



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA MARINA**

**“EFECTOS DEL BIOFOULING SOBRE EL CRECIMIENTO Y
SUPERVIVENCIA EN CULTIVO SUSPENDIDO
INFRALITORAL DE LA OSTRAS DEL PACÍFICO
(*CRASSOSTREA GIGAS*; THUNBERG, 1793), BAJO DOS
SISTEMAS DE SANEAMIENTO EN EL PUERTO REAL ALTO
DE DICIEMBRE 2014 - JULIO DEL 2015”.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
BIÓLOGO MARINO**

AUTORA: KAREN GABRIELA SÁNCHEZ LÓPEZ

TUTORA: Q. F. MERY RAMÍREZ M, M. Sc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2015

**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA MARINA**

**“EFECTOS DEL BIOFOULING SOBRE EL CRECIMIENTO Y
SUPERVIVENCIA EN CULTIVO SUSPENDIDO
INFRALITORAL DE LA OSTRÁ DEL PACÍFICO
(*CRASSOSTREA GIGAS*; THUNBERG, 1793), BAJO DOD
SISTEMAS DE SANEAMIENTO EN EL PUERTO REAL ALTO
DE DICIEMBRE 2014 - JULIO DEL 2015”.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
BIÓLOGO MARINO**

AUTORA: KAREN GABRIELA SÁNCHEZ LÓPEZ

TUTORA: Q. F. MERY RAMÍREZ M, M. Sc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2015

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad de esta investigación y los hechos expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma le corresponde a la Universidad Estatal Península de Santa Elena”.

Karen Gabriela Sánchez López
C. I: 0927365809

DEDICATORIA

A Dios, por su fidelidad y gran amor, me ha dado fuerzas para poder realizar este gran sueño, con felicidad y satisfacción.

A mis padres, por su confianza y amor, por guiarme por el camino de la superación.

Mi madre María López, mi padre Walberto Sánchez y mi abuela Ivete, por estar a mi lado apoyándome.

A mi esposo Oscar Marín por su amor incondicional, a mi hijo David por llenar mi existencia de ternura y amor.

AGRADECIMIENTO

Expreso con la finalización de este trabajo la gratitud a DIOS, por fortalecerme siempre, ser mi camino, guardar mi vida.

A mis padres y a mi abuela que han sido y son el pilar de mi vida, por su perseverancia en mi formación profesional, por cada consejo dado, les agradezco por su esfuerzo en mi carrera académica.

A mi esposo Oscar y mi Hijo David que son el motor de mi existencia, por estar siempre a mi lado llenándome de alegría.

A mis hermanas: Nelly, Leonor, Mariana y Morelia, a mis hermanos: Sergio, Jekson, Oswaldo y Cosme, gracias por su comprensión y cariño.

A la Cooperativa de producción, extracción de pesca y acuicultura artesanal Puerto Real Alto. Especialmente al señor Juan Cruz, Jefferson Pérez por permitir y ayudarme en las actividades planteadas en la investigación en el cultivo de ostras, al Ing. Jimmy Villón por su apoyo en el análisis estadístico.

A las autoridades y personal Académico de la Universidad Estatal Península de Santa Elena por liderar el proceso de formación profesional.

En especial a la Química Farmacéutica, Mery Ramírez Muñoz tutora de tesis, quien aportó con ideas científicas y supo orientar el trabajo de investigación culminándolo exitosamente.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ocean. Johnny Chavarría Viteri, Ph. D.

DECANO FACULTAD CIENCIAS DEL MAR

Blga. Dennis Tomalá S., M. Sc.

DIRECTORA CARRERA BIOLOGÍA M.

Q. F. Mery Ramírez Muñoz, M. Sc.

DOCENTE TUTOR

Blga. María H. Cornejo R., Ph. D.

DOCENTE DE ÁREA

Ab. Joe Espinoza Ayala, Mgt.

SECRETARIO GENERAL

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN EXPRESA.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ABREVIATURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
HIPÓTESIS.....	6
CAPÍTULO I.....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
1. 1 Biofouling.....	7
1. 1. 1 Definición de Biofouling.....	7
1. 1. 2 Composición.....	8
1. 1. 3 Condiciones de crecimiento.....	9
1. 1. 4 Sustratos.....	10
1. 1. 5 Rol ecológico.....	10

1. 1. 6 Efectos en los cultivos	11
1. 2 Acuicultura de la <i>Crassostrea gigas</i>	12
1. 2. 1 Biología de la especie <i>Crassostrea gigas</i>	13
1. 2. 2 Ciclo de vida (reproducción y longevidad)	17
1. 2. 3 Taxonomía	18
1. 2. 4 Rol ecológico	19
1. 2. 5 Distribución geográfica	19
1. 2. 6 Potencial para la acuicultura	20
CAPÍTULO II	21
MARCO METODOLÓGICO	21
2. 1 MATERIALES	21
2. 1. 1 Fungibles	21
2. 1. 2 Equipos	22
2. 1. 3 Reactivos:	22
2. 1. 4 Servicios	22
2. 1. 5 Material biológico	22
2. 2 METODOLOGÍA	23
2. 2. 1 Área de estudio	23
2. 2. 2 Trabajo de Campo	24
2. 2. 3 Colecta de muestras de biofouling	25
2. 2. 4 Trabajo de laboratorio	26
2. 2. 5 Cuantificación de organismos	27
CAPÍTULO III	28
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	28
3. 1 Organismos componentes y asociados del biofouling en el cultivo de ostras	28
3. 1. 1 Escalas taxonómicas y características de las especies componentes del biofouling	29
3. 2 Análisis cualitativos	48
3. 3 Análisis cuantitativo	48
3. 3. 1 Recambios semanales de linternas	49
3. 3. 2 Recambios quincenales de linternas	49

3. 4	Análisis estadístico del crecimiento de las ostras (<i>Crassostrea gigas</i>) .	50
3. 5	Análisis de correlación entre saneamiento1 y saneamiento 2.....	53
3. 6	Análisis estadístico de mortalidad de la <i>Crassostrea gigas</i>	55
3.7	Análisis poblacional de los organismos que componen en biofouling ..	60
CONCLUSIONES		64
RECOMENDACIONES		65
BIBLIOGRAFÍA		66
ANEXOS		70

ÍNDICE DE FIGURAS

	Fig.	Pág.
Figura 1	Desarrollo del biofouling en las linternas de cultivo de <i>Crassostrea gigas</i> .	9
Figura 2	Vista dorsal y lateral de las valvas de la <i>Crassostrea gigas</i>	16
Figura 3	Ciclo de vida de la <i>Crassostrea gigas</i> .	18
Figura 4	<i>Crassostrea gigas</i> .	18
Figura 5	Ubicación del sitio de estudio, Concesión de maricultura de la Cooperativa Real Alto, Santa Elena, Ecuador.	23
Figura 6	<i>Obelia geniculata</i>	29
Figura 7	<i>Anthothoe chilensis</i>	30
Figura 8	<i>Cuthona gymnota</i>	31
Figura 9	<i>Ascidiella scabra</i>	32
Figura 10	<i>Sycon ciliatum</i>	33
Figura 11	<i>Maja</i> sp.	34
Figura 12	<i>Agropecten purpuratus</i>	35
Figura 13	<i>Pteria sterna</i>	36
Figura 14	<i>Lithophaga aristata</i>	37
Figura 15	<i>Geukensia demissa</i>	38
Figura 16	<i>megabalanus coccopoma</i>	38
Figura 17	<i>Nereis</i> sp.	39
Figura 18	<i>Nereis succinea</i>	41

Figura 19	<i>Licmophora</i> sp.	41
Figura 20	<i>Nitzschia longissima</i>	42
Figura 21	<i>Pinnularia</i> sp.	43
Figura 22	<i>Navicula radiosa</i>	43
Figura 23	<i>Navicula cancellata</i>	44
Figura 24	<i>Pleurosigma decorum</i>	45
Figura 25	<i>Gyrosigma</i> sp	45
Figura 26	<i>Gracilariopsis</i> sp.	46
Figura 27	<i>Polysphonia</i> sp.	47
Figura 28	Crecimiento inicial de ostras Vs crecimiento final S1	51
Figura 29	Crecimiento inicial de ostras Vs crecimiento final S2	52
Figura 30	Correlación de crecimiento de ostras entre saneamientos planteados	53
Figura 31	Mortalidad en el cultivo de Ostra del Pacífico (Cambio semanal de linterna).	55
Figura 32	Mortalidad en el cultivo de Ostra del Pacífico (cambio quincenal de linternas).	56
Figura 33	Supervivencia de Ostras del Pacífico.	57
Figura 34	Supervivencia en el saneamiento 2.	58
Figura 35	Phylum presentes en los saneamientos	59
Figura 36	Dominancia de Simpson para los saneamientos	60
Figura 37	Diversidad en los Phylum del saneamiento 1.	61
Figura 38	Diversidad de los Phylum en el saneamiento 2	62

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aclimatización: proceso de adaptación fisiológica de un organismo a los cambios ambientales, generalmente con el clima, durante periodo corto.

Biofouling: la adherencia y crecimiento de vida animal y vegetal en superficies expuestas a medios propicios para el desarrollo de vida orgánica, como es el agua de mar.

Bioindicador: especie animal o vegetal cuya presencia nos da pautas sobre ciertas características ecológicas del medio.

Bivalvos: clase de moluscos acuáticos que tienen el cuerpo protegido por una cubierta formada por dos piezas o valvas.

Crecimiento: aumento imperceptible y gradual del tamaño del organismo de un ser vivo hasta alcanzar la madurez.

Depredador: organismo que caza a otro para alimentarse.

Hidrocaule: rama o eje principal de la colonia de un hidrozoo.

Filtrador: organismo acuáticos que obtiene su alimento filtrando las partículas en suspensión del medio.

Gónadas: glándulas sexuales que producen las células reproductores.

Maricultura: técnica de cultivar o criar plantas y animales marinos, especialmente con el fin de obtener alimento.

Cenosarco: tejido vivo que rodea a los hidrozooos.

Pólipo: invertebrado marino que parte de su vida tiene forma de tubo, uno de sus extremos se sujeta al sustrato y el otro lado es abierto donde presenta unos tentáculos, algunos viven en colonias.

Sedimento: materia orgánica que estuvo en suspensión en un líquido, que termina en el fondo por su mayor densidad.

Stock: unidad biológica de una especie que forma un grupo de características ecológicas similares.

Sustrato: medio donde se desarrollan plantas o animales fijos.

Supervivencia: acción y efecto de sobrevivir.

Valva: pieza de protección que forma la concha de los algunos invertebrados.

ABREVIATURAS

%: porcentaje

°C: grados celsius.

Cm: centímetros.

CRAB: Proyecto Collective Researchon Aquaculture Biofouling.

DINARA: Dirección Nacional de Recursos Acuáticos.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FONDEPES: Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero.

g: gramo.

m: metro

mm: milímetro.

OMI: Organización Marina Internacional

UICN: Unión Internacional Para la Conservación de la Naturaleza.

RESUMEN

Con el propósito de evaluar los efectos del Biofouling sobre el crecimiento y supervivencia de la *Crassostrea gigas*, se realizaron muestreos quincenales de las longitudes de las ostras en los recambios semanales de linternas y recambios quincenales de linternas, entre los meses de diciembre a julio del 2015. Las muestras fueron tomadas de dos linternas de 0,76 m de alto, 0,5 m de diámetro, 5 pisos y 2 cm de abertura de malla. Se registró en los saneamientos, número de especies, mortalidad, longitud y los parámetros físicos del medio. Se identificaron 11 especies de invertebrados, 7 especies de microalgas y 2 especies de macroalgas. Presentándose los Phylum de macroinvertebrados: Annelida, Arthropoda, Cnidaria, Chordata, Mollusca y Porifera; Chrisophytas y Rhodophytas en algas. El Phylum Arthropoda presentó dominancia en ambos saneamientos. Para el análisis estadístico de crecimiento utilizamos el software Minitab 17, se comparó las longitudes de las ostras de ambos saneamientos. Se indica que no existen diferencias significativas entre los saneamientos, dando un valor de $T = -1,02$ y el valor de $P = 0,332$. Siendo este mayor a alfa (0,05) se acepta con un 95 % de confianza la Hipótesis Nula que indica que el biofouling no incide en el crecimiento y supervivencia de la *Crassostea gigas* en el Real. Para la comparación de las mortalidades utilizamos método descriptivo, el cual determinó que no existen diferencias entre los saneamientos. Las mortalidades no se asociaron a los recambios de linternas, se atribuyen a la presencia de organismos de predadores y a las condiciones ambientales presentes en los meses de investigación.

Palabras claves: biofouling, ostras, crecimiento, phylum, mortalidad.

SUMMARY

In order to evaluate the effects of biofouling on growth and survival of *Crassostrea gigas*, biweekly sampling size of oysters in the spare parts weekly and biweekly flashlight were conducted during the months of diciembre to January 2015. Samples were taken from two lanterns 0.76 m high, 0.5 m in diameter, 5 floors and 2 cm mesh size. It was recorded in treatment, number of species, mortality, size and physical parameters of the medium. 11 species of invertebrates, 7 species of microalgae and macroalgae 2 species were identified. Presenting the macroinvertebrate Phylum: Annelida, Arthropoda, Cnidarian, Chordata, Mollusca and Porifera; Rhodophytas Chrisophytas and algae. The Phylum Arthropoda present dominance in both treatment. Statistical analysis of growth through Minitab 17, we compare the size of the oysters of both treatment tells us that there are no significant differences between treatments, giving a value of $T = -1.02$ and $P = 0.332$. This being greater than alpha (0.05) is accepted with a 95 % confidence level the null hypothesis that the biofouling does not affect the growth and survival of *Crassostea gigas* at the Real. For comparison of mortalities use descriptive method, which determined that there are no differences between the treatment. Mortalities were not associated with treatment of parts of lanterns, are attributed to the presence of predators and agencies present in the months conditional environmental research.

