

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Cultivo experimental de juveniles de madreperla *Pinctada mazatlanica* a tres profundidades (50, 75 y 100 cm) en Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa, Guatemala.**



**Presentado por:**

**T.A. Darling Lissette Hermosilla Carazo**

**Para otorgarle el título de:  
LICENCIADA EN ACUICULTURA**

**Guatemala, mayo de 2015.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA**

**CONSEJO DIRECTIVO**

Presidente	M. Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle
Secretaria	M. A. Olga Marina Sánchez Cardona
Representante Docente	M.B.A. Allan Franco de León
Representante Egresados	M. Sc. Adrián Mauricio Castro López
Representante Estudiantil	T.A. Francisco Emanuel Polanco Vásquez
Representante Estudiantil	P.F. María José Mendoza Arzu

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de San Carlos de Guatemala: Mi Alma mater, la gloriosa tricentenaria, agradezco la oportunidad que me brindó y la oportunidad de ser profesional egresada de tan magna casa de estudios.

Al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura: Mi segunda casa, por formarme como profesional en una carrera poco convencional.

A mis catedráticos: Muchas gracias por inundar mi mente con sus conocimientos, enseñanzas no solo de cátedra, sino de vida, muchas gracias por ser el faro en este océano de dificultades por ser el remedio contra mi ignorancia.

A mis asesores: M.Sc. Leonel Carrillo Ovalle y M.Sc. Luis Franco, por su paciencia, guía y apoyo constante no solo para este trabajo, sino, a lo largo de toda la carrera, gracias por brindarme el honor de trabajar con ustedes.

A la Cooperativa “El Tesoro del Mar R.L.”: Por brindarme la oportunidad de desarrollar esta investigación junto con ustedes y por trabajar conmigo hombro a hombro, por todo el apoyo y por el cariño demostrado, especialmente a don Luis Zeceña, Oscar Varela, Marta Chuy y Dora Cruz (bióloga).

A Adela Cruz: Por representar una mano amiga en cualquier momento en que lo necesite, sin poner nunca un pero, ni una mala cara, ni un gesto de desprecio o cansancio, gracias Adelita por su amistad, su ayuda y por ser una persona tan especial para mí y para todo el CEMA.

Al personal administrativo del CEMA: Magda, Clelia, Rina, Mono, Leonel, Don Felipe, Nacho, Nica, Roca, Sidery, don Héctor y por último pero no menos importante a Mynor gracias por su compañía durante mi estadía en el CEMA, sepan que siempre los llevaré en mi mente y corazón.

## ACTO QUE DEDICO

A Dios Todopoderoso: Por la oportunidad de llegar hasta este momento, por protegerme, darme salud, bendecirme por haberme dado la fuerza y el valor para llegar hasta este día.

A mi patria: Mi Guatemala, espero con este pequeño logro poder hacer algo para dignificarte y verte progresar.

A mi padres: Héctor y Teresa gracias por estar conmigo en todo momento, gracias por crear esa relación simbiótica entre ambos de la que sin duda salí favorecida en demasía, gracias por enseñarme a ser una persona de bien y por llevarme de la mano hasta este día, los amo con toda mi alma.

A mis hermanos: Virginia, Estuardo y Nadia por apoyarme, por pelearse conmigo, por quererme, porque se la vida estaría muy vacía si ustedes no estarían a mi lado.

A mi abuelito: Rogelio Carazo (†), en donde quiera que esté, sé que nos está observando.

A mis sobrinos: Hannia, Jonathan y Fátima pequeños diablitos con disfraz de ángeles que nos hacen ser niños siempre y amarlos sin remedio.

A mis tíos: Bernarda, Isaías, Maura, Dora, Naya y Mario que este triunfo sea un reconocimiento a todo el apoyo que he recibido de ustedes.

A Daniel Reyes: Este momento no hubiera sido posible si tú no hubieses estado a mi lado, gracias por apoyarme en cada decisión tomada, y por corregir las erradas, gracias por traerme de vuelta y sobre todo gracias por ser el amor de mi vida.

A las familias: Reyes Cano, Reyes Días y Cano Andrino, por tratarme y hacerme sentir parte de su familia, como si fuese la mía propia.

A las familias: Morales Navarro, Arriola De León Regil, Hernández Sagastume y De La Cruz Carazo, por abrirme las puertas de su casa sin ningún miramiento, desconfianza o mal pensamiento, que las atenciones que recibí en cada una de sus casas sean devueltas al cien por uno, por el Todopoderoso.

A Mario Rolando Aguilar Galindo (Siqui), José Francisco García (Chesco), Sofía Morales, Leonel Paiz, Airam López, Marvin González (Marvillo), Mariabelen Penados, Edwin Casado (Shaq) y Silvia López hay momentos en la vida que son buenos por si solos, pero compartidos con las personas que quiero los hacen inolvidables, gracias muchá por todo.

A Annabella Rodas, Julio Sánchez, Andrés Ponce, Dieter Marroquín, Isabel Arriola, Betsy Bustamante, Sergio Andrino, Carlos Elgueta, Omar Gómez, Cesar González, Elvis Reyes, Mario Hernández, Loren Bailey, Ana Lucia Alfaro, Pedro Daniel Rodríguez, Juan Méndez, Carlos Méndez por ser mis compañeros en este camino al éxito.

A usted querido amigo, con respeto y aprecio. Gracias totales.

## RESUMEN

Los moluscos han sido por muchos años un producto importante en la dieta y economía de los habitantes de la zona costera, debido a la calidad de su carne y contenido de proteína. (Solano et al. 1997). *Pinctada mazatlanica*, conocida comúnmente como madreperla u ostra perlera, habita las zonas rocosas sublitorales hasta una profundidad de 60 m; se distribuye desde Baja California, México, al sur del Perú (Solano et al. 1995).

La perlicultura ha representado una importante alternativa para el desarrollo socioeconómico en amplias regiones geográficas, razón por la cual se planteó la presente investigación, aplicada al desarrollo de tecnología para el cultivo de *Pinctada mazatlanica*, como respuesta al desarrollo socioeconómico de las comunidades costeras de Guatemala.

En el presente documento se muestran los parámetros de crecimiento y supervivencia de la Madreperla *Pinctada mazatlanica* en un régimen de cultivo sumergido en el Canal de Chiquimulilla, Las Lisas.

Se empleó una población base de 1000 organismos con una talla promedio de  $12.5 \pm 0.023$  mm de longitud dorso-ventral de la valva en linternas suspendidas, se comparó el crecimiento de las ostras en longitud, largo, ancho de las valvas y la supervivencia en tres distintos tratamientos del sistema de cultivo durante un periodo de 6 meses iniciando el 6 de marzo y finalizando el 31 de agosto, el cultivo se realizó principalmente, durante la época seca del año, abarcando únicamente un mes de la temporada lluviosa.

Se registraron los parámetros físicos del agua: salinidad y temperatura, en función de relacionarlos con la variabilidad del crecimiento y la supervivencia, así como la identificación del plancton disponible en el medio.

Durante el tiempo de cultivo el crecimiento fue constante para los tratamientos evaluados, obteniendo una media para la longitud de  $34.78 \pm 0.05$  mm, el ancho presentó una media de  $24.95 \pm 0.05$  mm y la variable alto  $6.53 \pm 0.05$  mm, siendo esta última la de menor crecimiento a lo largo del cultivo y presentando una sobrevivencia del 99.99%.

## ABSTRACT

Molluscs have been for many years an important product on diet and economy of the inhabitants of the coastal areas due to the quality of their meat and protein content. (Solano et al. 1997). *Pinctada mazatlanica*, commonly known as “mother of pearl or pearl oyster” inhabits sublittoral rocky areas to a depth until 60 m; it’s distributed from Baja California, Mexico, to the south of Peru (Solano et al., 1995).

Pearl farming has represented an important alternative for socioeconomic development in vast geographic regions, reason of this research was proposed, to the development applied technology for the culture of *Pinctada mazatlanica* in response to socio-economic development of coastal communities in Guatemala.

This investigation shows growth and survival rates of Mother of Pearl *Pinctada mazatlanica* under a submerged culture in Canal de Chiquimulilla, Las Lisas, Santa Rosa.

A base population of 1,000 organisms was used with an average size of  $12.5 \pm 0.023$  mm dorsal-ventral shell length. A lanterns suspended culture technique was used. Growth of oysters was compared in length and width of the valves and survival rate in three different treatments of the culture system over a period of 6 months starting on March 6th and ending on August 31th, corresponding to dry season majorly.

Physical water quality parameters were recorded: salinity and temperature, for influencing growth and survival.

During the time of culture growth was steady for the three treatments evaluated, with a mean length of  $34.78 \pm 0.05$  mm, width  $24.95 \pm 0.05$  mm and the variable high  $6.53 \pm 0.05$  mm.

