



**UNS**  
ESCUELA DE  
POSGRADO

---

Duplicación del recambio de linternas y su efecto biológico y económico en la etapa final del cultivo suspendido de *Argopecten purpuratus*, en la bahía de Samanco (Ancash, Perú)

---

*Duplicación del recambio de linternas y su efecto biológico y económico en la etapa final del cultivo suspendido de *Argopecten purpuratus*, en la bahía de Samanco (Ancash, Perú)*

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN BIOLOGÍA**

Rómulo Eugenio Loayza Aguilar

**AUTOR**

Rómulo Eugenio Loayza Aguilar

**ASESOR**

Álvaro Edmundo Tresierra Aguilar

*Asesor*

Nuevo Chimbote Perú  
Marzo, 2018



## CONSTANCIA DE ASESORAMIENTO DE LA TESIS DOCTORAL

**Duplicación del recambio de linternas y su efecto biológico y económico en la etapa final del cultivo suspendido de *Argopecten purpuratus*, en la bahía de Samanco (Ancash, Perú)** 2018

Tesis para optar al Grado Académico de Doctor en Biología

  
Rómulo Eugenio Loayza Aguilar  
Tesista

Álvaro Edmundo Tresierra Aguilar  
Asesor

Nuevo Chimbote, Perú  
Marzo, 2018



**UNS**  
ESCUELA DE  
POSTGRADO

### CONSTANCIA DE ASESORAMIENTO DE LA TESIS DOCTORAL

Yo, Álvaro Edmundo Tresierra Aguilar, mediante la presente certifico mi asesoramiento de la tesis doctoral titulada **“Duplicación del recambio de linternas y su efecto biológico y económico en la etapa final del cultivo suspendido de *Argopecten purpuratus*, en la bahía de Samanco (Ancash, Perú)”**, elaborada por el Magister Rómulo Eugenio Loayza Aguilar para obtener el Grado Académico de Doctor en Biología en la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional del Santa.

Nuevo Chimbote, marzo 2 de 2018

Álvaro Edmundo Tresierra Aguilar  
Asesor



**UNS**  
ESCUELA DE  
POSTGRADO

### HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

Juan Fernando Merino Moya, Maestro en Ciencias, Especialidad: Mención Evaluación y Administración de Recursos Pesqueros, Universidad Nacional de Trujillo (Perú), Doctor en Biología, Universidad Nacional del Santa (Perú);

Álvaro Edmundo Tresierra Aguilar, Master of Science, Oregon State University (USA), Doctor en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo (Perú);

Roberto Alfonso Uribe Alzamora, Doctor en Ciencias Aplicadas con Mención en Sistemas Marinos Costeros, Universidad de Antofagasta (Chile);

Dan su **CONFORMIDAD**, que la presente Tesis Doctoral titulada “**Duplicación del recambio de linternas y su efecto biológico y económico en la etapa final del cultivo suspendido de *Argopecten purpuratus*, en la bahía de Samanco (Ancash, Perú)**”, DEFENDIDA por el Magister **Rómulo Eugenio Loayza Aguilar** para optar al Grado Académico de **DOCTOR EN BIOLOGIA**, ha sido **REVISADA** y **APROBADA** por este **JURADO EVALUADOR**.

Chimbote, Marzo 2 de 2018

.....  
Juan Fernando Merino Moya  
Presidente

.....  
Roberto Alfonso Uribe Alzamora  
Secretario

.....  
Álvaro Edmundo Tresierra Aguilar  
Vocal

## **FICHA CATALOGRAFICA**

Tesis n°:  
Depósito legal:

Autor:  
Loayza Aguilar, Rómulo Eugenio  
Asesor:  
Tresierra Aguilar, Álvaro Edmundo

Título:  
**Duplicación del recambio de linternas y su efecto biológico y económico en la etapa final del cultivo suspendido de *Argopecten purpuratus*, en la bahía de Samanco (Ancash, Perú).**  
**85 p.**

Tesis para optar al Grado Académico de Doctor en Biología, Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional del Santa.  
Chimbote, Perú, 2018

1 Biofouling, 2 Cultivo suspendido, 3 *Argopecten purpuratus*, 4 Recambio linterna, 5 Crecimiento gonadal, 6 supervivencia, 7 rentabilidad.