Keywords: biofouling, oyster growth, phylum , mortality.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura exhibe un crecimiento en producción muy importante a nivel mundial (**Baltazar, 2009**). Su tasa de expansión en América Latina (**DINARA-FAO, 2008**) fue del 20% anual, constituyéndose en la industria con mayor crecimiento a nivel mundial (**Durr et al., 2009**). Esta actividad seguirá creciendo, si se considera que algunos stocks pesqueros a nivel mundial se encuentran en su capacidad máxima de explotación (**García et al., 2007**).

La maricultura dentro del Plan Nacional del Buen Vivir del Ecuador (2013-2017) representa diversos beneficios socio-económicos: generadora de puestos de trabajo, promotora de actividades conexas, como la generación de alimentos (garantizando la seguridad alimentaria) e importante fuente de divisas debido a las exportaciones de estos productos. No obstante, estas ventajas, a menudo se constatan impactos negativos que atentan contra el medio ambiente, y con ello la sostenibilidad de la propia actividad. En el Mediterráneo, la UICN en el 2007, tuvo que enfrentar esta problemática, para lo cual propuso la Guía para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura, a fin de garantizar que la actividad sea objetivamente compatible con el ambiente.

La maricultura para ser una actividad sostenible precisa ser lucrativa, pero manteniendo una relación equilibrada con los ecosistemas y las comunidades aledañas. Ello significa incluir dentro de sus costos de producción las externalidades, es decir, los costos de los posibles impactos negativos al ambiente.

En este contexto, es importante analizar el desarrollo del "biofouling" que afecta las estructuras de cultivo de *Crassostrea gigas* en el Ecuador; no solo afecta la rentabilidad económica de las empresas artesanales, sino también al ambiente marino, por la disposición intencional o no de estos organismos en el propio medio: Si el problema persistiera podría en un mediano plazo, comprometer la viabilidad para sostener esta importante actividad económica. En Europa, para abordar este problema se ha implementado el proyecto Collective Research on Aquaculture Biofouling (**CRAB, UICN, 2007**) y entre otras revisadas.

El propósito del presente estudio es evaluar, en base a observaciones de campo y literatura accesible, el efecto del biofouling en el crecimiento y mortalidad en el cultivo artesanal de *Crassostrea gigas* que se realiza en la zona infralitoral en la Comuna El Real, y de este modo proporcionar información del estado actual de la producción en base a estas variables, como alternativa para la maricultura sostenible en esta región.

JUSTIFICACIÓN

En el Ecuador son escasos los estudios realizados en la franja costera en cuanto a la distribución y composición de biofouling, ya que está identificado como un problema para la maricultura y toda actividad que se relacione directamente con un medio acuífero, además, la información en este campo investigativo es de gran importancia a nivel ecológico, ambiental y socio-económico.

Investigaciones realizadas por algunas organizaciones como las de instituciones Europeas (CRAB), y la Organización Marina Internacional (OMI), 2015 al 2007 , entre otras, describen al biofouling como una amenaza para toda actividad marina, ya que los organismos presentes alteran o degradan a mediano y largo plazo todo tipo de estructuras que se encuentre en o cerca del mar.

En la actualidad, se desconocen las especies bentónicas que forman agregaciones, creando un microhábitat, en las linternas de cultivo de ostra en el Real Alto, las cuales son cubiertas totalmente por micro y macroorganismos. Es relevante conocer las especies representativas del biofouling en dichas estructuras.

Los datos y resultados generados en esta investigación beneficiarán a los productores de maricultura, pues les permitirá adoptar medidas eficientes de limpieza en las linternas de producción, considerando al biofouling como una amenaza para el crecimiento y supervivencia de la *C. gigas*. También servirán para

las futuras investigaciones sobre variación de las especies que componen el biofouling y los cambios ambientales de esta zona en relación a las especies existentes.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el efecto del biofouling sobre el crecimiento y supervivencia en cultivo suspendido infralitoral de la ostra del Pacífico *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), bajo dos sistemas de saneamiento en la comuna El Real de diciembre a julio de 2015.

Objetivos Específicos

- Identificar los organismos que componen el biofouling en las linternas de cultivo de ostra del Pacífico en el Real Alto.

- Calcular índice de dominancia de Simpson de los Phylum que componen el biofouling.

- Analizar el crecimiento y supervivencia de las ostras en los dos saneamientos; cambio semanal y cambio quincenal de las linternas.

HIPÓTESIS

Ho. El biofouling no incide en el crecimiento y la supervivencia de *Crassostrea gigas* en El Real.

Ha. El biofouling incide en el crecimiento y supervivencia de la *Crassostrea gigas* en El Real.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1. 1 Biofouling

1. 1. 1 Definición de Biofouling

El término biofouling (bio = biológico, fouling = ensuciamiento), denominado también bioincrustantes, son todos los organismos que se pegan a los materiales de base sólidas que se encuentran sumergidos o que continuamente están en contacto con el agua de mar.

También **Hillman** en **1977** denominó como biofouling al grupo de animales y plantas que se desarrollan encima de cualquier estructura artificial dura que se encuentre en un ambiente natural; considerando las sucesiones biológicas de diferentes organismos en desarrollo, empezando por el microbentos hasta el macrobentos, las mismas que lo forman con el paso del tiempo y de acuerdo con las condiciones ambientales del medio (Figura 1).

Dependiendo de la orientación científica, este término va a cambiar de acuerdo al investigador, ya que los términos: Biofilms, bioincrustantes, fouling entre otros, se

pudieran apreciar como sinónimos pero no lo son, es así que cuando este término que emplea el investigador debe aclarar los alcances de su trabajo.

1. 1. 2 Composición

El biofouling está compuesto por partículas de sedimento que se pegan a las estructuras, por colonias organizadas de bacterias, por especies de algas y de diferentes animales que se desarrollan en un ambiente natural.

Por sus características únicas, crea un ambiente propicio para el asentamiento e interacción de diferentes especies que buscan alimento y refugio, los cuales viven en simbiosis compartiendo un sustrato.

Está compuesto como ya se mencionó arriba por comunidades de diferentes especies de plantas y animales acuáticos, que invaden y se desarrollan en los sustratos duros artificiales. Las comunidades están compuestas generalmente por especies de las siguientes clases: Crustacea, Bivalvia, Polyplacophora, Brachiopoda, Echinodermata, Polychaeta, Hidrozoa, Hemichordata, Peces y algas, según estudio realizado en Perú por **Pacheco et al.,(2005)**.

Se conoce que el biofouling presenta variaciones de acuerdo a parámetros como la temperatura del agua, la salinidad, la profundidad y la intensidad de luz solar. Es decir que está asociado a los cambios en los parámetros físicos-químicos del medio

en todo el año, lo que va a determinar la presencia o ausencia de especies, así mismo a su abundancia en las estructuras.

El desarrollo de estas comunidades produce efectos negativos para el ser humano, en lo que se refiere a la conservación de estructuras portuarias, equipos y materiales utilizados en maricultura.



Figura 1. Desarrollo del biofouling en las linternas de cultivo de *Crassostrea gigas*.

Fuente: K Sánchez, 2015.

1. 1. 3 Condiciones de crecimiento

El crecimiento del biofouling no está a condiciones físicas ni químicas específicas del agua, ya que en todo ambiente sea este marino o dulceacuícola se va a presentar. Se desarrolla con facilidad, requiriendo un medio acuático natural y un sustrato, cuya composición va a depender de la profundidad, de las especies presentes en el medio, del tipo de estructura en que se adhieran, a los cambios estacionales, de

fenómenos naturales, la presencia de algún depredador, así como también al mantenimiento que se le dé a las estructuras.

1. 1. 4 Sustratos

El biofouling se desarrolla en toda estructura artificial dura, que se encuentre sumergida o que se mantenga en contacto constante con el agua en ambiente natural, sea metal, plástico, fibra de vidrio o poliamida. Estas pueden ser: estructuras de muelles, boyas, cabos, anclas, grilletes, jaulas, linternas de cultivo y cascos de las embarcaciones, entre otros.

Los organismos que componen el biofouling buscan un sustrato donde se puedan anclar, alimentarse, desarrollarse y reproducirse, formando verdaderas comunidades capaces de adueñarse por completo de la misma.

1. 1. 5 Rol ecológico

El biofouling es el conjunto de organismos bentónicos de diferentes especies, y de otros que parte de su ciclo de vida es bentónica, y a estos organismos se les asocian diferentes individuos que llegan a formar parte de esta biomasa. Este conjunto de organismos cumple un rol ecológico importante ya que se puede considerar como un micro-ecosistema de formas y colonizadores diferentes, que a su vez brindan protección a ciertas especies en sus primeros estadios, sin olvidarnos que algunos

organismos se alimentan de él, estableciéndose así una comunidad biótica, tal como lo indica Soriano (2014).

En la actualidad se considera como un problema global la salud del mar, estableciendo medidas de evaluación, y prevención de la contaminación marítima. Algunos de los organismos que forman el biofouling son considerados como bioindicadores de contaminación, así también como especies invasoras que llega a las costas por medio del agua de lastre o adheridas en los cascos de los buques de transporte, desplazando a las especies nativas y afectando el equilibrio del medio o ejerciendo un cambio en los ecosistemas.

1. 1. 6 Efectos en los cultivos

El biofouling es un problema complejo para todos los sectores de la acuicultura. En Europa, según las investigaciones realizadas por Investigación Colectiva en Biofouling de Acuicultura del 2005 al 2007, (CRAB), el problema radica en la presencia de estos organismos en las infraestructuras (tales como colectores, jaulas, linternas de cultivo y redes) y en las especies de cultivo (mejillones, ostras, vieiras entre otros). Detallando que el área de superficie cubierta por el biofouling es importante para la producción en acuicultura, ya que este reduce el flujo del agua por las redes y de los contenedores, disminuye el suministro de alimento y de oxígeno al interior de la linterna; además indican que el peso de los organismos

que lo componen ejerce un impacto negativo en los materiales y equipos, aumentando los costos de producción.

1. 2 Acuicultura de la *Crassostrea gigas*

El cultivo de bivalvos en América del Sur según datos de **FAO (2012)**, está en aumento, especialmente en Brasil y Perú, con lo que se ha llegado al 20,4 por ciento de producción en acuicultura.

La principal especie cultivada en el mundo entre las bivalvos es la *Crassostrea gigas*, conocida comúnmente como "Ostra del Pacífico" u "Ostra Japonesa", representando un 98 % de la producción total de ostras, los principales países productores son: China, Japón, Corea, Estados Unidos, Francia y México, información proporcionada por el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (**FONDEPES, 2006**).

Esta especie es de gran interés comercial a nivel mundial, (es originaria de Asia especialmente China, Japón y Corea), por la capacidad de adaptarse a diferentes condiciones del medio (temperatura, salinidad, pH, oxígeno, luz, nutrientes y entre otros) se ha introducido en algunos países, en todos los continentes, cultivándose con el mayor de los éxitos, a través del tiempo se ha ido perfeccionando su cultivo, generando así mayor rentabilidad.

En Brasil, Perú, Chile y otros el cultivo de esta especie de ha desarrollado con normalidad, obteniendo ya el ciclo de vida completo, con lo que generan su propia semilla, aumentando las posibilidades producción.

En el Ecuador

Los cultivos acuícolas marinos son impulsados por el Viceministerio de Acuicultura y Pesca, como parte del proyecto “Maricultura y piscicultura para el fomento acuícola en el Ecuador”, en las provincias de Manabí y Santa Elena. Esta cartera de Estado provee a las comunas participantes, de asistencia técnica en la construcción, instalación y manejo de los sistemas de cultivos suspendidos en el mar a 0,8 millas náuticas de la costa aproximadamente, entre otros proyectos para los artesanos y comuneros.

1. 2. 1 Biología de la especie *Crassostrea gigas*

Las Ostras son organismos sin movilidad propia, comprimidos en sus partes laterales y prolongados en su parte dorso-ventral (**Eble *et al.*, 1996**). Pueden alcanzar un tamaño que va de 300 mm a 400 mm en casos especiales dependiendo del medio y sus condiciones propias (**Hayward *et al.*, 1998**). La apariencia externa de la ostra va a depender del sustrato al que se fije.

Comúnmente, las valvas son más largas que anchas y tienen costillas radiales gruesas que se encuentran distribuidas de forma concéntricas en la concha dando ese aspecto rugoso característico de la ostra. Una de ellas, la izquierda se une a un sustrato duro, entretanto la sobrepuesta es conocida como la derecha (Figura 2). Las valvas están constituidas por tres partes diferentes desde el exterior al interior: el periostraco que es una capa delgada que cubre exteriormente las valvas y le concede la coloración a la concha; por el estraco es una capa ancha de prismas verticales de carbonato de calcio cubierta por una base orgánica la conquiolina y la parte interna constituida por disposiciones lamínales formada por cristales de aragonito. Las valvas están ligadas entre sí por un musculo aductor y por una charnela, compuesta por ligamento proteico y ligamento calcificado que se localiza sobre la línea media dorsal.

Posee un umbo prolongado y generalmente enrollado en la valva izquierda, ya que esta es una de las características distintivas de esta especie. La coloración externa de la valva es blanca con líneas marrones, y en ocasiones con tono gris verdosa y matices azules (**Matus, 2004**)

Las partes suaves se encuentran recubiertas por el manto. El borde del manto está constituido por tres pliegues. El pliegue externo segrega las dos capas externas de la valva, la capa interna es segregada por el epitelio externo del manto. La función sensorial la desarrolla el pliegue medio y el pliegue interno es el muscular.

El manto está establecido por tejido conectivo, vasos sanguíneos y nervios, el cual se encuentra recubierto por los dos lados por un epitelio unicelular y las funciones sensoriales, mecánicas y de protección le corresponden al manto a través de los tentáculos del mismo y el pliegue del velo con los cuáles las ostras pueden percibir la presencia, características del alimento y canalizarlo por medio del dominio del flujo de agua (**Eble *et al.*, 1996**).