The survival rate was 99.99% for the experimental time period.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	01
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	03
2.1 Marco referencial	03
2.2 Marco conceptual	04
2.2.1 Taxonomía	04
2.2.2 Biología general de moluscos bivalvos	05
2.2.3 Desarrollo embrionario y larval	05
2.2.4 Anatomía externa	07
2.2.5 Alimentación	07
2.2.6 Crecimiento	07
2.2.7 Mortalidad	07
2.3 Ostricultura	08
2.3.1 Sistemas de cultivo	08
2.3.2 Cultivo de engorda	08
2.3.3 Captación de semilla	09
<b>3. OBJETIVOS</b>	10
3.1 Objetivo general	10
3.2 Objetivos específicos	10
<b>4. HIPÓTESIS</b>	11
<b>5. METODOLOGÍA</b>	12
5.1 Ubicación geográfica	12
5.2 Variables	13
5.2.1 Variable independiente	13
5.2.2 Variables dependientes	13
5.3 Diseño	13
5.3.1 Selección de la muestra	15
5.3.2. Muestreo	16
5.4 Procedimiento	16
5.4.1 Fase I: Elaboración de sistema	16



5.4.2 Fase II: Colecta de organismos	19
5.4.3 Fase III: Instalación del sistema de cultivo	20
5.3.4 Fase IV: Limpieza de linternas y organismos:	21
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>23</b>
6.1 Parámetros físicos	23
6.1.1 Temperatura	23
6.1.2 Salinidad	23
6.2 Crecimiento	24
6.2.1 Longitud	24
6.2.2 Ancho	25
6.2.3 Alto	26
6.4 Supervivencia	29
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>30</b>
<b>8. RECOMENDACIONES</b>	<b>31</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>32</b>
<b>10. ANEXO</b>	<b>35</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura No. 1</b>	Vista interna de <i>Pinctada mazatlanica</i>	04
<b>Figura No. 2</b>	Desarrollo larvario de moluscos bivalvos	06
<b>Figura No. 3</b>	Ubicación de la aldea Las Lisas	12
<b>Figura No. 4</b>	Diseño experimental del cultivo de Madreperla <i>P. mazatlanica</i>	13
<b>Figura No. 5</b>	Muestra de ancla tipo anclote	17
<b>Figura No. 6</b>	Muestra del cable empleado para la construcción de los aros	17
<b>Figura No. 7</b>	Aros base finalizados	18
<b>Figura No. 8</b>	Elaboración de linternas	18
<b>Figura No. 9</b>	Muestra de organismos colectados previo a la clasificación	19
<b>Figura No. 10</b>	Instalación del sistema experimental de cultivo	20
<b>Figura No. 11</b>	Bolsas de cedazo con juveniles de <i>P. mazatlanica</i>	20
<b>Figura No. 12</b>	Linterna para limpieza	21
<b>Figura No. 13</b>	Limpieza de <i>P. mazatlanica</i>	22
<b>Figura No. 14</b>	Longitud para <i>P. mazatlanica</i> por tratamiento	24
<b>Figura No. 15</b>	Ancho para <i>P. mazatlanica</i> por tratamiento	26
<b>Figura No. 16</b>	Alto para <i>P. mazatlanica</i> por tratamiento	27
<b>Figura No. 17</b>	Medias de crecimiento de <i>P. mazatlanica</i> por tratamiento	28

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro No. 1</b>	Temperatura durante el cultivo experimental de <i>P. mazatlanica</i>	23
<b>Cuadro No. 2</b>	Salinidad durante el cultivo experimental de <i>P. mazatlanica</i>	23
<b>Cuadro No. 3</b>	Análisis de la varianza (ANOVA) para la variable ancho de <i>P. mazatlanica</i>	24
<b>Cuadro No. 4</b>	Análisis de la varianza (ANOVA) para la variable alto de <i>P. mazatlanica</i>	26

## 1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura en los países de América Latina se ha extendido de manera continua desde hace más de dos décadas, especialmente relacionada con camarones y peces. Los moluscos, y en particular los bivalvos, son actualmente el tercer grupo más importante de los organismos marinos en términos de producción de acuicultura. En 2005, se produjeron aproximadamente 130,000 toneladas de moluscos en esta región. Esta producción, se ha duplicado desde el inicio del año 2000 (FAO, 2008).

Los bivalvos se alimentan del primer eslabón de la cadena trófica y por lo tanto, son fuente económica de proteína animal saludable comparada con peces y crustáceos (FAO, 2010).

Los organismos bivalvos son filtradores y por lo tanto, representan un beneficio doble para el ecosistema, primero: al alimentarse filtran el agua eliminando las partículas en suspensión limpiándola, y segundo: generan aprovechamiento de los sólidos en descomposición, debido a que los emplean en la formación de tejidos, los excesos filtrados no digeridos son precipitados al fondo en forma de pseudoheces encapsuladas, contribuyendo a la transferencia de material orgánico para su descomposición (Franco, 2012).<sup>1</sup>

A pesar del éxito comprobado que han alcanzado los cultivos ostrícolas en diversos países, incluidos los de la región Centroamericana, como El Salvador y Costa Rica, que han desarrollado cultivos a nivel de laboratorio y en aguas abiertas, en Guatemala el área de la malacocultura es poco desarrollada y los bancos naturales se han reducido drásticamente predisponiendo a la sobreexplotación de muchos de estos organismos. Es por esta razón que es necesario desarrollar paquetes tecnológicos para promover la acuicultura de bivalvos.

La acuicultura rural de pequeña escala y en especial el cultivo de moluscos bivalvos, que se alimentan en el primer eslabón de la cadena trófica y por tanto no necesitan de insumos para su alimentación, suponen una alternativa de producción viable para las comunidades pesqueras. El desarrollo del cultivo de moluscos posee un gran potencial por contribuir al

---

<sup>1</sup> Franco Cabrera, L. noviembre 16, 2012. *Beneficio de los moluscos bivalvos* (comunicación personal). Guatemala.

alivio de la pobreza, en la medida en que contribuye a la seguridad alimentaria de las comunidades como fuente económica de proteína animal saludable, además de la generación de empleo y fuentes de ingreso alternativas a la pesca de extracción (Rivero, 2009).

La consolidación de la acuicultura de moluscos bivalvos, proporcionara oportunidades de empleo y de negocio tanto a pequeños como medianos y grandes productores, y se podría constituir en un factor relevante de subsistencia y desarrollo para comunidades rurales costeras.

*Pinctada mazatlanica*, conocida comúnmente como madreperla u ostra perlera, habita las zonas rocosas sublitorales hasta una profundidad de 60 m; se distribuye desde Baja California, México, al sur del Perú y se encuentra en la Isla Clipperton, Francia y en las Islas Galápagos, Ecuador (Solano, Cabrera, Protti, & Cruz, 1995).

El presente estudio tuvo como principal objetivo evaluar la factibilidad técnica del cultivo de *P. mazatlanica*.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Marco referencial

Los primeros reportes de estudios de Ostras Perleras provienen de Australia en el libro “The Great Barrier Reef of Australia” publicado en 1893, donde su autor William Saville Kent presenta resultados de trasplantes realizados en *Pinctada máxima* y el éxito en la producción de mabés (media-perla) en la región norte de Australia. Los resultados presentados fueron el precedente a la primera granja perlera de su propiedad en ese país en 1906, donde obtuvo posteriormente la primera perla libre (George, 1968).

Un año después los estudios se centran en Japón y provienen de los trabajos realizados por Mikimoto en 1894 quien obtuvo éxito en la producción de media-perla con la ostra perlera *Pinctada martensii* y el posterior desarrollo de la perlicultura por la Mikimoto Pearl Co. (Matsui, 1958).

Algunos países latinoamericanos como México, Venezuela, Colombia y Costa Rica han desarrollado programas de investigación para complementar un sistema de aprovechamiento del recurso a través de cultivo (Borrero, 1994).

En México, los primeros antecedentes datan de principios del siglo pasado, específicamente del año 1903 y son precisamente con madreperla *Pinctada mazatlanica*, se iniciaron los trabajos de La Compañía Criadora de Concha y Perla de Baja California S A en la Bahía de la Paz específicamente en la Bahía de San Gabriel dentro de la Isla Espíritu Santo bajo la dirección del señor Gastón Vives quien desarrolló después de 20 años de estudios un ingenioso procedimiento de cultivo artificial de tipo extensivo el cual constaba de tres fases: 1. Utilización de un aparato denominado incubadora para la colecta. 2. Uso de viveros o depósitos durante la engorda y 3. Siembra en alta mar para la parte final del cultivo (Monteforte, 1990).

## 2.2 Marco conceptual

La gestión del recurso nácar a través del cultivo de ostras perleras y la perlicultura ha presentado una importante alternativa para el desarrollo socioeconómico a nivel macro de amplias regiones geográficas, tanto así que durante los últimos 8 años el interés por la investigación de la perlicultura comercial de *P. mazatlanica* se ha incrementado en México, Costa Rica, Panamá y Ecuador (Monteforte Sanchez, 2005).

### 2.2.1 Taxonomía

La familia Pteriidae (Broderip 1892) comprende los géneros actuales *Pinctada røding* y *Pteria scopoli* (Keen 1971). Estos se distinguen de otros bivalvos porque el interior de sus conchas está recubierto de una capa nacarada o subnacarada interna iridiscente, y de una capa prismática externa (Figura No. 1). Describe como válidas 12 especies de *Pinctada*, estas poblaciones están actualmente bien identificadas en la costa Pacífico tropical y subtropical de América desde el Golfo de California a Ecuador (Ranson en Keen, 1971).