## DEDICATORIA

A Dios, por darme las habilidades académicas  
A mi padre Nazario (†), paradigma de mi vida  
A mi madre Isabel, por su imponderable abnegación  
A mis hijos Rómulo y Leónidas, mi fuerza vital  
A mi esposa María, mi compañera incondicional  
A Tirso Sixto Pedro Podestá Torres, mi gran maestro

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional del Santa por el financiamiento parcial de mis estudios doctorales.

Al Dr. Álvaro Tresierra Aguilar, por su valioso asesoramiento y consejos en la redacción del proyecto de tesis y del informe final.

A todos los docentes de los cursos del Programa Doctoral de la Universidad Nacional del Santa, que sin duda contribuyeron en fortalecer mi visión y condición de investigador.

A la Bióloga Acuicultor Kelly Ramos Alfaro, representante de la empresa Cultivos Marinos Argoper SAC, por todas las facilidades otorgadas para la ejecución de los trabajos de campo dentro de la empresa, en la bahía de Samanco.

A Ángel Rodríguez, Jorge Colunche, Raúl Valencia, Raúl Mendoza, Javier Dionisio y Glenda Peña, por sus valiosos datos sobre los aspectos económicos en el tema de recambio y lavado de linternas.

A María López Castañeda por su valiosísimo apoyo en los muestreos de campo de 24 horas continuas en una balsa, enfrentando el frío, las olas y sus intensos mareos, en la bahía de Samanco.

A Fiorella Martino, Karen Benites, Santiago Vereau, Lourdes Novoa, Cristian Pérez, Gladys Ferrer, estudiantes de la Escuela de Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa, por su apoyo en la separación de los organismos del biofouling de las linternas experimentales.

Al señor Martin Varas, buzo profesional, y Miguel Chávez, de la empresa Cultivos Marinos Argoper SAC, por su apoyo en la siembra y muestreos de campo, así como al personal de la misma empresa que me apoyo en la siembra y los muestreos.

A mis amigos y compañeros de trabajo, Lucio Encomendero, Guillermo Saldaña, Juan Carhuapoma, Luis Campoverde Vigo, Carlos Azañero, Miriam Velásquez, Sorayda Mendoza, por su apoyo moral para culminar este trabajo.

## INDICE GENERAL

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Índice de tablas	iii
Índice de figuras	iv
Índice de anexos	v
Resumen	vi
Abstract	vii
<b>Capítulo I</b>	
<b>Introducción</b>	<b>1</b>
1.1 Realidad problemática	1
1.2 Estado del arte	3
1.3 Avances en el conocimiento del problema	3
1.3.1 Publicaciones	3
1.3.2 Presentación en eventos científicos	4
1.4 Caracterización y naturaleza del objeto de investigación	4
1.4.1 Ubicación taxonómica del objeto de investigación	4
1.4.2 Aspectos bioecológicos del objeto de investigación	4
1.4.3 Pesquería	5
1.4.4 Administración del recurso	6
1.4.5 Acuicultura	6
1.5 Formulación del problema	7
1.6 Formulación de la hipótesis	9
1.7 Formulación de los objetivos de la investigación	10
1.8 Justificación e Importancia de la investigación	10
1.8.1 Justificación del problema	10
1.8.2 Importancia de la investigación	11
<b>Capítulo II Marco Teórico y Conceptual</b>	<b>13</b>
2.1 Marco Teórico	13
2.2 Marco Conceptual	15
<b>Capítulo III Metodología</b>	<b>20</b>
3.1 Descripción del área de estudio	20
3.2 Ubicación del trabajo experimental	20
3.3 Preparación de las unidades experimentales	21
3.4 Organismo para el ensayo	21
3.5 Siembra	21
3.6 Registros merísticos de la siembra	21
3.7 Recambio de linternas	22
3.8 Cosecha	22
3.8.1 Caracterización de <i>A. purpuratus</i>	22
3.8.1.a Registros merísticos	22
3.8.1.a.1 Tasas de crecimiento para la altura valvar y el peso	22
3.8.1.a.2 Relación altura valvar – peso	23
3.8.1.b Índices	23
3.8.1.b.1 Índice Gonadosomático (IGS)	23
3.8.1.b.2 Factor de Condición (FC)	23
3.8.1.b.3 Índice de Rendimiento Comercial (RC)	23
3.8.1.c Relación altura valvar y peso como indicador de estrés ambiental	24
3.8.2 Caracterización del biofouling	24
3.9 Variables ambientales	25
3.9.a Parámetros meteorológicos	25
3.9.b Parámetros físicos del agua	25
3.9.c Parámetros químicos del agua	25
3.9.d Parámetros biológicos del agua: fitoplancton y zooplancton	25
4.0 Análisis de costos	26

