fueron puestos en sistemas de cultivo tipo linterna de 4 pisos de acuerdo con sus tallas para la evaluación de crecimiento y posteriormente fueron sembrados la Long-Line. Se observa (**Figura 7**) la línea de costura en color naranja donde se cierra el sistema para evitar el ingreso de peces depredadores como el denominado “coche” *Pseudobalistes naufragium*, abundante por la zona de Los Órganos.

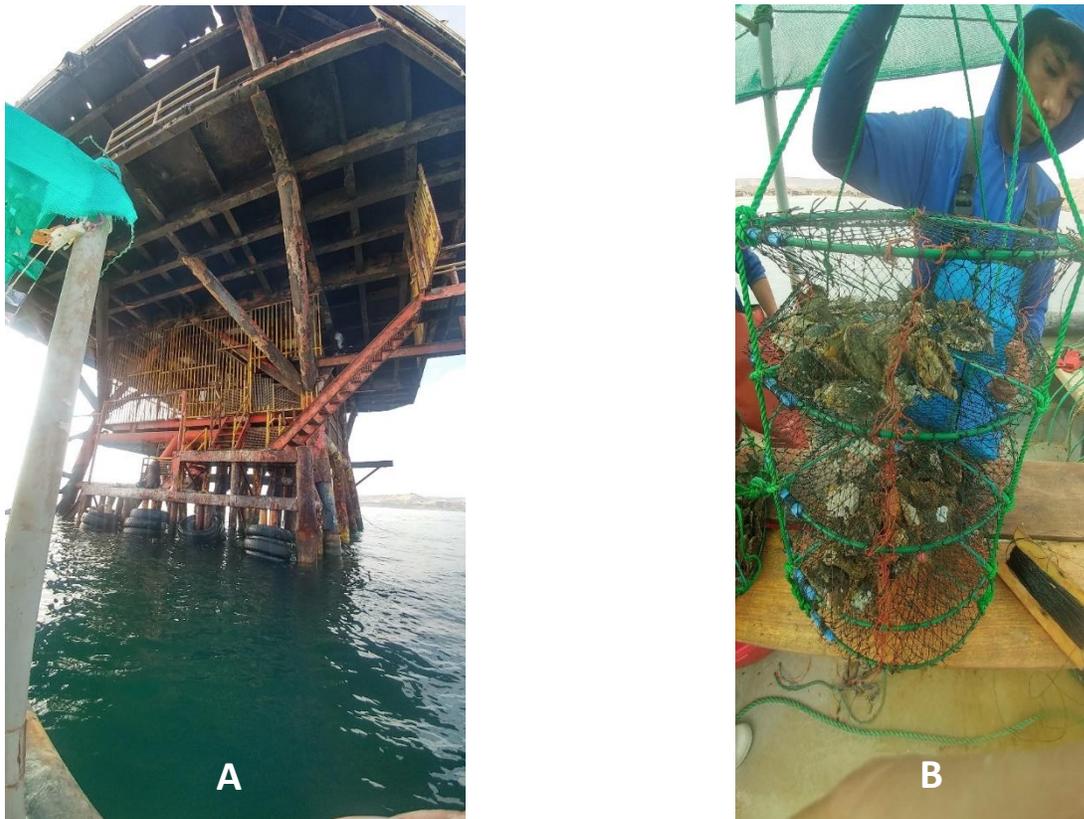


Figura 7. Plataforma petrolera de Los Órganos (A) y linterna de 4 pisos con Pterias (B).

Mis labores en esta actividad consistieron en realizar la medición de las alturas y anchos de los individuos sembrados para tener mis tallas iniciales, separarlos en 3 tallas a modo de cultivo inicial, intermedio y adulto o final, verificar el número de individuos sembrados,

verificar las costuras de los sistemas, identificar y marcar los sistemas de cultivo para diferenciar los tratamientos a distintas densidades, verificar el colgado de los sistemas en la Long-Line, colocar las boyas de flotación y verificar los amarres de los sistemas de cultivo.

Adicionalmente al cultivo tradicional con linternas se confeccionaron sistemas de cultivo alternativos llamados “carteras” (**Figura 8**). Estos sistemas han sido usados con éxito en cultivos de conchas perleras alrededor del mundo, como en México, Japón e Indonesia.

La confección de las carteras se realizó con el apoyo del Gremio de Pescadores de Los Órganos. (**Figura 8**).

Para probar el crecimiento en estos sistemas de cultivo se sembraron conchas perlas a distintas densidades y a distintas tallas. En la (**Figura 8 B**) se observa un sistema de cultivo cartera par con dos carteras de 4 pisos cada una, con la capacidad de albergar 32 individuos adultos en total.

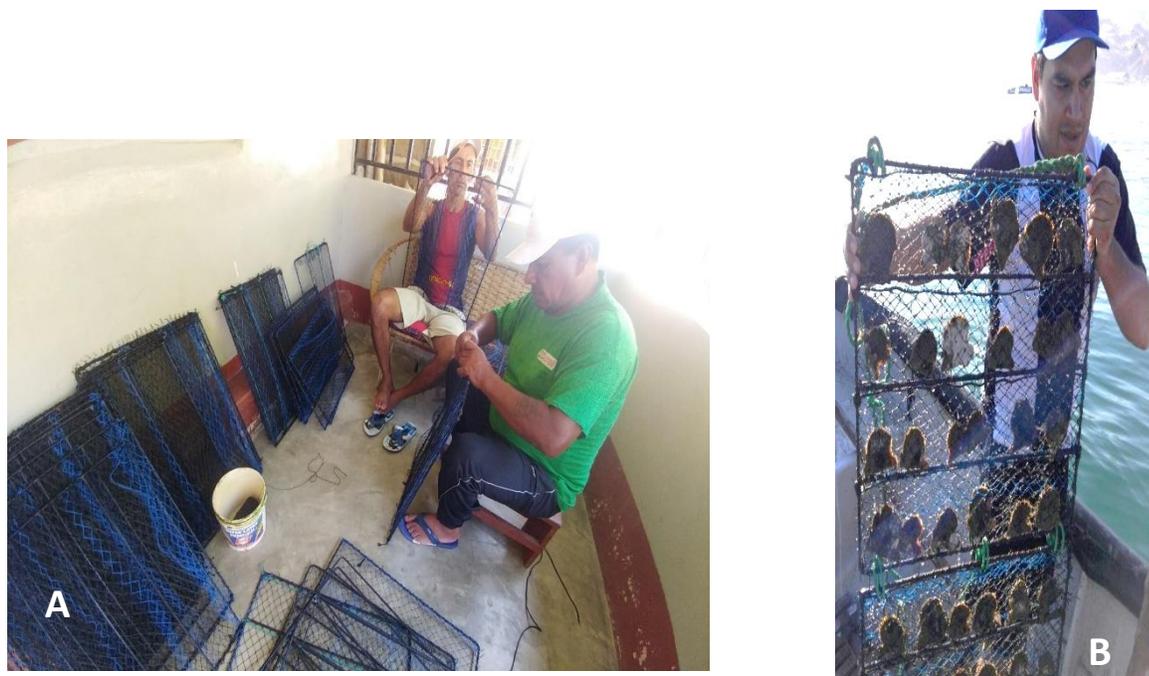


Figura 8. Pescadores ayudando en la confección de carteras (A) y sistema de cultivo cartera con conchas perlas en Cabo Blanco (B).

5.1.5.3. Seguimiento del Cultivo: captación, desactivación, desdobles, crecimiento y mantenimiento.

Las labores que desempeñe en el seguimiento del cultivo estuvieron dirigidas a la

evaluación del crecimiento y la mortalidad de las conchas perlas durante la etapa experimental del proyecto en los sistemas de cultivo linternas y carteras. También se realizaron las evaluaciones de la captación de semilla de *P. sterna* en Los Órganos y Cabo Blanco. Adicionalmente durante toda la etapa del proyecto se realizaron las mediciones de parámetros fisicoquímicos en las zonas de estudio.

Existieron también labores que realice propias de un cultivo suspendido: desdobles para la reducción de las densidades de siembra debido al crecimiento y los mantenimientos preventivos de los sistemas de cultivo.



Figura 9. Desactivando colectores de malla cebollera luego de 45 días en el agua en Cabo Blanco (A) y colectores de malla Netlon, luego de 45 días en el agua en Los Órganos (B).

Para la evaluación de la captación se realizó la faena de desactivación de colectores (**Figura 9**) separando aquellos colectores sembrados a 2 metros, 4 metros y 6 metros de profundidad. El sacudido se realiza en tinas grandes o en caso la captación fuese abundante se hace uso de un “chinguillo” (aparejo a modo de caja de metal con malla alrededor que se amarra a

un lado de la embarcación para colocar ahí las mallas colectoras y que se vayan limpiando con el movimiento del mar). Las semillas se tamizan (**Figura 10**) para retirar fauna acompañante como ciona (*Ciona intestinalis*) y poder tener un cultivo monoespecífico.

Luego de la desactivación de los colectores y posterior tamizado a distintas aperturas, la semilla colectada de una altura promedio de 10 a 15 mm será puesta en “Pearl-nets” para llevarlo hasta una altura de 40 mm y pasarlo a linternas.



Figura 10. Se observa una bolsa colectora con presencia *P. sterna* (A). Trabajo de tamizado de semillas de *P. sterna* (B).

Luego del tamizado se procede a realizar las primeras mediciones haciendo uso del vernier (**Figura 11**). Luego de 45 días en el agua se obtienen individuos desde los 8 hasta los 15 mm de altura.

Para estimar la cantidad de semilla colectada se calculan “medidas” (procedimiento que es usado también para la siembra de las semillas) usando botellas plásticas que se van cortando al ras hasta tener un número entero grande como por ejemplo 500 individuos por medida. Esta “medida” servirá para ir tomando semilla de la tina de recolección y proceder a llenar los sistemas de cultivo.

Luego de desactivar todos los colectores se calcula el total de medidas obtenidas en la tina de recolección para luego multiplicar el total de medidas por la cantidad de semilla obtenida por medida. Las densidades de siembra dependen de las tallas obtenidas y pueden variar entre 500 a 600 unidades por piso.

Luego de terminada la desactivación y llenado de los pernets se continua con el cosido de los sistemas (**Figura 11**) y posterior se realizará la siembra en la Long-Line.



Figura 11. Tallado de Pterias con vernier (A) y cosido de Pearl-nets (B).

Mis funciones en estas actividades fueron las de realizar la desactivación de colectores separando la semilla colectada a diferentes profundidades. Para realizar este proceso se fueron desactivando los colectores por profundidad de siembra, comenzando a desactivar primero todas las bolsas colectoras ubicadas a 2 metros de profundidad de todos los reinales, posterior las de 4 metros y finalmente las de 6 metros de profundidad. Mis labores también

consistieron en realizar los tallados de la semilla colectada. Calcular las densidades obtenidas a distintas profundidades. Realizar el cálculo y confección de la botella de medida para la siembra de las semillas. Verificar el cosido de los pearl-nets y el sembrado en la Long-Line.

Cada vez que se realiza un ingreso al mar para supervisar el cultivo, además de las labores antes mencionadas, se realizan las mediciones de parámetros fisicoquímicos del agua haciendo uso de una sonda móvil. En la **Figura 12** se observa la medición de parámetros del agua haciendo uso de una sonda portátil YSI Pro-1020 que brinda datos de: pH, pH (Milivoltios), OD (mg/L), OD (% Saturación) y Temperatura. Las mediciones de estos parámetros se realizaban 2 veces por semana en cada localidad y a 3 profundidades: superficie, 5 metros y 10 metros de profundidad.



Figura 12. Medición de parámetros fisicoquímicos del agua en Los Órganos (A).