La madreperla *Pinctada mazatlanica* es un molusco bivalvo cuya posición taxonómica según Keen 1971 es la siguiente:

Phyllum: Mollusca

Clase: Pelecypoda Lamelibranquia bivalvia

Subclase: Pterimorpha (Suzuki, 1985)

Orden: Pteroidea

Familia: Pteriidae

Género: *Pinctada* (Röding, 1978)

Especie: *mazatlanica* (Hanley, 1856)



Figura No. 1 Vista interna de *Pinctada mazatlanica* (Gorriti Manchego & Falcón Huayta, 2014)

### 2.2.2 Biología general de moluscos bivalvos

Las ostras son invertebrados de cuerpo blando sin segmentar, cubiertos por una concha que está constituida por dos valvas, una derecha y otra izquierda, de naturaleza calcárea, unidas entre sí por la región dorsal y articuladas gracias a una charnela que posee unos dientes que forman un engranaje el cual hace posible los movimientos de apertura y cierre (Torres & Corral, 2001).

La respiración se realiza por medio de las branquias que están situadas en la cavidad paleal a ambos lados de la masa visceral entre esta y los lóbulos del manto, están en número de dos, cada una de ellas compuesta por dos laminas formadas por dos hojas a modo de "V" y cada hoja está constituida por una serie de filamentos branquiales enlazados los unos con los otros, los filamentos presentan diversas clases de cilios microscópicos localizados en zonas bien precisas (Coronel, 1994; Torres & Corral, 2001).

El aparato digestivo está constituido por un tubo que posee un orificio bucal, situado en la región anterior, que se abre entre dos pares de palpos labiales hasta un orificio anal el cual desemboca en la parte posterior sobre el borde dorsal del músculo abductor en la cámara exhalante (Torres & Corral, 2001; Gómez-Leon, Lara, & Romero, 2009).

### 2.2.3 Desarrollo embrionario y larval

Las ostras perleras tienen fecundación externa y presentan las etapas larvarias típicas de los molusco bivalvos, dicho desarrollo ocurre en la cámara del manto de la hembra (fertilización interna) o completamente en el exterior (fertilización externa). El huevo inicia su primera división aproximadamente a los 30 minutos después de la fertilización y se van al fondo, donde continúa la división (Monteforte Sanchez, 2005).

El tiempo para el desarrollo embrionario es dependiente de la temperatura y de las especies. Dentro de 24 a 36 horas el huevo fertilizado pasa por los estados de blástula, gástrula, hasta llegar a trocófora, al llegar a este estado pasa por las siguientes fases (Figura No. 2):



- Trocofora: Se forma un día después de la fecundación. Está provista de una corona ciliada y de una glándula de la concha.
- Postrocofora: Se forma a los dos días de la fecundación, secreta una concha univalva, empieza a desarrollarse un velo y a diferenciarse el tubo digestivo. No se alimenta.
- Veliger: Dura de dos a catorce días después de la fecundación. Es planctónica y en esta fase presenta dos características diferenciales, la presencia de dos valvas simétricas, con un borde dorsal, contrastando con el resto del contorno curvilíneo, que le da un aspecto de "D".
- Pediveliger: Aparece desde el día 27 al 29 después de la fecundación. Continúa la presencia del "ojo" y el pie finaliza su desarrollo haciéndose funcional. El velo inicia una regresión y el aparato digestivo está diferenciado. Plantígrado: Se desarrolla a los 30 días. El pie está plenamente desarrollado, aparece un biso y lleva una vida bentónica (Torres & Corral, 2001).

La duración del periodo larvario, definido a partir de experimentos en laboratorio, es de 25 a 33 días, esta duración es similar a otras especies de *Pinctada*. El rango de temperatura en el que se desarrolla *P. mazatlanica* es muy similar para otras especies del género, entre 18 y 32 °C (Monteforte Sanchez, 2005).

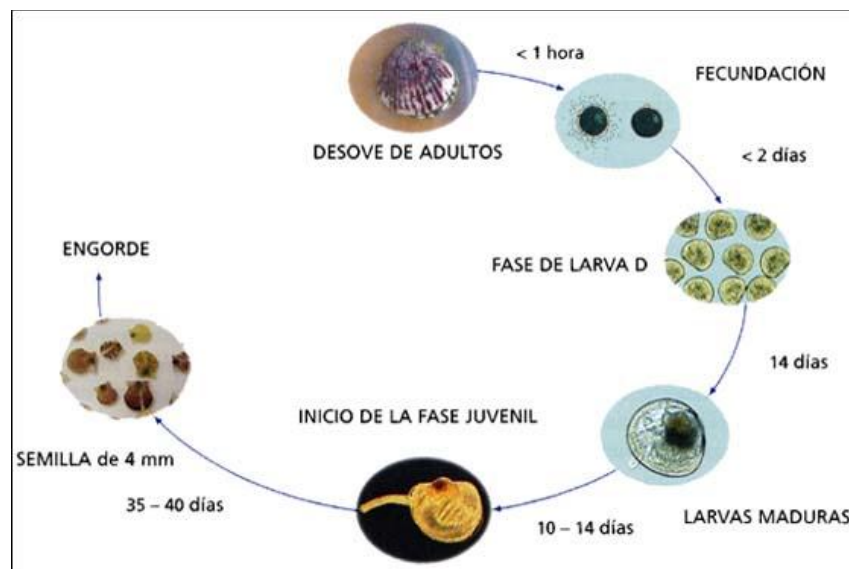


Figura No. 2 Desarrollo larvario de moluscos bivalvos. (Laboratorio de Acuicultura Unidad Pichilingue, 2014).

#### 2.2.4 Anatomía externa

La característica más notoria son las 2 valvas compuestas de carbonato de calcio. El área donde se encuentra la bisagra (umbo), es la parte dorsal, el área opuesta es el margen ventral. En especies con sifones notorios (almejas), el pie se encuentra en la parte antero-ventral y los sifones en la parte posterior. En ostras la parte anterior corresponde a la charnela y en ostiones es la parte donde se encuentra la boca. Por contraposición la parte posterior es donde desemboca el ano (FAO, 2010).

#### 2.2.5. Alimentación

Los bivalvos son filtradores y se alimentan principalmente de fitoplancton, aunque otras fuentes de alimentación pueden ser importantes como partículas finas de material orgánico (detritus) junto con bacterias asociadas y también material orgánico disuelto. Los Ctenidios o branquias están bien desarrolladas y tienen un doble propósito, para la alimentación y la respiración (Coronel, 1994; Illanes, 2010).

#### 2.2.6. Crecimiento

El crecimiento de juveniles y adultos es variable y depende de las especies, su distribución geográfica, ambiente y carga genética, incluso puede variar de un año a otro. Se puede medir por incremento en tamaño de la concha, incremento del peso de las partes blandas o una combinación de estos factores. En acuicultura lo más importante es el tiempo en alcanzar el tamaño comercial o de mercado lo más rápido posible (CENDEPESCA, 2009; Illanes, 2010).

#### 2.2.7 Mortalidad

Las mortalidades pueden ocurrir por varias causas que pueden ser de origen ambiental o biológico. El tema es amplio para detallar pero en las producciones en laboratorio es importante tener en consideración lo siguiente: i) el ambiente puede causar severas mortalidades ( $^{\circ}$ T, contaminación,  $O_2$ ); ii) Predación; iii) Parásitos y enfermedades (existen pocos especialistas al respecto) (Illanes, 2010).

## 2.3 Ostricultura

La producción acuícola de moluscos representa actualmente en Asia el 24.2% ocupando el segundo lugar, en América del Norte y del Sur representa el 20.4% ocupando el tercer lugar, aunque en Europa las estadísticas de producción de moluscos han mostrado un descenso, a nivel mundial la acuicultura de moluscos ocupa el segundo lugar de producción con un porcentaje de 23.6% del total de la producción mundial, lo que representa 14.2 millones de toneladas al año (FAO, 2012).

### 2.3.1 Sistemas de cultivo

El cultivo de las ostras perleras de los géneros *Pinctada* a nivel mundial se realiza preponderantemente en condiciones extensivas. Este cultivo se ha dividido en cuatro etapas: colecta de semilla del medio natural (o su producción en laboratorios), etapa de pre-engorda, engorda y perlicultivo. Para cada fase se han propuesto una variedad de métodos y estructuras eficientes, aunque se cuenta con cierto conocimiento de la obtención de semilla en laboratorio, se observa claramente una gran dependencia del medio natural para su desarrollo. Esto implica el conocimiento y el manejo de factores mecánicos, biológicos y ecológicos que contribuyen a desarrollar las estrategias de colecta a través de las cuales se obtiene la semilla del medio y se definen las estructuras más adecuadas para la captación (Wright López, 1997).