<b>Capítulo IV Resultados</b>	<b>27</b>
4.1 <b>Desarrollo del biofouling sobre las linternas</b>	<b>27</b>
4.1.1 Cobertura en las linternas por el biofouling	28
4.1.2 Cualificación y cuantificación del biofouling sobre las linternas	28
4.2 Efecto del biofouling sobre <i>A. purpuratus</i>	33
4.2.1 Registros merísticos	33
4.2.2 Tasas de crecimiento para la altura valvar y el peso	35
4.2.3 Relación altura valvar – peso	36
4.2.4 Índices	37
4.2.5 Relación altura valvar y peso como indicador de estrés ambiental	38
4.3 Supervivencia	39
4.4 Variables ambientales	39
4.4.1 Factores abióticos	39
4.4.2 Parámetros biológicos del agua: fitoplancton y zooplancton	44
4.4.2.a Fitoplancton	44
4.4.2.b Zooplancton	49
4.5 Aspectos económicos	52
<b>Capítulo V Discusión</b>	<b>54</b>
5.1 Desarrollo del biofouling sobre las linternas	54
5.2 Efecto del biofouling sobre <i>A. purpuratus</i>	62
5.2.1 Sobre el crecimiento valvar	62
5.2.2 Sobre el crecimiento de partes blandas	62
5.2.3 Sobre las tasas de crecimiento	63
5.2.4 Sobre el IGS, FC y Rendimiento Comercial	63
5.2.5 Relación altura valvar y peso como indicador de estrés ambiental	64
5.3 Supervivencia	65
5.4 Influencia de los factores ambientales	66
5.4.1 Relacionado con los factores abióticos	66
5.4.2 Relacionado con los factores bióticos	68
5.5 Aspectos económicos	69
<b>Capítulo VI Conclusiones y Recomendaciones</b>	<b>71</b>
6.1 Conclusiones	71
6.2 Recomendaciones	73
<b>Capítulo VII Referencias Bibliográficas</b>	<b>73</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