Dentro de las labores propias del cultivo de moluscos bivalvos en sistemas suspendidos se deben realizar trabajos de desdobles para reducir la densidad y cambios de sistemas sucios por limpios. Ya sea por el Biofouling incidente o por el crecimiento de las especies cultivadas, es necesario realizar cambios de los sistemas de cultivo cuando una limpieza externa ya no sería suficiente para asegurar el paso continuo del agua. También se puede

decidir realizar un cambio de sistema cuando se ha visto invadido por depredadores como caracoles, erizos o pulpos.

En la **Figura 13** se observa una linterna en Cabo Blanco con una alta incidencia de Briozoos.

Cuando los sistemas de cultivo se encuentran muy saturados de Fouling y no será suficiente una limpieza será necesario cambiarlos. Para el caso de los sistemas de cultivo tipo cartera se trabajó con un cepillo de ropa.

Luego de la limpieza del sistema se vuelve a colocar en la Long-Line (**Figura 13**). En caso el sistema este demasiado sucio y una limpieza no fuera suficiente se opta por cambiarlo y utilizar uno limpio. Se observa en la foto la faena de limpieza de las carteras en Cabo Blanco.



Figura 13. Linterna saturada de fouling (A) y cartera en Cabo Blanco luego de ser cepillada (B).

Además, conforme los animales van creciendo las labores de seguimiento del cultivo conllevan otras actividades como los desdobles, limpieza de boyas, biometrías periódicas, reflotes (**Figura 14**) entre otros.

En cada desdoble se realiza la medición de las tallas de manera quincenal para registrar el crecimiento y la talla inicial de siembra en los nuevos sistemas de cultivo. Para el caso de la *P. sterna* se realiza la medición de la altura valvar y la longitud, indicada como la mayor

distancia presente en el ancho de la parte superior de la valva (**Figura 14**). Existe una medida adicional que se denomina “ala”, es la distancia del ancho de la base de la valva.



Figura 14. Reflotes y cambios de boyas en la Long-Line (A) y mediciones del crecimiento de *P. sterna* (B).

Mis labores en esta actividad consistieron en realizar el mantenimiento y seguimiento del cultivo para obtener las tasas de crecimiento en los distintos tratamientos. Supervisar semanalmente los reflotes de la Long-Line. Medir parámetros fisicoquímicos en la zona de la experimentación. Realizar los desdobles del cultivo de acuerdo con el crecimiento observado.

Resultados de la captación y el crecimiento

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la captación de semilla en Cabo Blanco con malla Cebollera (**Figura 15**) y malla Netlon (**Figura 16**); y en Los Órganos con malla Netlon (**Figura 17**) y malla cebollera (**Figura 18**).

Posteriormente se muestran los resultados del crecimiento del cultivo de acuerdo con el diseño experimental. Se evaluaron los crecimientos en sistemas carteras en Cabo Blanco (**Figura 19 y Figura 20**) y linternas en Los Órganos (**Figura 21 y Figura 22**) y además dos

densidades de siembra para cada población: Cultivo Inicial o concha chica, cultivo Intermedio o concha Mediana y cultivo final o concha grande.

El análisis de los datos muestra que la colección de semilla fue mejor con malla Netlon tanto en Cabo Blanco como en Los Órganos y las profundidades de captación muestras resultados variables. La semilla se encuentra en la columna de agua desde los 2 metros hasta los 6 metros de profundidad, sin embargo, podría decirse que entre 2 y 4 metros de profundidades se obtuvieron las mejores captaciones por bolsa colectora.

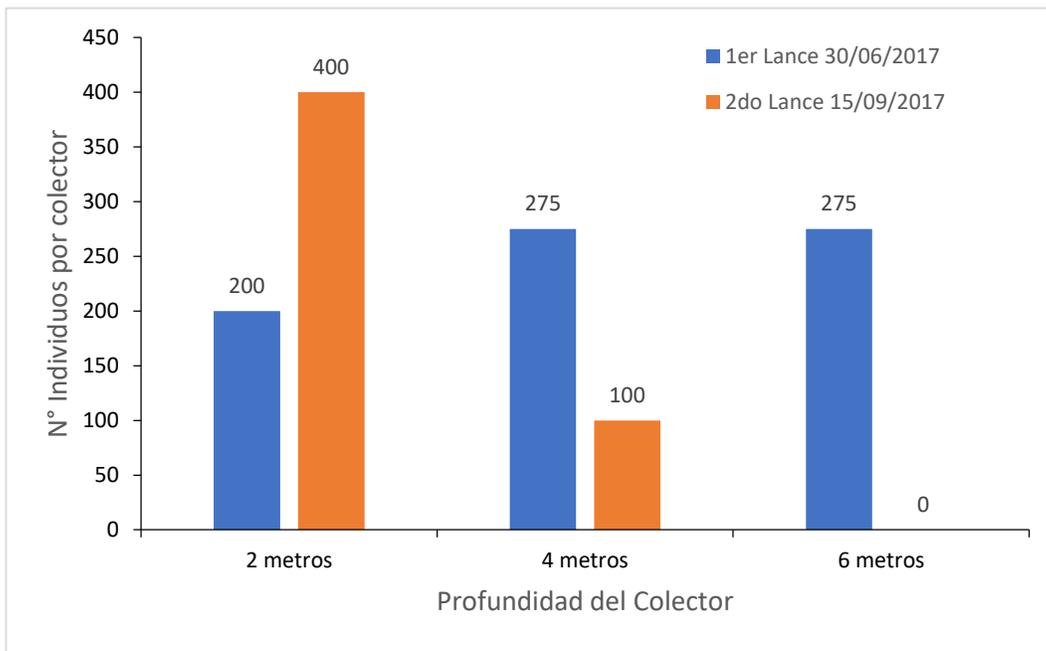
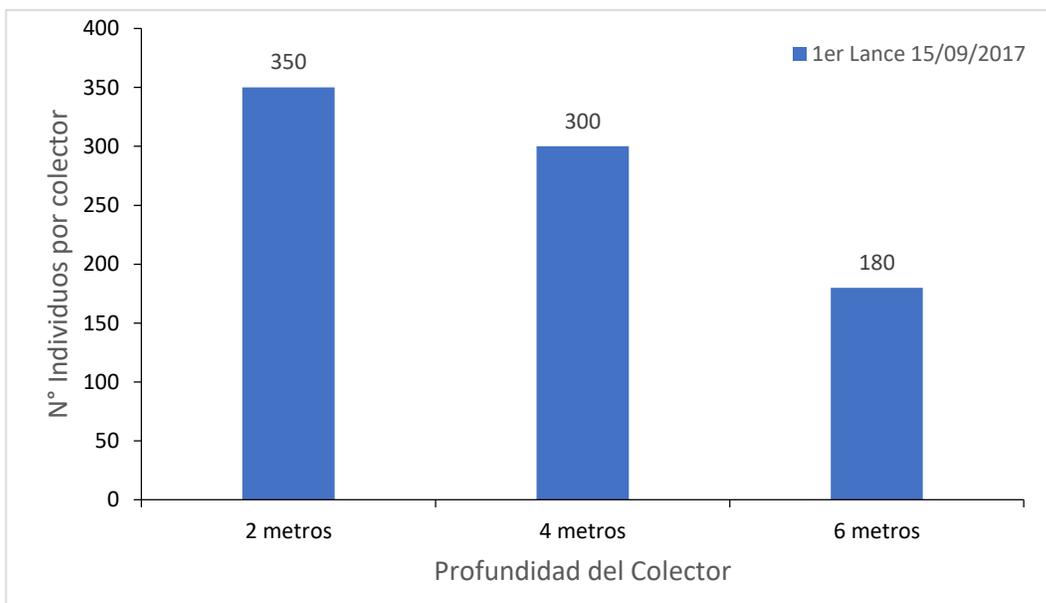


Figura 15. Numero de semillas (individuos/colector) captadas a 2, 4 y 6 m de profundidad en los colectores con malla cebollera instalados el 30 de junio y 15 de setiembre del 2017 en **Cabo Blanco**. Se observa en el



primer lance una captación similar mientras que en el segundo lance predominó la captación a 2 metros de profundidad.

Figura 16. Numero de semillas (individuos/colector) captadas a 2, 4 y 6 m de profundidad en colectores con malla Netlon instalados el 15 de setiembre del 2017 en Cabo Blanco. Se observa que en este lance predominó la captación a 2 metros de profundidad.

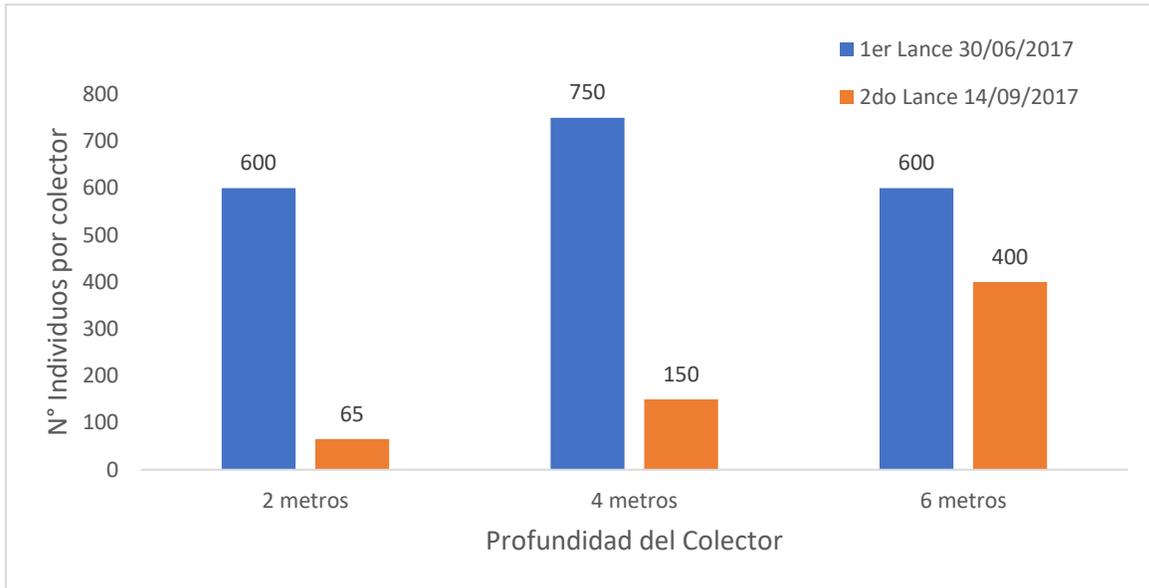


Figura 17. Numero de semillas (individuos/colector) captadas a 2, 4 y 6 m de profundidad en los colectores con malla Netlon instalados el 30 de junio y 14 de setiembre del 2017 en Los Órganos. Se observa en el primer lance un comportamiento similar de la captación sin embargo a 4 metros se obtuvieron 750 individuos por colector. En el segundo lance la mayor captación se dio a una profundidad de 6 metros.

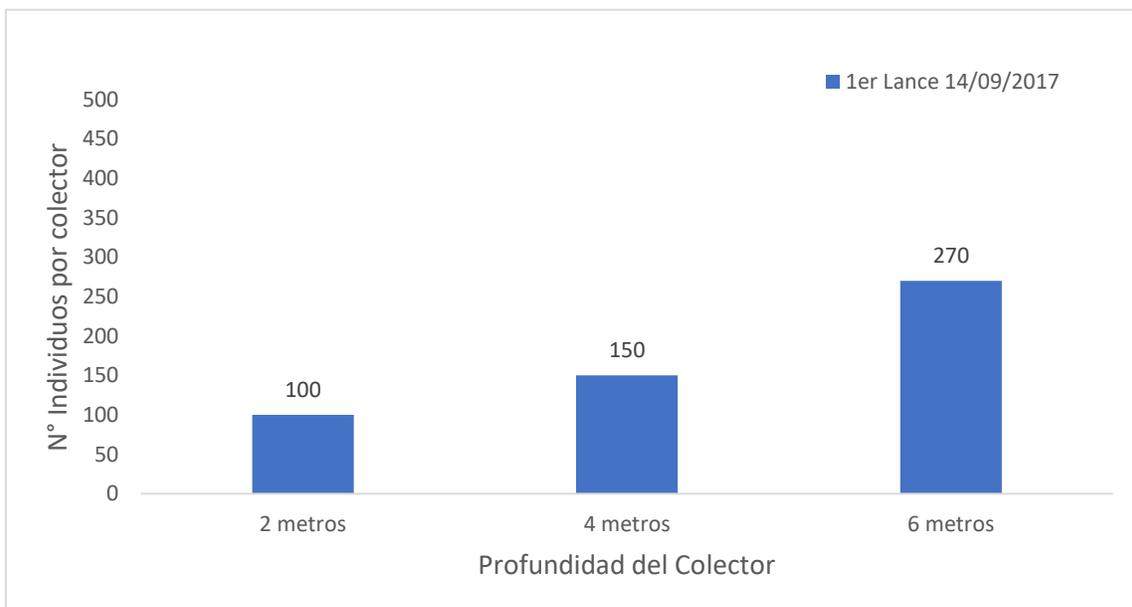


Figura 18. Numero de semillas (individuos/colector) captadas a 2, 4 y 6 m de profundidad en los colectores con malla cebollera instalados el 14 de setiembre del 2017 en Los Órganos. Se observa que para una profundidad de 6 metros en este lanzamiento se obtuvieron la mayor cantidad de semilla por colector.

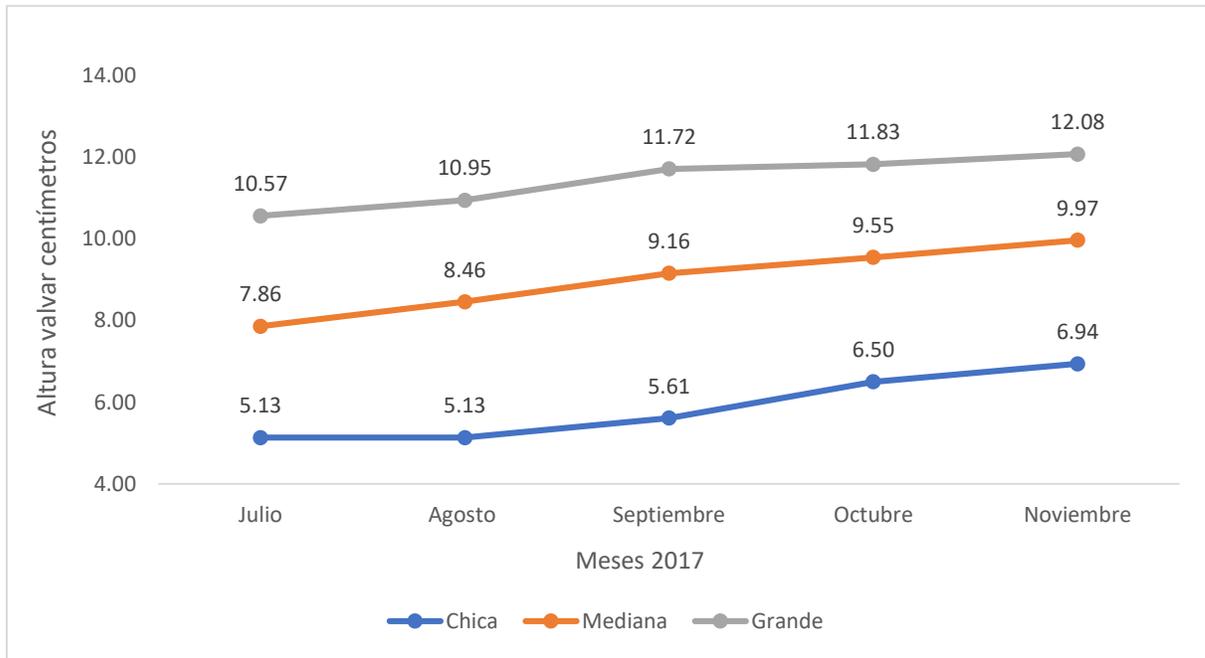


Figura 19. Crecimiento de *P. sterna* en Cabo Blanco- Sistema de Cultivo Carteras-Densidad 1. Chica: 6; Mediana: 4; Grande: 2 unidades por piso. Se observa en esta figura la poca ganancia de altura por parte de los individuos chicos.

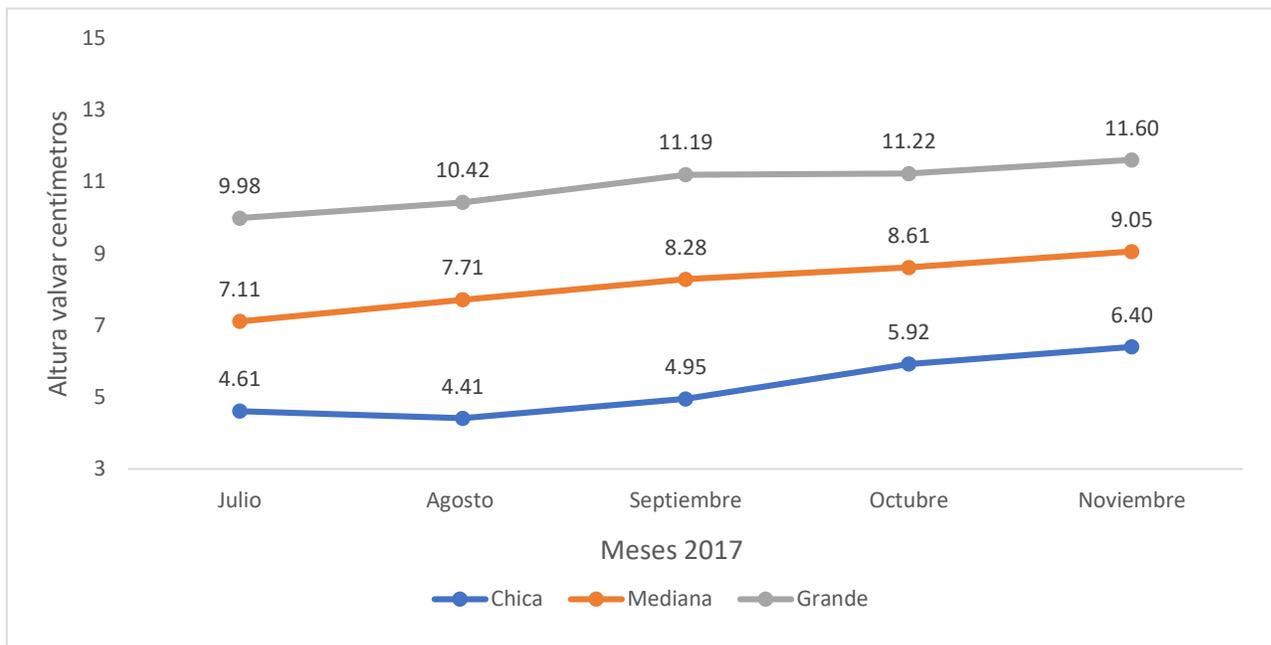


Figura 20. Crecimiento de *P. sterna* en Cabo Blanco-Sistema de cultivo Carteras-Densidad 2 Chica: 8; Mediana: 5; Grande: 3; unidades por piso. Al igual que en la evaluación de la densidad 1, en la densidad 2 también se observa un bajo crecimiento en las conchas chicas.

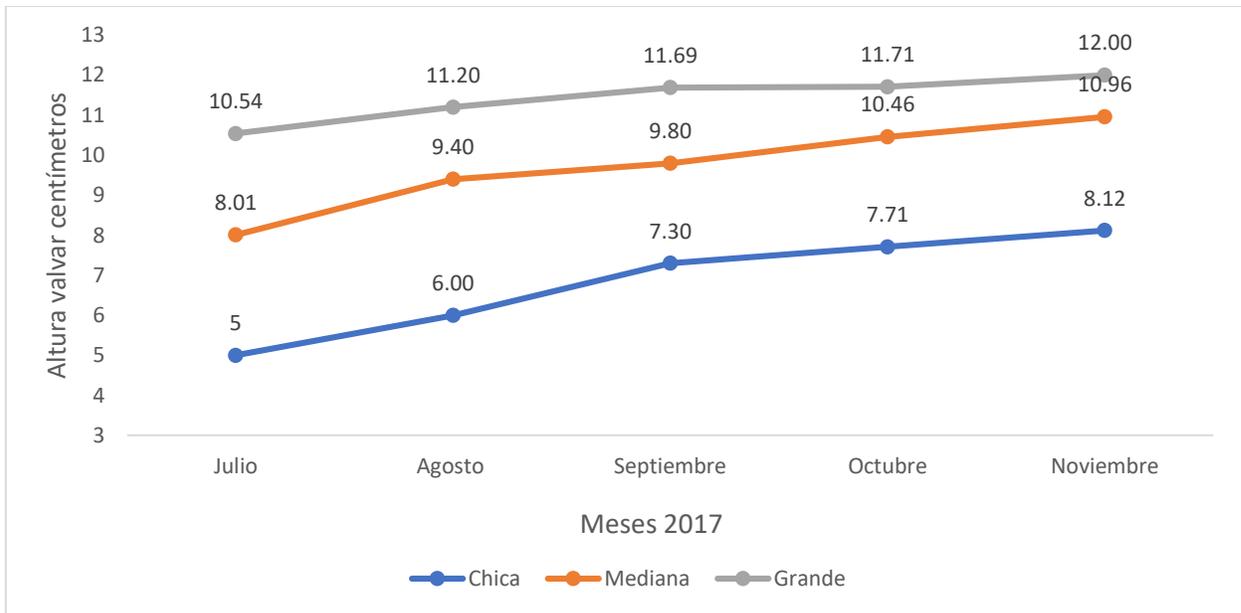


Figura 21. Crecimiento de *P. sterna* en Los Órganos-Sistema de cultivo Linterna-Densidad 1 Chica: 30; Mediana: 20; Grande: 10 unidades por piso. Se observa un comportamiento esperado donde las tallas iniciales presentan mayores tasas de crecimiento que las tallas medianas y grandes.

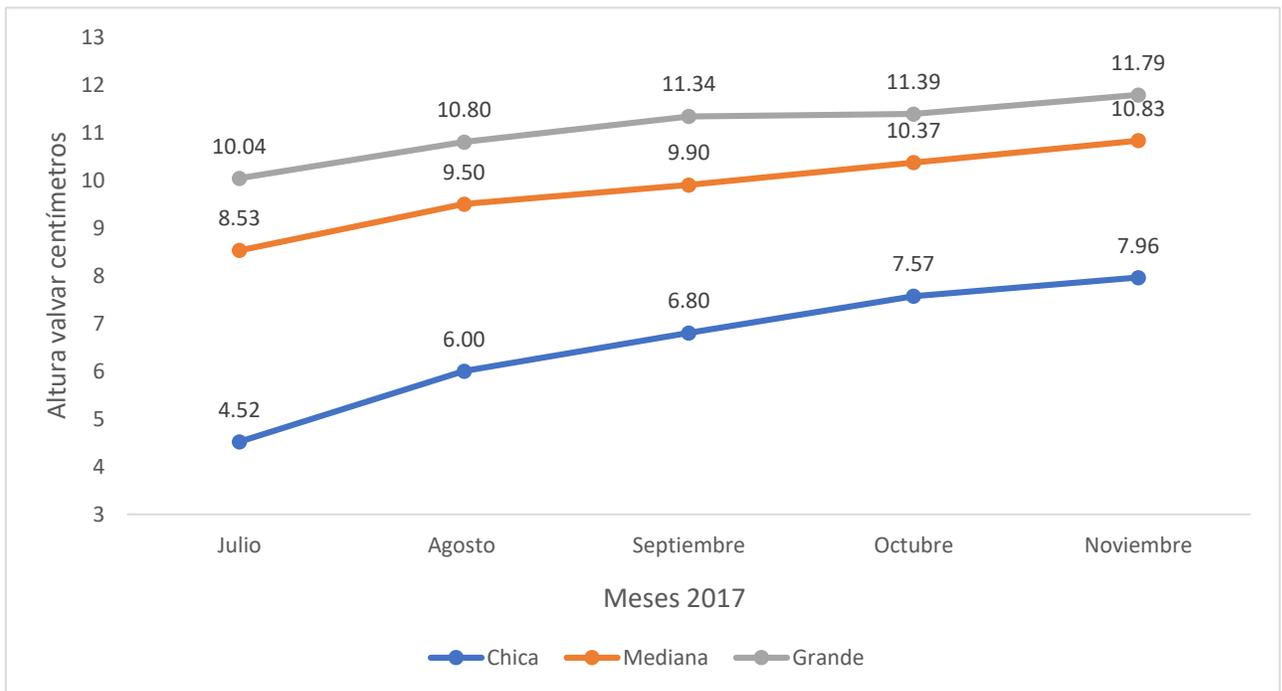


Figura 22. Crecimiento de *P. sterna* en Los Órganos-Sistema de cultivo Linterna-Densidad 2. Chica: 40; Mediana: 30; Grande: 20 unidades por piso. Se observa un comportamiento esperado donde las tallas iniciales presentan mayores tasas de crecimiento que las tallas medianas y grandes. Si lo comparamos con la densidad 1, la densidad 2 inclusive presenta en tasa de crecimiento mayor a pesar de ser una densidad mayor de siembra.

5.1.5.4. Talleres de Perlicultura. Capacitaciones en Perlicultura.

La Perlicultura comprende principalmente dos técnicas: perlas Mabe y perlas libres. La técnica de Mabe consiste en colocar de manera firme y en la parte interna de la valva del animal una media esfera para que sea recubierta con el manto y así genere capas de nácar a manera de ampolla. La técnica de perla libre es un proceso que consiste en colocar una pequeña esfera de nácar conocida como núcleo y un pequeño pedazo de Manto de otra Pteria dentro del cuerpo(gónada) de una Pteria viva, con la finalidad de que las células epiteliales del manto de este individuo se multipliquen y cubra el núcleo de nácar insertado, lo que originara una perla en crecimiento. Esta Perla será hecha de cientos de finas capas de lo que se llama madre Perla.

Las técnicas de inoculación están bastante detalladas y desarrolladas, es un arte quirúrgico especializado que requiere de capacitación y técnica, lo que como todo proceso de cirugía requerirá de experiencia para ir obteniendo cada vez mejores resultados y por ende mayor calidad de perlas. Hasta el momento las experiencias con concha Perla en el Perú son simplemente descriptivas (Elmer & Ordinola, 2010-2013) pero el potencial que este recurso representa un reto el cual aún no se ha desarrollado ni en su fase experimental.

En el marco del proyecto se contó con la presencia de un consultor internacional, Dr. Mario Monteforte, con más de 35 años de experiencia en el cultivo de perlas de la especie *P. sterna* en México. Monteforte estuvo en Los Órganos realizando una capacitación personalizada al equipo técnico del proyecto en las instalaciones de la empresa Agromar del Pacífico y además realizó jornadas de capacitación a los agremiados de Los Órganos y Cabo Blanco.

La capacitación consistió en revisar la anatomía de *P. sterna* para identificar las partes principales del animal, determinar el grado de madurez gonádico por observación directa, determinar la zona de ingreso del manto y el núcleo al animal para llegar al saco perlero entre otras pautas primordiales de la técnica. Monteforte explico la forma de preparar a los animales previos a la cirugía y postcirugía.

Se realizaron demostraciones de la técnica haciendo uso de todo el equipamiento necesario que esta cirugía necesita: bases, instrumentos, anestésicos, etc. Esta capacitación estuvo enfocada en transmitir de manera precisa el uso de los instrumentos de perlicultura.

Para el caso de la técnica de perlas Mabe, Monteforte indico que es primordial colocar de manera firme las medias esferas a la valva de los animales haciendo uso de un pegamento no toxico y buscando la zona de la valva que presente los colores más encendidos ya que el recubrimiento sigue esos mismos patrones de coloración. Se debe tener cuidado además en colocar la media esfera fuera de la zona de formación del periostraco, ya que posee colores pardos y oscuros.

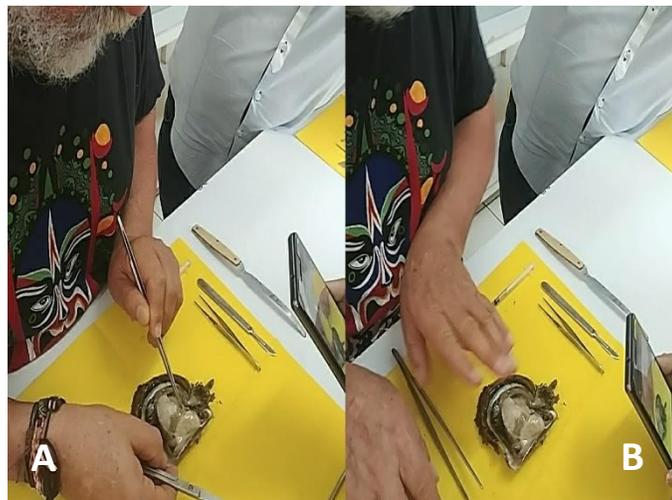


Figura 23. Monteforte explicando la biología de *P. sterna* (A) y procedimiento para operación de perla libre (B).

Monteforte brindo la capacitación al equipo técnico de Agromar, comenzando por explicar la biología de la especie (**Figura 23**). Se observan en la mesa de trabajo los materiales de inoculación. Monteforte luego realizo una explicación practica de los trabajos en perlicultura usando los equipos y materiales para este propósito, tanto para la técnica de Mabe o media perla y perla libre. Las capacitaciones duraron una semana y mis actividades en esta etapa fueron las de asistir a las capacitaciones y estar en contacto directo con Monteforte para brindar las facilidades para los talleres.

En estas capacitaciones se hicieron prácticas en perlicultura Mabe (**Figura 24**); en estas primeras experiencias se colocaron varias medias esferas, luego se observó que colocarlas muy cerca entre si genera ampollas deformes. Puede maximizarse el espacio colocando dos medias esferas en una valva inferior y una más en la otra valva superior de modo que entre ellas no se estorben. Para el caso de perla libre (**Figura 24**), se observa una Pteria luego del procedimiento quirúrgico de inoculación. En color blanco el núcleo esférico dentro de la

gónada, en su parte más baja. Se trata de llevar el núcleo a esta zona para evitar que el animal expulse por contracción esta esfera.



Figura 24. Mabe (A) y perla libre (B).

5.1.5.5. Capacitaciones en Perlicultura a los Gremios de Los Órganos y Cabo Blanco.

Dentro del proyecto se realizaron además jornadas de perlicultura con las esposas, hermanas e hijas de los agremiados tanto de Los Órganos como de Cabo Blanco en las instalaciones del Hatchery Agromar del Pacifico. Se adecuó una sala dentro del laboratorio (**Figura 25**) para realizar las primeras experiencias de perlicultura transmitiendo lo aprendido en las capacitaciones con Monteforte. Se trabajaron por varias semanas depurando las técnicas y realizando tanto perlas mabe como libres.

Las prácticas en perlicultura consistieron en la preparación de los mantos. El manto proveniente de un donador posee tres capas, deberá ser seccionado para dejar solamente su capa inferior, la que está en contacto con la valva, que es la que genera el nácar. Los cortes del manto deberán ser de 5 mm en promedio. El manto deberá mantenerse húmedo durante este proceso para evitar que el tejido muera.

Luego de tener los mantos se procede a realizar las inoculaciones, para este fin se utilizan los equipos de perlicultura como la base de trabajo (**Figura 25**). La base posee una sujeción que se amolda a la anatomía de las conchas, tiene un ajuste de inclinación y de altura para adaptarse a las preferencias de cada operario. Se observa también la pinza de apertura en la parte izquierda que evita que las conchas se cierren y en la parte derecha un instrumento de

inoculación.

Además, se realizaron trabajos para la elaboración de perlas Mabe. Para este fin se pueden trabajar con dos operarias, una puede dedicarse a colocar el pegamento en las medias esferas mientras la otra se concentra exclusivamente en colocar la media esfera en la valva del animal. Para esta operación se usan hisopos para secar la zona donde ira pegada la media esfera y así el pegamento sea más efectivo. La operaria debe tener en cuenta que el lugar donde pone la media esfera sea lo más plano posible y tenga colores atractivos y genere una perla de calidad.

Una vez las conchas fueron trabajadas en el Hatchery serán sembradas en el mar y posteriormente con el transcurso del tiempo se realizará la evaluación del crecimiento del nácar (**Figura 25**) para la formación de perlas y medias perlas.

Mis labores en esta actividad fueron las de transmitir los conocimientos adquiridos con Monteforte hacia los operarios que trabajaran en la perlicultura a través de capacitaciones y talleres. Dirigir los talleres de perlicultura y supervisar la aplicación correcta de las técnicas de Mabe y perla libre. Realizar el seguimiento de la evolución de los operarios en el uso y manejo de las herramientas de perlicultura. Realizar el seguimiento y mantenimiento del cultivo de conchas trabajadas en las técnicas de mabe y perla libre.

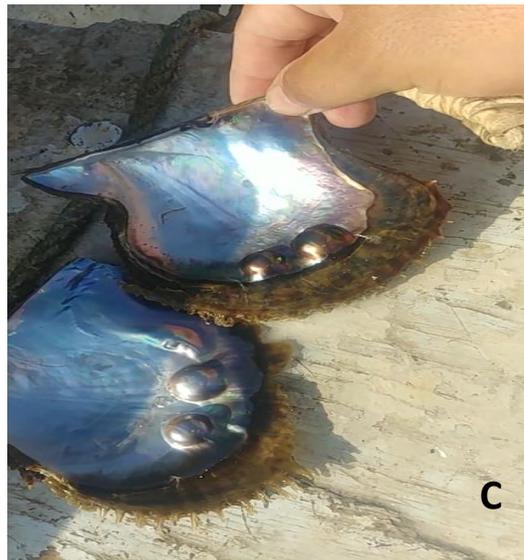


Figura 25. Adecuación de la sala de perlicultura (A), operarios capacitados trabajando en perlicultura (B) y evaluación de trabajos en Mabe (C).

5.1.5.6. Talleres de elaboración de artesanías con medias perlas Mabe

Dentro del marco del proyecto y en la parte final de la tercera experiencia se realizó una capacitación al equipo técnico en elaboración de artesanías con las medias perlas mabes obtenidas de la producción realizada en la primera y segunda experiencia.

Se contacto un artesano de la localidad de Máncora, se le llevó la materia prima con la idea de realizar engastes en plata y uno de sus primeros trabajos es el que se muestran a continuación.



Figura 26. Pareja de Mabes engastados en plata con forma de gota (A). Resaltan los colores logrados verdes y morados de las Mabes.

Mis labores en esta actividad consistieron en contactar en Máncora a diversos artesanos que estén dispuestos a realizar los primeros trabajos con esta materia prima. Esta labor fue complicada debido a que la mayoría de los trabajos artesanales que se realizan en esta zona son de corte y pulido mas no de engaste. Sin embargo, se pudo contactar a un artesano de nacionalidad venezolana que se animó a realizar los primeros intentos de engaste de estas mabes. Le brinde la materia prima que fue extraída de las conchas trabajadas en la segunda experiencia y él se encargó de trabajar el pulido y engaste de la mabe en plata 925.

Además, me encargue de coordinar la visita del artesano al Hatchery de Agromar para realizar una capacitación y pequeña clase de manejo artesanal de herramientas para joyería y engaste de piezas en plata.

5.1.5.7. Exposiciones dentro del Proyecto.



Figura 27. Me encuentro realizando la explicación técnica de los trabajos realizados con la concha perlera. Se encuentra en la foto el Ing. Daniel Rojas (Investigador de los Proyectos SNIP) preparando la exposición para los participantes (A) y exposición de los resultados obtenidos en las experiencias realizadas con la concha perlera. Jornada Acuicola en la Municipalidad Provincia de Paita y en la Universidad Nacional de Piura por invitación de la DIREPRO Piura (B).

5.2. Proyecto PNIPA. Modulo piloto de policultivos de moluscos Bivalvos nativos basados en la producción de perlas y productos derivados de la concha Nácar de la especie *P. sterna* con el gremio de pescadores de Cabo Blanco-Piura.

5.2.1. Antecedentes y Alianza Estratégica.

La necesidad de que nuestro país tenga un sector acuícola y pesquero, potente, innovador y más competitivo, hizo que el Ministerio de la Producción y el Ministerio de Economía y Finanzas, con apoyo del Banco Mundial, crearan en el año 2016 el Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA) que, además del cofinanciamiento de subproyectos, tiene como finalidad fomentar la creación del Sistema Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura.

El sector Pesca y Acuicultura requiere incorporar enfoques que lo orienten de manera decisiva hacia la innovación y la diversificación de especies acuícolas y embarcarse con fuerza hacia la acuicultura como nuevo motor de desarrollo sectorial, siguiendo la tendencia mundial como alternativa a la pesca extractiva, modelo que a nivel global tiende a agotarse en el futuro.

Es así como el Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura, PNIPA, nace con el propósito de promover el desarrollo de largo plazo del sector Pesca y Acuicultura de manera sostenible para lograr a través de alianzas de integración con múltiples actores lo siguiente:

- Ampliar la base productiva del país
- Aumentar la productividad
- Incrementar la competitividad y el valor agregado
- Fortalecer la seguridad alimentaria
- Mejorar el aprovechamiento de la biodiversidad pesquera y acuícola
- Generar respuestas innovadoras para la adaptación al cambio climático
- Reducir la informalidad y malas prácticas

A través de concurso públicos pueden participar alianzas estratégicas conformadas por organizaciones sociales de pescadores artesanales, productores acuícolas, empresas diversas del sector, con universidades, organizaciones no gubernamentales, instituciones públicas, entre otras entidades interesadas en mejorar la productividad del sector. El programa cofinancia hasta el 80% del subproyecto, y el 20% tiene que ser cubierto por la alianza estratégica.

El costo total del Programa, en recursos de inversión, asciende a US\$ 120.9 millones, es decir S/. 428.0 millones. El 25% de los recursos está dirigido al Proyecto Nacional de Innovación en Pesca, el 52% financia el Proyecto Nacional de Innovación en Acuicultura, mientras que el 14% financia al PIP Mejoramiento de la Gobernanza del Sistema Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura, el resto, 9% lo representa la Gestión del Programa.

A mediados del año 2018 inician conversaciones Inkatererra Perú SAC, a través de su presidente Sr. José Koechlin y Agromar del Pacifico SA, a través de su gerente general Biólogo Fernando Fernandini, para plantear la posibilidad de desarrollar un proyecto de investigación dentro de la comunidad pesquera de la caleta de Cabo Blanco-Talara.

En la caleta de Cabo Blanco, la hotelera Inkatererra, se encontraba desarrollando un complejo turístico y resort empleando a muchos trabajadores de la comunidad. Sin embargo, era deseo del Sr. Koechlin, además, darle a la caleta la posibilidad de desarrollarse en alguna actividad alternativa a la pesca y que empodere a las mujeres esposas e hijas de los pescadores.

Agromar del Pacifico tenía ya el conocimiento adquirido en estudios pasados que en la zona de Cabo Blanco la captación de semilla de *P. sterna* se daba en abundancia y casi en todo el año y que su crecimiento era óptimo en sistemas de cultivos suspendidos. Sabiendo también las potencialidades que esta especie muestra para desarrollar la Perlicultura es que se plantea enfocar el proyecto en la producción controlada de esta especie enfocada en la producción perlera y sus productos derivados.

Con estas ideas claras es que se contacta al Sr. Carlos Chapilliquen, presidente del Gremio de Pescadores de Cabo Blanco, para plantearle el proyecto y solicitando el apoyo y

compromiso no solo del Gremio de Pescadores sino de la comunidad entera, explicándole los beneficios y el impacto que el proyecto causara en la población.

Luego de los acuerdos correspondientes se determinó principalmente que la empresa Inkaterra asumiría la inversión económica de la contrapartida para el proyecto, Agromar del Pacifico aportaría el conocimiento técnico y la infraestructura para los trabajos en mar y tierra referidos a la producción de *P. sterna*; y el gremio de Pescadores de Cabo Blanco aportaría el componente humano beneficiario del proyecto, la infraestructura de su local comunal y DPA y el compromiso de la población de ser capacitada en esta nueva actividad productiva.

Tras la formulación del proyecto y postulación se logra alcanzar el puntaje necesario para acceder al financiamiento del PNIPA y el proyecto comienza su ejecución en la quincena de noviembre del 2018.

5.2.2. Estado del arte y diseño experimental.

La concha perla, llamada también concha perlera *P. sterna* (Gould, 1851), es un bivalvo que habita en la zona infra litoral marina y en manglares (Álamo & Valdivieso 1997), desde el nivel de la más baja marea hasta 23 m de profundidad (Mora 1990), adherida por medio de un biso a substratos duros (rocas, corales gorgónidos y estructuras metálicas sumergidas) o arena gruesa (Monteforte 2005, Ordinola et al. 2010a).

Es una especie que puede sobrevivir en aguas muy turbias, soportando temperaturas menores a 18 °C y mayores a 32 °C, y salinidades menores a 34.5 ups y mayores a 37 ups, características que le confieren una gran diversidad de estrategias para permanecer en una zona o extender su distribución geográfica (Araya-Núñez et al. 1991, del Río-Portilla et al. 1992, Monteforte 2005).

En Perú, las poblaciones naturales más importantes se encuentran en la provincia de Talara, Piura, específicamente frente a Punta Arenas, Negritos y Punta Capullanas, asociados a isotermas de 16.5 a 17 °C, isohalinas de 35.1 a 35.15 ups y valores de oxígeno de 2 mL/L

(Ordinola et al. 2010a).

Aspectos técnicos del cultivo Perlero

Según Monteforte y Cariño (2013), el principal reto para crear una granja perlera no radica exclusivamente en la producción de perlas, sino en asegurar un suministro constante de animales cultivados viables y sacrificables con los que se pueda practicar y aprender las técnicas de perlicultura. Esto implica alcanzar una validación técnica-operativa bien definida en el manejo de la granja y sus ciclos de producción. Para esto, se necesita dedicación y paciencia para desarrollar las curvas de un aprendizaje cuya complejidad, costo y duración varían en función de un sin número de factores: especie y diferentes necesidades de infraestructura y equipo en campo o laboratorio y sus servicios de soporte (producción de alimento, sistemas de agua, etc.), instalaciones cubiertas o descubiertas de cría en tierra (estanquería, tinas, embalses, etc.), tipo de artes de cultivo en campo en su caso; eficiencia de la tecnología disponible (viabilidad de semilla/juvenil de laboratorio, dominio de manejo en campo, etc.); tipo de sitio y condiciones logísticas (geomorfología, hidro-oceanografía, distancias, tipo de embarcaciones, acceso, comunicación, servicios, etc.), nivel de apropiación de los usuarios (diferente si son empresas o comunidades de pescadores), así como permisos, licencias o concesiones, y eventuales pagos de asesoría, consultoría y/o entrenamientos y transferencias tecnológicas. Por lo demás, los resultados difícilmente son predecibles incluso a corto plazo, en particular bajo las condiciones globales imperantes donde el comercio de ornamentos de lujo y productos gourmet tiene lugar en otra suerte de prioridades.

Inoculación de Perlas

Este proceso consiste en colocar una pequeña esfera de nácar conocida como núcleo y un pequeño pedazo de Manto de otra Pteria dentro del cuerpo de una Pteria viva, con la finalidad de que las células epiteliales del manto de este individuo se multipliquen y cubra el núcleo de nácar insertado, lo que originara una perla en crecimiento. Esta Perla será hecha de cientos de finas capas de lo que se llama madre Perla.

Las técnicas de inoculación están bastante detalladas y desarrolladas, es un arte quirúrgico especializado que requiere de capacitación y técnica, lo que como todo proceso de cirugía requerirá de experiencia para ir obteniendo cada vez mejores resultados y por ende mayor calidad de perlas. Hasta el momento las experiencias con concha Perla en el Perú son simplemente descriptivas (Elmer & Ordinola, 2010 - 2013) pero el potencial que este recurso representa un reto el cual aún no se ha desarrollado ni en su fase experimental.

Estado del Avance Técnico de la Perlicultura

La perlicultura se aplica actualmente con diferente escala comercial, mediante adaptaciones diversas de implantación (Mabé, Icon-pearl) y/o cirugía (perla libre con o sin núcleo) en alrededor de 12 especies de moluscos marinos (7-8 ostras perleras, 4-5 abulones, y el caracol reina del Caribe), y 4 o 5 náyades perleras.

La tecnología y manipulaciones de inducción han evolucionado hacia prácticas más sofisticadas: aplicación de terapias con drogas y anestésicos para relajar al animal y herramientas modernas para trepanar o cortar la concha, así como productos adhesivos para sujetar a la concha en cualquier medio, por ejemplo, 3/4 de núcleo o figura-icóno fabricadas en plástico, resina, cerámica, acero inoxidable, etc. (Fankboner 1993, Monteforte et al. 1998, 2004; Acosta-Salmón et al. 2005, Haws et al. 2006, Ruiz-Rubio et al. 2006, Acosta-Salmón & Davis 2007, 2010; Monteforte & Bervera 2011).

Para la cirugía perlera hay suministro de los instrumentos quirúrgicos especiales (base de operación, copas nucleadoras, portainjerto, bisturís circulares, retractor-guía, etc.) y núcleos en Estados Unidos, Australia, Polinesia Francesa, Tailandia, Japón, China. Con maquinaria y material adecuados los instrumentos se podrían fabricar localmente, como en India desde los 1970s. Los procedimientos de cirugía son de dominio público en una gran diversidad de fuentes documentales (Pagcatipunan 1986, Alagarrswami & Dharmaraj 1984, CMFRI 1991, Victor et al. 1995, Dan & Ruobo 2002, INDG 2012, Monteforte & Bervera 2011), incluyendo la colección completa del Bulletin of the National Pearl Research Laboratory en varias bibliotecas del mundo (e.g. Univ. British Columbia en Vancouver, Canadá; UCSD-SIO en San Diego, California; MNHN en Paris, Francia). Es pertinente considerar aquí las 65

patentes de Mikimoto para el cultivo y la perlicultura en *P. martensii*, que se describen por Cahn (1949).

Si bien los sistemas de cría en campo y especialmente en laboratorio son más proclives a innovaciones patentables, no obstante, muchos investigadores han logrado patentar diferentes adaptaciones de la milenaria técnica china de implante principalmente en abulones (K. Uno.1957, H. Gotho.1975, P. Fankboner.1993, Monteforte & Bervera 2011. Por su parte, la cirugía de las diferentes perlas libres no ha sido objeto de variantes sustancialmente diferentes de las registradas por Mikimoto o el procedimiento de Fusia, excepto un procedimiento mecánico para acceder al cuerpo de *Strombus gigas* perforando la concha (Acosta-Salmón & Davis 2010).

Cultivo en Cabo Blanco y Diseño Experimental

Para el proyecto se planteó el lanzamiento de colectores cada 45 días durante un año completo para obtener un perfil de captación anual en la zona, además Agromar del Pacífico aportó a la experimentación un plantel de 10 mil individuos listos para comenzar los ensayos en Perlicultura, talla aproximada entre 70 a 80 mm, los cuales fueron ubicados en linternas en las Long-Lines instaladas en la zona de Cabo Blanco.

En el proyecto se planteó el siguiente diseño experimental:

Captación de Semilla de *P. sterna*.

Respecto a la captación de semilla de concha perlera *P. sterna*, se desea encontrar un modelo de captación durante toda una temporada por lo que se lanzaran colectores cada 45 días para tener un perfil del comportamiento de la captación.

El lanzamiento de colectores será de 500 bolsas colectoras con malla Netlon agrupadas en reinales de 10 bolsas por cada reinal.

Se realizará el cálculo de la captación obtenida cada 45 días realizando el procedimiento de

sacudido de colectores, con la cual se obtiene una población estimada de toda la captación y se divide entre el número de bolsas colectoras lanzadas.

El cálculo quedara expresado de la siguiente manera:

$$\text{Promedio de semilla captada por colector} = \frac{\text{\# total de semillas captadas}}{\text{\# de colectores lanzados}}$$

Mortalidad y Retención de núcleos

Respecto a la evaluación de operarios para ver la evolución de la mortalidad y la retención de núcleos de perla libre, se desea mostrar la curva de aprendizaje de la técnica de cada operario. Para este propósito cada operario realizara un promedio de 1000 inoculaciones de núcleos en concha perlera.

Luego de 2 meses de realizada la inoculación se procede a la evaluación de los trabajos por operario, y se observa la mortalidad y la retención encontrada por jornada de trabajo. Estas dos variables se expresan de la siguiente manera:

$$\% \text{ Mortalidad por operación} = \frac{(\text{\# conchas operadas} - \text{\# conchas sobrevivientes})}{\text{\# conchas operadas}} \times 100 \%$$

Retención de Núcleos

Para el caso de retención de núcleos se observan las conchas que no muestran expulsión de núcleos. Este control es visual y el porcentaje de retención se expresa de la siguiente manera:

$$\% \text{ retención} = \frac{(\text{\# conchas operadas} - \text{\# conchas rechazo y muertas})}{\text{\# conchas operadas}} \times 100 \%$$

De estos resultados se obtendrá la curva de aprendizaje del operario y se observará la evolución de la retención que obtiene a base de la experimentación. Se espera que cuantas más conchas opere su porcentaje de retención aumente y la mortalidad se reduzca.

5.2.3. Desarrollo del Proyecto de Investigación por componentes.

El proyecto tiene una duración de 2 años, el desarrollo está dividido por componentes que se van ejecutando por hitos de 6 meses de duración cada uno. Los componentes y sus actividades son las siguientes:

1. Componente de Acondicionamiento de área para acuicultura a baja escala

La producción de perlas cultivadas en Cabo Blanco requiere del acondicionamiento de un área adecuada para la producción en mar y para soporte en tierra (cerca del muelle). Este componente incluye la reparación y mantenimiento de una embarcación marina e instalación de una plataforma acuática y el equipo necesario en base a la fase experimental realizada por Agromar y la tecnología validada y certificada a nivel internacional (especialmente en México).

Las actividades en este componente son:

- Acondicionamiento y mantenimiento de una embarcación marina.
- Compra de sistemas de cultivo, cabos, boyas, y equipos para cultivo e inoculación de perlas.
- Instalación de muertos y de Long-Lines.
- Siembra de 10 mil conchas perleras *P. sterna* en las Long-Lines.
- Gestión del trámite para obtención de derecho de uso de área acuática para acuicultura de baja escala.

2. Componente de Comercialización.

De modo que el modelo propuesto sea considerado como una alternativa de desarrollo socioeconómico, es necesario incluir un componente que se enfoque en el tema comercial con el fin de mejorar las condiciones esperadas en la comercialización de las perlas, de acuerdo con su tipo: perla libre, perla mabe y el nácar para potenciar al máximo los beneficios a los pescadores.

Asimismo, se plantea la evaluación de la diversificación de productos derivados de las perlas y el nácar. Dichos productos estarán centrados en joyería (perlas y nácar), cosméticos (nácar de las conchas), y paquetes/rutas ecoturísticas. Estas evaluaciones se realizarán en coordinación y con la participación de los pescadores, además se complementarán con el fortalecimiento de capacidades.

Como parte de este componente, se plantea el acondicionamiento de un módulo de exhibición en la ciudad, para brindar las facilidades a los pescadores en el proceso de venta de los productos.

Las actividades en este componente son:

- Elaboración de un estudio de mercado para las perlas cultivadas en Cabo Blanco.
- Implementación de un módulo de exhibición y venta.
- Consultoría para el desarrollo de una propuesta de elaboración de joyería artesanal con perlas y nácar.
- Desarrollo de una propuesta de ecoturismo que involucre la crianza de conchas perleras y perlas cultivadas en el centro de operaciones del proyecto en Cabo Blanco.
- Consultoría para la evaluación del nácar de la concha para cosméticos.

3. Componente de Desarrollo del paquete tecnológico de siembra de conchas perleras y cultivo de perlas.

Este componente consiste en integrar la información acerca del proceso productivo de la siembra de conchas perleras y cultivo de perlas. Este paquete provee detalles relacionados con el instructivo de procedimientos operativos generales: componentes del área de producción (infraestructura, equipo y materiales, ubicación, aspectos generales), proceso productivo (etapa de colecta y cosecha de la semilla, etapas de pre-engorde, cultivo final y perlicultura), aspectos generales de manejo (alimento, control sanitario, agua, etc.).

Incluye también un programa de capacitaciones y entrenamiento en condiciones reales, en primera instancia, está dirigido a los pescadores, quienes tienen diferentes atribuciones y roles en el marco del proceso productivo, ello significa que se requieren de conocimientos, habilidades, destrezas y aptitudes que les permitan cumplir adecuadamente con sus funciones. Esto asegura que los beneficiarios consideren la actividad como una alternativa de desarrollo.

Las actividades en este componente son:

- Desarrollo de ensayos en campo de técnicas y buenas prácticas en el cultivo de perlas.
- Fortalecimiento de capacidades y entrenamiento en manejo del cultivo de conchas.
- Fortalecimiento de capacidades y entrenamiento en técnicas y métodos de perlicultura.
- Fortalecimiento de capacidades y entrenamiento en tratamiento de perlas cultivadas.
- Asistencia técnica del experto internacional en maricultura y perlicultura: Dr. Mario Monteforte.

4. Componente del Fortalecimiento Institucional.

Este componente incluye las actividades relacionadas a los recursos humanos (**Coordinador General**, Coordinador Administrativo y 2 operarios de cultivo) de las instituciones, la línea base, y los talleres de inicio, medio término, y cierre. Los talleres propuestos se realizan con la finalidad de (i) presentar y disseminar el proyecto en relación con sus resultados e impactos, (ii) involucrar diferentes actores locales y regionales (y potencialmente nacionales) para la escalabilidad y replicabilidad de la experiencia y la promoción de la actividad acuícola, (iii) promover la investigación científica en temas relacionados a la actividad, y (iv) generar alianzas y convenios con diferentes instituciones. La alianza estratégica del proyecto se ve potenciada gracias a que Agromar del Pacifico es una empresa que tiene experiencia en el cultivo de conchas perleras, cuenta con un área concesionada en los Órganos-Piura donde realiza experiencias de inoculación de perlas con éxito y cuenta con un stock de perlas listas para inoculación.

5. Gestión del Proyecto.

Este componente incluye las actividades de administración, **coordinación, seguimiento, monitoreo y evaluación del proyecto.**

Inkaterra es el líder del componente y es el responsable de la elaboración de los reportes financieros y técnicos, en colaboración con Agromar que es el líder del componente técnico y es responsable en campo.

Durante los primeros 6 meses de ejecución del proyecto se realizó la adquisición de los sistemas de cultivo, materiales para el cultivo y equipos necesarios para el lanzamiento de colectores y cultivo suspendido. Se realizaron la confección de muertos y la instalación de las Long-Lines en Cabo Blanco para luego sembrar las 10 mil conchas perleras que servirán para el desarrollo práctico de los talleres de Perlicultura.

Paralelo a estas actividades se realizó la adecuación de una embarcación de fibra de vidrio para los trabajos del cultivo. La embarcación fue acondicionada con roldanas y vitas para los trabajos de subida de Long-Line.

5.2.4. Ubicación del Cultivo.



Figura 28. Ubicación del cultivo experimental en Cabo Blanco. Lat. S 4°13' 34.7" y Lon. O 81°12' 23.6".

En la **Figura 28** se observa dos líneas paralelas de color rojo al noroeste del muelle y desembarcadero de la localidad de Cabo Blanco-Coordenadas GPS $(-4.247729, -81.235512)$. Se representan con las líneas rojas las 2 Long-Lines instaladas a una distancia de 50 metros de la línea de playa. La batimetría de la zona muestra entre 12 a 18 metros de profundidad. Como referencia se observa que al norte de las líneas se encuentra la plataforma petrolera característica de la localidad de Cabo Blanco; y al sur de las líneas está el fondeadero de la embarcación Miss Texas.

5.2.5. Actividades

5.2.5.1. Instalación de Long-Lines y Lanzamiento de Colectores

La faena de instalación de Long-Lines y lanzamiento de colectores fue la misma que la expuesta en el proyecto SNIP, sin embargo, los colectores fueron lanzados a una sola profundidad de acuerdo con la profundidad donde se obtuvieron mayores captaciones en la zona de Cabo Blanco.

Se trabajaron con Long-Lines de 50 metros sujetas con muertos de media tonelada en cada extremo. Se colocaron orejas de sujeción en la línea a cada metro y boyas indicadoras en el inicio, al medio y al final de cada línea.

Se trabajaron en este caso con linternas L21 de 10 pisos para los 10 mil individuos sembrados que serán usados para la perlicultura y para los individuos que fueron inoculados se utilizaron carteras con bolsas evaluadoras para poder observar la posible expulsión de los núcleos. Para los individuos trabajados en la técnica Mabe se les colocó en internas L21 de 10 pisos a una densidad de 10 individuos por piso.

5.2.5.2. Capacitaciones y Talleres al Gremio de Pescadores de Cabo Blanco y Los Órganos.

Se contó con la visita y capacitación del Dr. Mario Monteforte, quien trabajó directamente con los beneficiarios del Proyecto en las instalaciones del hatchery de Agromar del Pacífico y la concesión marina en Los Órganos.

Monteforte estuvo en Cabo Blanco durante 2 semanas realizando capacitaciones al personal técnico del proyecto y también a los beneficiarios directos. Las capacitaciones se dieron en el mar (**Figura 29**) en la zona de instalación de las Long-Lines, donde se impartieron lineamientos básicos y claros sobre el cultivo perlero. Ya en tierra, en la localidad de Los Órganos, dentro del Hatchery de Agromar del Pacífico, Monteforte capacitó a los presentes en técnicas de perlicultura Mabe y perla libre (**Figura 29**).

Posterior a la visita, las capacitaciones y talleres continuaron impartiendo durante 6 meses bajo la supervisión del Coordinador General para la producción de perlas libres y perlas Mabe.



Figura 29. Monteforte con las beneficiarias del Proyecto. Se observa una tina con *P. sterna* que acaban de ser retirada de su sistema de cultivo en el mar para ser llevadas al Hatchery (A) y realizar las prácticas en perlicultura en el Hatchery (B).

Monteforte explicó el uso de los instrumentos. Se tienen que poner en un orden y en una ubicación que faciliten el trabajo del operario. Se observa en la **Figura 29 B** la disposición de la pinza de apertura hacia un lado para dejar espacio de trabajo. Luego de cada inoculación los instrumentos se colocan en solución antiséptica.

En la sala se perlicultura los operarios van realizando sus primeros intentos en inoculación de perlas libres. Se puede trabajar en conjunto, una operaria se encarga de preparar los injertos de manto para los inoculadores.

La técnica tiene una curva de aprendizaje muy lenta. En promedio, Monteforte indica, cada operario deberá realizar al menos 2 mil inoculaciones para considerarlo capaz de realizar la perlicultura de perla libre. Las mortalidades iniciales son altas y los porcentajes de retención de núcleo bajas.

Monteforte también realizó una capacitación en la localidad de Cabo Blanco (**Figura 30**) sobre técnicas de perlicultura. Explicando al igual que en Los Órganos las técnicas de media perla y perla libre.

Luego de la capacitación se invitó a los presentes a probar el uso de las herramientas de perlicultura y a realizar sus primeros intentos de inoculación. Acostumbrarse al uso correcto de las herramientas es uno de los mayores retos que deben afrontar los nuevos inoculadores. Se observa en la foto al operario con el núcleo en la mano derecha listo para ser introducido dentro del animal.

Mis labores en esta actividad fueron las de acompañar y supervisar todos los talleres realizados por Monteforte y realizar la logística para los trabajos en mar y tierra, así como los traslados e instalación del taller en Cabo Blanco.



Figura 30. Capacitación de Monteforte en Cabo Blanco (A).

Realicé actividades de capacitación a los Gremios de Los Órganos y Cabo Blanco y talleres de producción de Mabe. En la **Figura 31 A** me encuentro realizando el Taller de Capacitación en el DPA de Los Órganos, explicando a los asistentes las técnicas de perlicultura Mabe y perla libre. Se observa en la foto las conchas con tabiques y el balde con anestesia para la cirugía de perla libre.

Dentro del proyecto realicé actividades específicas como el taller de medio término (**Figura 31 B**) en el local comunal del Gremio de Cabo Blanco. Se expusieron los avances en la implementación del proyecto, capacitaciones a los beneficiarios, avance de la investigación

y objetivos por cumplir hasta la finalización del proyecto.

Luego del taller se realizaron demostraciones de las técnicas de perlicultura aprendidas por las beneficiarias. Son ellas mismas las que desarrollaron la parte práctica bajo mi supervisión.



Figura 31. Capacitación en el DPA Los Órganos (A) y taller de medio término Cabo Blanco (B).

5.2.5.3. Perlicultura: Producción y Evaluación.

Cuando se tuvo un plantel de operarias capacitadas se comenzó la producción masiva de perlas libres y Mabes. Esta producción tuvo 2 etapas, una inicial donde se produjeron tantas perlas libres y Mabes; y una segunda etapa donde se produjeron exclusivamente perlas Mabes.

Debido a los cuidados sanitarios que la operación de perla libre exige, ya que se trata de una cirugía, los trabajos de producción masiva se realizaron teniendo los cuidados pertinentes. Se habilitó un área en el local del Gremio de Pescadores de Cabo Blanco para realizar los trabajos y se tomaron las medidas necesarias para asegurar la esterilización de los instrumentos, espacio para trabajar, iluminación correcta, etc.

Los primeros ensayos de producción masiva de perla libre nos sirvieron para obtener la estadística de mortalidad y retención de núcleos que cada operario obtuvo en sus trabajos. En promedio cada operario realizó unas 1000 inoculaciones dentro del proyecto. Los operarios comenzaron con mortalidades muy elevadas, por encima del 70% tras la operación de perla libre, pero luego de realizadas cerca de 1000 inoculaciones redujeron este valor hasta un 20% en promedio. Sin embargo, para la retención de núcleos y formación de perlas los resultados fueron desalentadores. Los operarios comenzaron con retenciones del núcleo del 3% al 5% y formación de Perlas Libres del 0%. Estos resultados fueron discutidos con Monteforte y el incidente en que la técnica deberá ser pulida y recalca la práctica continua por parte de los operarios.

Debido a los resultados poco alentadores obtenidos en la producción de perlas libres es que se decide enfocarse en pulir la técnica de Mabe y terminar de usar las conchas destinadas a perlicultura para esta técnica. Por esto se destina el último lote de cerca de 3000 unidades a la producción continua durante dos semanas con 10 operarias en jornadas laborales de 5 horas. La técnica Mabe es más sencilla y rápida de realizar, lográndose producir hasta 600 perlas Mabe durante un día.

Luego de realizados estos trabajos las conchas eran sembradas en las Long-Lines de Cabo Blanco y se evaluarían mensualmente para observar la formación del nácar sobre los injertos de media esfera. Además, se realizaron los trabajos recurrentes del cultivo suspendido: limpieza o cambios de sistema, reflotes, limpieza de boyas.

Luego de permanecer cerca de 12 meses en el agua las Mabe producidas serán cosechadas y utilizadas para producir artesanías, joyas y productos cosméticos por los mismos beneficiarios del Proyecto.

Para las jornadas de producción de perlas, muy temprano en la mañana el operario de cultivo se encarga de sacar de la Long-Line los sistemas de cultivo con conchas perlas para bajarla a la sala donde se trabajará la perlicultura. En una jornada de 5 horas de trabajo se bajaron 4 linternas, cada una con 150 individuos. El operario va retirando las conchas y las va separando una de otra ya que la *P. sterna* tiende a formar agrupaciones, adhiriéndose una con otra mediante el biso. El proceso de separarlas debe ser cuidadoso debido a que forzarlas puede producir la separación del del biso del cuerpo y posterior muerte del animal. El operario extrae las conchas perlas del sistema de cultivo (**Figura 32**) para apilarlas en una tina y queden bien apretadas. Este proceso incita a las conchas a que aperturen las valvas, momento en el cual se les introduce un tabique para evitar que se vuelvan a cerrar.

En la jornada de trabajo el grupo de trabajo deberá estar concentrado realizando la perlicultura. Las señoras y señores participantes (**Figura 32**) trabajan para cumplir la meta de producción de 600 conchas Mabe. Se trabaja en parejas, una operaria va preparando el pegamento y la media esfera y la otra operaria va preparando la concha perla para que quede lista en la base de trabajo. Luego de realizado el proceso de pegado se dejan secar por un tiempo de 5 minutos antes de ser puestas en la tina de reposo.

Mis labores en esta actividad estuvieron enfocadas en la supervisión del cumplimiento de las metas de producción, instrucción a los operarios y refuerzo de las técnicas aprendidas para la producción perlera, la logística para el desarrollo de los talleres y la supervisión del operario de mar.





Figura 32. Linternas con conchas perlas listas para trabajarlas en perlicultura (A) y trabajadores perleros produciendo Mabes (B).

Para la evaluación de retención de núcleos en las conchas trabajas con la técnica de perla libre se realiza el sacrificio de los animales luego de 1 mes posterior a la operación que la gónada a cicatrizado y el núcleo insertado está presente en el saco perlero (**Figura 33 A**). En este punto se determina que el animal sobrevivió a la operación y que retuvo el núcleo insertado, luego se realizara la apertura de la gónada para ver si la esfera tiene indicios de formación de nácar.

Para el caso de la evaluación de las perlas as Mabes no es necesario el sacrificio del animal. Se realiza la apertura de las valvas y se si la concha está recubriendo el medio núcleo pegado. En la **Figura 33 B** se observa una concha trabajada bajo la técnica Mabe.

Luego de un mes posterior al pegado de la media esfera se puede notar que ya se han formado las primeras capas de nácar de manera dispereja aún. Luego de 12 meses se tendrá un recubrimiento completo y estar alista para ser cosechada.

Mis labores en esta actividad fueron del seguimiento del cultivo y mantenimiento durante los meses posteriores a que se realizaron los trabajos de perlicultura. Obtención de los datos de mortalidad y retención de núcleos para realizar el análisis estadístico de rendimiento por operario.



Figura 33. Se observa un núcleo dentro del saco perlero (A) y las primeras capas de formación de nácar en la técnica de Mabe(B).

5.2.5.4. Elaboración de Joyas en base a medias perlas Mabe.

Como parte final de las capacitaciones y talleres realizados en el proyecto se tuvo el relacionado con la producción de Joyas a base de medias perlas producidas por las beneficiarias del Proyecto.

Se contó con la presencia de la Joyera Carolina Yagi, quien realizó una consultoría para el desarrollo de una propuesta de elaboración de joyería artesanal con perlas y nácar en oro y plata. Además, Carolina se trasladó con su equipo de joyeros a la localidad de Cabo Blanco para realizar un taller de 2 días y capacitar a los beneficiarios del proyecto en las técnicas básicas de producción de joyas con plata: cortes, laminados, soldadura, engastes, etc.

Para la realización de los talleres se adecuó una sala en el colegio nacional primario 14905 en Cabo Blanco. La sala conto con una laptop, un proyector, Ecran y sillas para los

asistentes. Además, se instalaron dos centros de trabajo con mesas para joyeros e instrumentos para realizar los trabajos básicos engastar las mabes en plata. Una maquina laminador y un maquina pulidora. Los asistentes contaron también con una mesa para realizar trabajos con hilos, característicos de las artesanías que uno puede encontrar en puntos de venta de Los Órganos Y Máncora.

En el primer día del taller, además de recibir una capacitación teórica de la joyería artesanal (**Figura 34**), los asistentes pudieron realizar cortes de láminas y filamentos de plata para familiarizarse con las herramientas de corte y sujeción. Aprendieron a usar la laminadora de metales y a trabajar con el fuelle de soldadura. Estos trabajos fueron supervisados directamente por Yagi debido a que son labores que involucran usar fuego y herramientas de corte que pueden causar mucho daño. Los asistentes fueron adiestrados en las medidas de seguridad que deberán tomar cada vez que se sientan en una mesa de trabajo para joyería.

El segundo día del taller los asistentes pudieron realizar los primeros engastes de mabes en plata y reforzaron las técnicas aprendidas durante el primer día (**Figura 34**). Trabajaron con la maquina pulidora haciendo uso de diferentes compuestos pulidores para lograr el brillo deseado. Finalmente se realizaron la entrega de los trabajos realizados y el cierre del taller con las palabras de despedidas coordinador general del Proyecto y agradecimiento a los expertos joyeros y a los asistentes.

Yagi recomienda que los beneficiarios continúen practicando las técnicas aprendidas ya que el joyero es un artesano que basa su trabajo en la experiencia y la creatividad. Los beneficiarios de Cabo Blanco se quedaron con los equipos y materiales de joyería para poder continuar su capacitación y poder confeccionar sus propias joyas.

El día previo al inicio de los talleres se realizó la adecuación de la sala para los trabajos en Joyería. Se utilizo para este fin un proyector, Ecran y sillas para los asistentes.

Las mesas para joyería fueron implementadas con las herramientas y materiales necesarios para los trabajos a realizar. Se utilizaron herramientas como el fuelle de soldadura completó, la piedra para fundir, pinzas entre otros. Luego de ser instaladas las mesas el joyero experto

termina de acomodar las piezas y preparar los materiales para la jornada.

Los artesanos joyeros se encargaron del entrenamiento y capacitación a los participantes en el uso de las herramientas como la sierra de corte. Este instrumento requiere un especial cuidado debido a que aplicar presión en el ángulo equivocado provocará que la hoja se rompa. Se observa en la foto la práctica en el corte de láminas de plata. También se instruyó a los participantes en el uso de la laminadora. Esta herramienta permite malear la plata y otros metales como el oro para reducirlos y volverlos filamentos de diámetros variables de acuerdo con la necesidad del artesano. Se observa en la foto a Segundo aplicando fuerza para girar la manivela del equipo, la cual hace girar los rodillos que presionan el material.

Finalmente se realizó el cierre del taller (**Figura 35**) donde me encuentro dando las palabras de agradecimiento a los participantes y a los joyeros por su excelente trabajo.



A



B

Figura 34. Carolina Yagi, Joyera, dictando la teoría al taller de Joyería (A), realización los primeros intentos en el uso de la sierra de corte (B).

Las labores que desempeñe en esta actividad fueron las de realizar le montaje del taller de joyería. Coordinación con las joyera y logística para su traslado de Lima a Cabo Blanco y de sus materiales de trabajo y herramientas. Coordinaciones con el centro educativo para el uso de las instalaciones. Supervisión de las actividades a realizarse durante los dos días del taller y el registro de los participantes.



Figura 35. Cierre del Taller de Joyería en Cabo Blanco (A) y una muestra elaborada por Carolina Yagi en plata y oro (B). Muestra realizada para el proyecto.

Resultados de la captación de semilla y mortalidad perlicultura perla libre.

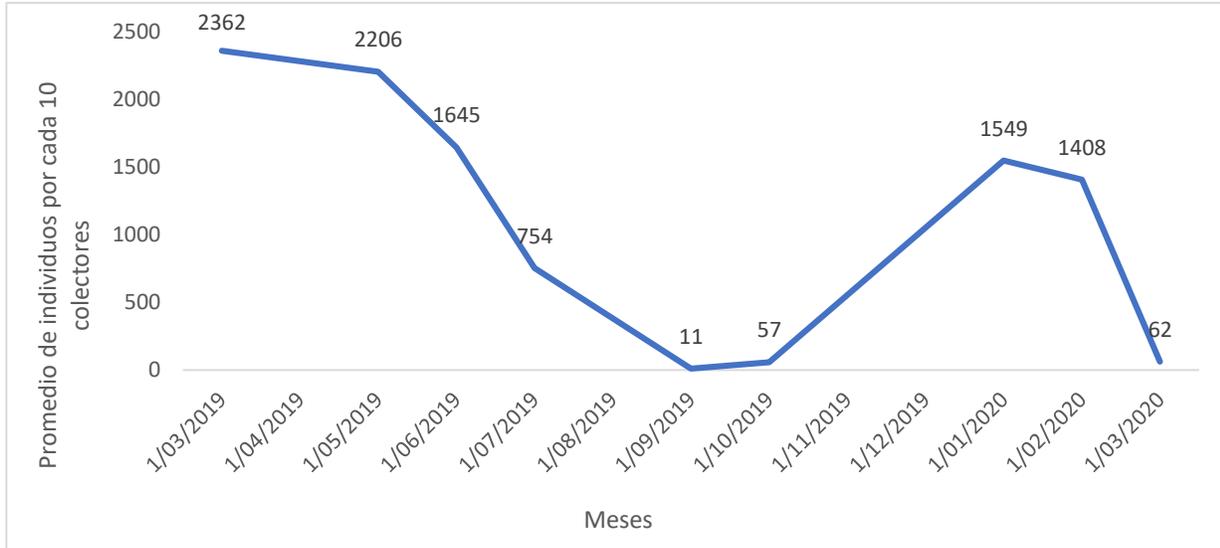


Figura 36. Histórico de la captación de semilla *P. sterna* en Cabo Blanco durante el año 2019-2020. Se observa en la figura que durante la temporada 2019 e inicios del 2020 se tuvieron dos etapas con alta captación durante los meses de marzo abril 2019 y enero febrero 2020, mientras que en los meses de septiembre octubre 2019 fue casi nula.

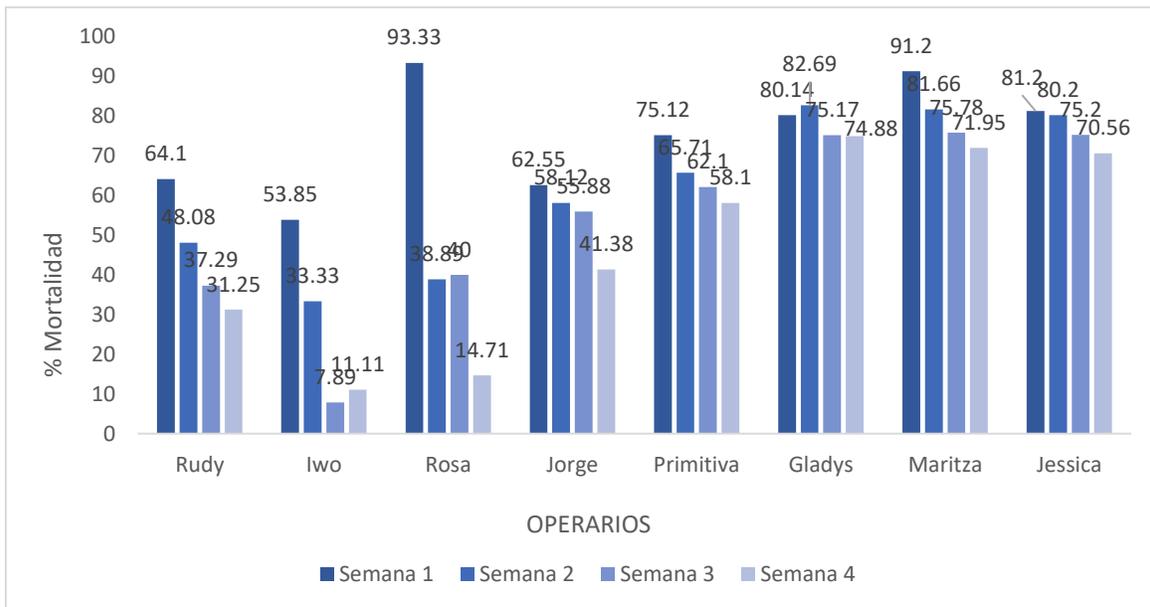


Figura 37. Evolución de la tasa de mortalidad por operario en el tiempo tras realizar la operación de Perla Libre en *P. sterna*. Se observa en la figura una tendencia a la disminución en la mortalidad postoperatoria conforme los operarios avanzan en las semanas de trabajo. Se puede comentar también que las operarias Rudy, Iwo, Rosa y Jorge tienen un promedio de edad de 25 años mientras que Primitiva, Gladys, Maritza y Jessica tienen un promedio de edad de 55 años.

6. CONCLUSIONES.

- Las labores desempeñadas como **Supervisor de Campo** en el proyecto **SNIP** fueron de suma importancia para la investigación pues estuvieron enfocadas en el seguimiento del cultivo para la obtención de datos desde la captación hasta los trabajos de perlicultura. La constante supervisión del crecimiento y mantenimiento de las conchas fueron preponderantes para obtener las tasas de crecimiento y mortalidad de la población de estudio. La perseverancia y dedicación para desarrollar el trabajo de campo fue fundamental para cumplir con las metas trazadas durante la ejecución del proyecto.
- Las labores desempeñadas como **Coordinador General** del Proyecto **PNIPA** fueron de suma importancia para lograr los objetivos trazados en el rubro de investigación de la producción perlera en Cabo Blanco. El seguimiento y supervisión del cultivo, las capacitaciones recibidas por Monteforte y las consecuentes capacitaciones brindadas por mi persona a los beneficiarios del proyecto fueron primordiales para lograr que estos desarrollen y mejoren las técnicas perleras y muestren mejorías en su desempeño como operarios perlicultores. Los talleres dirigidos por mi persona y el constante acompañamiento durante todo el proyecto mostraron tener una incidencia positiva en ellos.
- La responsabilidad en el desempeño de las labores que me fueron encomendadas fue preponderante en el éxito de ambos proyectos. Las habilidades y conocimientos aprendidos durante mi formación profesional me sirvieron para desenvolverme de manera correcta en el campo y en los trabajos de gabinete. La armonía en el trabajo con pescadores, chalaneros y demás personas que trabajan en el mar fueron importantes para desarrollar las actividades mostradas en esta monografía y quizá fue

- uno de los aspectos que más costo para lograr los objetivos trazados.

La ética profesional siempre estuvo presente durante el desempeño de mis labores.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Bandin & Mendo. 1999. Asentamiento larval de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en colectores artificiales en la Bahía Independencia, Pisco, Perú.
- Alamo & Valdivieso. 1997. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Instituto del Mar del Perú.
- Elmer Ordinola, Solange Alemán y Manuel Vera. 2013. Características biológicas de las poblaciones de *Pteria sterna* (Bivalvo: Pteriidae) de Zorritos, Tumbes, Perú. IMARPE, Instituto del Mar del Perú – Laboratorio Costero de Tumbes.
- Irene Serna-Gallo, Javier MJ Ruíz-Velazco, Héctor Acosta-Salmón, Emilio Peña-Messina, Guadalupe Torres-Zepeda, Pedro E Saucedo. Abril 2014. Patrones de crecimiento y reproducción de la concha nácar, *Pteria sterna*, cultivada en un ambiente tropical de México: Implicaciones para el cultivo de perlas. Ensenada, México.
- Cavero Cerrato, P. y Rodríguez Pinto, P. 2008. Producción sostenida de moluscos bivalvos en el Perú: acuicultura y repoblamiento. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 209–218.
- <http://www.munitalara.gob.pe/pagina.php?post=1051> “EL MAR DE TALARA ES UN BANCO DE CONCHA PERLERA IDEAL PARA LA PRODUCCIÓN

ACUÍCOLA DE ESTA ESPECIE ACUICULTURA.” Martes, 21 de noviembre del 2017.

- https://www.pnipa.gob.pe/PDF/Estudio_Preinversion_nivel_de_Factibilidad_del_PNIPA-GESTION.pdf. Visitado el 10 de noviembre del 2020.
- Monteforte M. 2005. Ecología, biología y cultivo extensivo de la madreperla de calafia, *Pinctada mazatlanica* (Hanley 1856), y la concha nácar arcoíris *Pteria sterna* (Gould 1852) en Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis para optar el grado de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad de La Habana. Cuba. 132 pp.
- Monteforte M. y Cariño M. (2013). Condiciones para el desarrollo de granjas perleras y producción de perlas: estado del arte, potencial y perspectivas. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-19572013000100001. Consultado el 05 de febrero de 2017.
- Ordinola E., P. Montero, S. Alemán & J Llanos. 2010a. El bivalvo concha perlífera *Pteria sterna* (Gould) en Talara, Perú. Abril 2007. Inf. Inst. Mar Perú. 37(3-4): 127-137.
- Ordinola E., Alemán S. y Vera M. (2013). Características biológicas de una población *Pteria sterna* en Zorritos, Tumbes, Perú. Revista Peruana de Biología. Vol. 20. N° 2. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332013000200012&script=sci_arttext consultado el 10 de noviembre del 2020.
- SAGARPA (2013). Norma Oficial Mexicana Nom-058-sag/pesc/semarnat-2013 para regular el cultivo de las ostras perleras: madreperla (*Pinctada mazatlanica*), concha nácar (*P. sterna*), madreperla del atlántico (*Pinctada imbricata*) y la ostra perlera alada del atlántico (*P. colymbus*) en aguas marinas de jurisdicción federal de los estados unidos mexicanos. Disponible en:

http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/5276/sagarpa11_C/sagarpa11_C.html.
Consultado el 5 de noviembre de 2020.

- <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6481/IPyuccer.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Revisado el 25 de noviembre del 2020.

- <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1915/M12.C359-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Revisado el 25 de noviembre del 2020.