También, el manto es un medio de defensa externa y de la depredación (**Galtsoff, 1964**). A través del medio molecular se comprobado que el manto de la *Crassostrea gigas* tiene otras funciones (**Miyamoto *et al.*, 2002**).

La cavidad paleal se encuentra entre el manto y el cuerpo, en la cual se localiza la masa visceral. En cada extremo de la masa visceral se localizan las branquias laminales. Las branquias poseen funciones de: alimentación, respiración y reproducción ya que éstas ayudan a dispersar los gametos en el desove.

La *Crassostrea gigas* es un filtrador, se alimenta de fitoplancton, detritos y materia particulada presente en el medio marino.

Morfología externa de la Ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*)

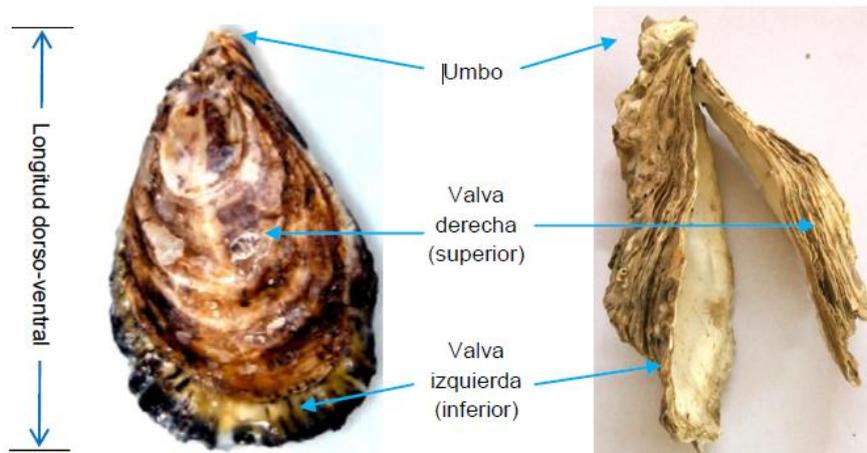


Figura 2. Vista dorsal y lateral de las valvas de la *Crassostrea gigas*

Fuente: **Vásquez *et al.* (2009)**

El sistema excretor está compuesto por dos nefridios en forma de U, los cuales están en la cavidad pericárdica y las branquias (**Grassé *et al.*, 1976**).

El sistema circulatorio de las ostras es abierto: la hemolinfa es bombeada por el corazón por medio de las arterias. El corazón se ubica dentro de la cavidad del pericardio, localizado entre la masa visceral y del músculo aductor (**Eble *et al.*, 1997**).

El sistema nervioso de las ostras posee simetría bilateral, con dos pares de ganglios: cerebral y visceral, y también dos pares de largos cordones nerviosos que recorren todo el cuerpo (**Ruppert *et al.*, 1995**). Los órganos sensoriales importantes que posee la *Crassostrea* son los tentáculos paleales, presentes en el borde del manto que tiene células táctiles y quimiorreceptores especializados.

El sistema reproductor presenta una gónada ubicada entre la epidermis y los divertículos digestivos, antes de su madurez tiene apariencia de túmulos enredados con el tejido conectivo.

Las gónadas maduras establecen un órgano de considerable tamaño que tiene la forma de un racimo de túmulos que salen de la superficie dorsal del cuerpo, hasta acercarse a la masa visceral, extendiéndose hasta el ápice pilórico. Los canales se van desarrollando hasta alcanzar un diámetro adecuado para descargar las células sexuales.

1. 2. 2 Ciclo de vida (reproducción y longevidad)

La *C. gigas* tiene sexos separados (hembra y macho). La ostra para el primer desove es macho, para la siguiente estación es hembra, pues alterna su sexo dependiendo de las condiciones de temperatura, salinidad y calidad del agua.

La reproducción es externa (Figura 3), los adultos maduros expulsan sus gametos (huevos y esperma) al mar, donde se efectúa la fecundación bajo condiciones físico-químicas y ambientales favorables.

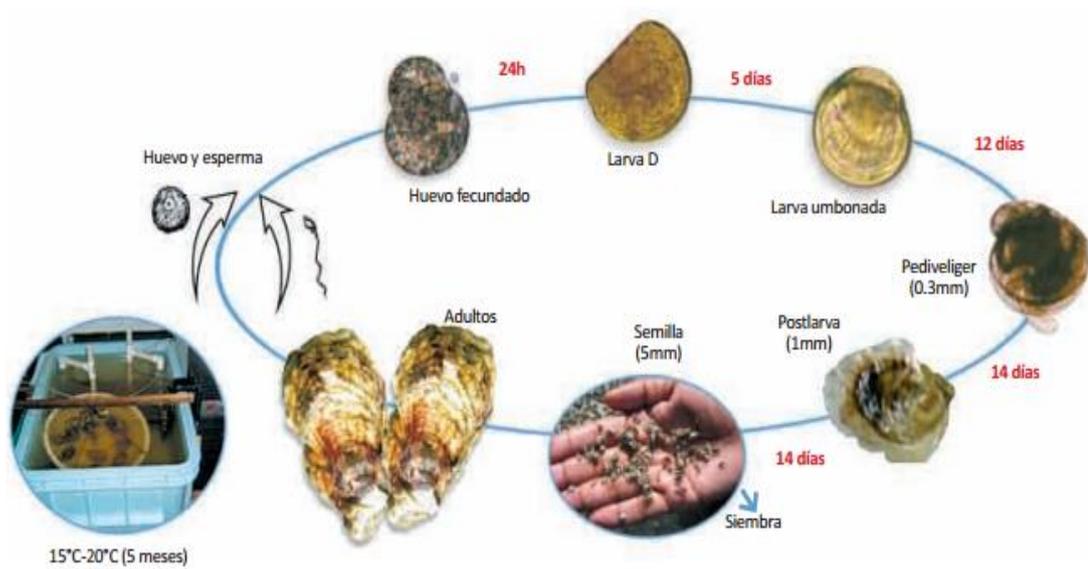


Figura 3. Ciclo de vida de la *Crassostrea gigas*.

Fuente: Vasquez *et al.* (2009)

1. 2. 3 Taxonomía

Phylum: *Mollusca*

Clase: *Bivalvia*

Subclase: *Pteriomorphia*

Orden: *Ostreoida*

Superfamilia: *Ostreoidea*

Familia: *Ostreidae*

Género: *Crassostrea*

Especie: *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793)

Nombre común: Ostra japonesa, Ostra rizada



Figura 4. *Crassostrea gigas*.

Fuente: Sánchez López K, 2015.

1. 2. 4 Rol ecológico

Los moluscos bivalvos son organismos centinelas, esto debido a su reconocida capacidad para acumular una variedad de materia orgánica como sustancias químicas o metales pesados y otros compuestos microparticulados (**Kimbrough, 2008**), además de controlar la proliferación de microorganismos en la columna de agua, tanto vertical como horizontal como las microalgas y acumular todo tipo de bacterias por lo que son ampliamente utilizados como bioindicadores de contaminación.

Se debe tomar en consideración que las ostras del Pacífico *C. gigas* como un bioindicador al poseer cualidades como: son sedentarios, abundantes, fáciles de identificar y muestrear durante todo el año, manejables y fácilmente aclimatable ha condiciones experimentales.

1. 2. 5 Distribución geográfica

La ostra del Pacífico *C. gigas* es un molusco bivalvo de presencia estuarina, que prefiere sustratos duros donde lleva una vida sedentaria adherida a las rocas, desechos y conchas, desde la zona intermareal más profunda 3 m hasta aquellas de 40 m, aunque también puede encontrarse en fondos arenosos y lodosos (FAO, 2013).

Algunos autores señalan que *C. gigas* es originaria de Japón, mientras que otros indican que esta especie podría ser originaria de Corea, China y Rusia. No obstante, lo que sí es evidente es que esta especie es procedente del Pacífico norte occidental. Pero todos coinciden en señalar que esta especie ha sido introducida de forma deliberada alrededor del mundo, con fines de cultivo para consumo, estimando que se encuentra distribuida en aproximadamente unas 45 eco-regiones.

1. 2. 6 Potencial para la acuicultura

Desde tiempos remotos, los bivalvos han sido explotados en todo el mundo para la alimentación, la ornamentación y la joyería, además de otros usos, como en el caso del control biológico.

El cultivo de la ostra del Pacífico o *Crassostrea gigas*, por tener las características, de ser abundantes, fácil de identificar y muestrear durante todo el año, manejable y fácilmente aclimatable a condiciones experimentales además del alto contenido nutricional, refuerza su aprovechamiento y valor gastronómico en la actualidad. Sus porcentajes de supervivencia, tiempo de crecimiento y volumen de siembra las convierten en una actividad sumamente atractiva a nivel comercial (**Montufar et al, 2012**).

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2. 1 MATERIALES

2. 1. 1 Fungibles

- 10 cajas Petri Plásticas
- Micro pipeta de 1 ml
- Piseta de alcohol
- Espátula
- Cepillo de lavado
- Guantes
- 3 Jeringas de (5, 10 y 30 ml)
- Vasos de precipitación (100, 250 y 500 ml)
- Lápiz
- Marcador permanente
- Cuaderno de apuntes
- Recipientes plásticos de 300 ml

2. 1. 2 Equipos

- Estéreo-microscopio marca BOECO
- Microscopio marca BOECO
- Balanza manual de 15 kg BOECO
- Cámara marca Canon para la toma de fotos de las microalgas
- Cámara para estéreo-microscopio H3-A para la toma de fotos de los invertebrados
- 3 Calibrador Vernier
- Equipo multiparámetros (YSI): Salinómetro, termómetro y oxígeno metro
- 6 linternas de 5 pisos

2. 1. 3 Reactivos:

- Etanol 60 %
- Agua destilada
- Formaldehído 4%

2. 1. 4 Servicios

- Transporte (Embarcación artesanal)

2. 1. 5 Material biológico

- 1500 Ostras del Pacífico (*Crassostrea gigas*)

2. 2 METODOLOGÍA

2. 2. 1 Área de estudio

El presente trabajo se realizó en la Concesión marina para la maricultura de la Cooperativa de producción, extracción de pesca y acuicultura artesanal Puerto Real Alto con Acuerdo ministerial No.152, localizada en la comuna y caleta pesquera Real Alto, Santa Elena, Ecuador. La Cooperativa se dedica a la producción de Ostra del Pacífico en cultivo suspendido (linternas) en la zona infralitoral a una milla de la línea de costa.



Figura 5. Ubicación del sitio de estudio, Concesión de maricultura de la Cooperativa Real Alto, Santa Elena, Ecuador.

Tabla 1. Coordenadas del sitio de estudio

Ubicación geográfica del Sitio de Muestreo	
Latitud	Longitud
02° 24' 37" S	80° 43' 66" O

2. 2. 2 Trabajo de Campo

Se eligieron seis linternas de 5 pisos de color negro que son para fase de engorde. Están elaboradas con malla de monofilamento con ojo de malla de 2 cm, altura de 0,76 m y 0,50 m de diámetro.

De estas linternas se tomó tres para el saneamiento 1 (S1), el cual consistía en realizar recambios de linternas limpias cada semana. Las tres linternas restantes forman parte del saneamiento 2 (S2), en las cuales, el recambio se realizó quincenalmente.

Para la identificación de cada uno de los saneamientos en la zona de cultivo, las linternas fueron marcadas, con un segmento de soga roja en la parte superior el saneamiento 1 (S1) y con soga de color azul para el saneamiento 2 (S2).

Se seleccionaron y contabilizaron las ostras para colocarse en las linternas de cada saneamiento, un total de 1500 ostras, en densidades de 50 ostras por piso.

Se tomó la longitud inicial de 150 ostras con un vernier en cada saneamiento, esta se registró cada dos semanas (Ver anexo 3), seguidamente, se las colocó en cada piso de las linternas. Se cosieron las linternas y sujetaron a la línea de cultivo suspendido a 1,5 metros de la superficie (Ver anexo 7).

También se tomaron parámetros físicos del agua (temperatura, salinidad y pH) cada dos semanas con el equipo YSI (Ver anexo 8), además se registraron las mortalidades presentes en las tres linternas de cada saneamiento (Ver anexo 4).

Se utilizó Minitab 17, se sometió los datos a una prueba de hipótesis comparando los crecimientos en los recambios semanales de linternas y los recambios quincenales de las linternas en el cultivo de ostras para establecer si existían diferencias significativas entre saneamientos.

2. 2. 3 Colecta de muestras de biofouling

Los muestreos para el recambio semanal se realizaron desde las 10 am-13 pm, considerando la ubicación de las linternas, para la recolecta de sedimento se efectuó un pequeño frote con una espátula en la parte lateral (Ver anexo 6), las muestras tomadas se guardaron en envases plásticos de 300 ml.

En cuanto a los macroorganismos encontrados se tomó una muestra colocándola en recipientes de 300 ml conteniendo agua de mar, tratando de conservar los organismos hasta su posterior fijación en el laboratorio.

Los muestreos para el recambio quincenal se desarrollaron bajo los mismos lineamientos, se recolectaron muestras tanto de micro y macroorganismos en envases los cuales se preservaron en formalina al 4 % para su posterior identificación.

2. 2. 4 Trabajo de laboratorio

La observación e identificación de las muestras de los macroorganismos, se las realizó en el laboratorio de Ciencias del Mar, mediante método directo con la ayuda de un estéreo-microscopio, con la previa instalación de una cámara para la toma de fotos de cada una de las especies encontradas, y su posterior descripción con material bibliográfico.

La identificación de las microalgas se realizó a través de un microscopio, con la instalación de una cámara para la toma de fotos de las especies identificadas.