El cultivo extensivo es aquel que se realiza considerando a la producción autóctona o primaria fotosíntesis como la base del sistema y donde la optimización de la producción depende de la eficiencia en el manejo del ambiente físico el cual influye sobre el crecimiento y se restringe a las latitudes tropicales y subtropicales (García & Cabrera, 1994).

### 2.3.2 Cultivo de engorda

Este tipo de cultivo se puede iniciar a partir de semillas capturadas en colectores y provenientes de poblaciones naturales, alternativamente se puede dar el uso, a juveniles producidos bajo condiciones controladas de cultivo; en cualquiera de ambos casos el cultivo se prolonga en el mar hasta alcanzar el tamaño comercial.

Este tipo de cultivo se realiza en sistemas extensivos por lo que los estudios nutricionales o de alimentación no son relevantes, y la capacidad de carga de los ecosistemas en que se realiza la engorda pasa a tener alta relevancia ya que de ello depende la tasa de crecimiento, sobrevivencia, acumulación de reservas energéticas y composición bioquímica de los tejidos (Coronel, 1994).

### 2.3.3 Captación de semilla

La captación de semilla de ostras perleras a partir del medio natural, es una actividad que se sigue practicando de manera rutinaria y rentable, base sobre la cual se sustentan el desarrollo y mantenimiento de las granjas perleras más importantes a nivel mundial. Los esfuerzos encaminados a su optimización adquieren un carácter indispensable, con el fin de alcanzar por una parte un nivel de competitividad y por otra contribuir a la protección de los bancos naturales (Wright López, 1997).

A escala comercial el cultivo de ostras perleras se ha basado en la colecta de semilla del medio natural. A nivel mundial los sustratos de colecta han sido materiales diversos; ramas de palmera, bambú, conchas, piedras y materiales artificiales como plásticos de diferente textura y composición (Wright López, 1997).

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo general

3.1.1 Establecer la profundidad de siembra adecuada para el cultivo de *P. mazatlanica* en el Canal de Chiquimulilla, Las Lisas, Santa Rosa.

#### 3.2 Objetivos específicos:

3.2.1 Determinar la supervivencia de la *P. mazatlanica* cultivada en el Canal de Chiquimulilla, Las Lisas, Santa Rosa.

3.2.2 Evaluar la relación entre parámetros físicos del agua y su influencia en el crecimiento de *P. mazatlanica*.

3.2.3 Evaluar el crecimiento durante el cultivo de *Pinctada mazatlanica* en el Canal de Chiquimulilla, Las Lisas, Santa Rosa.

#### 4. HIPÓTESIS

Ho: La supervivencia de *P. mazatlanica* no se ve afectada cuando se cultiva a diferentes profundidades (50, 75 y 100 cm) en el Canal de Chiquimulilla, Las Lisas, Santa Rosa.

Ha: La supervivencia de *P. mazatlanica* depende de la profundidad (50, 75 y 100 cm) en el Canal de Chiquimulilla, Las Lisas, Santa Rosa.

Ho: El ancho, alto y longitud de *P. mazatlanica* no depende de la profundidad de cultivo (50, 75 y 100 cm) en el Canal de Chiquimulilla, Las Lisas, Santa Rosa.

Ha: El ancho, alto y longitud de *P. mazatlanica* depende de la profundidad de cultivo (50, 75 y 100 cm) en el Canal de Chiquimulilla, Las Lisas, Santa Rosa.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 Ubicación geográfica

Las Lisas es una aldea del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa, se encuentra localizada entre el Canal de Chiquimulilla y el Océano Pacífico a una altura de 3 metros sobre el nivel del mar, se ubica en la latitud 13°80'23" y longitud 90°26'33" (Google Inc, 2014).

Posee un área aproximada de 4.5 km<sup>2</sup>, la temperatura promedio es de 34.5 °C (Pineda, 1968).

El Canal de Chiquimulilla atraviesa la aldea y sirve de comunicación con el viejo puerto de Iztapa, Escuintla y demás comunidades intermediarias como: El Chapetón, El Ahumado, Los Macizos, el Dormido, Las Mañanitas, el Rosario, La Muerte, Hawaii, El Cebollito, Monterrico, El Pumpo, La Candelaria y Las Quechas (Rodas, 2010).

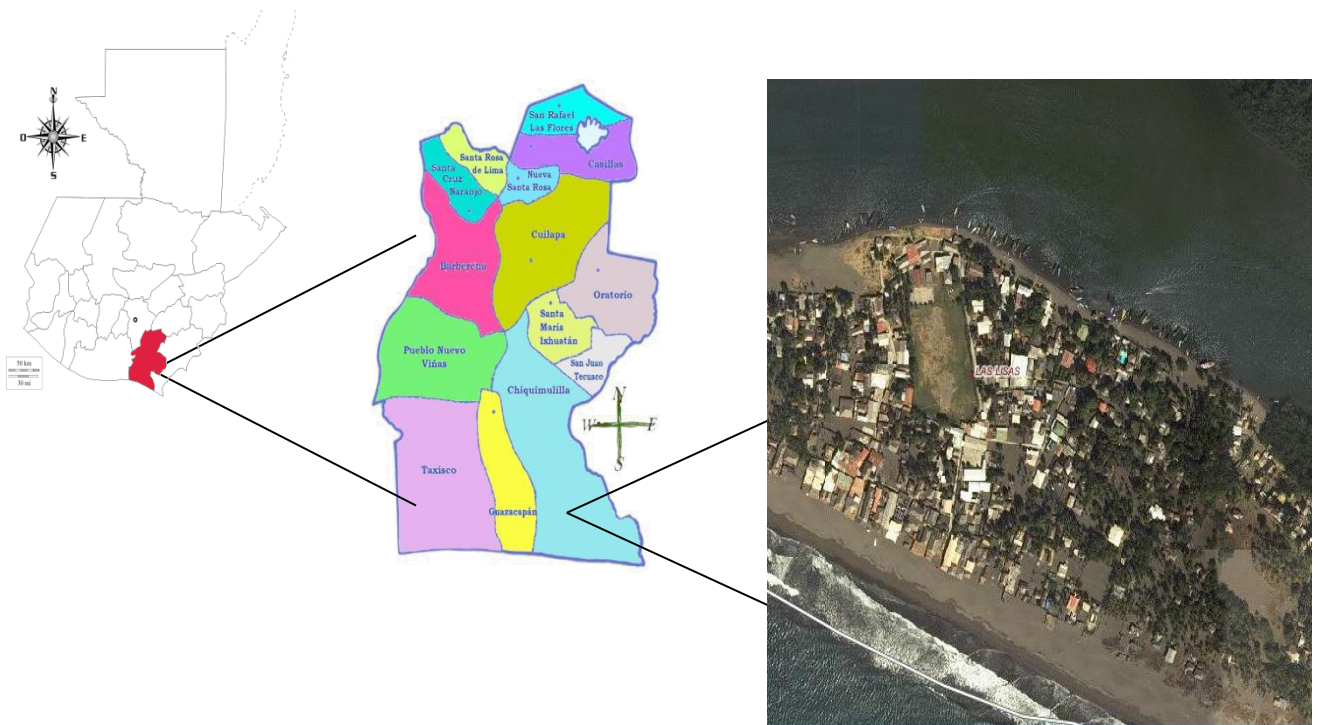


Figura No. 3 Ubicación de la aldea Las Lisas (InmoMundo, 2014).

## 5.2 Variables

### 5.2.1 Variable independiente

Profundidad

### 5.2.2 Variables dependientes

Variables	Indicadores
Sobrevivencia	%
Alto	Milímetros/quincena
Ancho	Milímetros/quincena
Longitud	Milímetros/quincena

## 5.3 Diseño

Se utilizó el diseño propuesto por Hermosilla & Reyes (2013). Realizando los ajustes necesarios, se seleccionó dicha investigación debido a que generó previamente una metodología de trabajo para el muestreo de organismos bivalvos en cultivos experimentales.

### 5.3.1 Diseño estadístico

- Se realizó un muestreo simple aleatorio con reemplazo, es decir que se tomaba la muestra a evaluar y se devolvía a su sitio para que la población no cambiara.
- El cultivo experimental se realizó con 4 réplicas por tratamiento (Figura No. 4), empleando tres tratamientos diferentes (profundidad:  $t_1 = 0.50$  m,  $t_2 = 0.75$  m y  $t_3 = 1.00$  m).