		pág.
Tabla 1	Promedio del número, talla y peso de individuos y comportamiento alimenticio, de las especies del biofouling desarrollados sobre las linternas de cultivo suspendido de <i>A. purpuratus</i> en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), según tratamientos experimentales.	29
Tabla 2	Índices de biodiversidad del biofouling desarrollado sobre las linternas de cultivo suspendido de <i>A. purpuratus</i> en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), según tratamientos experimentales.	30
Tabla 3	Número de especies y pesos promedio, por grupo taxonómico y tratamientos experimentales, del biofouling desarrollado sobre las linternas de cultivo suspendido de <i>A. purpuratus</i> en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), y extrapolación de las biomásas a kg linterna <sup>-1</sup> y por t ha <sup>-1</sup> .	32
Tabla 4	Porcentajes de humedad, materia orgánica seca y valvas calcáreas de la principales especies del biofouling desarrollados en las linternas de cultivo suspendido de <i>A. purpuratus</i> en la bahía de Samanco (Ancash, Perú).	32
Tabla 5	Peso (kg) de las 5 especies más importantes del biofouling desarrollados sobre las linternas de cultivo de <i>A. purpuratus</i> en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), extrapolada a 1 ha de producción.	32
Tabla 6	Valores de siembra en los tratamientos de cultivo de <i>A. purpuratus</i> en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), para evaluar la influencia del biofouling.	33
Tabla 7	Valores de cosecha en los tratamientos de cultivo de <i>A. purpuratus</i> en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), para evaluar la influencia del biofouling.	33
Tabla 8	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la altura valvar, peso total partes blandas, peso de gónadas y peso de tallo, según tratamientos, durante la siembra de <i>A. purpuratus</i> , según tratamientos experimentales.	33
Tabla 9	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la altura valvar, peso total partes blandas, peso de gónadas y peso de tallo, según tratamientos, durante la cosecha de <i>A. purpuratus</i> , según tratamientos experimentales.	34
Tabla 10	Prueba t de Student para la comparación de medias entre la altura valvar, los pesos total, gónadas y tallo de <i>A. purpuratus</i> entre tratamientos durante la siembra, en cultivo suspendido en la bahía de Samanco (Ancash, Perú).	34
Tabla 11	Resumen del ANOVA para comparar la altura valvar, peso total, peso de las gónadas y peso del tallo de <i>A. purpuratus</i> entre los tratamientos T1 y T2 al finalizar el ensayo en la bahía de Samanco (Ancash, Perú).	34
Tabla 12	Crecimiento absoluto (CA), tasa absoluta de crecimiento (TAC), crecimiento relativo (CR), tasa de crecimiento relativo (TCR), tasa de crecimiento instantáneo relativo (TCIR) y factor de condición, para evaluar el efecto del biofouling en el cultivo de <i>A. purpuratus</i> en la bahía de Samanco (Ancash, Perú).	35
Tabla 13	Índice gonadosomatico (IGS), Factor de Condición (FC) e Índice de Rendimiento Comercial (IRC) para el tallo-coral y tallo, en términos porcentuales, para evaluar el efecto del biofouling en el cultivo suspendido de <i>A. purpuratus</i> en la bahía de Samanco (Ancash, Perú).	37
Tabla 14	Ecuaciones de relación entre la altura valvar de <i>A. purpuratus</i> y los pesos total de partes blandas, gónadas, tallo y gonadas+tallo, y parámetro a, b, y coeficiente de correlación (R <sup>2</sup> ), obtenidas para los tratamientos, en la siembra y cosecha.	38
Tabla 15	Registro de la supervivencia de <i>A. purpuratus</i> en cultivo suspendido en la bahía de Samanco, según tratamientos en la bahía de Samanco (Ancash, Perú).	39
Tabla 16	Resumen del ANOVA para el diseño completamente aleatorio entre las supervivencia de <i>A. purpuratus</i> al finalizar el ensayo.	39
Tabla 17	Registro del viento (escala de Beaufort) y estado del mar (escala de Douglas), registrados durante la siembra y la cosecha de <i>A. purpuratus</i> en cultivo suspendido en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), para evaluar la influencia del desarrollo del biofouling.	39
Tabla 18	Registro de factores abióticos momento después la siembra de <i>A. purpuratus</i> en cultivo suspendido en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), para evaluar la influencia del desarrollo del biofouling.	41
Tabla 19	Registro de factores abióticos momentos antes de la cosecha de <i>A. purpuratus</i> en cultivo suspendido en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), para evaluar la influencia del desarrollo del biofouling.	42
Tabla 20	Promedio de la iluminancia, velocidad del viento y corriente del agua luego de la siembra <i>A. purpuratus</i> bajo cultivo suspendido en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), para evaluar influencia del biofouling.	44
Tabla 21	Densidad promedio del fitoplancton luego de la siembra y antes de la cosecha de <i>A. purpuratus</i> bajo cultivo suspendido en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), según tratamientos experimentales para evaluar el efecto del biofouling.	45
Tabla 22	Resumen del ANOVA para un diseño completamente aleatorio entre las densidades del fitoplancton dentro de las linternas, al finalizar el ensayo.	48
Tabla 23	Valores de diversidad biológica del fitoplancton, luego de la siembra y antes de la cosecha de <i>A.</i>	48