2. 2. 5 Cuantificación de organismos

La cuantificación de los organismos se realizó de dos formas, para los macroorganismos se los contó y se registró directamente en la zona de muestreo en los saneamientos semanales y quincenales.

Para la interpretación del número de especies registrada en cada saneamiento se utilizó índice de dominancia de Simpson, herramienta estadística que facilita medir la riqueza y abundancia relativa de los organismos dentro de un hábitat, expresando la probabilidad, que al elegir dos individuos al azar estos sean de la misma especie.

En cuanto a los microorganismos presentes en los dos saneamientos, se identificaron y registraron las especies presentes en el biofouling.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3. 1 Organismos componentes y asociados del biofouling en el cultivo de ostras

El primer recambio de las linternas en el cultivo de ostras se realizó en enero del 2015, para el saneamiento 1, donde los recambios de linternas fueron semanales, se contabilizaron los organismos incrustados en la linterna y se tomó una muestra del biofouling, se fijó en formalina al 4 % para la respectiva identificación en el laboratorio.

Para el saneamiento 2, los recambios de las linternas fueron quincenales también se contabilizaban los organismos incrustados en las linternas de cultivo y se tomó una muestra, para fijarla en formalina al 4 % luego se identificaron los organismos.

Hasta finales del mes de mayo se observó diferencias en la composición de biofouling en cada uno de los saneamientos establecidos, disminuyó la cantidad de organismos presentes en las linternas, estos cambios se los puede asociar a la condiciones ambientales, ya que en los últimos tres meses de muestreos se presentaron fuertes aguajes, lo que provocó que el biofouling de las linternas se desprendiera, parcialmente o total (Ver anexo 1 y 2).

3. 1. 1 Escalas taxonómicas y características de las especies componentes del biofouling

Reino: *Animalia*

Phylum: *Cnidaria*

Clase: *Hydrozoa*

Orden: *Leptomedusae*

Familia: *Campanulariidae*

Género: *Obelia*

Especie: *geniculata* (Linnaeus, 1758).



Figura 6. *Obelia geniculata*
Fuente: Sánchez López K.,
2015

Característica.

Este es un hidroideo colonial, que se encuentra formado por un hidrocaule (tallo) recto del cual salen ejes ramificados, esta colonia puede llegar a unos 4 a 5 cm de altura en forma de zigzag: la parte viva es el cenosarco es de color rojo. Los pólipos se ubican alternándose en el eje; estos se encuentran cubiertos por el perisaco (teca), que tiene la forma de una copa delgada donde se esconden estos pólipos cuando se sienten amenazados. Las gonotecas son estructuras reproductivas que se desarrollan en las axilas de las tecas, son delgadas, alargadas, subsónica, además tienen un pedicelo pequeño y abertura terminal.

Reino: *Animalia*

Phylum: *Cnidaria*

Clase: *Anthozoa*

Subclase: *Hexacorallia*

Orden: *Actiniaria*

Suborden: *Nyantheae*

Infraorden: *Thenaria*

Familia: *Sagartiidae*

Género: *Anthothoe*

Especie: *chilensis* (Lesson, 1830)



Figura 7. *Anthothoe chilensis*

Fuente: Sánchez López K.,
2015

Característica.

Presenta tentáculos alrededor del orificio bucal, los mismos que están constituidos por células urticantes llamadas nematocistos, que las usan para alimentarse y protegerse cuando se siente amenazada, se fijan a un sustrato duro como rocas o valvas de otros organismos, forman colonias de diferentes colores, o se asocian con otras especies para establecer un desarrollo en simbiosis. Es un organismo carnívoro.

Reino: *Animalia*

Phylum: *Mollusca*

Clase: *Gastropoda*

Subclase: *Heterobranhia*

Infraclase: *Opisthobranchia:*

Orden: *Nudibranchia* (Cuvier, 1817)

Suborden: *Aeolidiina*

Familia: *Tergipedidae*

Género: *Cuthona* (Alder y Hancock, 1855)

Especie: *Cuthona gymnota* (Couthouy, 1838)



Figura 8. *Cuthona gymnota*

Fuente: Sánchez López K, 2015.

Característica.

Esta especie llega a medir unos 22 mm de longitud, aparentemente translúcido entre tonos rosados y anaranjados, cuerpo alargado, hábitos alimenticios carnívoros. Presenta 12 ceras en cada costado y muchas manchas blancas en todo su cuerpo.

Reino: *Animalia*

Phylum: *Chordata*

Subphylum: *Tunicata*

Clase: *Ascidacea*

Orden: *Phlebobranchia*

Familia: *Ascidiidae*

Género: *Ascidiella*

Especie: *scabra* (Müller, 1776)

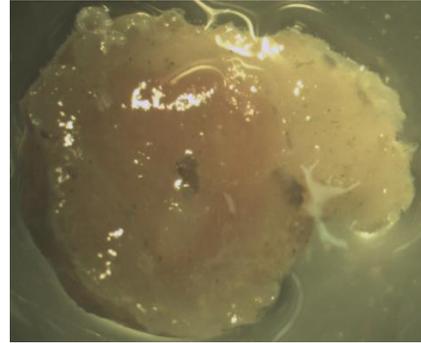


Figura 9. *Ascidiella scabra*
Fuente: Sánchez López K,
2015

Característica.

Especie solitaria, la forma de su estructura externa es ovoide, el lado izquierdo le sirve para sujetarse al sustrato, puede llegar a medir en longitud unos 20 a 55 mm. Su apariencia puede ser uniforme o con arrugas, en el sifón están unas pequeñas pupilas rojas, organismo filtrador. Puede parecer transparente pero en ocasiones expresa pigmentos rojos claros. Posee entre 30 a 110 tentáculos branquiales simples.

Reino: *Animalia*

Phylum: *Porifera*

Clase: *Calcárea*

Subclase: *Calcaronea*

Orden: *Leucosolenida*

Familia: *Sycettidae*

Género: *Sycon*

Especie: *ciliatum* (Fabricius, 1780)



Figura 10. *Sycon ciliatum*

Fuente: Sánchez López K,
2015

Característica.

Tiene forma cilíndrica, muy sensible en su estructura, tosca y se fija a un sustrato por medio de un delicado peciolo. Puede llegar a medir hasta 5 cm longitud y 7,5 mm en diámetro. Presenta un ósculo terminal único, en donde se encuentran espinas rodeándolo en forma de corona; Tiene tono grisáceo.

Reino: *Metazoa*

Phylum: *Arthropoda*

Clase: *Crustacea*

Orden: *Decapoda*

Familia: *Majidae* (Samouelle, 1819)

Género: *Maja*

Especie: sp

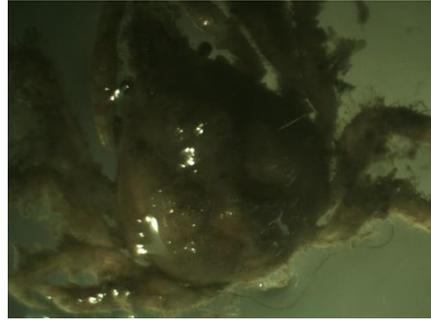


Figura 11. *Maja* sp.
Fuente: Sánchez López K,
2015

Característica.

Especie conocida comúnmente como centolla, presenta en su caparazón pequeñas espinas y prolongaciones, tiene hábitos alimenticios variados, puede comer algas o de otros organismos, las hembras pueden reproducirse hasta 4 veces durante un año.

Reino: *Animalia*

Phylum: *Mollusca*

Clase: *Bivalvia*

Orden: *Ostreoida*

Suborden: *Pectinina*

Superfamilia: *Pectinoidea*

Familia: *Pectinidae*

Género: *Agropecten*

Especie: *purpuratus* (Linnaeus, 1758)

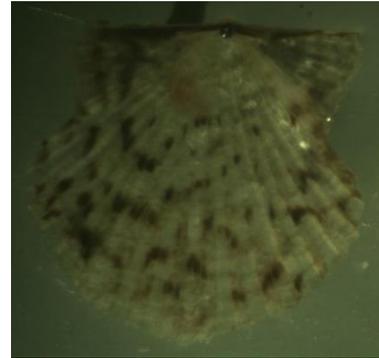


Figura 12. *Agropecten purpuratus*

Fuente: Sánchez López K, 2015

Característica.

Sus valvas simulan un abanico, densas, orbicular, sus conchas están ligeramente diferenciadas, el número de costillas radiales presentes puede ser de 22 a 26 pudiendo crecer hasta 12 cm de longitud. En los bordes se aprecian unos pequeños dientes. Los colores pueden variar pueden ser blancas, cafés y rosadas, en su interior la superficie es lisa y brillante.

Reino: *Animalia*

Phylum: *Mollusca*

Clase: *Bivalvia*

Orden: *Pterioida*

Familia: *Pteriidae*

Género: *Pteria*

Especie: *sterna* (Gould, 1851)



Figura 13. *Pteria sterna*
Fuente: Sánchez López K,
2015

Característica.

Sus valvas son finas, convexas e irregulares, la valva derecha en su parte externa es rugosa y presenta espinas o capas radiales planas, se puede visualizar unas prolongaciones en forma de alas en su parte umbal, de color cafés, en su interior es nacarado, es una especie de importancia comercial.

Reino: *Animalia*

Phylum: *Mollusca*

Clase: *Bivalvia*

Subclase: *Pteriomorphia*

Orden: *Mytiloida*

Familia: *Mytilidae*

Género: *Lithophaga* (Röding, 1798)

Especie: *aristata*



Figura 14. *Lithophaga aristata*

Fuente: Sánchez López K, 2015

Característica.

Es un bivalvo caracterizado como invasor, se encuentra incrustado en valvas de otros organismos, presenta dos dientes en la parte anterior con los cuales perfora el sustrato calcareos introduciendocce con ayuda de un acido que segregan sus valvas, en el inetrior de su ospedero crece sin dificultad. Es un organsimo cosmopolita, abundante.

Reino: *Animalia*

Phylum: *Mollusca*

Clase: *Bivalvia*

Clase: *Bivalvia*

Orden: *Mytiloidea*

Familia: *Mytilidae*

Género: *Geukensia* (Poel, 1959)

Especie: *Geukensia demissa* (Dilwyn, 1817)

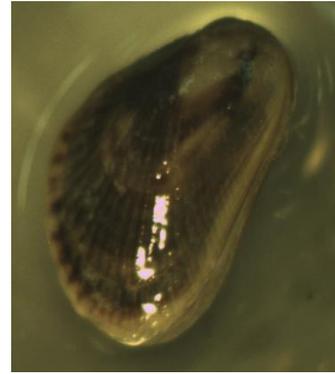


Figura 15. *Geukensia demissa*
Fuente: Sánchez López K, 2015

Reino: *animalia*

Phylum: *arthopoda*

Subphylum: *crustacea*

Clase: *maxillopoda*

Infraclase: *cirripedia*

Orden: *sessilia*

Familia: *balanidae*

Genero: *Megabalanus*

Especie: *coccopoma*

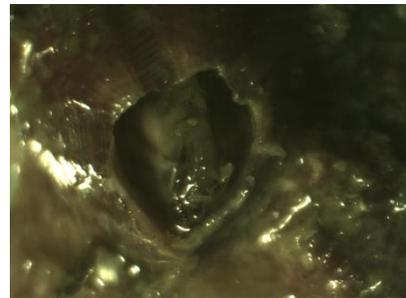


Figura 16. *Megabalanus coccopoma*
Fuente: Sánchez López K, 2015

Característica.

Esta especie es conocida como bellota de mar titán, es un balanus grandes con placas calcáreas que forman un cono elevado que crece a una altura y anchura de 5 centímetros. Las placas son llanas y se unen. Estas son de color rosa y se encuentran separada por radios de color púrpura o blanco y el orificio en la parte superior es pequeño. Se alimenta de suspensión, extendiendo sus cirros. Su reproducción es sexual como todos los percebes.

Reino: *Animalia*

Subreino: *Eumetazoa*

Superfilo: *Protostomia*

Filo: *Annelida*

Clase: *Polychaeta*

Subclase: *Palpata*

Orden: *Aciculata*

Suborden: *Phyllodocida*

Familia: *Nereididae*

Género: *Nereis*

Especie: *Nereis* sp (Grübe 1878)



Figura 17. *Nereis* sp.
Fuente: Sánchez López K,
2015.

Característica.

Los poliquetos Annelida son animales que poseen Protostomia, cuerpos triploblásticos, con simetría bilateral y verdadero celoma, en el que se originan cavidades celomáticas esquizocélica que le permiten la reproducción.

Una característica notable es el metamerismo, un cuerpo alargado, segmentado en anillos. La construcción de su cuerpo se conoce por la homología serial, una repetición de las partes internas y externas a cada segmento. Al final del tronco en la región anterior (cabeza pre-segmentado), es la que contiene el prostomio ganglios cerebrales y tiene capacidad para los órganos de los sentidos. El primer segmento después del prostomio es peristomio, ventralmente y que rodea la boca del cuerpo.

El extremo posterior contiene o está formado por Pigidio, porción final del cuerpo, incluyendo el ano. Antes de pigidio esta la zona vitícola o teloblástico donde las células alcanzan la división para formar un nuevo metámero.

Reino: *Animalia*

Subreino: *Eumetazoa*

Superfilo: *Protostomia*

Filo: *Annelida*

Clase: *Polychaeta*

Subclase: *Palpata*

Orden: *Aciculata*

Suborden: *Phyllodocida*

Familia: *Nereididae*

Género: *Nereis*

Especie: *Nereis succinea* (Grübe 1878)



Figura 18. *Nereis succinea*
Fuente: Sánchez López K,
2015

Microalgas

División: *Chrysophyta*

Clase: *Bacillariophyceae*

Orden: *Licmophorales*

Familia: *Licmophoraceae*

Género: *Licmophora*

Especie: sp

Nombre científico: *Licmophora* sp (Agardh, 1827)



Figura 19. *Licmophora* sp.
Fuente: Sánchez López K,
2015

Característica.