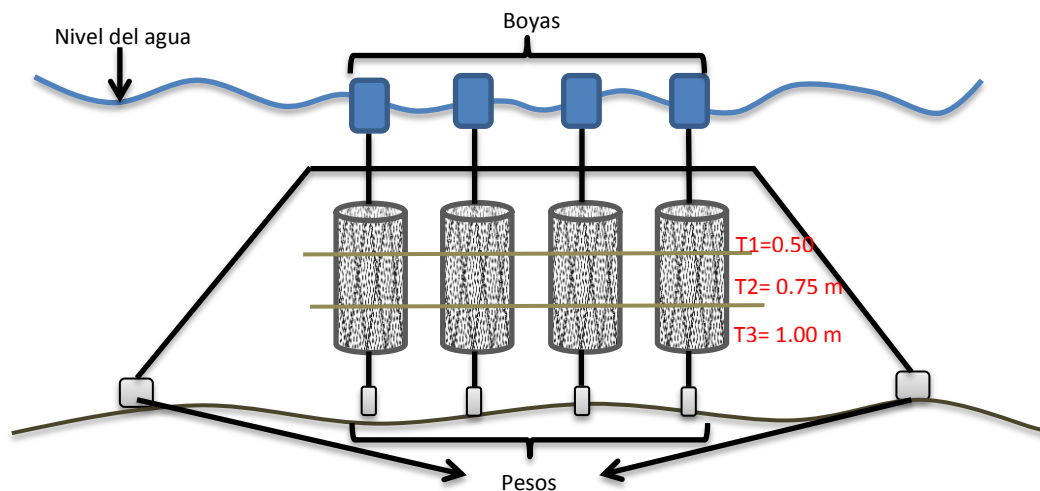


Figura No. 4 Diseño experimental del cultivo de Madreperla *P. mazatlanica* (Trabajo de campo, 2013).



La información tomada en campo se digitalizó en una base de datos del programa Microsoft Excel versión 2010, para poder analizarlos, realizando comparación entre el crecimiento de las tres variables (alto, ancho, longitud) y el tratamiento.

El análisis estadístico se realizó por medio del programa informático, INFOSTAT versión 2012e, corriendo un análisis de ANDEVA.

Por medio de este análisis se evaluó si existía diferencia entre los promedios para los diferentes valores de las variables nominales.

Para las pruebas no paramétricas, tasas de supervivencia, se empleó el análisis de Kruskal-Wallis, con el fin de aceptar o rechazar la  $H_0$ : La supervivencia de *P. mazatlanica* no se ve afectada cuando se cultiva a diferentes profundidades (50, 75 y 100 cm) en el Canal de Chiquimulilla, Las Lisas, Santa Rosa, que está definido por:

$$KW = (N - 1) \frac{\sum_i^g = n_i(\bar{r}_i - \bar{r})^2}{\sum_i^g = 1 \sum_j^{n_i} = 1 (r_{ij} - \bar{r})^2}$$

Dónde:

- $n_i$  = es el número de observaciones en el grupo i
- $r_{ij}$  = es el rango (entre todas las observaciones) de la observación j en el grupo i
- $N$  = es el número total de observaciones entre todos los grupos
- $\bar{r}_i$  = promedio de los rangos en la observación j del grupo
- $\bar{r} = (N + 1)/2$  es el promedio de  $r_{ij}$

### 5.3.2 Selección de la muestra

La población inicial fue de 1000 organismos que fueron colectados manualmente durante el mes de febrero, con una longitud igual a  $15 \pm 0.05$  mm evitando, capturar organismos que fuesen más grandes o más pequeños, para omitir así errores de muestreo. Dentro del periodo de investigación se realizaron muestreos *in situ* de parámetros físicos del agua (temperatura y salinidad) así como muestras de agua para identificación del plancton presente, dichos análisis se realizaron en el Laboratorio de Investigación Aplicada del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El tamaño de la muestra fue determinado en base a la fórmula de cálculo para la muestra de poblaciones finitas que se presenta a continuación:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Dónde:

- N = Total de la población
- $Z_{\alpha}$  = Intervalo de confianza (1.96 si la seguridad es del 95%)
- p = proporción esperada (en este caso 0.5)
- q = 1 – p (en este caso 1-0.5 = 0.5)
- d = precisión (en esta investigación se usó un 5%).

Se obtuvo un valor de 278 organismos, que se dividieron en los tres tratamientos y las cuatro replicas, por lo que se muestrearon 23 organismos por cada uno de los niveles del sistema de cultivo.

### 5.3.3 Muestreo

Los muestreos del sistema de cultivo se realizaron cada quince días, durante un periodo de 6 meses, obteniendo un total de 12 muestreos en los que se procedió de la siguiente forma:

- Para la toma de muestras físicas del agua (in situ):
  - Con un refractómetro se estimó la salinidad del sistema.
  - Con un termómetro acuático se tomó la temperatura del área de cultivo.
- Procedimiento para toma de parámetros biométricos de las ostras:
  - Se muestrearon 23 organismos por tratamiento, 276 organismos por muestreo en total.
  - Con un Vernier se tomaron los datos de longitud, alto y ancho de cada una de las ostras.
  - Los datos se anotaron en las boletas de registro de biometría de *P. mazatlanica* (Anexo No. 1)
  - Al mismo tiempo se contabilizó la mortalidad encontrada en la boleta de registro de supervivencia (Anexo No. 1).

## 5.4 Procedimiento

### 5.4.1 Fase I: Elaboración de sistema

Se elaboró un sistema de cultivo tipo *long-line* o linterna que es una estructura flotante de forma trapezoidal que se ancla al fondo del cuerpo de agua y con flotadores mantiene suspendido el sistema en la columna de agua.

La fabricación del sistema suspendido de linternas se realizó con materiales que los pescadores del lugar los consideraban como desecho, empleando lo siguiente:

- Tres cuerdas de polipropileno de aproximadamente 25 metros cada una, las cuales fueron entorchadas para formar la línea madre del sistema.
- Cuatro anclas tipo anclote (ancla pequeña y ligera con brazos múltiples, que emplean para fondear con facilidad las embarcaciones menores, (Figura No, 5) que sirvieron para anclar el sistema al fondo del canal.



Figura No. 5 muestra de ancla tipo anclote (Nauticos, 2014).

- A la línea madre se le colocaron dos flotadores en los extremos proporcionándole una forma trapezoidal, para dar mayor seguridad al sistema, dichos flotadores consistían en dos galones de plástico.

Las linternas, al igual que la línea madre, se fabricaron de la forma más sencilla posible, utilizando materiales reciclados, pero que garantizaron la durabilidad del sistema. Para la fabricación de las linternas se realizó el siguiente proceso:

- Se buscó trasmallos y lumpes que los socios de la cooperativa El Tesoro del Mar habían desechado.
- Se usó cable trenzado de acero inoxidable (Figura No. 6) que había sido llevado para tensar los postes de energía eléctrica, se emplearon para la elaboración de los anillos que darían forma y soporte a las linternas.



Figura No. 6 muestra del cable empleado para la construcción de los aros (Mallasgalbis, 2014).

- Luego de haber moldeado los cables, se forraron con sarán (malla para sombra color negro), se cubrió el espacio vacío del aro, para que sirviera como piso del sistema (Figura No. 7).



Figura No. 7 Aros base finalizados (Trabajo de campo, 2013).

- Los lumpes fueron remendados con pedazos de trasmallo, obteniendo un paño del tamaño necesario para la colocación de los aros y la formación de las linternas.
- Los aros fueron cocidos al paño con la ayuda de agujas de pescador, se le dió forma a las linternas (Figura No. 8).



Figura No. 8 Elaboración de linternas (Trabajo de campo, 2013).

- Posteriormente se añadió a cada linterna en el fondo un peso que fue elaborado a partir de botellas plásticas vacías de 2 litros, que posteriormente fueron rellenas con arena.
- Se instaló una boya que consistía en un recipiente vacío del tamaño de un galón para que funcionara a modo de flotador.

#### 5.4.2 Fase II: Colecta de organismos

Previo a la colocación del sistema de cultivo, se procedió a la colecta de los organismos que sirvieron para el experimento:

- Los organismos se tomaron de las raíces de los manglares del lugar, recolectando un total de 1000 organismos.
- La colecta se realizó en el mes de febrero, contando con la participación de los socios de la cooperativa El Tesoro del Mar.
- Los organismos se distribuyeron en los pisos de las linternas, que representaban los tratamientos a evaluar.
- Posterior a la colecta, con un Vernier se tomaron las medidas de alto, ancho y longitud de cada uno de los organismos.
- Debido a que se inició trabajando con organismos muy pequeños (Figura No. 9), se elaboraron bolsas de cedazo en donde se introdujeron los juveniles que habían sido previamente clasificados, para evitar que se escaparan de las linternas.



Figura No. 9 Muestra de organismos colectados previo a la clasificación (Trabajo de campo, 2013).

### 5.4.3 Fase III: Instalación del sistema de cultivo

- Se colocaron las anclas en los extremos de la línea madre y se engancharon en el lugar escogido, que cumplía con la profundidad necesaria en marea baja colocando flotadores y calculando que el cabo quedase elevado en un ángulo de 45°.
- Para dar más firmeza al sistema se colocó un ancla extra con dos piedras grandes y una cuerda de seguridad.
- Se colocaron las linternas del sistema a una distancia de 20 cm entre cada una, con el fin de proporcionar espacio suficiente para evitar choques (Figura No. 10).



Figura No. 10 Instalación del sistema experimental de cultivo  
(Trabajo de campo, 2013).

- Cada linterna contaba con los tres pisos por tratamiento y en cada piso una bolsa de cedazo que brindaba seguridad a los organismos en cultivo.



Figura No 12 Bolsas de cedazo con juveniles de *P. mazatlanica* (Trabajo de campo, 2013).