	<i>purpuratus</i> bajo cultivo suspendido en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), según tratamientos experimentales para evaluar el efecto del biofouling.	
Tabla 24	Densidad del zooplancton luego de la siembra y antes de la cosecha de <i>A. purpuratus</i> bajo cultivo suspendido en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), según tratamientos para evaluar el efecto del biofouling.	49
Tabla 25	Valores de diversidad biológica del fitoplancton, luego de la siembra y antes de la cosecha de <i>A. purpuratus</i> bajo cultivo suspendido en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), según tratamientos experimentales para evaluar el efecto del biofouling.	50
Tabla 26	Producción de gónadas y tallo de <i>A. purpuratus</i> a través de cultivo suspendido en la bahía de Samanco, bajo el esquema con recambio de linternas (T1) y tradicional (T2) y los ingresos económicos que representan.	52
Tabla 27	Costos por el recambio de linternas (T1) en la producción de <i>A. purpuratus</i> en la bahía de Samanco, frente al cultivo tradicional (T2), extrapolado a 1 ha de cultivo ( $\approx$ 3 líneas).	53
Tabla 28	Ambitos de diversidad Shannon-Weiner ( $H'$ ) y uniformidad de Pielou ( $J'$ = equiparabilidad), para diferentes locaciones, comprendidas entre 1978 y 2007, ND: no determinado (Tomado de Ramírez-Barón et al., 2010).	68
Tabla 29	Ambitos de densidad celular, para diferentes focos de surgencia y sistemas costeros, comprendidas entre 1997 y 2005 (Tomado de Ramírez-Barón et al., 2010).	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		pág.
1	Esquematación del flujo productivo de “concha de abanico” <i>Argopecten purpuratus</i> en la bahía de Samanco y los problemas inherentes con la producción de biofouling.	3
2	Esquema relacionado con la producción de biofouling sobre las linternas de cultivo de <i>A. purpuratus</i> y sus impactos sobre el ecosistema.	8
3	Esquema de las fases que se generan en el proceso de formación y consolidación del biofouling. Tomado de Wahl (1989).	16
4	Ubicación geográfica de la bahía de Samanco y la concesión marina en donde se realizó el estudio.	21
5	Linterna luego de 30 días en cultivo suspendido de <i>A. purpuratus</i> en la bahía de Samanco (Ancash, Perú) (A), ascidias no identificadas (B y C) y “cangrejo araña” (D).	27
6	Características de la colonización externa por biofouling de las linternas en cultivo de <i>A. purpuratus</i> , según tratamientos, en la bahía de Samanco (Ancash, Perú).	28
7	Representación esquemática de la colonización interna de las linternas de cultivo de <i>A. purpuratus</i> por <i>Ciona intestinalis</i> en los tratamientos T2 y T3.	28
8	Composición por grupos taxonómicos (A) y dominancia relativa específica (B) en función al peso, del biofouling desarrollado sobre las linternas de cultivo suspendido de <i>A. purpuratus</i> , según tratamientos experimentales, en la bahía de Samanco (Ancash, Perú).	30
9	Biomasa del biofouling en función al comportamiento alimenticio de las especies, desarrollado por linterna en el cultivo suspendido de <i>A. purpuratus</i> en la bahía de Samanco (Ancash, Perú).	31
10	Especies de ascidias registradas en las linternas de cultivo de suspendido de <i>A. purpuratus</i> en la bahía de Samanco (Ancash, Perú).	31
11	Variación de la altura valvar, peso total partes blandas, peso gonadal y peso del tallo de <i>A. purpuratus</i> , según repeticiones y tratamientos, al finalizar la experiencia en la bahía de Samanco (Ancash, Perú).	35
12	Relación de la altura valvar de <i>A. purpuratus</i> con los pesos total de las partes blandas, gónadas, tallo y gónadas+tallo, registradas en los tratamientos T1 y T2, durante la siembra (n = 20).	36
13	Relación de la altura valvar de <i>A. purpuratus</i> con los pesos total de las partes blandas, gónadas, tallo y gónadas+tallo, registradas en los tratamientos T1 y T2, durante la cosecha (n: T1 = 44, T2 = 49).	37
14	Representación de la variación de Índice Gonadosomático (IGS), Factor de Condición (FC) e Índice de Rendimiento Comercial (RC) para el tallo-coral y tallo, para evaluar el efecto del biofouling en el cultivo suspendido de <i>A. purpuratus</i> en la bahía de Samanco (Ancash, Perú).	38
15	Variación del coeficiente de alometría (b) en el cultivo suspendido de <i>A. purpuratus</i> en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), del peso total partes blandas, gónadas, tallo, gónada+tallo, según tratamientos.	39
16	Variación horaria de los factores abióticos momento luego de la siembra y antes de la cosecha de <i>A. purpuratus</i> en cultivo suspendido en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), según tratamientos, para evaluar la influencia del desarrollo del biofouling (s= siembra, c= cosecha).	43
17	Variación diaria de la temperatura, oxígeno disuelto y salinidad del agua, registrados a 6 m de profundidad en la concesión de cultivo de <i>A. purpuratus</i> en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), entre los meses de junio a setiembre de 2014.	44
18	Variación porcentual del número de especies del fitoplancton, según División, luego de la siembra y antes de la cosecha de <i>A. purpuratus</i> bajo cultivo suspendido en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), según tratamientos experimentales para evaluar el efecto del biofouling.	47
19	Variación de la densidad del fitoplancton total (A) y según Divisiones (B), luego de la siembra y antes de la cosecha de <i>A. purpuratus</i> bajo cultivo suspendido en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), según tratamientos experimentales para evaluar el efecto del biofouling.	48
20	Representación de la variación de los índices de diversidad biológica del fitoplancton, luego de la siembra y antes de la cosecha de <i>A. purpuratus</i> bajo cultivo suspendido en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), según tratamientos experimentales para evaluar el efecto del biofouling (Margalef = M, Simpson = Si, Shannon-Weaver = H', Equidad de Pielou = J').	49
21	Variación de la densidad del zooplancton total luego de la siembra y antes de la cosecha de <i>A. purpuratus</i> bajo cultivo suspendido en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), según tratamientos experimentales para evaluar el efecto del biofouling.	50
22	Variación de la densidad del zooplancton total según grupos taxonómicos mayores (B), luego de la siembra y antes de la cosecha de <i>A. purpuratus</i> bajo cultivo suspendido en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), según tratamientos experimentales para evaluar el efecto del biofouling.	51
23	Representación de la variación de los índices de diversidad biológica del zooplancton, luego de la siembra y antes de la cosecha de <i>A. purpuratus</i> bajo cultivo suspendido en la bahía de Samanco (Ancash, Perú), según tratamientos experimentales para evaluar el efecto del biofouling (Margalef = M, Simpson = Si, Shannon-Weaver = H', Equidad de Pielou = J').	52
24	Representación de la dinámica del detritus orgánico en la comunidad del biofouling desarrollado en las linternas de cultivo <i>A. purpuratus</i> en la bahía de Samanco (Ancash, Perú).	60

## RESUMEN

El cultivo industrial de *Argopecten purpuratus* en el Perú está en franco crecimiento, generando empleos, actividades conexas y divisas para el Estado; sin embargo, también se originan impactos negativos, como los derivados por desarrollo del biofouling que afecta la rentabilidad económica por disminución del peso y mortalidad de los organismos en cultivo. La bahía de Samanco es una de las más productivas del Perú en donde desde inicios de los 1990s se practica el cultivo; sin embargo, no se dispone de estrategias para mitigar los impactos del biofouling, lo que motivó el presente estudio; planteando reducir el efecto negativo del biofouling en el crecimiento (gonadal y muscular) y supervivencia de *A. purpuratus*, en la etapa final del cultivo suspendido, por el recambio de linternas, y demostrar que la rentabilidad en este tratamiento es mayor que la rentabilidad que se obtiene bajo cultivo convencional, al mejorar el crecimiento en talla y peso y supervivencia de los organismos en cultivo.

El estudio se realizó entre junio y septiembre de 2014 en la concesión de la empresa Cultivos Marinos Argoper SAC, ubicada en la bahía de Samanco, que cultiva *A. purpuratus*. Los tratamientos, con 2 repeticiones, instalados a 6 m de profundidad, fueron: T1 = cultivo con reemplazo de linterna, T2 = cultivo bajo sistema convencional, T3 = linternas bajo sistema tradicional y sin *A. purpuratus*. En los tratamientos T1 y T2 se colocaron 25 organismos por piso, registrando la altura valvar, el peso total, el peso gonadal, el peso del tallo y calcular el IGS, al inicio del estudio. Después de 30 días de cultivo, se reemplazaron las linternas del tratamiento T1, y a los 96 días se culminó el ensayo, describiendo las especies incrustantes y su cobertura externa e interna; y se determinó la supervivencia. Se tomaron organismos para registrar la altura valvar, el peso gonadal y el peso del tallo. Finalmente se seccionaron los pisos 1, 5 y 10 de cada linterna para identificar y cuantificar cada una de las especies del biofouling. En la siembra y cosecha se registró parámetros físicos, químicos y del plancton en horario de 18:00, 24:00, 06:00 y 12:00, dentro y fuera de las linternas.

El biofouling forma un ensamblaje complejo, conformado por 14 filos, siendo las especies dominantes *Austromegabalus psittacus*, *Ciona intestinalis*, *Semimitylus algosus*, *Bugula neritina* y *Tubularia* sp. El recambio de linternas no ejerce influencia en la cobertura de la superficie de las linternas, y en el número de especies, pero sí en el número de individuos y en la biomasa del biofouling por linterna: 47.59 kg en el T1, 131.87 kg en el T2 y 168.68 kg en el T3. La especie de mayor impacto para el cultivo, es *C. intestinalis*, que alcanza una talla de 14 cm, formando una densa cortina que limita el recambio del agua en las linternas. El recambio de linternas ejerce influencia positiva en la altura valvar, peso de gónadas, tallo, en el IGS y en la supervivencia: 97.4% en el T1 frente a 86.6% en el T2. Por recambio de linternas se produce 906.56 kg ha<sup>-1</sup> de gónadas y 1 197.29 kg ha<sup>-1</sup> de tallo, frente a 631.47 kg ha<sup>-1</sup> de gónadas y 934.84 kg ha<sup>-1</sup> de tallo obtenidos bajo cultivo convencional, con un beneficio económico de 8 063.1 US\$ ha<sup>-1</sup>, superior a los costos que significa el recambio de linternas que asciende a 1782 US\$ ha<sup>-1</sup>.

Palabras clave: Biofouling, *Argopecten purpuratus*, recambio linterna, crecimiento gonadal, supervivencia, rentabilidad.

## ABSTRACT

The industrial cultivation of *Argopecten purpuratus* in Peru is growing rapidly, generating jobs, related activities and foreign currency for the State; however, there are also negative impacts, such as those derived from the development of biofouling, which affects the economic profitability by decreasing the weight and mortality of the organisms in cultivation. The bay of Samanco is one of the most productive in Peru where, since the early 1990s, cultivation has been practiced; however, no strategies are available to mitigate the impacts of biofouling, which is the reason for the present study; proposing to reduce the negative effect of biofouling on the growth (gonadal and muscle) and survival of *A. purpuratus*, in the final stage of the suspended culture, by the replacement of lanterns, and to demonstrate that the profitability in this treatment is greater than the profitability that it is obtained under conventional cultivation, by improving the growth in size and weight and survival of the organisms in culture.

The study was carried out between June and September 2014 in the concession of the company Cultivos Marinos Argoper SAC, located in the bay of Samanco, which grows *A. purpuratus*. The treatments, with 2 repetitions, installed at 6 m depth, were: T1 = culture with lantern replacement, T2 = culture under conventional system, T3 = lanterns under traditional system and without *A. purpuratus*. In the treatments T1 and T2 were placed 25 organisms per floor, recording the height of the valve, the total weight, the gonadal weight, the weight of the stem and calculate the IGS, at the beginning of the study. After 30 days of culture, the lanterns of the T1 treatment were replaced, and at 96 days the trial was completed, describing the encrusting species and their external and internal coverage; and survival was determined. Organisms were taken to record the height of the valve, the gonadal weight and the weight of the stem. Finally, floors 1, 5 and 10 of each lantern were sectioned to identify and quantify each of the biofouling species. In planting and harvesting, physical, chemical and plankton parameters were recorded at 18:00, 00:00, 06:00 and 12:00 hours, inside and outside the lanterns.

The biofouling forms a complex assemblage, formed by 14 edges, with the dominant species being *Austromegabalus psittacus*, *Ciona intestinalis*, *Semimitylus algosus*, *Bugula neritina* and *Tubularia* sp. The replacement of lanterns has no influence on the coverage of the surface of the lanterns, and on the number of species, but on the number of individuals and biofouling biomass per lantern: 47.59 kg in the T1, 131.87 kg in the T2 and 168.68 kg in T3. The species with the greatest impact for the crop is *C. intestinalis*, which reaches a size of 14 cm, forming a dense curtain that limits the exchange of water in the lanterns. The replacement of lanterns exerts a positive influence on the height of the valve, the weight of gonads, and the stem, on the IGS and on survival: 97.4% in the T1 compared to 86.6% in the T2. By replacing lanterns, 906.56 kg ha<sup>-1</sup> of gonads and 1 197.29 kg ha<sup>-1</sup> of stem are produced, compared to 631.47 kg ha<sup>-1</sup> of gonads and 934.84 kg ha<sup>-1</sup> of stem obtained under conventional cultivation, with an economic benefit of 8 063.1 US \$ ha<sup>-1</sup>, higher than the cost of the lantern replacement amounting to 1782 US \$ ha<sup>-1</sup>.

Keywords: Biofouling, *Argopecten purpuratus*, lanterns replacement, gonadal growth, survival, profitability.