Estas especies son epífitas crecen sobre algas u otras diatomeas grandes, se las puede ver solas o formando colonias de células en forma de abanico, separadas por un talo mucilaginoso. Son especies bentónicas cosmopolitas.

División: *Chrysophyta*

Clase: *Bacillariophyceae*

Orden: *Bacillarieales*

Familia: *Bacillariaceae*

Género: *Nitzschia*

Especie: *longissima*

Nombre científico: *Nitzschia longissima* (Ralfs, 1861)



Figura 20. *Nitzschia longissima*
Fuente: Sánchez López K, 2015

Característica.

Presenta una forma lineal, los dos extremos son extendidos, la longitud de la valva va de 125-250 μ , son cosmopolitas también se pueden encontrar en lagos, estas pueden secretar una toxina llamada ácido domoico neurotóxica que provoca intoxicación.

División: Chrysophyta

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Naviculales

Familia: Pinnulariceae

Género: *Pinnularia*

Especie: sp

Nombre científico: *Pinnularia* sp (Ehrenberg, 1843)



Figura 21. *Pinnularia* sp.
Fuente: Sánchez López K, 2015

Característica.

Presenta costillas transversales, es una célula completamente extendida, tiene una vacuola en el centro del núcleo suspendido, en sus paredes presenta 2 cloroplastos que a su vez contiene los pigmentos de clorofila.

División: *Chrysophyta*

Clase: *Bacillariophyceae*

Orden: *Naviculales*

Familia: *Naviculacea*

Género: *Navicula*

Especie: *radiosa*

Nombre científico: *Navicula radiosa* (Kützing 1844)



Figura 22. *Navicula radiosa*
Fuente: Sánchez López K, 2015

Característica.

Sus valvas son estrechas y lanceoladas con sus extremos redondeados, el rafe es completamente recto, las estrías se irradian, su parte central es amplia y presentan de 2 a 3 estrías centrales, consideradas cortas.

En ocasiones sus células presentan unos pequeños gránulos de color marrón que se localizan en el contorno del puente citoplasmático central.

División: *Chrysophyta*

Clase: *Bacillariophyceae*

Orden: *Naviculales*

Familia: *Naviculacea*

Género: *Navicula*

Especie: *cancellata*

Nombre científico: *Navicula cancellata* (Donkin, 1872).



Figura 23. *Navicula cancellata*
Fuente: Sánchez López K, 2015

Característica.

Esta especie de *Navicula* exhibe en sus extremos terminaciones completamente planas, la parte central es estrecha, sus terminaciones son amplias, posee hileras radiales en todo su borde.

División: *Chrysophyta*

Clase: *Bacillariophyceae*

Orden: *Naviculales*

Familia: *Pleurosigmaataceae*

Género: *Pleurosigma*

Especie: *decorum*

Nombre científico: *Pleurosigma decorum* (W. Smith, 1853)



Figura 24. *Pleurosigma decorum*

Fuente: Sánchez López K, 2015

Característica.

Sus valvas tienen un perfil de formas lanceoladas con una pequeña bifurcación en las terminaciones apicales con orientaciones diferente, tiene un rafe sigmoideo central.

División: *Chrysophyta*

Clase: *Bacillariophyceae*

Orden: *Naviculales*

Familia: *Pleurosigmaataceae*

Género: *Gyrosigma*

Especie: sp

Nombre científico: *Gyrosigma* sp (Rabenhorst, 1853)

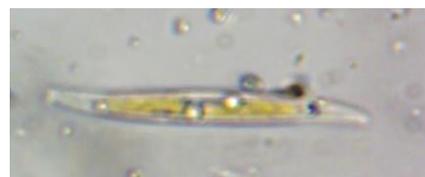


Figura 25. *Gyrosigma* sp.

Fuente: Sánchez López K,
2015

Característica.

Su parte central es ovalada, el rafe proximal de sus extremos están opuestas, sus zona axial se encuentra estrecha, presenta sigmoides en el rafe, las caras de las valvas tienen estrías oblicuas y verticales.

Macroalgas

División: *Rhodophyta*

Clase: *Florideophyceae*

Orden: *Gracilariales*

Familia: *Gracilariaceae*

Género: *Gracilariopsis*

Especie: *Gracilariopsis* sp (Dawson, 1961)



Figura 26. *Gracilariopsis* sp
Fuente: Sánchez López K,

Característica.

Las algas de esta especie pueden alcanzar los 40 cm de longitud. Sus talos son cilíndricos y erecto de un disco adhesivo discoideo. Ramas carpogonial característico de la familia, como es la formación de una célula de fusión primaria formada por el carpogonio y hasta seis células adyacentes gametofíticas estériles.

División: *Rhodophyta*

Clase: *Florideophyceae*

Orden: *Ceramiales*

Familia: *Rhodomeleaceae*

Género: *Polysiphonia*

Especie: *Polysiphonia* sp. (Greville, 1823)



Figura 27. *Polysiphonia* sp
Fuente: Sánchez López K,
2015

Característica.

Polysiphonia es un alga roja, filamentosa y por lo general bien ramificada, con algunas plantas que alcanzan una longitud de unos 30 cm; regularmente con bifurcación en la punta se bifurca junto a la parte interior de la curvatura. Éstos están unidos por rizoides o hapterios a una superficie rocosa o de otra alga.

El talo se compone de filamentos ramificados finos, cada uno con un filamento axial central apoyar células pericentral. El número de estas células pericentral, 4-24, se utiliza en la identificación.

3. 2 Análisis cualitativos

Los parámetros físicos del agua de mar no representaron variabilidad, durante los meses de muestreos de enero a julio estableciendo 26,2 - 27 °C de temperatura, con un pH de 8 - 8,2 y salinidad de 35 – 36 S ‰.

Se detalló una pequeña descripción taxonómica de las especies identificadas en los muestreos.

3. 3 Análisis cuantitativo

En los muestreos respectivos se identificaron 9 Phylum en los dos saneamientos. En el Phylum Cnidaria no se contabilizó la *Obelia geniculata*, ya que son formaciones de colonias que se encontraba en toda la linterna. Para las divisiones Chrisophytas y Rhodophytas, las microalgas y macroalgas solo se realizó la respectiva identificación de las algas sin considerar el número de ellas presentes en cada saneamiento. Para la representación del Phylum Chordata no se consideraron los peces y los pulpos presentes se establecieron como fauna acompañante.

3. 3. 1 Recambios semanales de linternas

Se identificaron 6 Phylum, con un N= 1665 de individuos con un recubrimiento parcial de la linterna, las especies más representativas pertenecen al Phylum Artrópoda con 1442 individuos (Ver figura 35), dentro de este encontramos las familias; Balanidae, Gaammaridae, Maeridae, Majidae.

3. 3. 2 Recambios quincenales de linternas

Se determinó 6 Phylum con un N= 789 de individuos, con un recubrimiento uniforme en las linternas, las especies más representativas pertenecieron al Phylum Artrópoda, dentro del cual encontramos las siguientes familias: Balanidae, Gaammaridae, Maeridae, Majidae.

Para los dos saneamientos identificamos dentro de la División Chrysophyta a las siguientes especies de microalgas:

Licmophora flabelata, *Licmophora* sp, *Pinnularia* sp, *Navicula cancellata*, *Navicula radiosa*, *Gyrosigma* sp, *Pleurosigma*, *Nitzschia longisima*.

3. 4 Análisis estadístico del crecimiento de las ostras (*Crassostrea gigas*)

Se realizó el análisis estadístico con el software Minitab 17 de las longitudes de las ostras obtenidas durante los meses de muestreo en los saneamientos de recambio semanal de las linternas y el recambio quincenal de las linternas. Para determinar si existieron diferencias significativas entre ambos saneamientos.

Los resultados obtenidos de la prueba de hipótesis en el software Minitab, establece que no se encontraron diferencias significativas entre saneamientos, dándonos un valor de $T = -1,02$ y el valor de $P = 0,332$. Siendo este mayor a alfa (0,05) aceptamos con un 95 % de confianza la Hipótesis Nula que indica que el biofouling no incide en el crecimiento y supervivencia de la *Crassostrea gigas* y rechazando la Hipótesis Alternativa.

Representación gráfica del crecimiento de las ostras en el saneamiento 1 durante los meses de muestreos.

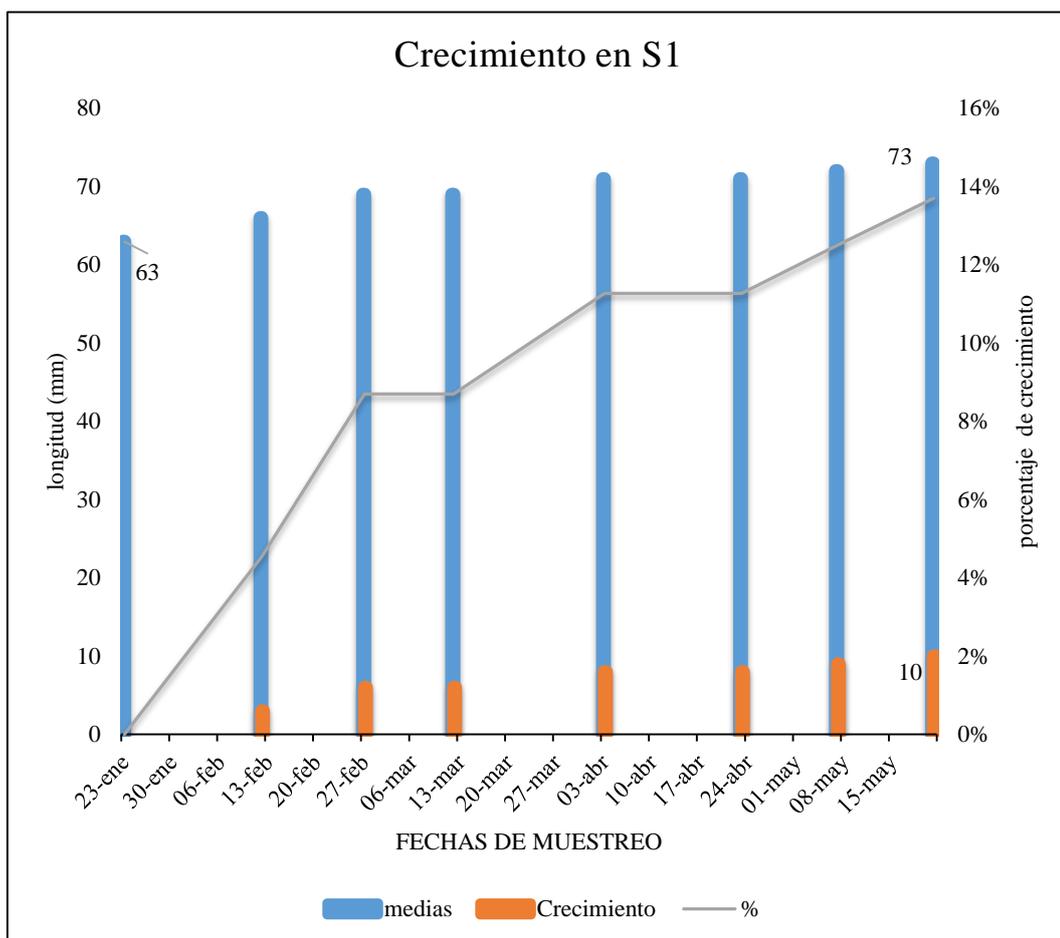


Figura 28. Crecimiento del cultivo de ostras en el Real 2015.

Para representar de forma gráfica el crecimiento de las ostras en el saneamiento 1 durante los meses de muestreos, se tomó como referencia la media aritmética inicial de 150 organismos, la cual fue de 63 mm de longitud. Durante los 7 muestreos realizados en la investigación se obtuvo un 14 % de crecimiento en las ostras esto son 10 mm más en longitud en referencia a la media inicial, estableciéndose como longitud final de ostra 73 mm.

Representación gráfica del crecimiento de las ostras en el saneamiento 2 durante los meses de muestreos

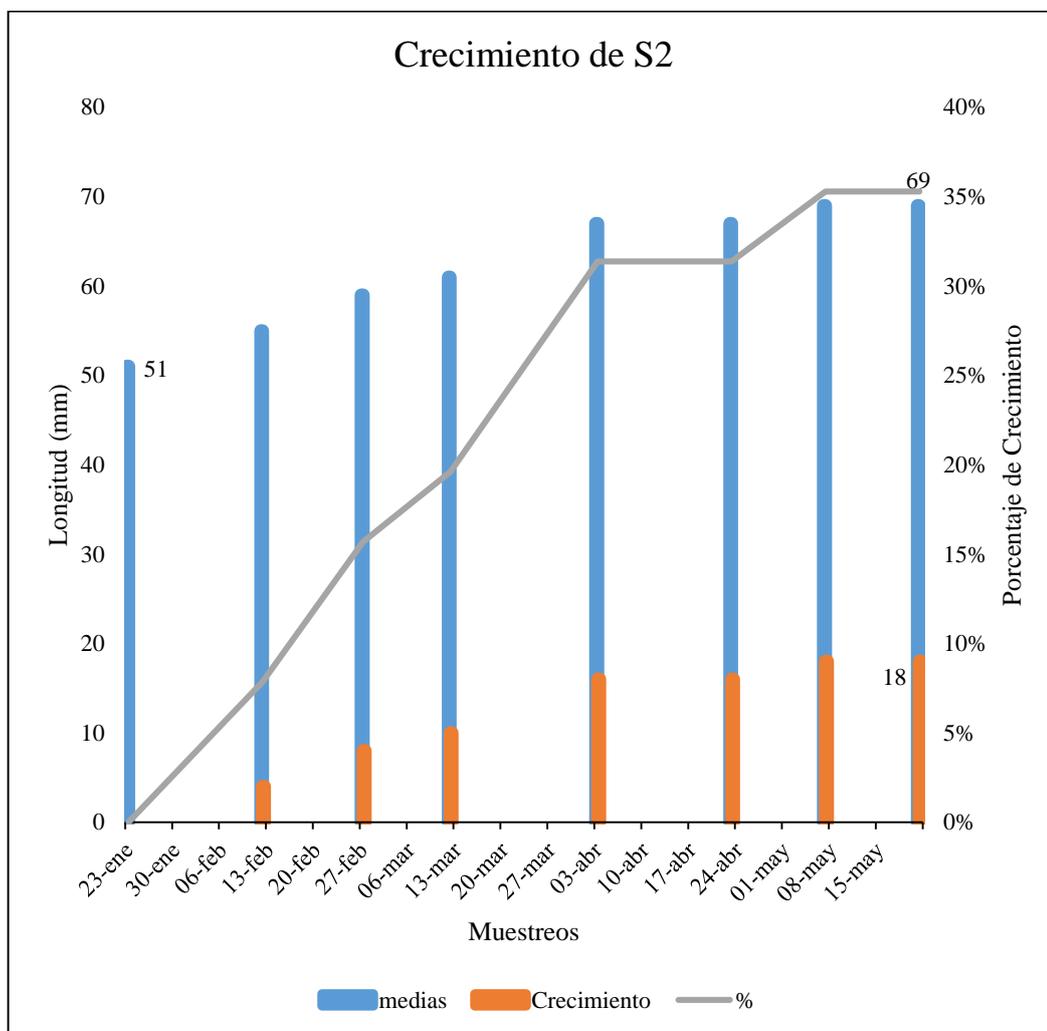


Figura 29. Crecimiento del cultivo de ostras 2015.