#### 5.3.4 Fase IV: Limpieza de linternas y organismos:

- La limpieza de las linternas y de la línea madre, se realizó una vez por semana, para evitar que la luz de malla se obstruyera y permitiera el libre paso del flujo de agua para la alimentación de los organismos.
- El proceso de limpieza de las linternas se realizó de la siguiente forma:
  - Las linternas se retiraron de la línea madre y se transportaron en una lancha hacia la orilla del canal.
  - Con un estropajo se retiró todo lo que estuviera adherido a la línea madre y a los flotadores.
  - Ya en la orilla se amarraron las linternas en varios postes dentro del agua y con un cepillo de ropa, se eliminó toda la materia que se encontró en la malla, hasta dejarla completamente limpio (Figura No. 12).



Figura No. 12 Linterna para limpieza (Trabajo de campo, 2013).

- La limpieza de los organismos se realizó cada quince días, con la colaboración de los miembros de la junta directiva de la Cooperativa El Tesoro del Mar.
- El proceso de limpieza de los organismos consistió en:
  - Se retira y lleva cada linterna de la línea madre hacia la orilla del canal.
  - Extraer de cada piso de la linterna, la bolsa de cedazo para llevarla a la casa de uno de los socios de la cooperativa.



- Con cuchillos pequeños, se retiró todo lo que se adhirió a las valvas de las ostras.
- Tanto a los organismos como a las bolsas de cedazo se sumergían en un balde con agua dulce para eliminar todo tipo de adherentes, al momento de estar en el balde el agua debía estar en constante movimiento con el fin de evitar que las ostras abriesen las valvas (Figura No. 13).



Figura No. 13 Limpieza de *P. mazatlanica* (Trabajo de campo, 2013).

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Parámetros físicos

Dentro de los parámetros evaluados se tomaron los datos de temperatura y salinidad del punto donde se ubicó el sistema de cultivo.

#### 6.1.1 Temperatura

Durante el ciclo de cultivo se obtuvo una lectura máxima de 25°C y una mínima de 23°C. Obteniendo una media de 24.08 °C con una desviación estándar de 0.90 (Cuadro No. 2).

Estos organismos tienen la capacidad de soportar rangos de temperatura que van desde los 5°C hasta los 28°C (Maeda-Martínez, 2002).

Cuadro No. 1 Valores de temperatura durante el cultivo experimental de *P. mazatlanica*.

Temperatura °C						
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
1er muestreo	24	24	25	25	23	23
2do muestreo	24	25	25	25	23	23

Fuente: Trabajo de campo, 2013

#### 6.1.2 Salinidad

La salinidad presentó una lectura máxima de 35 ppt y una mínima de 33 ppt durante la duración del estudio, obteniendo así una media de 34.33 ppt con una desviación estándar de 0.98 a lo largo del tiempo de estudio (Cuadro No. 3).

Cuadro No.2 Valores de salinidad durante el cultivo experimental de *P. mazatlanica*.

Salinidad (ppt)						
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
1er muestreo	33	35	35	35	35	33
2do muestreo	33	35	35	35	35	33

Fuente: Trabajo de campo, 2013

Los valores de la salinidad que fueron registrados durante el periodo de investigación no influyeron en el comportamiento del cultivo debido a que se encontraban en los rangos tolerables para moluscos bivalvos (Maeda-Martínez, 2002).

## 6.2 Crecimiento

### 6.2.1 Longitud

Las medidas de longitud, no presentaron una diferencia significativa ( $p=0.9673$ ) entre tratamientos.

Al realizar la comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey se evidencio que estadísticamente no presenta diferencia significativa entre los organismos. El crecimiento fue similar en los tres tratamientos (Figura No. 14).

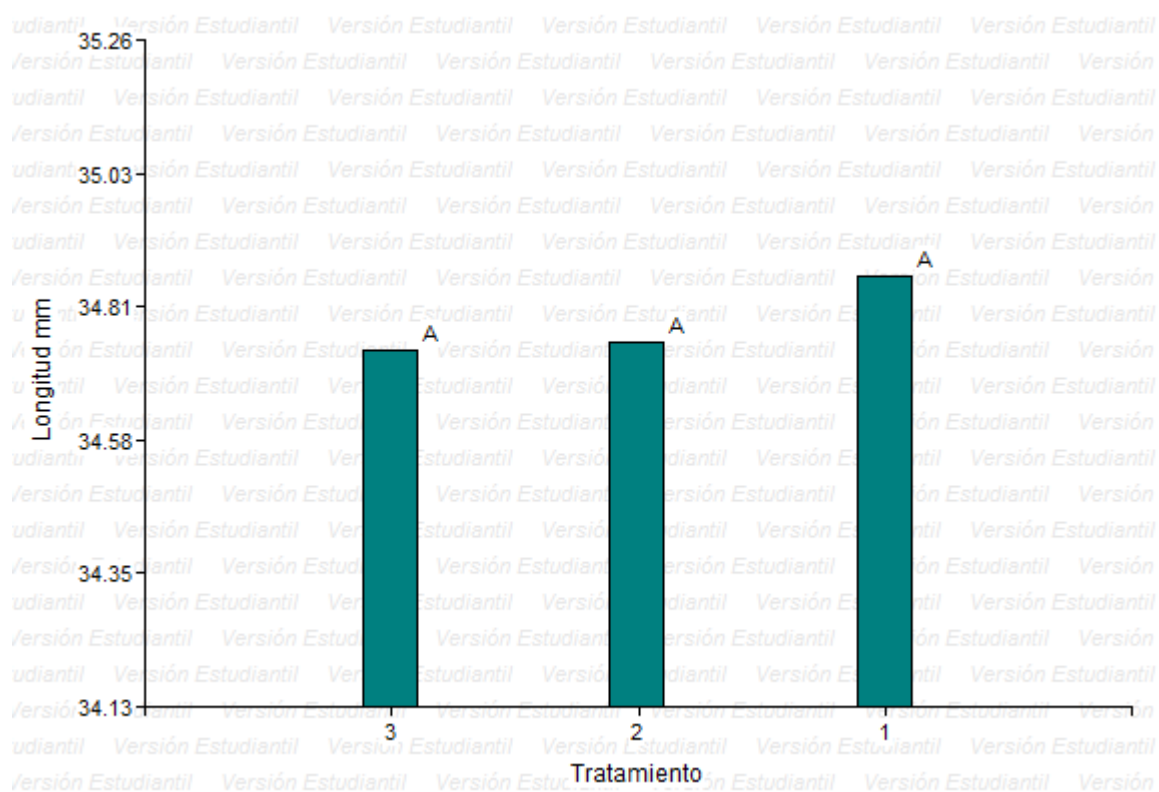


Figura No. 14 Longitud para *P. mazatlanica* por tratamientos (Trabajo de campo, 2013).

El crecimiento normal de *P. mazatlanica* parece ser alométrico a favor del ancho, a partir de los 7 a 18 meses de edad, antes de este periodo presenta un crecimiento que ocurre en primer lugar incrementando la longitud de la concha, posteriormente incrementan el ancho y la ganancia en alto se produce simultáneamente al aumento de las otras dos variables (Monteforte, 1990).

### 6.2.2 Ancho

El análisis de la varianza para la variable ancho no evidenció una diferencia significativa ( $p=0.7413$ ) entre tratamientos (Cuadro No. 4 y Figura No. 15).

Cuadro No. 3 Análisis de la varianza (ANOVA) para la variable ancho de *P. mazatlanica* durante cultivo

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ancho	3312	1.8E-04	0.00	40.63

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	61.54	2	30.77	0.30	0.7413
Tratamiento	61.54	2	30.77	0.30	0.7413
Error	340121.63	3309	102.79		
Total	340183.17	3311			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.01286

Error: 102.7868 gl: 3309

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2.00	24.81	1104	0.31 A
1.00	24.91	1104	0.31 A
3.00	25.14	1104	0.31 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