Para el saneamiento 2 iniciamos con una media aritmética en crecimiento de 51 mm en longitud de las ostras, alcanzando durante los meses de muestreos un 35 % en crecimiento esto es 18 mm más en la longitud final, teniendo 69 mm como longitud en las ostras.

3. 5 Análisis de correlación entre saneamiento1 y saneamiento 2

Representación gráfica de la correlación del crecimiento entre saneamientos en el tiempo de muestreo

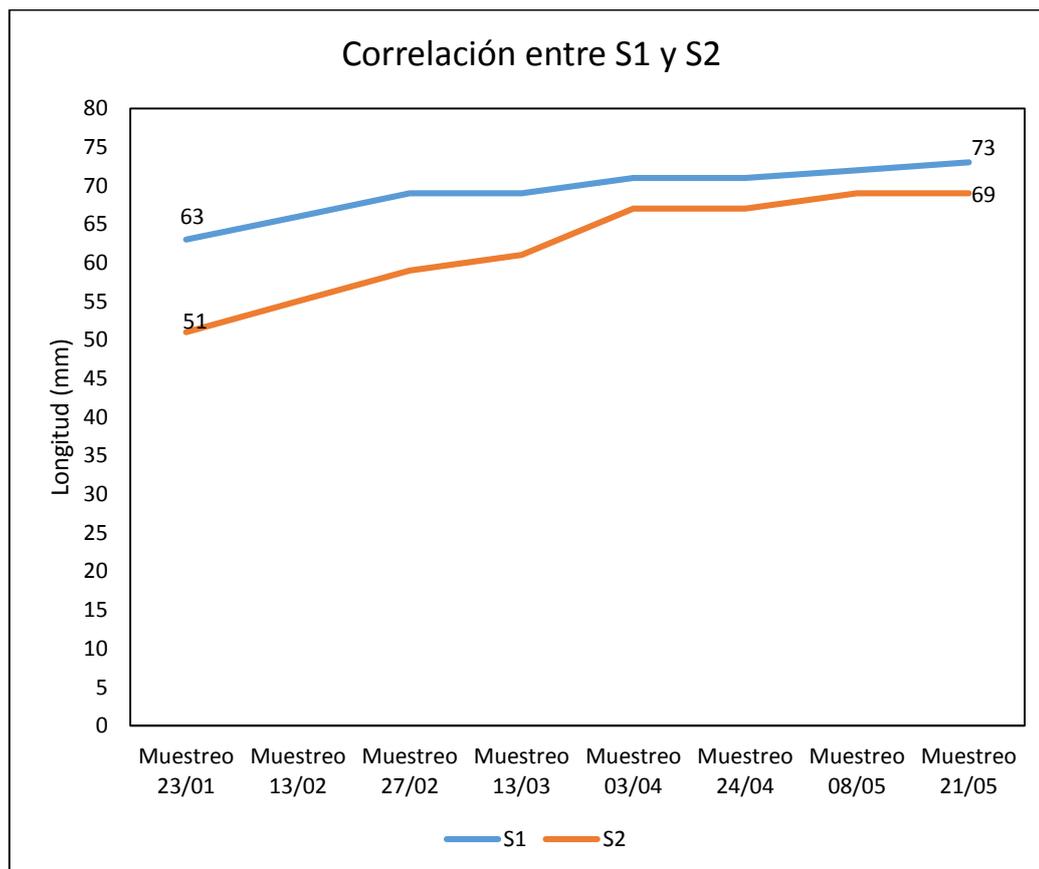


Figura 30. Correlación de crecimiento de ostras entre saneamientos planteados

Correlacionando los dos saneamientos (semanal y quincenal) con el tiempo expresado en 7 muestreos durante la investigación, reflejó que el saneamiento 1 (recambio semanal de linterna) inició con una media en crecimiento de 63 mm manteniendo un crecimiento significativo hasta el 4 muestreo, para después mantenerse con un crecimiento relativamente bajo durante los posteriores

muestreos hasta alcanzar los 73mm. Mientras que en el saneamiento 2 (recambio quincenal de linterna) inició con una media en crecimiento de 51 mm, manteniendo un crecimiento significativo hasta el 4 muestreo, en los siguientes muestreos el crecimiento se mantuvo bajo hasta alcanzar los 69 mm en longitud.

Analizando estadísticamente no se expresa una diferencia significativa entre ambos crecimientos finales de las ostras, ya que la diferencia entre los dos solo es de 4 mm.

El saneamiento 1 inició con una longitud promedio de 63 mm con una diferencia de 12 mm en comparación del saneamiento 2. El crecimiento se desarrolló durante los 4 primeros muestreos en los cuales alcanzo 71 mm, alcanzando 73 mm en los 3 muestreos posteriores.

Pero gráficamente podemos observar que el en saneamiento 2 hay los organismos de menor longitud inicial 51 mm, que crecen significativamente hasta alcanzar un crecimiento promedio de 67 mm en los 4 primeros muestreos que van del 23 de enero al 3 de abril, de esta fecha en adelante solo se observa un crecimiento de 2 mm, alcanzado 69 mm como longitud final.

3. 6 Análisis estadístico de mortalidad de la *Crassostrea gigas*

Para examinar los datos de mortalidad en los dos saneamientos se empleó análisis estadístico descriptivo, generando los siguientes resultados:

En los recambios semanales de las linternas se obtuvo un número estadístico de 48 muestras, un máximo estadístico de 40 individuos muertos, la media un error típico del 0,089 y una desviación típica estadística de 6,4 que nos indica que nuestros datos están ampliamente dispersos.

Para los recambios quincenales de las linternas se obtuvo un número estadístico de 24 muestras, con 33 individuos muertos como máximo estadístico, la media estadística es de 2,0595 generando una desviación de 10,089 expresando que los datos de mortalidad se encuentran muy dispersos en relación a nuestra línea de tendencia central.

Representación gráfica de los resultados obtenidos en el análisis de la mortalidad en el recambio semanalmente de linternas en el cultivo de ostras (*Crassostrea gigas*).



Figura 31. Mortalidad en el cultivo de Ostra del Pacífico (Cambio semanal de linterna).

La mortalidad en el saneamiento 1 tuvo un total de 120 ostras, el 3 de abril se reportó mayor mortalidad, con 40 ostras muertas, las valvas identificadas se encontraron trituradas por la presencia de algún organismo depredador externo.

Representación gráfica de la mortalidad en el cultivo de ostras (*Crassostrea gigas*) en el saneamiento 2 en los recambio quincenales.

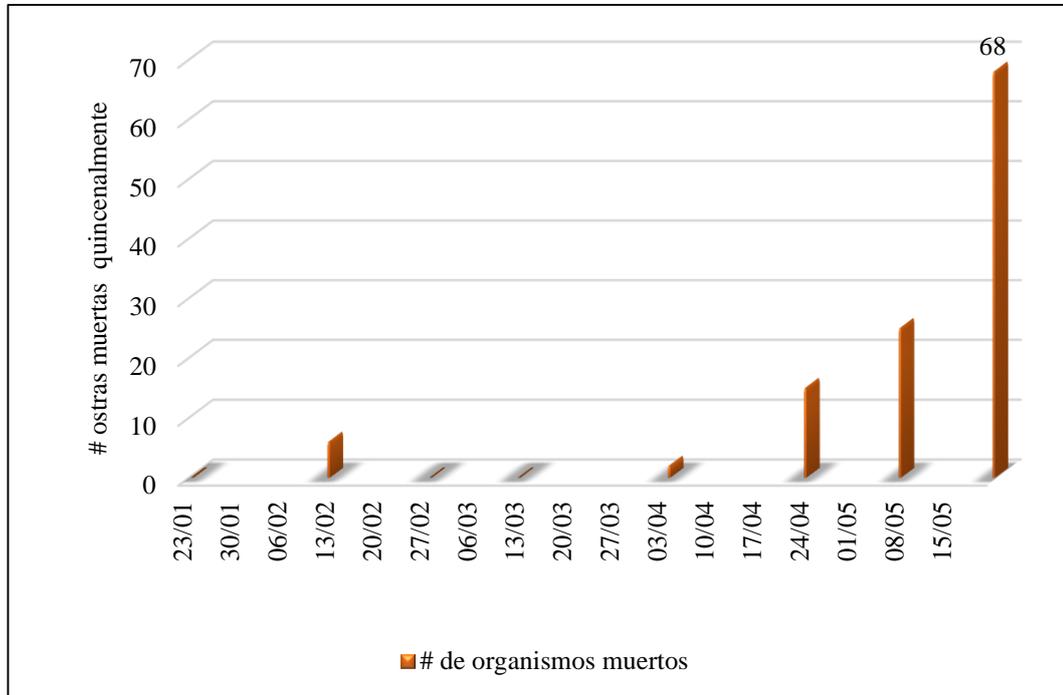


Figura 32. Mortalidad en el cultivo de Ostra del Pacífico (cambio quincenal de linternas) 2015.

En el saneamiento 2 la mayor mortalidad se registró el 15 de mayo con 68 organismos muertos, los cuales presentaban perforaciones y fracturas en las valvas.

Representación gráfica de porcentajes de sobrevivencias para los recambios semanales de linternas.



Figura 33. Supervivencia de Ostras del Pacífico el Real 2015.

Se obtuvo en el saneamiento el 86 % en supervivencia, de las 750 ostras sembradas. Representando el 14 % en mortalidad generada por depredadores externos como peces, pulpos, jaibas entre otros.

Representación gráfica de la supervivencia porcentual en el saneamiento de recambio quincenal de linternas.



Figura 34. Supervivencia en el saneamiento 2 en el Real 2015.

En el saneamiento 2 se obtuvo un 87 % de supervivencia de las ostras sembradas, y el 13 % de mortalidad, la cual se efectuó por depredadores externos.

Es de resaltar que durante el tiempo de investigación se presentaron fenómenos naturales continuos (aguaje, presencia de depredador, y *Lithophaga aristata*), que pudieron contribuir en el porcentaje de mortalidad.

Al comparar estadísticamente la relación de crecimiento y mortalidad entre los dos saneamientos se pudo determinar que no existen diferencias significativas, en cuanto a la mortalidad para el tratamiento 1 represento un 14 % y en el saneamiento 2 el 13 %, de igual forma no hay diferencias entre ambos.

3.7 Análisis poblacional de los organismos que componen en biofouling

Representación gráfica de los Phylum en los dos saneamientos

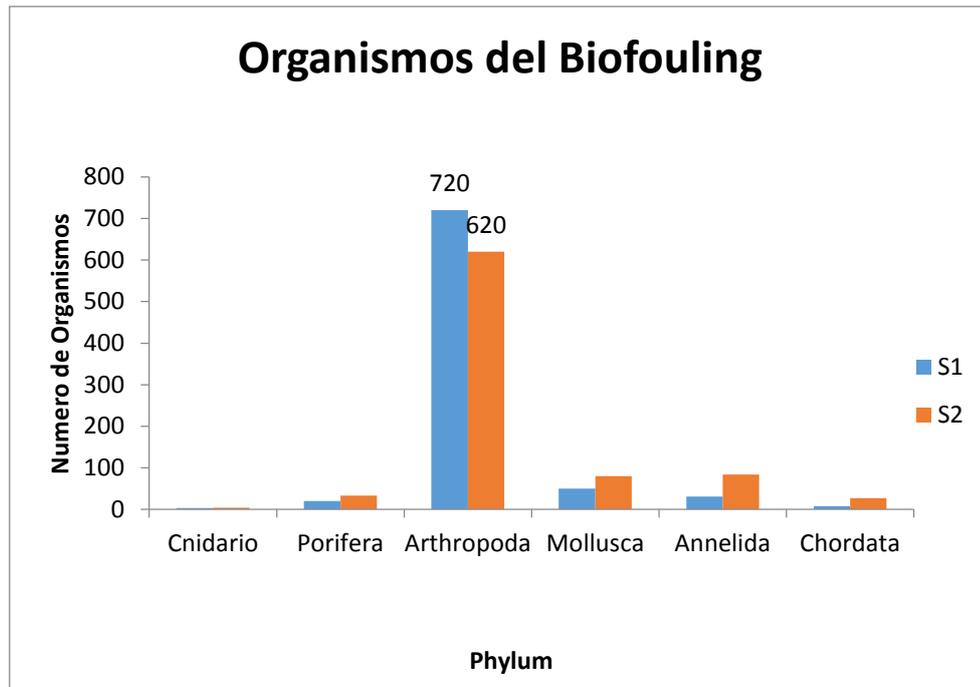


Figura 35. Phylum presentes en los saneamientos

En los dos saneamientos se identificaron 6 Phylum, estableciéndose que los artrópodos están presentes en mayor cantidad, con 720 organismos en S1 y 620 Organismos en S2.

Los Pylums de los dos saneamientos son iguales ya que se encuentran a una ubicación a solo un metro de distancia, la cantidad de organismos en el primer saneamiento se debe a que se realizaron mayores conteos y toma de muestras ya que se las realizó semanalmente.

Representación gráfica de los resultados en dominancia de Phylum en el biofouling

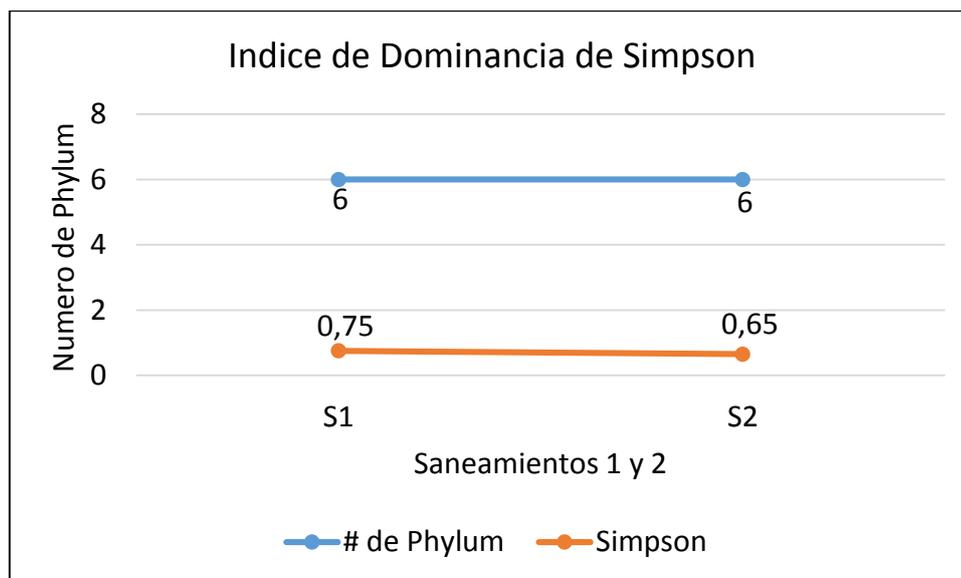


Figura 36. Dominancia de Simpson para los saneamientos

El Phylum artrópodo para el saneamiento 1 represento un 0,75 estableciéndose como dominante para este saneamiento, y el mismo Phylum con 0,65 se presentó dominante en el saneamiento 2.

Según los resultados obtenidos mediante el índice de dominancia de Simpson, el rango va de 0 a 1 que expresa la probabilidad que al elegir dos organismos estos pertenezcan al mismo Phylum, cuando este es mayor a cero, obteniendo un 0,75 en el saneamiento 1 y en el saneamiento 2 un 0,65 los dos son mayor a cero.

Gráfico de los resultados de los Pylum para el saneamiento 1

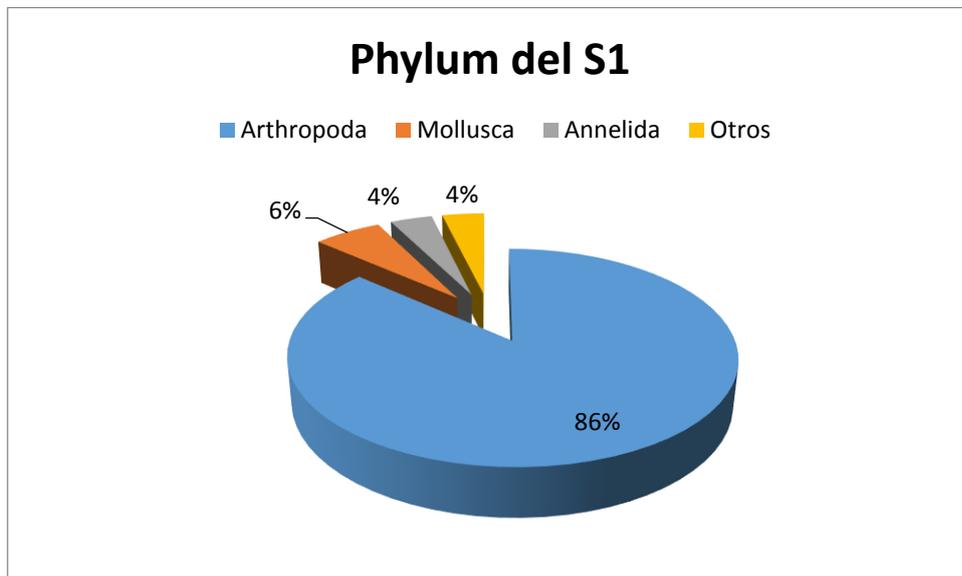


Figura 37. Phylum presentes en el saneamiento 1.

El Phylum artrópodo representó un 86 % de toda la comunidad presente en las linternas de cultivo como biofouling, seguida por los moluscos y anélidos con 4 % cada uno, y el 4% restante por los bivalvos y gasterópodos.

Interpretación gráfica de los Phylum del saneamiento 2

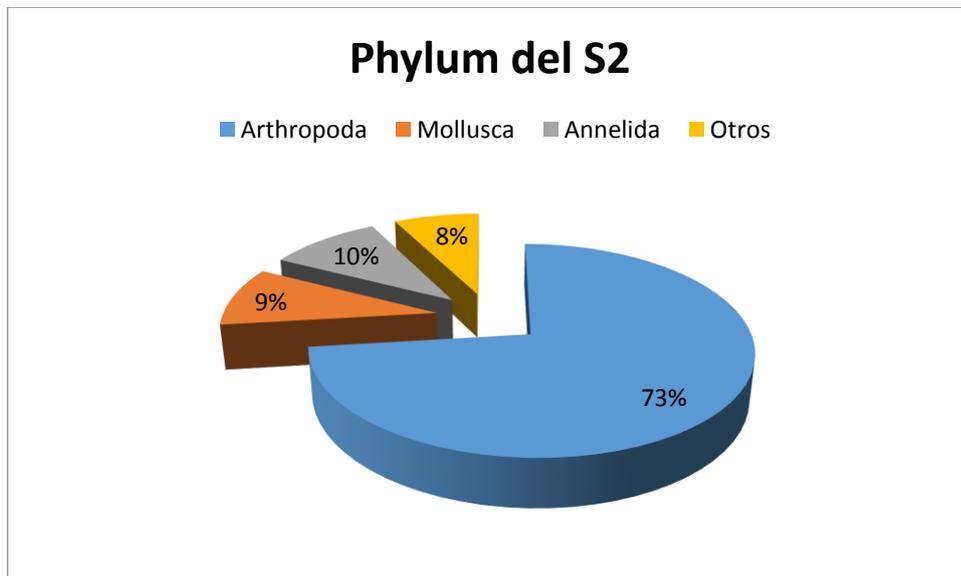


Figura 38. Phylum en el saneamiento 2

El saneamiento 2 presentó un 73 % solo de artrópodos, un 10 % de anélidos, 9 % de moluscos y un 8 % entre bivalvos y gasterópodos. Constituyéndose los artrópodos con mayor presencia en estos meses.

CONCLUSIONES

- 1) Se identificaron 11 especies de macroinvertebrados, 7 de microalgas y 2 macroalgas, que se encontraban formando el biofouling en las linternas de cultivo.
- 2) No se encontró variaciones en el número de Phylum entre saneamiento efectuado (recambios de linterna semanal y recambios de linterna).
- 3) El *Balanus coccopoma* se estableció como el mayor constituyente del biofouling en el cultivo de ostras en ambos saneamientos.
- 4) El biofouling no afecta al crecimiento y supervivencia de ostras en estos meses de estudios.
- 5) Los recambios de linternas se pueden realizar tanto semanal como quincenalmente no influyendo en el desarrollo de la *Crassostrea gigas*.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar el estudio del biofouling en el cultivo de ostras en periodos más prolongados cubriendo estación lluviosa y seca, para poder discriminar la presencia de especies durante todo el año.

Elaborar técnicas de control y prevención del biofouling en las estructuras de producción de organismos marinos.

Levantamientos de datos en todo el nivel costero de las comunidades presentes en nuestras costas para identificar las especies invasoras y nativas, el grado de daño causado a los ecosistemas y a las producciones en proceso.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Baltazar P**, 2009. Cultivo de tilapia en Perú. Infopesca Internacional (40): 21-26 p.
2. **CREA**, 2002 (Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental), Guía de Biodiversidad N°4 Vol I Macrofauna y Algas. II Región de Antofagasta – Chile.
3. **Durr S, D. Watson**, 2009. Biofouling and antifouling in aquaculture. In Biofouling, S. Durr & J. Thomson (eds.), Chapter 19, 267- 286. John Wiley & Sons. USA.
4. **DINARA–FAO**, 2008. Política Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en la República Oriental del Uruguay. Proyecto Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura TCP/URU/3101. Montevideo, Uruguay. 28 p.
5. **Eble, A. F, Scro, R.** 1996. General Anatomy. En: Eastern Oyster: *Crassostrea virginica*. Kennedy, V.S., Newell, R.I.E., Eble, A.F. (eds.). Maryland Sea Grant College. Maryland. U.S.A. 19-13.
6. **FAO**, 2008-2012. Cultured Aquatic Species Information Programme *Crassostrea gigas*. Programa de información de especies acuáticas. Texto de Helm, M.M. In: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO [en línea]. Roma. Actualizado 13 April 2005. [Citado julio 2015].

http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Crassostrea_gigas/es

7. **FONDEPES**, 2006 (Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero). Guía técnica Cultivo suspendido de la Ostra del pacífico *Crassostrea gigas*: 5-6 p.
8. **Galtsoff**, P. S. 1964. The American oyster *Crassostrea virginica*. Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife service. Vol. 64. 456 pp.
9. **García**, Pardo A. y Cavalcanti, R. Freitas. 2007. Parques aquícolas marinhos: uma actividade viável e sustentável. Rev. Bras. de Agroecologia 2(2):1740-1743.et al., 2007.
10. **Grassé** P. P. Poisson, R. A., Tuzet, O. 1976. Zoología. Invertebrados. Vol. 1. Ed. Toray – masson. Barcelona.
11. **Hayward**, P., Nelson-Smith, T. y C. Shields. 1998. Guía de Identificación: Flora y Fauna de las costas de España y de Europa. Ediciones Omega. Barcelona.
12. **Hillman**, R. E. 1977; Techniques for Monitoring Reproduction and Growth of Fouling Organisms at Power Plant Intakes. Biofouling Control Procedures. Pollution Engineering and Technology, ed. Loren D. Jensen, pp. 5-9.

13. **Kimbrough K. L.**, W.E. Johnson, G.G. Lauenstein, J.D. Christensen y D.A. Apeti, (2008). An Assessment of two decades of contaminants monitoring in the nation's coastal zone. Silver Spring, MD. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 74. 105 pp.
14. **Miyamoto, H.**, Hamaguchi, M., Okoshi, K. 2002. Analysis of genes in the mantle of oyster *Crassostrea gigas*. Fisheries Science 68: 651-658 p.
15. **Matus de la Parra, A. 2004.** Variación de las reservas energéticas de la *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1794) en relación a la gametogénesis. Tesis doctoral. Universidad de Vigo.
16. **Montufar M.** y Montufar J., 2012. Análisis del Impacto Socio-económico del Cultivo en Maricultura de la Ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*) en la Comuna "La Entrada" de la Provincia de Santa Elena al Año 2012. Tesis Guayaquil-Ecuador: 6-8 p
17. **Pacheco A.** y Garate, 2005. Bioincrustantes en estructuras de cultivo de *Argopecten purpuratus* en bahía Samanco, Perú. Ecología Aplicada 4(1,2):149-152 p.
18. **Ruppert, E. D.** Barnes. 1995. Zoología de los Invertebrados. Sexta Edición. Ed. McGraw-Hill Interamericana. México.

19. **Soriano** P. J. 2014. Estudio de la diversidad de organismos Encostrantes en sustratos artificiales Por medio de placas fijas en los Cantones la Libertad y Salinas.
Tesis: p
20. **UICN**, 2007. Guía para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura Mediterránea. Interacciones entre la Acuicultura y el Medio Ambiente. UICN, Gland, Suiza y Málaga, España. 114 p.
21. **Vásquez**, H., Pacheco, S., Pérez, I., Cornejo, N., Córdova, M., y Kiyotaka, K. (2009). Producción Artificial de Semilla y Cultivos de Engorde de Ostra Japonesa *Crassostrea gigas*. Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA), San Salvador.

ANEXOS



Anexo 1. Linternas de cultivo de ostras del saneamiento 1 cubierta parcialmente por biofouling



Anexo 2. Linternas de cultivo de ostras del saneamiento 2 cubierta con biofouling



Anexo 3. Ostras del Pacífico (*Crassostrea gigas*) muestreo de longitud



Anexo 4. Mortalidad registrada, a través de las valvas de *Crassostrea gigas*



Anexo 5. Linternas que se cambiaron en los saneamientos 1 y 2



Anexo 6. Toma de muestras para microalgas



Anexo 7. Cosiendo las linternas después del recambio respectivo



Anexo 8. Toma de parámetros ambientales en el cultivo

Tabla 2. Mortalidad de las ostras en el saneamiento 1, por muestreos realizados y por las linternas monitoreadas en estudio.

Fecha	Linternas semanal	Piso # 1	Piso # 2	Piso # 3	Piso # 4	Piso # 5
23/01/1 5	Linterna 1					
	Linterna 2					
	Linterna 3					2
30/01/1 5	Linterna 1					
	Linterna 2					3
	Linterna 3					
05/02/1 5	Linterna 1					
	Linterna 2					
	Linterna 3					
12/02/1 5	Linterna 1					
	Linterna 2					
	Linterna 3					
19/02/1 5	Linterna 1					
	Linterna 2	1				
	Linterna 3					
27/02/1 5	Linterna 1					
	Linterna 2				1	
	Linterna 3					
05/03/1 5	Linterna 1					
	Linterna 2					
	Linterna 3					
12/03/1 5	Linterna 1	3	1			
	Linterna 2	4			3	9
	Linterna 3	1				7
19/03/1 5	Linterna 1	5				
	Linterna 2			4		5

	Linterna 3						
26/03/15	Linterna 1						
	Linterna 2						
	Linterna 3						
03/04/15	Linterna 1						
	Linterna 2					40	
	Linterna 3						
09/04/15	Linterna 1						
	Linterna 2						
	Linterna 3					1	
16/04/15	Linterna 1						
	Linterna 2						
	Linterna 3						
23/04/15	Linterna 1	2	5			2	
	Linterna 2					4	
	Linterna 3					2	
30/04/15	Linterna 1						
	Linterna 2						
	Linterna 3						
07/05/15	Linterna 1					13	
	Linterna 2						
	Linterna 3						
21/05/15	Linterna 1					2	
	Linterna 2						
	Linterna 3						
			Total de organismos 120				

**Tabla 3. Mortalidad de las ostras en el saneamiento 2, por muestreos y por
linternas muestreadas.**

Fecha	Linternas quincenal	Piso # 1	Piso # 2	Piso # 3	Piso # 4	Piso # 5
23/01/15	Linterna 1					
	Linterna 2					
	Linterna 3					
12/02/15	Linterna 1	2				4
	Linterna 2					
	Linterna 3					
27/02/15	Linterna 1					
	Linterna 2					
	Linterna 3					
12/03/15	Linterna 1					
	Linterna 2					
	Linterna 3					
03/04/15	Linterna 1			2		
	Linterna 2					
	Linterna 3					
23/04/15	Linterna 1	7			3	3
	Linterna 2					1
	Linterna 3					1
07/05/15	Linterna 1					
	Linterna 2				7	18
	Linterna 3					
21/05/15	Linterna 1				2	2
	Linterna 2	5		2	14	10
	Linterna 3	8		4	12	9
				organismos 116		

Tabla 4. Registro de longitudes en mm de las ostras en cada muestreo en el saneamiento 1.

23-ene	12-feb	27-feb	12-mar	03-abr	23-abr	07-may	21-may
41	46	51	51	57	57	60	60
46	47	52	52	58	58	60	61
52	53	57	57	58	58	62	63
54	54	58	58	60	60	62	63
54	54	58	58	61	61	62	63
56	55	59	59	61	61	62	63
57	57	59	60	62	62	63	65
57	57	59	60	62	62	64	65
57	57	59	60	62	62	64	65
57	57	60	61	63	64	64	65
57	57	61	61	63	64	65	67
57	58	61	61	64	64	65	67
57	58	61	61	64	64	66	67
58	58	62	63	64	64	66	67
58	58	62	63	64	64	66	67
58	59	62	63	64	65	66	67
58	59	62	63	64	65	66	67
58	59	62	63	64	65	66	67
58	60	62	63	65	65	67	67
58	60	62	63	65	65	67	68
58	60	62	63	65	65	67	68
58	60	62	63	65	65	67	68
58	61	63	63	65	66	67	68
58	61	63	63	65	66	67	68
58	61	63	64	65	66	67	68
58	61	64	64	65	66	68	68
58	61	64	64	66	66	68	69
58	61	64	64	66	66	68	70
58	62	65	65	67	67	68	70
59	62	65	65	67	67	69	70
59	62	65	66	67	67	69	70
59	62	65	66	67	67	69	70
59	62	65	66	67	68	69	70
59	62	65	66	68	68	69	71
59	62	65	66	68	68	70	71
59	62	65	66	68	68	70	71
59	62	66	66	68	68	70	71
59	62	66	66	68	69	70	71
59	62	66	66	68	69	70	71
59	62	66	66	68	69	70	71

59	63	66	66	68	69	70	72
60	63	66	66	69	69	71	72
60	63	66	66	69	69	71	72
60	63	66	66	69	69	71	72
60	63	66	66	69	69	71	72
60	64	66	66	69	69	71	72
60	64	66	66	69	69	71	72
60	64	66	66	69	69	71	72
60	64	67	67	70	70	71	72
60	64	67	67	70	70	71	72
60	64	67	67	70	70	72	73
60	64	67	67	70	70	72	73
60	64	67	67	70	70	72	73
60	64	67	67	70	70	72	73
61	64	67	68	70	70	72	73
61	64	67	68	70	70	72	73
61	64	67	68	70	70	72	73
61	65	68	68	70	70	72	73
61	65	68	68	70	70	72	73
61	65	68	68	70	71	72	73
61	65	68	68	71	71	72	73
61	65	68	68	71	71	72	73
61	65	68	68	71	71	73	73
61	65	68	68	71	71	73	73
61	65	68	68	71	71	73	73
62	65	68	68	71	71	73	73
62	66	68	68	71	71	73	73
62	66	68	68	71	71	73	73
62	66	68	68	71	71	73	73
62	66	68	69	71	71	73	73
62	66	68	69	72	72	73	73
62	66	68	69	72	72	73	73
62	66	68	69	72	72	73	73
62	66	69	69	72	72	73	73
62	66	69	69	72	72	73	73
62	66	69	69	72	72	73	73
63	66	69	69	72	72	74	75
63	66	69	69	72	72	74	75
63	66	69	70	72	72	74	75
63	66	69	70	72	72	74	75
63	66	69	70	72	72	74	75
63	66	69	70	72	72	74	75
63	66	69	70	72	72	74	75

63	66	70	70	72	72	74	75
63	66	70	70	72	73	74	75
64	66	70	70	72	73	74	75
64	66	70	70	72	73	74	75
64	67	70	70	73	73	74	75
64	67	70	70	73	73	74	75
64	67	70	70	73	73	75	76
64	67	70	71	73	73	75	77
64	67	70	71	73	73	75	77
64	67	70	71	73	73	75	77
65	67	71	71	73	74	75	77
65	68	71	71	74	74	75	77
65	68	71	71	74	74	75	77
65	68	71	71	74	74	75	77
65	68	71	71	74	74	76	78
65	68	71	72	74	74	76	78
65	68	71	72	74	74	76	78
65	68	72	72	74	74	77	78
65	68	72	72	74	74	77	78
66	68	72	72	74	74	77	78
66	68	72	72	74	74	77	79
66	69	72	72	74	75	77	79
66	69	72	72	75	75	77	79
66	69	72	72	75	75	77	79
66	69	72	72	75	75	77	79
66	70	72	72	75	75	77	79
67	70	72	72	75	76	78	79
67	70	72	72	75	76	78	79
67	70	73	73	75	76	78	79
67	70	73	73	76	76	78	79
68	70	73	73	76	77	78	80
68	70	73	73	76	77	78	80
68	70	73	73	76	77	78	80
68	70	73	73	76	77	79	80
68	70	73	73	77	78	79	80
68	70	73	74	77	78	80	80
69	71	73	74	77	78	80	80
69	71	73	74	77	78	80	81
69	71	74	74	77	79	80	81
69	71	74	74	77	79	80	82
69	71	74	74	77	79	80	82
69	71	74	75	77	79	80	82

69	72	74	75	77	79	81	82
70	72	74	76	77	80	81	82
70	72	74	76	77	80	81	82
70	72	74	76	78	80	82	83
70	72	74	76	78	80	82	83
70	73	75	76	78	80	82	84
71	73	75	77	79	81	83	85
72	73	75	77	79	81	83	85
72	74	76	77	79	83	84	87
72	75	77	77	79	83	84	
72	75	77	77	80	83	87	
76	75	77	78	80			
69	75	77	78	80			
70	75	78	78	80			
70	75	78	79	81			
70	76	78	79	82			
70	76	78	80	82			
70	76	78	80	83			
71	76	78	81	85			
72	78	79	85	92			
72	78	79					
72	78	79					
72	78	79					
76	81	84					

Tabla 5. Registro de longitudes en mm de las ostras en cada muestreo en el saneamiento 2.

23-ene	12-feb	27-feb	12-mar	03-abr	23-abr	07-may	21-may
32	33	36	41	42	42	45	50
32	33	39	43	47	48	49	51
32	38	43	44	47	48	52	51
36	40	43	46	49	49	52	52
36	40	44	46	50	49	52	52
37	40	44	46	51	50	52	52
37	41	44	47	51	50	52	53
38	42	45	47	51	51	53	53
38	42	45	48	52	52	53	54
38	43	46	49	52	53	54	54
38	43	47	49	52	53	54	54
39	43	47	49	53	54	54	55
39	44	48	49	53	54	54	55
39	45	48	50	53	54	54	56
40	45	48	50	53	54	55	56
40	45	49	50	54	54	55	56
40	45	49	50	54	55	55	56
41	45	49	52	55	55	56	57
41	46	49	52	55	55	56	57
41	47	50	53	55	55	56	58
42	47	50	53	55	55	57	59
42	47	52	53	55	56	57	59
42	48	52	54	55	57	57	59
42	48	52	54	55	57	57	60
42	48	53	54	56	57	57	60
43	48	53	54	56	58	58	61
43	48	53	55	57	58	59	61
43	50	53	55	57	58	59	61
44	50	53	55	57	58	59	62
44	50	53	55	58	59	60	62
44	50	53	55	58	59	60	62
44	50	53	55	58	59	60	62
45	50	54	55	58	60	60	62
45	50	54	55	59	60	60	62
45	50	54	55	59	60	61	63
45	50	54	56	59	60	62	63
45	50	54	56	60	60	62	63
45	50	55	57	60	60	62	63
46	50	55	57	61	63	63	64
46	51	55	57	61	63	63	64

46	51	55	57	61	63	63	65
46	52	56	57	62	63	63	65
46	52	56	57	62	63	63	65
46	52	56	57	62	64	63	66
46	52	56	57	62	64	65	66
46	52	56	57	62	64	65	67
47	52	56	58	63	65	65	67
47	52	56	58	63	65	66	68
48	53	57	58	63	66	66	68
48	53	57	58	63	66	66	68
48	53	58	58	64	67	66	69
48	53	58	59	65	67	67	69
48	53	58	59	65	67	67	69
48	53	58	59	65	68	68	69
48	53	59	60	65	68	68	69
49	53	59	60	65	69	68	69
49	54	59	60	65	69	68	71
49	54	59	60	66	69	69	71
50	54	59	60	66	69	69	71
50	54	59	60	66	69	69	71
50	54	59	60	66	69	70	71
50	54	59	60	66	70	70	72
50	54	59	61	66	70	70	72
50	54	59	61	68	70	71	72
50	54	59	61	68	70	71	72
50	54	59	61	68	70	71	72
50	55	60	61	68	70	71	72
50	55	60	61	68	70	71	72
50	55	60	62	68	70	71	73
50	55	60	62	68	71	72	73
50	55	60	62	69	71	72	73
50	55	60	62	70	71	72	73
50	55	60	62	70	71	72	73
51	55	60	62	70	71	72	73
51	55	60	62	70	71	73	73
51	55	60	62	70	71	73	74
51	56	60	62	70	72	73	74
51	56	60	63	70	72	73	74
51	56	61	63	70	72	73	74
51	56	61	63	71	72	73	74
52	56	61	63	71	72	74	74
52	56	61	63	71	73	74	74
52	56	61	63	71	73	74	75

52	56	61	63	71	73	75	75
52	56	61	63	71	73	75	75
52	56	61	64	71	73	75	75
52	56	61	64	71	73	75	75
52	56	61	64	71	74	75	75
52	56	61	64	71	74	75	76
52	56	62	64	72	74	75	76
53	56	62	64	72	74	76	76
53	57	62	64	72	74	76	76
53	57	62	64	72	75	76	76
53	57	62	65	72	75	76	77
54	58	62	65	72	75	77	77
54	58	62	65	72	75	77	77
54	58	62	65	72	75	77	78
54	58	62	65	72	75	77	78
54	59	62	65	73	75	77	78
55	59	62	65	73	75	78	78
55	59	63	65	73	75	78	78
55	60	63	66	73	75	78	78
55	60	63	66	73	75	78	79
55	60	63	66	73	76	78	79
55	60	63	66	73	76	78	79
55	60	63	66	74	77	79	80
55	60	64	67	74	78	79	80
55	60	64	67	74	78	79	80
56	60	64	67	75	78	79	80
56	61	65	67	75	78	80	81
56	61	65	67	75	79	80	81
56	61	65	67	75	79	81	83
56	61	66	67	76	80	82	83
56	61	66	67	76	80	82	84
56	61	66	67	76	80	82	84
57	61	66	68	76	80	83	84
58	62	67	68	77	81	83	84
58	62	67	69	77	81	83	84
58	62	67	69	77	82	84	85
58	62	67	69	79	82	84	85
59	63	67	69	79	82	84	85
59	63	68	70	79	82	85	86
59	63	68	70	79	83	85	94
59	64	68	70	79	83	86	95
59	64	68	70	79	84	87	

59	64	69	71	79	85	87	
59	65	69	71	80	91	91	
60	65	70	71	80	91	95	
60	66	70	71	80			
60	66	71	71	80			
60	66	71	72	81			
60	66	71	72	81			
61	66	71	72	82			
61	67	71	73	83			
62	68	73	74	83			
62	68	73	74	85			
62	69	74	74	86			
62	69	74	75	90			
62	71	75	75	90			
62	71	76	76	90			
62	72	76	77	90			
63	75	77	77				
63	78	79	80				
64							
65							
69							
71							
74							
75							