Fuente: Trabajo de campo, 2013

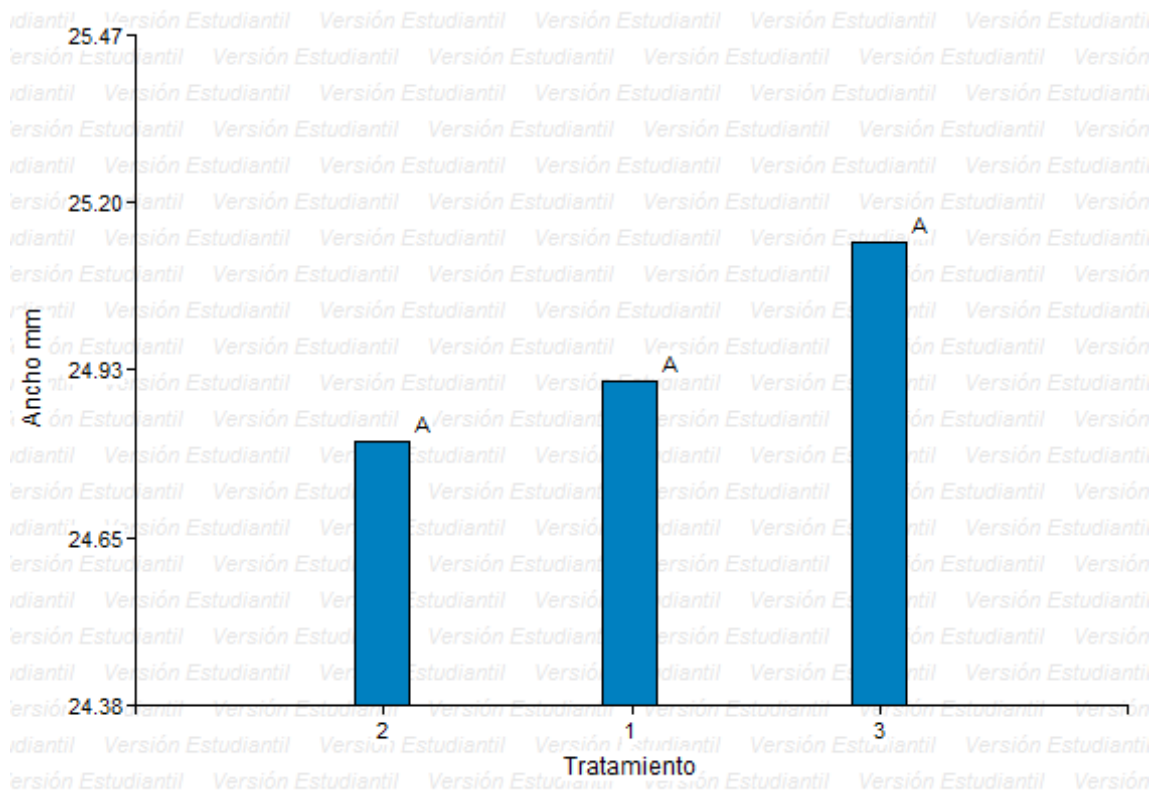


Figura No. 15 Ancho para *P. mazatlanica* por tratamientos (Trabajo de campo, 2013).

### 6.2.3 Alto

El análisis de la varianza (Cuadro No. 5) para la variable alto no presentó una diferencia significativa ( $p = 0.5401$ ), por lo tanto se observa que el crecimiento (Figura No. 16) fue el mismo para los tratamientos y que la diferencia se atribuye a errores experimentales.

Cuadro No. 4 Análisis de la varianza (ANOVA) para la variable alto de *P. mazatlanica* durante cultivo

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Alto	3312	3.7E-04	0.00	28.44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.25	2	2.12	0.62	0.5401
Tratamiento	4.25	2	2.12	0.62	0.5401
Error	11403.25	3309	3.45		
Total	11407.50	3311			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18546

Error: 3.4461 gl: 3309

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1.00	6.50	1104	0.06 A
2.00	6.51	1104	0.06 A
3.00	6.58	1104	0.06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p <= 0.05)

Fuente: Trabajo de campo, 2013

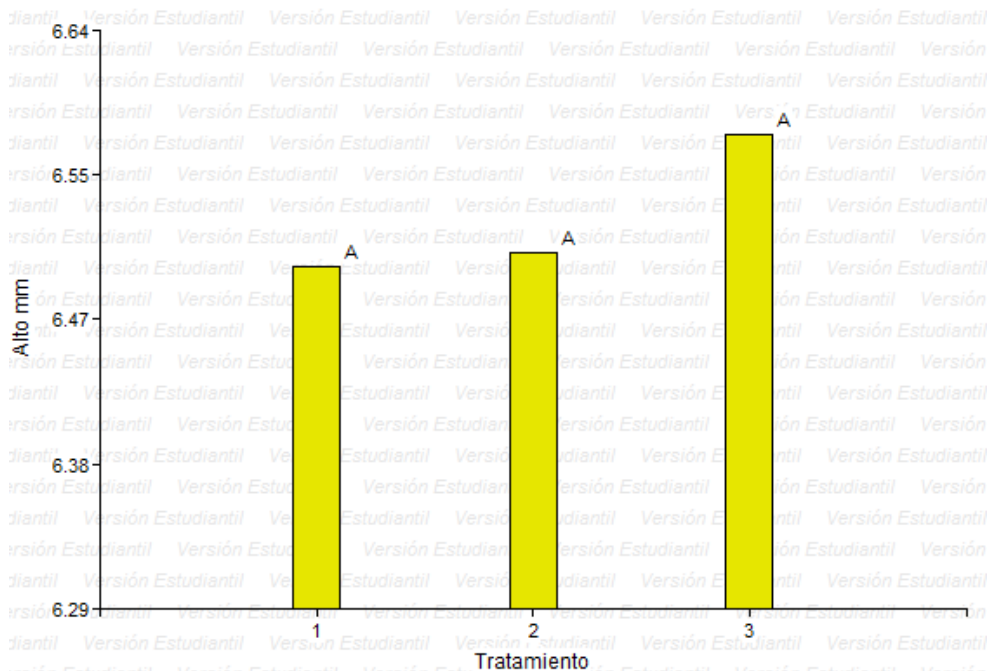


Figura No. 16 Alto para *P. mazatlanica* por tratamiento (Trabajo de campo, 2013).

Monteforte (2003) reportó un crecimiento de 53.2 mm de alto en un periodo de 14 meses, considerando una media de de 3.8 mm/mes. En esta investigación se obtuvo un incremento para la variable alto de 7 mm en un periodo de 6 meses, es decir una media de crecimiento de

0.87 mm/mes, la diferencia de crecimiento entre esta investigación y la de Monteforte, radica principalmente en que, para la presente, se trabajó justamente en la época de estancamiento del desarrollo normal de los organismos en su fase hacia juveniles.

En la actualidad únicamente se han realizado estudios orientados a la perlicultura y se ha destacado como característica principal de crecimiento el alto de la conchuela, debido a que es por medio de esta que se determina si el organismo es o no adecuado para iniciar el proceso de perlicultura (Monteforte Sanchez, 2005).

El crecimiento de los tres tratamientos no presento diferencias estadísticamente significativas (Figura No. 17).

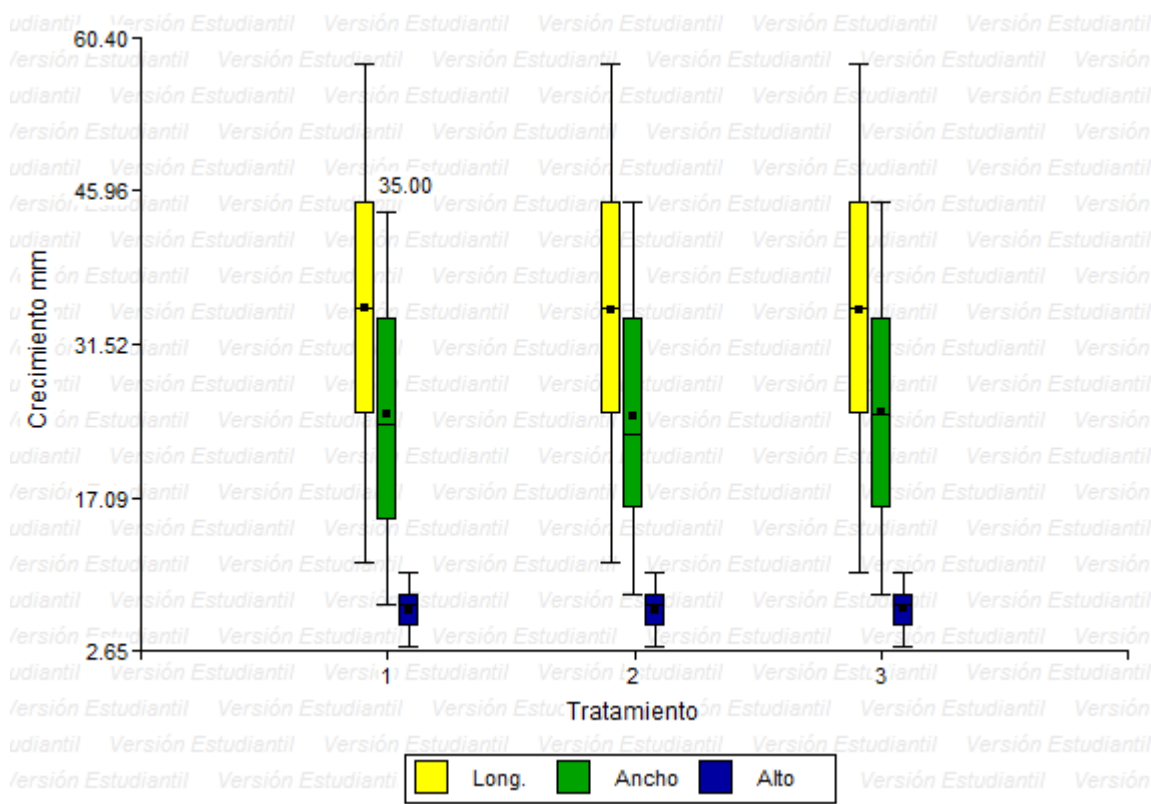


Figura No. 17 Medias de crecimiento de *P. mazatlanica* por tratamiento. (Trabajo de campo, 2013)

### 6.3 Supervivencia

De los doce muestreos que se realizaron durante el tiempo de cultivo únicamente se reportó un organismo muerto de los 1000 sembrados, por lo que el éxito de supervivencia del cultivo fue del 99.99% no aplicando el estadístico propuesto.

Siguiendo las recomendaciones de Hermsilla & Reyes (2013) se mantuvo una presencia más constante en campo, razón por la que se considera la baja tasa de mortalidad general del sistema de cultivo.



## 7. CONCLUSIONES

7.1. No existió diferencia significativa ( $\alpha = 0.05\%$ ) entre los tratamientos evaluados, para ninguna de las tres variables zoométricas.

7.2. La implementación de un sistema de cultivo de *P. mazatlanica* en El Canal de Chiquimulilla, es técnicamente factible debido a que los resultados de este cultivo experimental fueron positivos en crecimiento y supervivencia.

7.3. La supervivencia de *P. mazatlanica* fue del 99.99%.

7.4. Se determinó que para el cultivo de *P. mazatlanica* pueden utilizarse las tres profundidades evaluadas sin impacto en los indicadores productivos.

7.5. Los factores físicos del agua (temperatura y salinidad) no interfirieron en el crecimiento normal de *P. mazatlanica* debido a que se encontraban en los rangos de aceptación de la especie.

## 8. RECOMENDACIONES

8.1. Completar el cultivo de *P. mazatlanica* en el Canal de Chiquimulilla por un tiempo de un año para identificar las tendencias de crecimiento en las ostras y poder desarrollar paquetes tecnológicos.

8.2. Empezar acciones de cultivo orientadas a la producción de moluscos bivalvos con el fin de diversificar la acuicultura en el país y al mismo tiempo elevar los ingresos económicos y el nivel de vida de las comunidades propiciando el desarrollo rural y comunitario.

8.3. Brindar apoyo técnico a los miembros de la cooperativa El Tesoro del Mar, quienes se mostraron interesados en continuar a nivel comercial el cultivo de *P. mazatlanica*.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Borrero, F. J. (1994). *Potential of pearl oyster culture on the Colombian Caribbean Pearls*. Colombia: Instituto de Investigaciones Marinas de Punta de Betin.
2. Centro de Desarrollo Pesquero [CENDEPESCA]. (2009). *Informe técnico: producción artificial de semilla y cultivo de engorde de moluscos bivalvos*. El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
3. Chepurnov, V. A. (s.f.). *Diatoms catalogue*. Bélgica : Belgian Coordinated Collections of Microorganisms.
4. Coronel, J. (1994). *Acuicultura de moluscos*. Mexico: Secretaria de Educación Pública.
5. Food and Agriculture Organization [FAO]. (2012). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Roma: Autor.
6. FAO. (2010). *Cultivo de bivalvos: biología básica de los bivalvos: taxonomía, anatomía y ciclo vital* [en línea]. Recuperado febrero 02, 2013, de <http://www.fao.org/docrep/009/y5720s/y5720s06.htm#bm06>
7. FAO. (2008). *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura*. Puerto Montt, Chile: Autor.
8. García, C., y Cabrera, J. (1994). La acuicultura: definición y límites. En de la Lanza-Espino, G., y Arredondo, F. (Eds.), *La acuicultura en México: de los conceptos a la producción* (pp. 120-134). Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM].
9. George, D. (1968). Pearl cultivation in the South Sea. *South Pacific Bulletin*, 18 (4), 49-54.
10. Gómez-Leon, J., Lara, O., y Romero, C. (2009). *Etapas para el cultivo de bivalvos marinos (pectínidos y ostras) en sistemas suspendidos en el Caribe Colombiano*. Colombia: s.e.
11. Gorriti Manchego, M., y Falcón Huayta, V. *Museo Nacional de Arqueología, Antropología e Historia del Perú*. Obtenido de manandmollusc.net: recuperado el 10 de julio de 2014. [http://www.manandmollusc.net/peru\\_spanish.html](http://www.manandmollusc.net/peru_spanish.html)
12. Helm, M., Bourne, N., y Lovatelli, A. (2006). *Cultivo de bivalvos en criadero: un manual práctico*. Roma: FAO.
13. Hermosilla-Carazo, D., y Reyes, D. (2013). *Cultivo experimental de Crassostrea rizophorae a tres profundidades (50, 17 y 100 cm), en bahía La Graciosa, Izabal*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC].

14. Hoppenrath, M. (s.f.). *Chaetoceros* [en línea]. Recuperado enero 10, 2014, de <http://www.plankton.net>
15. Illanes, J. (2010). *Introducción a la producción de "semillas" de moluscos bivalvos*. Chile: Universidad Católica del Norte
16. InmoMundo. (20 de Mayo de 2014). *Zonu*. Obtenido de Zonu: [www.zonu.com](http://www.zonu.com)
17. Keen, M. (1971). *Seashells of the tropical West America*. California: Stanford University.
18. Laboratoriode Acuicultura Unidad Pichilingue. *uabcs.mx*. Obtenido de obtención de semilla: reproducción, vida larvaria y fijación. Recuperado el 10 de julio de 2014. <http://www.uabcs.mx/maestros/ccaceres/Moluscos/larva.htm>
19. Lovatelli, A., Vannuccini, S., y McLeod, D. (2008). Current status of world bivalve aquaculture and trade. En Lovatelli, A., Farias, I., y Uriarte, I. (Eds.), *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina* (pp. 45-59). Puerto Montt, Chile: FAO.
20. Maeda-Martinez, A. (2002). *Moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y acuicultura*. Mexico: Limusa.
21. Mallasgalbis. (10 de Julio de 2014). *Comunica-web*. Obtenido de Galbis: [http://www.mallasgalbis.es/producto\\_CABLE-DE-ACERO-TRENZADO-5X7-1\\_413.html](http://www.mallasgalbis.es/producto_CABLE-DE-ACERO-TRENZADO-5X7-1_413.html)
22. Márquez, D. (s.f.). *Mundo microscópico* [en línea]. Recuperado enero 10, 2014, de <http://www.biodiversidadvirtual.org>
23. Matsui, Y. (1958). Aspects of the environment of pearl-culture ground and the problems of hybridization in the genus *Pinctada*. En Buzzati-Traverso, A. A. (Ed.), *Perspectives in marine biology* (pp. 519-531). California: Berkeley.
24. Monteforte Sanchez, M. (2005). *Ecología, biología y cultivo extensivo de la Madreperla de Calafia Pinctada mazatlanica (Hanley 1856), y la Concha Nácar Arcoiris Pteria sterna (Gould 1852) en Bahía de La Paz, Baja California Sur, México*. Cuba: Universidad de La Habana.
25. Monteforte, M. (1990). Cultivo de ostras perleras y perlicultura, situación actual en los países productores y perspectivas en México. *Serie Científica UABCS Ciencias del Mar, 1* (1), 13-18.
26. Nauticos. *Sefesa-Nauticos*. Obtenido de Serfesa-Nauticos: Recuperado el 10 de Julio de 2014 <http://www.sefersa-nautic.com/boutique-catalog.php>
27. Pineda, E. (1968). *Libro de oro: Monografía de Chiquimulilla*. Guatemala: s.e.

28. Ramorino, L. (1974). *Reseña sobre la biología de moluscos cultivados en América Latina*. Estados Unidos: Simposio FAO/CARPAS.
29. Rivero, S. (2009). *Diagnóstico del cultivo y extracción de moluscos en Centro América: hacia una estrategia regional*. El Salvador: s.e.
30. Rodas, M. R. (2010). *Informe de extensión: Las Lisas*. Guatemala: USAC.
31. Solano, Y., Cabrera, M., Protti, R., y Cruz, R. (1995). Relaciones morfométricas de *Pinctada mazatlanica* (Bivalvia: Pteriidae) en Isla de Pájaros, golfo de Nicoya, Puntarenas, Costa Rica. *Biología Tropical*, 43 (1-3), 177-180.
32. Torres, E., y Corral, M. (2001). *Bioecología de la ostricultura en el mundo: Impulso, desarrollo y potenciación de la ostricultura en España*. España: Fundación Alfonso Martín Escudero.
33. Wright López, H. (1997). *Ecología de la captación de la semilla de madreperla *Pinctada mazatlanica* y concha nácar *Pteria sterna* (Bivalvia: pteriidae), en la Isla Gaviota, Bahía de La Paz, B.C.S., México*. Baja California: Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.

## **10. ANEXO**

**BOLETA DE TOMA DE DATOS**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura  
Investigación

**CULTIVO EXPERIMENTAL DE *P. mazatlanica* EN CANAL DE CHIQUIMULILLA**  
**MONITOREIO No. \_\_\_\_\_**  
**BIOMETRIA DE OSTRAS**

FECHA:

HORA:

LINTERNA ____				
PISO 1				
No.	Long	Alto	Ancho	Muertas
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

LINTERNA ____				
PISO 2				
No.	Long	Alto	Ancho	Muertas
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

LINTERNA ____				
PISO 3				
No.	Long	Alto	Ancho	Muertas
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

PARAMETROS FISICOS	
Temperatura (°C)	
Salinidad (ppt)	

Observaciones: