

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



INFORME DE TESIS

Influencia del fitoplancton, oxígeno disuelto, temperatura y salinidad del agua, en la tasa de crecimiento y supervivencia de juveniles de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12m, zona de Parachique, Bahía de Sechura-Piura, periodo Julio-Diciembre 2012.

Presentado por:

Rodríguez Huaraca Dora

Zavaleta Cueva Rosa María

Mg. Lucio Encomendero Yépez
ASESOR

Nuevo Chimbote, Octubre del 2013
Perú

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



INFORME DE TESIS

Influencia del fitoplancton, oxígeno disuelto, temperatura y salinidad del agua, en la tasa de crecimiento y supervivencia de juveniles de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12m, zona de Parachique, Bahía de Sechura-Piura, periodo Julio-Diciembre 2012.

Presentado por:

Rodríguez Huaraca Dora

Zavaleta Cueva Rosa María

Mg. Fernando Merino Moya

Presidente

Mg. Lucio Encomendero Yépez

Blgº Acui. Juan Carhuapoma Garay

Nuevo Chimbote, Octubre del 2013

Perú

DEDICATORIA

Dora Rodríguez:

A Dios, creador de la vida (Génesis 1)

A papá;, por ser el motivo para seguir este proyecto de convertirme en Biólogo
Acuicultor

A mamá, mis hermanos y abuelos por apoyarme en cada una de mis decisiones.

A Janett, Domingo e Hilda por su cuidado y protección.

A los profesores de la E.A.P.B.A, por su aporte en nuestra formación como
profesionales y personas.

Rosa Zavaleta:

A Dios por estar siempre en cada uno de nuestros pasos y bendecirnos en la
elaboración de este proyecto.

A mi querida familia por apoyarme en la formación como profesional y estar siempre
presente en cada una de mis decisiones.

De igual manera a los docentes de la Escuela de Biología en Acuicultura por la
formación académica y personal.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por colocar en nuestro camino a las personas adecuadas quienes de diferentes maneras nos han apoyado en este proyecto llamado "tesis" (Josué 1:9)

A nuestro Asesor Mg. Lucio Encomendero Yépez por la paciencia, consejos y ayuda, durante esta etapa.

A la Asociación de Pescadores Artesanales "LOS TECOSA", de manera especial al presidente José Sánchez Vargas, por el apoyo logístico, al señor Esmider Cotrina Oyarce por su apoyo valioso e incondicional.

Al Blgo. Pesq. Alejandro Ibaceta Cipiran, por su apoyo en campo y sus acertados consejos.

A nuestras familias por ser quienes siguen cada uno de nuestros pasos y nos motivan a alcanzar nuestras metas.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	OBJETIVO GENERAL	5
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.3	HIPÓTESIS	5
II.	MATERIALES Y MÉTODOS	6
2.1	Organismos experimentales	6
2.2	Condiciones experimentales	7
2.3	Evaluación de tasa de crecimiento	7
2.4	Registro de parámetros oceanográficos	8
2.5	Evaluación del fitoplancton	8
2.6	Análisis estadístico	8
III.	RESULTADOS	9
3.1	Crecimiento y supervivencia	9
3.2	Parámetros oceanográficos	15
3.3	Análisis de correlación	19
3.4	Regresión lineal	20
3.4.1	Tratamiento 8m	20
3.4.1.1	Tasa de Crecimiento Instantánea Relativa TCIR (mm.día^{-1})	20
3.4.1.2	Supervivencia	20
3.4.2	Tratamiento 12m	21
3.4.2.1	Tasa de Crecimiento Instantánea Relativa TCIR (mm.día^{-1})	21
3.4.2.2	Supervivencia	22
IV.	DISCUSIÓN	23
V.	CONCLUSIONES	27
VI.	RECOMENDACIONES	28
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
VIII.	ANEXOS	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Unidades experimentales, con sus repeticiones.	7
Tabla 2 Promedios mensuales de altura valvar (mm.) de <i>A. purpuratus</i> en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12 metros, periodo Julio-Diciembre 2012.	9
Tabla 3 Promedios de Tasa de Crecimiento Instantánea Relativa (mm.día ⁻¹) de <i>A. purpuratus</i> , en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12 metros, periodo Julio-Diciembre 2012.	10
Tabla 4 TCIR (mm.día ⁻¹) de juveniles de <i>A. purpuratus</i> en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12 metros, periodo Julio-Diciembre 2012.	11
Tabla 5 Prueba T de la TCIR (mm.día ⁻¹) de juveniles de <i>A. purpuratus</i> en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12m, periodo Julio-Diciembre 2012.	11
Tabla 6 Supervivencia promedio (%) de <i>A. purpuratus</i> en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12 metros, periodo Julio-Diciembre 2012.	12
Tabla 7. Supervivencia (%) de juveniles de <i>A. purpuratus</i> en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12m, periodo Julio-Diciembre 2012.	13
Tabla 8. Prueba T de la supervivencia (%) de juveniles de <i>A. purpuratus</i> en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12m, periodo Julio-Diciembre 2012.	14
Tabla 9. Promedios mensuales de parámetros oceanográficos de <i>A. purpuratus</i> en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12 m, periodo Julio-Diciembre 2012.	15
Tabla 10 Densidad de fitoplancton (org.L ⁻¹) en el cultivo de fondo de <i>A. purpuratus</i> a profundidades de 8 y 12 metros, periodo Julio-Diciembre 2012.	18
Tabla 11 Correlación de la TCIR, temperatura y fitoplancton.	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1 Ubicación de la zona de procedencia de los organismos experimentales (Los Barrancos; color azul) y zona de estudio (Parachique; color anaranjado).	6
Fig. 2 Variación de los promedios de altura valvar mensual de <i>A. purpuratus</i> , en cultivo de fondo a 8 y 12 m de profundidad, periodo Julio-Diciembre 2012.	9
Fig. 3 Tasa de Crecimiento Instantánea Relativa (TCIR) de <i>A. purpuratus</i> en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12 metros, periodo Julio-Diciembre 2012.	10
Fig. 4 TCIR (mm/día) por tratamiento.	12
Fig. 5 Supervivencia promedio (%) de <i>A. purpuratus</i> en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12 metros, periodo Julio-Diciembre 2012.	13
Fig. 6 Supervivencia (%) por tratamiento	14
Fig 7 A: organismos del tratamiento de 12 m al finalizar la experiencia, B: organismos del tratamiento de 8 m	15
Fig. 8 Variación del oxígeno disuelto en el cultivo de fondo de <i>A. purpuratus</i> a profundidades de 8 y 12 metros, periodo Julio-Diciembre 2012.	16
Fig. 9 Variación de la temperatura en el cultivo de fondo de <i>A. purpuratus</i> a profundidades de 8 y 12 metros, periodo Julio-Diciembre 2012.	16
Fig. 10 Variación de la salinidad en el cultivo de fondo de <i>A. purpuratus</i> a profundidades de 8 y 12 metros, periodo Julio-Diciembre 2012.	17
Fig. 11 Variación de la transparencia en el cultivo de fondo de <i>A. purpuratus</i> a profundidades de 8 y 12 metros, periodo Julio-Diciembre 2012.	17
Fig. 12 Distribución de fitoplancton por grupos taxonómicos (org.L ⁻¹) en el cultivo de fondo de <i>A. purpuratus</i> a profundidades de 8 y 12 metros, periodo Julio-Diciembre 2012.	18
Fig. 13 Distribución porcentual de fitoplancton en base a grupos taxonómicos en el cultivo de fondo de <i>A. purpuratus</i> a profundidades de 8 y 12 metros, periodo Julio-Diciembre 2012.	19
Fig. 14 Modelo de regresión lineal TCIR-Temperatura.	20
Fig. 15 Modelo de regresión lineal TCIR-Fitoplancton.	21
Fig. 16 Modelo de regresión lineal Supervivencia-Fitoplancton.	22

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Estadístico del grupo TCIR de juveniles de <i>A. purpuratus</i> en los tratamientos 1 y 2 (8 y 12 m respectivamente).	34
Anexo 2 Prueba de muestras independientes de la TCIR de juveniles de <i>A. purpuratus</i> en los tratamientos 1 y 2 (8 y 12 m respectivamente).	34
Anexo 3 Estadísticos de grupo de la supervivencia de juveniles de <i>A. purpuratus</i> en los tratamientos 1 y 2 (8 y 12 m respectivamente).	35
Anexo 4 Prueba de muestras independientes de la supervivencia de juveniles de <i>A. purpuratus</i> en los tratamientos 1 y 2 (8 y 12 m respectivamente).	35
Anexo 5 Resumen del modelo de correlación entre la TCIR de juveniles de <i>A. purpuratus</i> y el fitoplancton en el tratamiento 2 (12 m).	36
Anexo 5.1 ANOVA ^b para correlación de TCIR de juveniles de <i>A. purpuratus</i> y el fitoplancton en el tratamiento 2 (12 m).	36
Anexo 5.2 Coeficientes ^a para correlación de TCIR de juveniles de <i>A. purpuratus</i> y el fitoplancton en el tratamiento 2 (12 m).	36
Anexo 6 Resumen del modelo de correlación entre la TCIR de juveniles de <i>A. purpuratus</i> y la temperatura en el tratamiento 1 (8 m).	37
Anexo 6.1 ANOVA ^b para correlación de TCIR de juveniles de <i>A. purpuratus</i> y la temperatura en el tratamiento 1 (8 m).	37
Anexo 6.2 Coeficientes ^a para correlación de TCIR de juveniles de <i>A. purpuratus</i> y la temperatura en el tratamiento 1 (8 m).	38
Anexo 7 Resumen del modelo de correlación entre la supervivencia de juveniles de <i>A. purpuratus</i> y el fitoplancton en el tratamiento 2 (12 m).	38
Anexo 7.1 ANOVA ^b para correlación de supervivencia de juveniles de <i>A. purpuratus</i> y el fitoplancton en el tratamiento 2 (12 m).	39
Anexo 7.2 Coeficientes ^a para correlación de supervivencia de juveniles de <i>A. purpuratus</i> y el fitoplancton en el tratamiento 2 (12 m).	39

RESUMEN

Juveniles de concha de abanico *Argopecten purpuratus* fueron acondicionados en dos unidades experimentales, tratamiento 1 y 2 (8 y 12 metros de profundidad respectivamente), cada módulo constituido por tres jaulas (3 repeticiones por tratamiento).

Los especímenes experimentales se obtuvieron de la zona de asentamiento de semilla de la zona de Los Barrancos y la zona de estudio se ubicó en la zona de Parachique (tratamiento 8 m: S 5° 44' 14.2'' W 80° 54' 57.1'' y tratamiento 12 m: S 5° 44' 24.6'' W 80° 55' 11.1''), situadas en la Bahía de Sechura.

En cada una de las jaulas se colocaron 30 organismos con longitud de 15.3 ± 0.55 mm, donde seguidamente se instalaron en la estación geo referenciada de acuerdo al tratamiento correspondiente 8 y 12 metros, durante el periodo Julio-Diciembre del 2012.

Los monitoreos de crecimiento y supervivencia se realizaron mensualmente, por un periodo de cinco meses (Julio-Diciembre) para ello se midió la altura valvar de los organismos con un vernier y nuevamente fueron colocados en la jaula. Además, se registró el número de organismos muertos para el cálculo de supervivencia.

El registro de temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y transparencia, se realizó semanalmente en cada estación de trabajo. Asimismo se obtuvieron muestras de agua de fondo con una frecuencia mensual, en forma directa, para realizar análisis cualitativo y cuantitativo de fitoplancton.

Los datos fueron procesados con el programa SPSS versión 18. Se realizó un análisis descriptivo de las variables en estudio, se calculó la media, desviación estándar y límites de confianza; luego se realizó un análisis inferencial utilizando ANOVA. También se realizó análisis de correlación y regresión lineal.

Las tasas de crecimiento en ambos tratamientos son similares, no encontrándose diferencias significativas, bajo las condiciones del presente estudio. Sin embargo para el caso de la supervivencia, existen diferencias significativas entre los tratamientos, lo cual podría estar relacionado a la presencia del epibionte *Balanus* sp.

De acuerdo al análisis de correlación de Pearson, la temperatura y fitoplancton fueron los parámetros con mayor influencia sobre la tasa de crecimiento y supervivencia de *A. purpuratus*, obteniendo un $R=0.925$ entre la temperatura y la tasa de crecimiento para el tratamiento 8 m; así como un $R=0.963$ y un $R=0.995$ entre el fitoplancton versus la tasa de crecimiento y supervivencia respectivamente, para el tratamiento 12 m.

Se determinó un modelo de regresión lineal directo entre la temperatura versus la tasa de crecimiento para el tratamiento 8m, en tanto que para el tratamiento 12m, se obtuvo un modelo de regresión inverso entre fitoplancton versus tasa de crecimiento y supervivencia respectivamente.

ABSTRACT

Youth scallop *Argopecten purpuratus* were put into two experimental units 1 and 2 treatment (8 and 12 meters deep respectively) , each module consists of three cages (3 replicates per treatment).

The experimental specimens were obtained from the seed area of settlement in the area of The Canyons and the study area was conducted in the Parachique , both located in the Bay of Sechura .

In each of the modules were placed 30 specimens with length 15.3 ± 0.55 mm , which is then installed on the station georeferenced according to treatment for 8 and 12 meters during the period from July to December 2012.

The survival and growth monitoring was conducted monthly for a period of five months (July-December) for this height was measured valvar of organisms with a vernier and again were placed in the cage. In addition , we recorded the number of dead bodies to calculate survival.

The record temperature, dissolved oxygen , salinity and transparency , was performed weekly on each workstation. Also obtained background water samples on a monthly basis , directly , to perform qualitative and quantitative analysis of the same .

The data were processed using SPSS version 18. We performed a descriptive analysis of the study variables , we calculated the mean , standard deviation and confidence limits , then inferential analysis was performed using ANOVA . We also performed correlation analysis and linear regression.

The growth rates are similar in both treatments , no significant differences under the conditions of this study. However, for the case of survival, there are significant differences between the treatments, which may be related to the presence of epibiont *Balanus* sp.

According to Pearson correlation analysis, temperature and phytoplankton were the parameters with the greatest influence on the rate of growth and survival of *A. purpuratus* , obtaining an $R = 0.925$ between temperature and growth rate for treatment 8m , and an $R = 0.963$ and $R = 0.995$ versus between phytoplankton growth and survival rates , respectively , for the treatment 12m .

Was determined linear regression model positive between temperature or positive versus growth rate for the treatment 8m, while 12m treatment was obtained a regression model between phytoplankton inverse or negative versus growth rate and survival respectively.

I. INTRODUCCIÓN

Argopecten purpuratus (Lamarck 1819) “concha de abanico”, es una de las doce especies de pectínidos que se comercializa en el mercado internacional, de alto valor nutritivo y gran aceptación en los Estados Unidos, Japón y Europa, particularmente Francia (De Franssu, 1990).

Es un bivalvo filtrador, pertenece a la familia Pectinidae, la misma que engloba un gran número de especies conocidas internacionalmente como vieiras (Barnabe, 1991). Es un molusco epibentónico que habita normalmente en bahías protegidas del oleaje, entre los 14 - 18 metros, sobre fondos arenosos y de conchuela, con algas y cascajo (Alva *et al.*, 2002).

Geográficamente se distribuye en bahías someras desde Panamá (Avendaño, 1993) hasta Chile (Alamo & Valdivieso, 1987) y es una de las principales especies de invertebrados marinos, que por décadas se ha extraído mediante pesca de buceo y desde 1982 se ha cultivado con éxito en Perú y Chile (Wolff, 1988).

El cultivo de la concha de abanico tiene gran potencial de desarrollo, debido a las características competitivas existentes en la costa peruana: riqueza del mar, alta productividad natural y condiciones bioceanográficas (principalmente temperatura), que permiten que los cultivos puedan alcanzar en corto tiempo tallas comerciales de 5 a 8 cm (FAO, 2006 ; 2010).

La explotación de conchas de abanico en el Perú se realiza a través de la extracción silvestre (bancos naturales) y cultivo (maricultura), éste último depende fundamentalmente del abastecimiento de semillas, que tiene actualmente dos fuentes principales: la producción en hatchery y captación en el ambiente natural (Bandin & Mendo, 1999). En nuestro país, el desarrollo y auge de la pectinicultura ha sido soportado por la semilla procedente del ambiente natural; Mendo *et.al.*, (2011), refieren que la producción de la concha de abanico en la Bahía de Sechura ha colocado a la región Piura como una de las regiones más importantes en las exportaciones de este recurso.

La producción de conchas de abanico tiene carácter de exportación, lo que permite generar puestos de trabajo en todas las etapas (cultivo-procesamiento). Mientras que los recursos extraídos del medio silvestre, atienden principalmente al mercado interno tanto en estado fresco y congelado (FAO, 2000).

La bahía de Sechura-Piura, por estar ubicada en la zona de convergencia de aguas frías de la corriente costera peruana y de aguas cálidas ecuatoriales superficiales, es una importante área costera con altos contenidos de nutrientes y elevada producción de fitoplancton, zooplancton e ictioplancton (Jacinto *et al.*, 1997); además la existencia de otros factores como: morfología, corrientes, temperatura, oxígeno disuelto, profundidad, permiten el desarrollo de *A. purpuratus* con fines comerciales (Yupanqui, *et al.*, 2007).

Esta bahía cuenta con ocho áreas de producción de concha de abanico: Chulliyachi, Mataballo, Constante, Las Delicias, Parachique, Barrancos, Vichayo y Puerto Rico, con un total de 128 áreas habilitadas sanitariamente (ITP, 2012) para el repoblamiento de moluscos bivalvos, con profundidades que van entre los 10 y 60 m, lugares donde se realiza el cultivo de fondo, por ser el más rentable, debido a los bajos costos que se requiere, (en comparación al cultivo suspendido), el cual se presenta como alternativa para el cultivo de juveniles o preadultos, siendo este sistema de cultivo muy interesante para el sector pesquero artesanal que cuenta con amplias áreas de repoblamiento (Alcazar & Mendo, 2008).

Cabe considerar que esta actividad productiva es de gran importancia en términos socioeconómicos ya que genera más de 2500 puestos de trabajo para pescadores artesanales; así mismo en el 2010 se generó 70 millones de dólares por la exportación de este molusco (Mendo *et al.*, 2011).

De acuerdo a los aspectos bioecológicos, *A. purpuratus* es un organismo filtrador, que aprovecha la oferta de alimento que se encuentra en suspensión a unos pocos centímetros sobre el fondo (Navarro, 2001), por lo que es importante considerar su conducta alimentaria, ya que de ésta dependerá en gran parte el éxito en un determinado ambiente y su alimento se halla disponible en la columna de agua, constituido básicamente de fitoplancton que sirve de alimento a todos sus estadios (Farias, 2001).

En lo referente al crecimiento de los bivalvos, se debe considerar algunos aspectos sobre la productividad primaria del mar, especialmente de las microalgas que componen el fitoplancton, las cuales son más abundantes en las zonas costeras (Navarro, 2001), debido a la poca profundidad y la mayor incidencia lumínica, situación que se presenta en la bahía de Sechura.

En cuanto al cultivo de fondo, las condiciones particulares de cada área de cultivo dependen de la composición y el perfil de fondo. La profundidad y las corrientes son características claves para el desarrollo de *A. purpuratus* (Alcazar & Mendo, 2008).

La profundidad de cultivo es muy estudiada debido a que los factores ambientales como la temperatura, salinidad, oxígeno y disponibilidad de alimento varían con el aumento de la misma, causando efectos en el crecimiento, supervivencia y reproducción de algunos bivalvos marinos (Acosta *et al.*, 2009, Farías, 2001); habiéndose establecido una relación inversa entre la profundidad y la cantidad de plancton (Montes *et al.*, 2005).

No se han reportado datos que indiquen la tasa de crecimiento a diferentes profundidades en organismos juveniles de concha de abanico; sin embargo Camino *et al.*, (2011) observó que el crecimiento de esta especie tiene una relación inversa con la profundidad obteniendo mayores tallas (24.5 mm) a 3 m de profundidad y se han demostrado mayores tasas de crecimiento y supervivencia cuando los moluscos bivalvos son cultivados en el fondo, comparados con los cultivos suspendidos, como sucede en *Argopecten ventricosus* (Caceres-Martinez, *et al.*, 1986) y en *Euvola ziczac* del mar Caribe (Vélez *et al.*, 1995).

Por tanto, existe la necesidad de conocer los factores que influyen directa e indirectamente en el crecimiento de *A. purpuratus* cultivada en fondo, con el propósito de optimizar los programas de cultivo, de tal forma que se puedan realizar más campañas productivas (siembra- cosecha) al año.

Una manera de obtener mayor crecimiento de los organismos en menor tiempo, es escogiendo lugares apropiados para el cultivo de esta especie, considerando a la profundidad como un factor importante debido a su influencia sobre otros factores, ya que las tasas a las cuales las partículas alimenticias son consumidas, están en función de algunas variables entre las que destacan: temperatura, concentración del alimento, valor nutritivo y flujo de agua (Wildish *et al.*, 1987; Briselj & Shumway, 1991), a través de la columna de agua, las cuales influyen en el crecimiento de esta especie.

Actualmente las áreas de repoblamiento en la bahía de Sechura se encuentran a diversas profundidades, y según nuestros resultados, nos permitirían establecer una mejor metodología de trabajo, aprovechando zonas más someras para programar cosechas secuenciales empleando a estas zonas someras como zonas estratégicas de crecimiento y las zonas profundas como zonas de mantenimiento lo que permitiría el aprovechamiento racional de las áreas marinas.

Es importante tener en cuenta que el crecimiento de esta especie varía espacialmente de acuerdo con la productividad, densidad de siembra o profundidad del área de repoblamiento (Mendo *et al*, 2011). El grado de influencia de cada uno de ellos va a condicionar y/o modificar el crecimiento de *A. purpuratus*, ya sea acelerándolo o disminuyéndolo, a través de la profundidad.

En los cultivos de fondo, es de importancia conocer la densidad óptima de siembra y/o cultivo (con el fin de lograr un manejo sostenible), la evaluación de la depredación potencial y de los métodos para reducirla, la dispersión de los ejemplares y el diseño de nuevas artes de cultivo, la influencia de condiciones oceanográficas (temperatura, salinidad, corrientes, calidad y cantidad de alimento) y del tipo de fondo, y la selección de zonas más adecuadas (Maeda, 2002); considerando a la profundidad como un factor que influye en la tasa de crecimiento del recurso *A. purpuratus*.

La importancia de este trabajo radica en mejorar el uso del espacio con el que cuentan las áreas de repoblamiento, aprovechando las profundidades con las que cuentan cada una de ellas, para establecer programas de cultivo que optimicen el uso de las áreas con mucha más eficiencia, determinando para ello la influencia de la disponibilidad del alimento (fitoplancton), oxígeno disuelto y la temperatura del agua, factores que influyen en el crecimiento y en la supervivencia de este molusco en el cultivo de fondo.

Por lo descrito anteriormente, el presente trabajo se planteó como problema ¿Cuál será la influencia del fitoplancton, oxígeno disuelto, temperatura y salinidad del agua; en la tasa de crecimiento y supervivencia de juveniles de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12 m, zona de Parachique, Bahía de Sechura-Piura, periodo Julio-Diciembre 2012?

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la influencia del fitoplancton, oxígeno disuelto, temperatura, y salinidad del agua, en la tasa de crecimiento y supervivencia de juveniles de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12 m, en la zona de Parachique, Bahía de Sechura-Piura, en el periodo Julio-Noviembre 2012.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la tasa de crecimiento instantánea relativa en longitud de juveniles de *A. purpuratus* “concha de abanico”
- Determinar la supervivencia de juveniles de *A. purpuratus* “concha de abanico” en cultivo de fondo a 8 y 12 m de profundidad.
- Registrar los valores de temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y transparencia a 8 y 12 m de profundidad.
- Determinar la composición cualitativa y cuantitativa de fitoplancton a 8 y 12 m de profundidad.
- Determinar el grado de influencia de temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y fitoplancton en la tasa de crecimiento y supervivencia de *A. purpuratus*, a 8 y 12 m de profundidad.
- Establecer el modelo de regresión lineal, entre el parámetro con mayor grado de influencia sobre la tasa de crecimiento y supervivencia de *A. purpuratus*, en los tratamientos de 8 y 12 metros.

1.3 HIPÓTESIS

Si, en condiciones naturales de fitoplancton, temperatura, oxígeno disuelto y salinidad, acondicionamos juveniles de *A. purpuratus* “concha de abanico” a diferentes profundidades (8 y 12

m), entonces se obtendrá la mayor tasa de crecimiento y supervivencia en los organismos acondicionados a 8 m.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Organismos experimentales

Los especímenes experimentales se obtuvieron de la zona de asentamiento de semilla de la zona de Los Barrancos, Bahía de Sechura (banco natural).

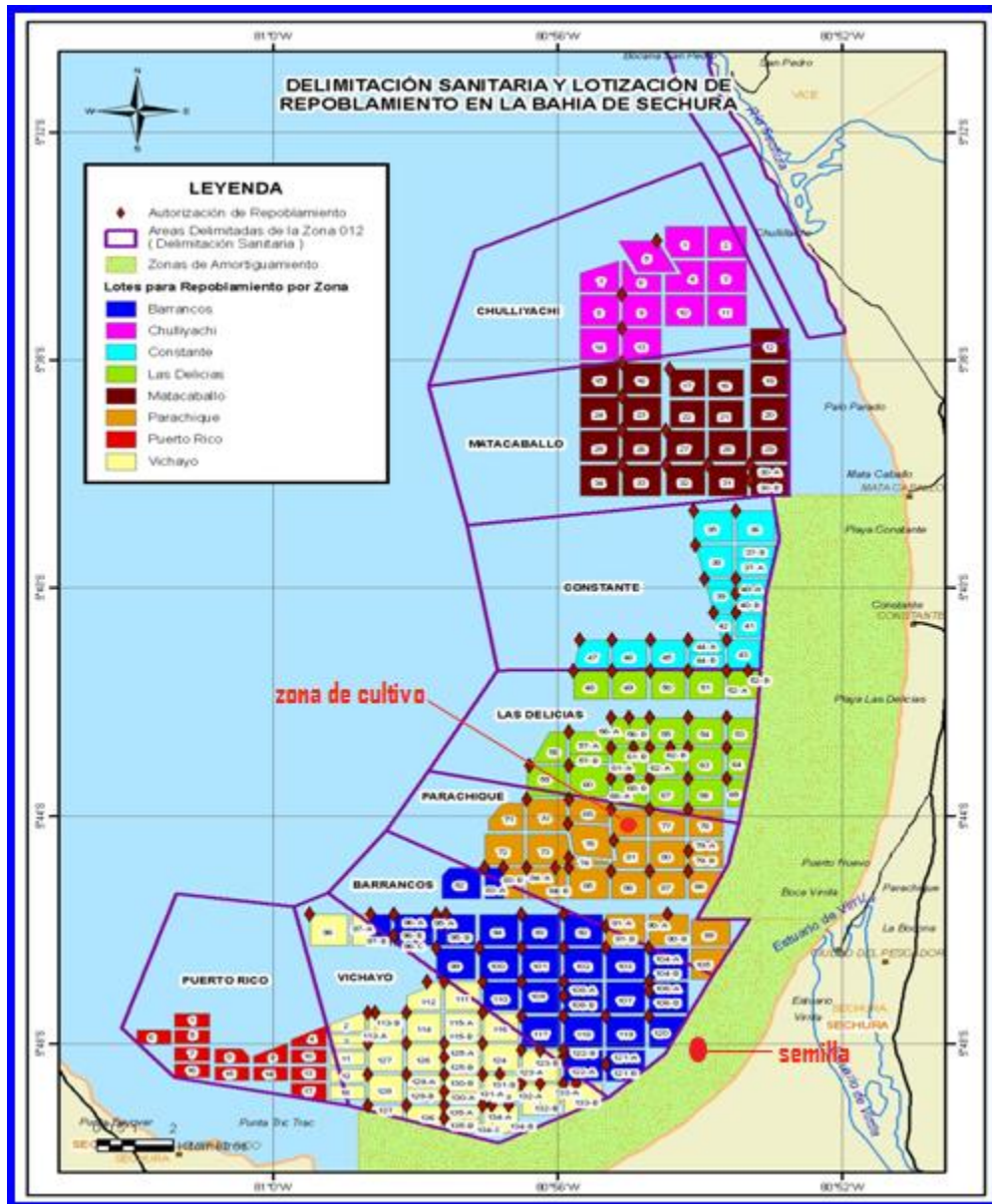


Fig.1. Ubicación de la zona de procedencia de los organismos experimentales (Los Barrancos; color azul) y zona de estudio (Parachique; color anaranjado).

2.2 Condiciones experimentales

Las unidades experimentales estuvieron conformadas por 2 módulos, cada módulo constituido por tres jaulas; cada jaula con un área de 1 m² y 0.4 m de altura. Los módulos estuvieron acondicionados con extensiones de 0.6 m en la base para anclarlos en el fondo. Cada módulo se construyó con fierro corrugado de ½” y cubiertos en su totalidad con malla anchovetera. Así

mismo, para evitar el arrastre de los módulos por las corrientes, se colocaron lastres en cada vértice de éstos. Los lastres estuvieron constituidos por bolsas de mallas con piedras, con un peso aproximado de 70 kg. Cada módulo experimental fue colocado sobre un sustrato de conchuelas a 8 y 12 m de profundidad, respectivamente. La ubicación de los módulos fue geo-referenciada empleando un GPS Garmin MAP 76, colocando una boya señalizadora para cada uno de ellos.

Se emplearon organismos con altura valvar promedio de 15.3 ± 0.55 mm, medida con un vernier (con 0.01 mm de sensibilidad). Después de ser medidos, se colocaron 30 organismos en cada jaula, seguidamente cada módulo (3 jaulas) se instaló en la estación geo referenciada de acuerdo al tratamiento correspondiente 8 y 12 m.

Se emplearon 2 tratamientos con 3 repeticiones.

Tabla 1 Unidades experimentales, con sus repeticiones.

Tratamientos	Repeticiones
T-1	R-1
	R-2
	R-3
T-2	R-1
	R-2
	R-3

T-1: 8 metros, T-2: 12metros

2.3 Evaluación de tasa de crecimiento instantánea relativa

Los monitoreos de crecimiento y supervivencia se realizaron mensualmente, por un periodo de cinco meses (Julio-Diciembre), para ello se midió la altura valvar de los organismos con un vernier y nuevamente fueron colocados en la jaula. Además, se registró el número de organismos muertos para el cálculo de supervivencia.

Para determinar la tasa de crecimiento instantáneo relativo TCIR (Cisneros *et al.*, 2008) se empleó la fórmula:

$$\text{TCIR} = ((\text{Ln } L2 - \text{Ln } L1)/t) \times 100$$

Donde $L2$ y $L1$ son la talla final e inicial respectivamente, t es el intervalo de tiempo (en días) entre 2 muestreos consecutivos.

2.4 Registro de parámetros oceanográficos

El registro de temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y transparencia, se realizó semanalmente en cada estación de trabajo; para ello se emplearon los siguientes equipos: multiparámetro YSI 550A con 0.01mg.L^{-1} para oxígeno y $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ sensibilidad para temperatura, refractómetro con 1ppt sensibilidad, GPS Garmin MAP76 y disco Secchi.

2.5 Evaluación del fitoplancton

Las muestras de agua de fondo, se colectaron con una frecuencia mensual, en forma directa en frascos rotulados de 0.475 L., a las que se les agregó lugol al 3% para preservarlas.

Las muestras fueron enviadas al laboratorio de Cultivos de Especies Auxiliares de la Universidad Nacional del Santa. Se las dejó sedimentar hasta obtener concentrados de 10 mL. Éstos se depositaron en frascos de vidrio rotulados, para su posterior análisis cualitativo y cuantitativo, empleando un microscopio binocular marca Nikon y una cámara Sedgwick-Rafter (APHA, 2005), para determinar la cantidad de células contenidas en un mililitro cúbico.

2.6 Análisis estadístico

Los datos fueron procesados con el programa SPSS versión 18. Se realizó un análisis descriptivo de las variables en estudio, se calculó la media, desviación estándar y límites de confianza; luego se realizó un análisis inferencial utilizando ANOVA. También se realizó análisis de correlación y regresión lineal con el fin de determinar la existencia de relación entre la tasa de crecimiento, supervivencia y fitoplancton, temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y transparencia.

III. RESULTADOS

3.1 Crecimiento y supervivencia

En la tabla 2 se muestran los promedios mensuales de la altura valvar (mm), registrada en los cultivos de 8 y 12 m de profundidad, siendo el segundo tratamiento el que obtuvo las mayores tallas (figura 2).

Tabla 2 Promedios mensuales de altura valvar (mm.) de *A. purpuratus* en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12 m, periodo Julio-Diciembre 2012.

TRATAMIENTOS		Julio	Agosto	Octubre	Noviembre	Diciembre
8 m	R-1	15.3	24.9	34.7	46.9	49.2
	R-2	15.1	25.2	34.5	46.2	50.6
	R-3	15.4	23.9	35.1	47.3	51.1
	PROMEDIO	15.3	24.7	34.8	46.8	50.3
12 m	R-1	15.2	26.8	39.2	54	59.3
	R-2	15.4	26.2	39.4	54.1	60.2
	R-3	15.4	27.4	37.1	52.2	57.1
	PROMEDIO	15.3	26.8	38.6	53.4	58.9

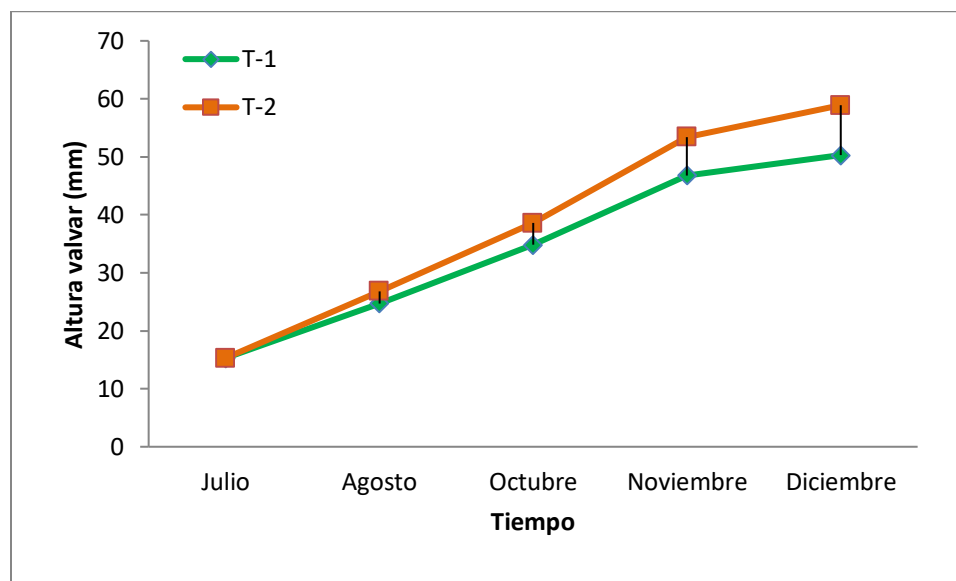


Fig. 2 Variación de los promedios de altura valvar mensual de *A. purpuratus*, en cultivo de fondo a 8 y 12 m de profundidad, periodo Julio-Diciembre 2012.

En la tabla 3 se reportan los promedios de la tasa de crecimiento instantánea relativa-TCIR (mm. día^{-1}); observándose los valores más altos de la TCIR en el tratamiento de 12 m, sin embargo, en el mes de Octubre ambos tratamientos presentan valores similares de TCIR (figura 3).

Tabla 3 Promedios de tasa de crecimiento instantánea relativa (mm. día^{-1}) de *A. purpuratus*, en cultivo de fondo, a profundidades de 8 y 12 m, periodo Julio-Diciembre 2012.

TCIR (mm. día^{-1})		
Fecha	8 m	12 m
28 Agosto	1.5	1.8

11 Octubre	0.8	0.8
27 Noviembre	0.6	0.7
21 Diciembre	0.2	0.3

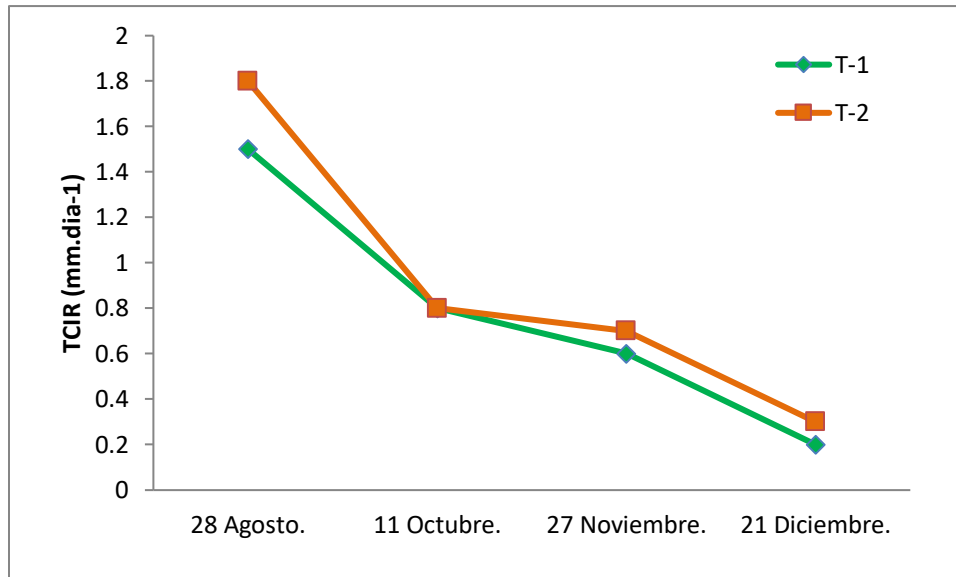


Fig. 3 Tasa de crecimiento instantánea relativa (TCIR) de *A. purpuratus* en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12 m, periodo Julio-Diciembre 2012.

En la tabla 4 se presenta los estadísticos descriptivos respecto a la TCIR, se observa una ligera diferencia en los promedios de los tratamientos 8 y 12 m. Asimismo, la variabilidad de ambos tratamientos es similar.

Tabla 4 TCIR (mm.día⁻¹) de juveniles de *A. purpuratus* en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12 m, periodo Julio-Diciembre 2012.

Tratamientos	Promedio	Desviación	CV %	Mínimo	Máximo
8m	0.775	0.544	70.19	0.2	1.5
12m	0.900	0.638	70.89	0.3	1.8

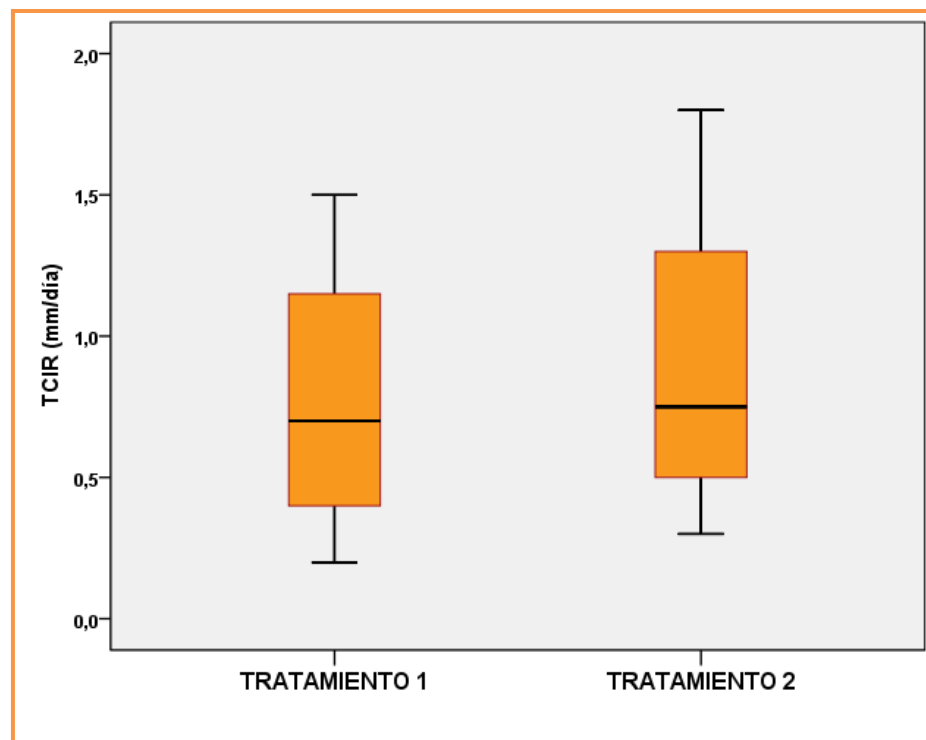
Como se observa en la tabla 5, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos respecto a la TCIR ($P=0.776$).

Tabla 5 Prueba T de la TCIR (mm.día^{-1}) de juveniles de *A. purpuratus* en cultivo de fondo, a profundidades de 8 y 12 m, periodo Julio-Diciembre 2012.

Tratamiento	Medias (p)	Prueba F	Significancia (p)	Prueba t	Significancia
8m	0.775	$F_0=0.092$	$P= 0.772$ ($P>0.05$)	$t_0=-0.298$	$P=0.776$ ($P>0.05$)
12m	0.900				

Para un nivel del 5% de significancia.

Las dos medias de los tratamientos no son significativamente diferentes.



T1:8m; T2: 12m

Fig. 4 TCIR (mm/día) por tratamiento.

En la tabla 6 se presenta el promedio de supervivencia durante la experiencia, siendo el tratamiento de 12 m el que obtuvo el mayor porcentaje de supervivencia durante el periodo Agosto-Diciembre; (inicialmente n=30; en Diciembre n=21 y n=24, siendo equivalente al 70 y 80 % para cada tratamiento respectivamente).

Tabla 6 Supervivencia promedio (%) de *A. purpuratus* en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12 m, periodo Julio-Diciembre 2012.

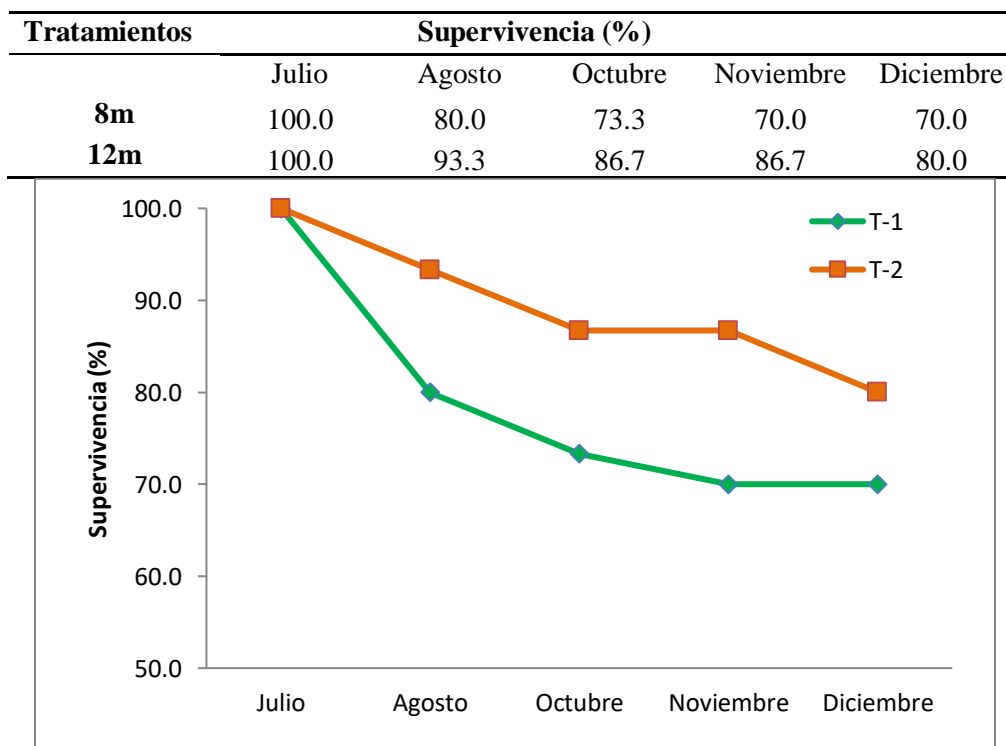


Fig. 5 Supervivencia promedio (%) de *A. purpuratus* en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12 m, periodo Julio-Diciembre 2012.

En la tabla 7, se observa el promedio de la supervivencia de los tratamientos, siendo el tratamiento de 12 m el que obtuvo el mayor porcentaje (86.7%) en comparación al tratamiento de 8 m (73.3 %), asimismo se observa similar variabilidad entre ambos tratamientos.

Tabla 7 Supervivencia (%) de juveniles de *A. purpuratus* en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12 m, periodo Julio-Diciembre 2012.

Tratamientos	Promedio	Desviación	CV %	Mínimo	Máximo
8m	73,325	4,714	6,43	70	80
12m	86,675	5,43	6,26	80	93,3

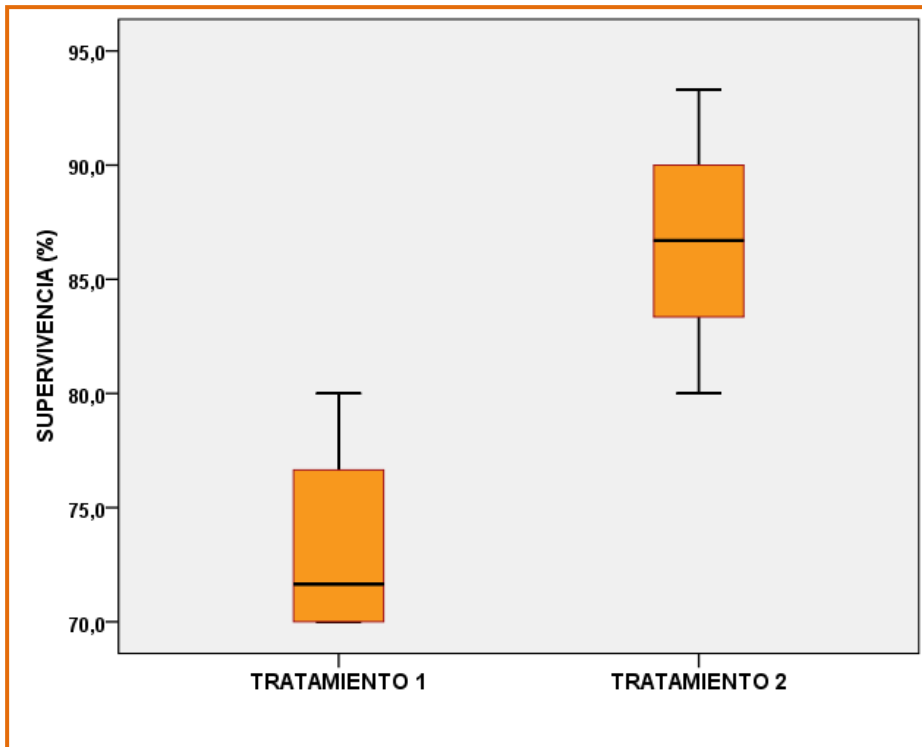
En la tabla 8, se observa que existe diferencia significativa ($P=0.010$) entre los tratamientos, respecto a la supervivencia, siendo el tratamiento de 12 m, el que obtuvo mayor supervivencia.

Tabla 8 Prueba T de la supervivencia (%) de juveniles de *A. purpuratus* en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12 m, periodo Julio-Diciembre 2012.

Tratamiento	Medias	Prueba F	Significancia (p)	Prueba t	Significancia (p)
8m	73.325	$F_0=0.000$	$P= 1.00$	$t_0=-3.713$	$P=0.010$
12m	86.675		$(P>0.05)$		$(P<0.05)$

Para un nivel del 5% de significancia.

Las dos medias de los tratamientos son significativamente diferentes



T1:8m; T2: 12m

Fig. 6 Supervivencia (%) por tratamiento

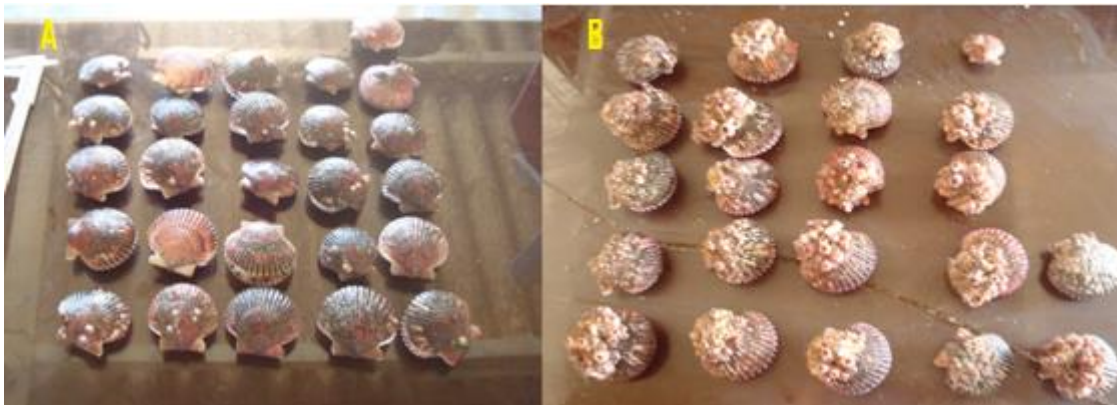


Fig 7. A: organismos del tratamiento de 12 m al finalizar la experiencia, B: organismos del tratamiento de 8 m. Se puede apreciar la diferencia respecto a la fijación del epibionte *Balanus sp.* reportándose un 100% de presencia de epibiontes en todas las repeticiones de este tratamiento, lo cual estaría relacionado con la diferencia significativa de la supervivencia entre los tratamientos.

3.2 Parámetros oceanográficos

La tabla 9 presenta los promedios mensuales de los parámetros oceanográficos registrados durante el periodo Julio-Diciembre, existiendo ligera diferencia entre las cantidades de oxígeno disuelto disponible entre cada tratamiento, excepto en Julio; respecto a los valores de temperatura, estos presentaron valores similares; la salinidad presento valores muy cercanos entre los tratamientos.

Tabla 9 Promedios mensuales de parámetros oceanográficos de *A. purpuratus* en cultivo de fondo a profundidades de 8 y 12 m, periodo Julio-Diciembre 2012.

Meses	Oxígeno disuelto (mg.L ⁻¹)		Temperatura (°C)		Salinidad (ppt)		Transparencia (m)	
	T-1	T-2	T-1	T-2	T-1	T-2	T-1	T-2
Julio	3.9	5.8	17.8	17.6	35.0	35.0	7.0	7.0
Agosto	4.0	3.6	16.2	16.2	36.0	35.6	6.0	6.2
Setiembre	2.8	2.7	15.7	15.7	37.0	37.0	8.0	6.3
Octubre	4.2	4.1	15.9	15.9	34.3	34.5	5.0	5.0
Noviembre	3.0	2.9	15.5	15.9	33.0	33.5	4.5	4.5
Diciembre	1.1	1.2	15.3	15.9	35.0	35.0	7.0	7.0

En la figura 8 se presenta la variación del oxígeno disuelto en el periodo de estudio, observando que en el mes de Julio el tratamiento de 12 m registró valores más altos respecto al tratamiento de 8 m. En los meses siguientes no existió variación del oxígeno disuelto entre los tratamientos.

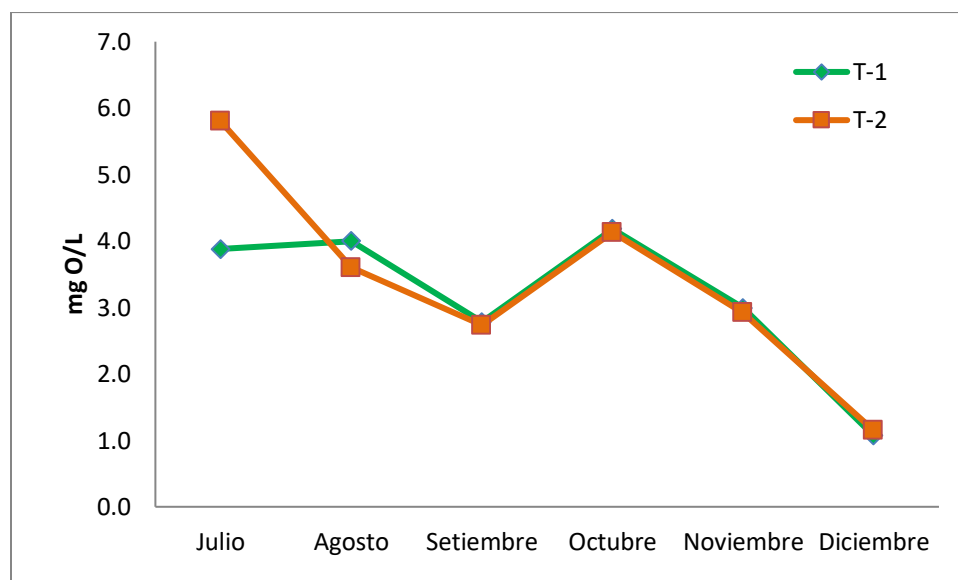


Fig. 8. Variación del oxígeno disuelto en el cultivo de fondo de *A. purpuratus* a profundidades de 8 y 12 m, periodo Julio-Diciembre 2012.

El promedio mensual de la temperatura del agua (fondo) se mantuvo similar en ambos tratamientos hasta el mes de Octubre, a partir de este mes hay una ligera disminución de la temperatura en el tratamiento de 8 m, en tanto que en el tratamiento de 12 m la temperatura se mantuvo constante hasta el mes de Diciembre.

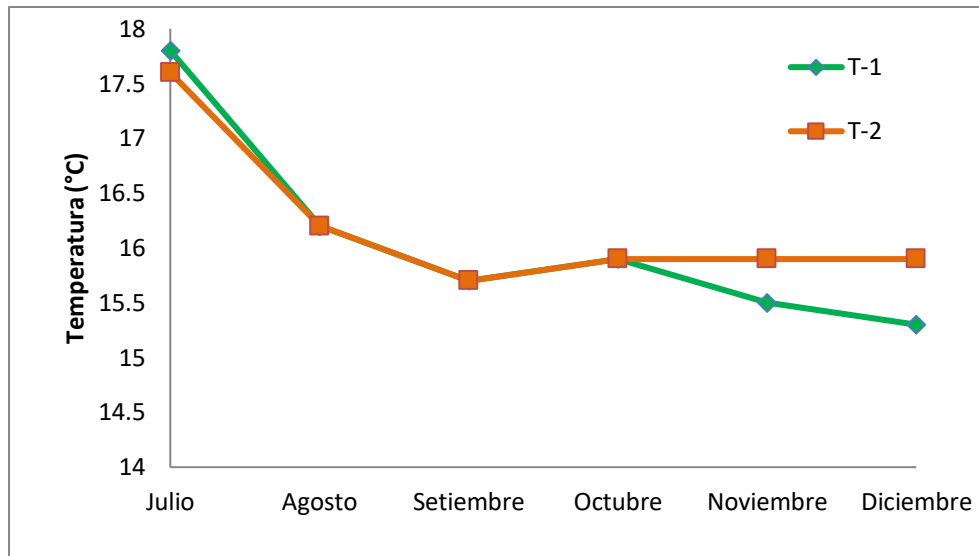


Fig. 9. Variación de la temperatura en el cultivo de fondo de *A. purpuratus* a profundidades de 8 y 12 m, periodo Julio-Diciembre 2012.

En la figura 10 se observa la variación de la salinidad. Los valores fueron similares en ambos tratamientos. Sin embargo, se evidencia ligeras variaciones en el mes de Agosto y Noviembre.

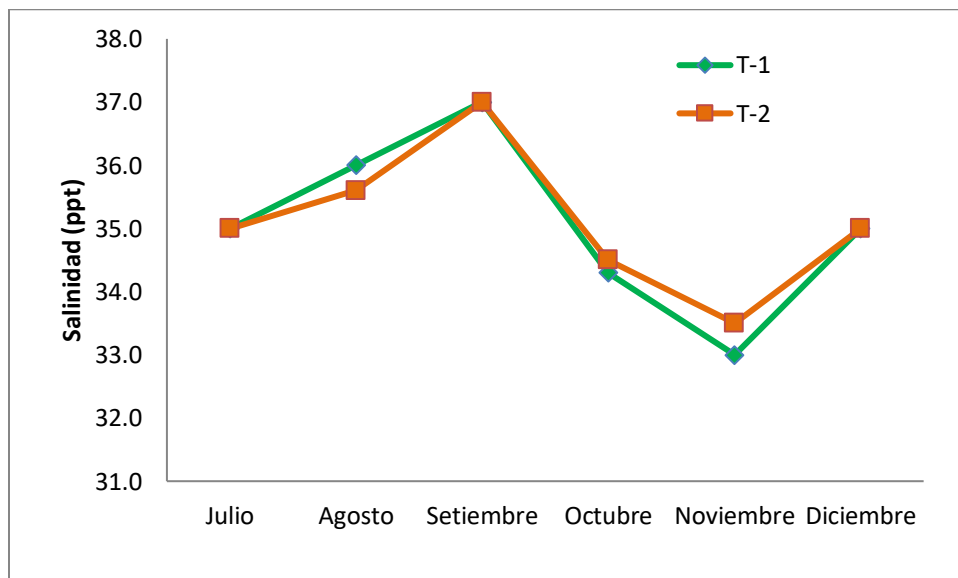


Fig. 10. Variación de la salinidad en el cultivo de fondo de *A. purpuratus* a profundidades de 8 y 12 m, periodo Julio-Diciembre 2012.

En la figura 11 se presentan los valores promedios de transparencia, observándose valores similares en ambos tratamientos, con una variación considerable en el mes de Setiembre, en el cual se reporta transparencia de 8 m (tratamiento total).

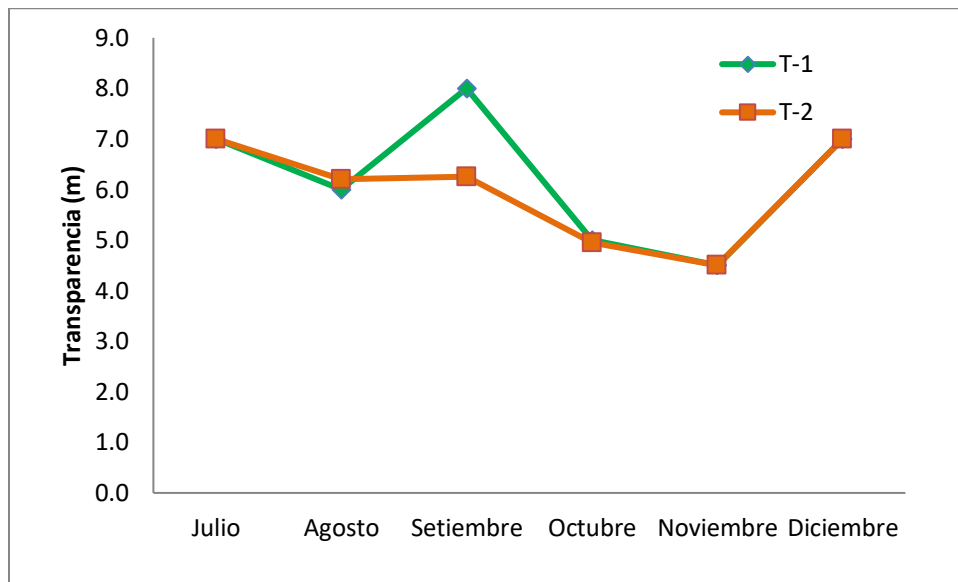


Fig. 11 Variación de la transparencia en el cultivo de fondo de *A. purpuratus* a profundidades de 8 y 12 m, periodo Julio-Diciembre 2012.

En la siguiente tabla se reporta la densidad de fitoplancton (org.L^{-1}) de acuerdo a grupos taxonómicos, encontrándose 5 grupos. El grupo con mayor presencia cuantitativa fueron las Diatomeas; así mismo en diciembre se reportó la mayor densidad en ambos tratamientos, se puede apreciar el comportamiento con tendencia creciente (figura 12), con excepción del mes de Setiembre, donde se reporta menor densidad en comparación a los otros meses.

Tabla 10 Densidad de fitoplancton (org.L^{-1}) en el cultivo de fondo de *A. purpuratus* a profundidades de 8 y 12 m, periodo Julio-Diciembre 2012.

Grupo	Densidad (org.L^{-1})											
	Julio		Agosto		Setiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
	8m	12m	8m	12m	8m	12m	8m	12m	8m	12m	8m	12m
Diatomeas	194130	146710	583863	396430	544620	460607	754920	767850	848410	750660	1306240	1038755
Dinoflagelados	3790	2210	4177	3163	2530	2730	1290	960	6850	5850	19940	22790
Silicoflagelados	1630	2320	1043	1020	583	627	370	160	470	750	890	1420

Clorofitas	150	90	130	65	0	0	0	0	0	0	0	0
Cianofitas	40	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0

En las figuras 12 y 13 se representa la densidad del fitoplancton y distribución porcentual de acuerdo a los grupos taxonómicos, donde las Diatomeas conforman del 97-99% del fitoplancton presente durante el periodo de estudio.

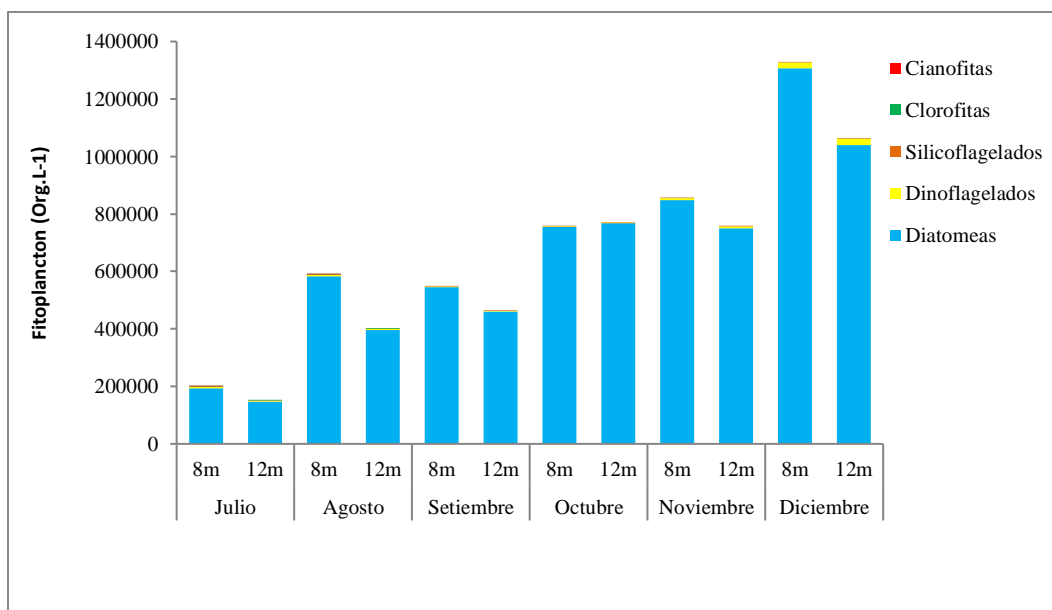


Fig. 12. Distribución de fitoplancton por grupos taxonómicos (org.L⁻¹) en el cultivo de fondo de *A. purpuratus* a profundidades de 8 y 12 m, periodo Julio-Diciembre 2012.

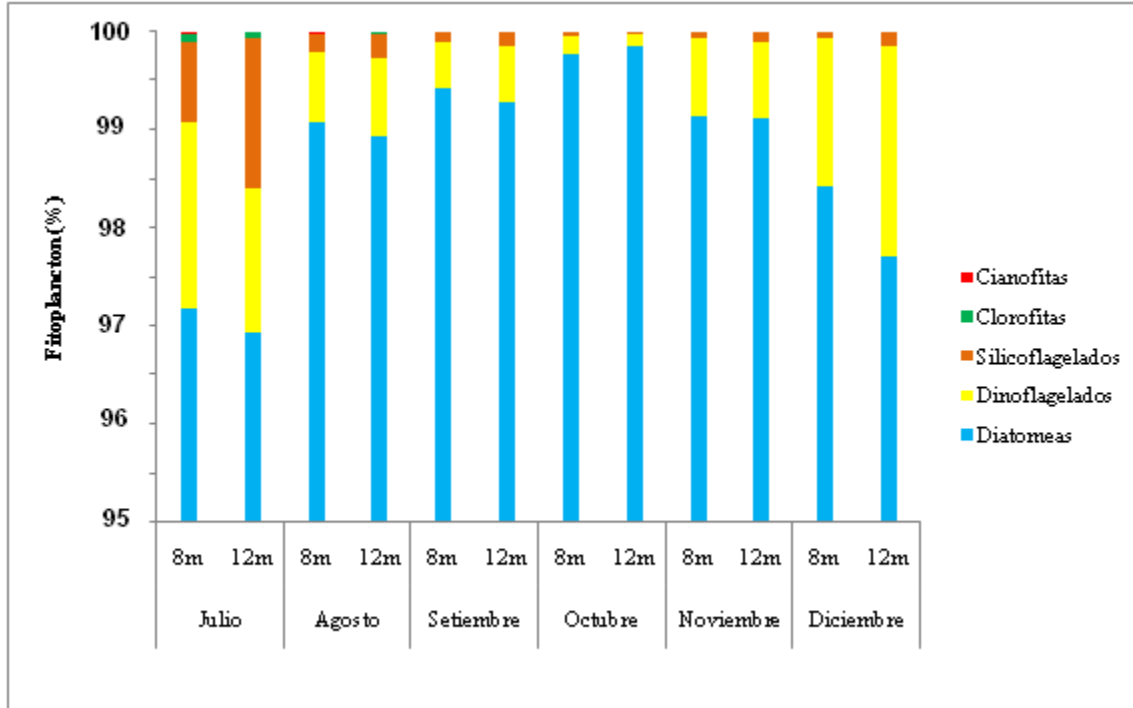


Fig. 13 Distribución porcentual de fitoplancton en base a grupos taxonómicos en el cultivo de fondo de *A. purpuratus* a profundidades de 8 y 12 m, periodo Julio-Diciembre 2012.

3.3 Análisis de correlación

Los resultados del análisis de correlación (tabla 11), muestran que, para el tratamiento 8 m, la temperatura tuvo influencia estadísticamente significativa en la tasa de crecimiento, mientras que para la supervivencia ningún parámetro influyó. No obstante, para el caso del tratamiento 12 m el fitoplancton tuvo influencia estadísticamente significativa en la tasa de crecimiento y supervivencia de los organismos experimentales.

Tabla 11 Correlación de la TCIR, temperatura y fitoplancton.

Tratamientos	Variable Dependiente	Variable Predictora	Significancia (P)
8m	TCIR	Temperatura	0.038
	Supervivencia	-	-
12m	TCIR	Fitoplancton	0.019
	Supervivencia	Fitoplancton	0.003

3.4 Regresión lineal

3.4.1 Tratamiento 8m

3.4.1.1 Tasa de Crecimiento Instantánea Relativa TCIR (mm.día^{-1})

$$\text{TCIR} = 19.627 + 1.297 \text{Temperatura}$$

$$R = 0.962$$

$$R^2 = 0.925$$

$$\sigma = 0.1829$$

El modelo de regresión lineal para el tratamiento 8 m indica una relación directa o positiva, es decir a mayor temperatura mayor tasa de crecimiento (figura 14).

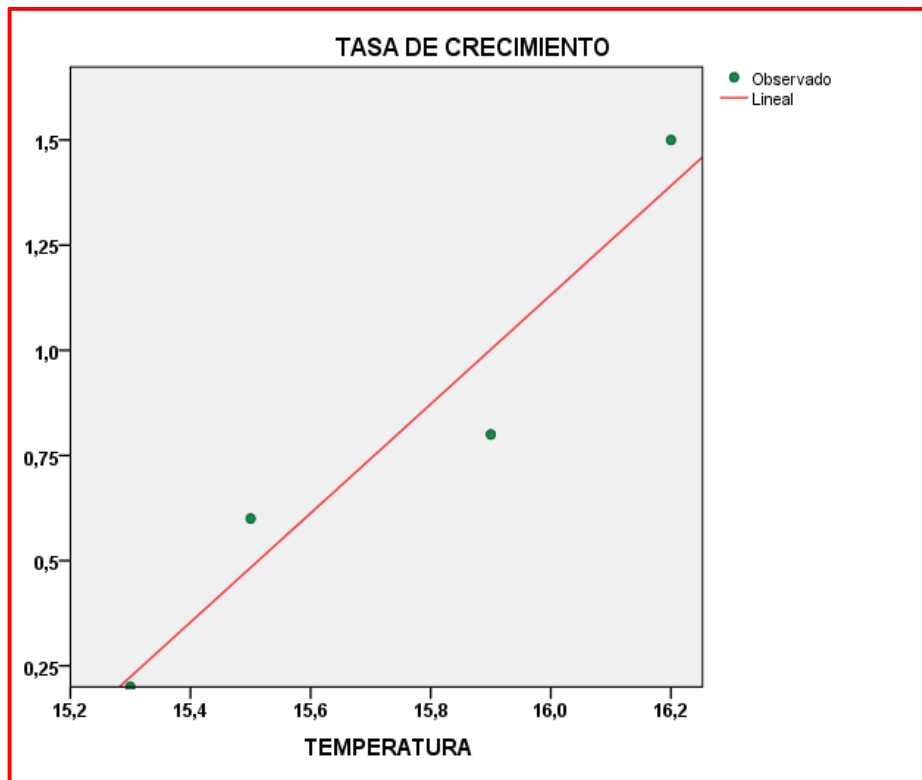


Fig. 14 Modelo de regresión lineal TCIR-Temperatura.

3.4.1.2 Supervivencia

Ninguna variable es significativa en relación a la supervivencia para este tratamiento.

3.4.2 Tratamiento 12m

3.4.2.1 Tasa de Crecimiento Instantánea Relativa TCIR (mm.día^{-1})

$$\text{TCIR} = 2.247 - 1.97 \times 10^{-6} \text{ fitoplancton}$$

$$R=0.981$$

$$R^2= 0.963$$

$$\sigma=1.279$$

El modelo de regresión lineal para de la tasa de crecimiento del tratamiento de 12 m, indica una relación inversa o negativa, esto indica que a mayor concentración de fitoplancton menor Tasa de crecimiento (figura 15).

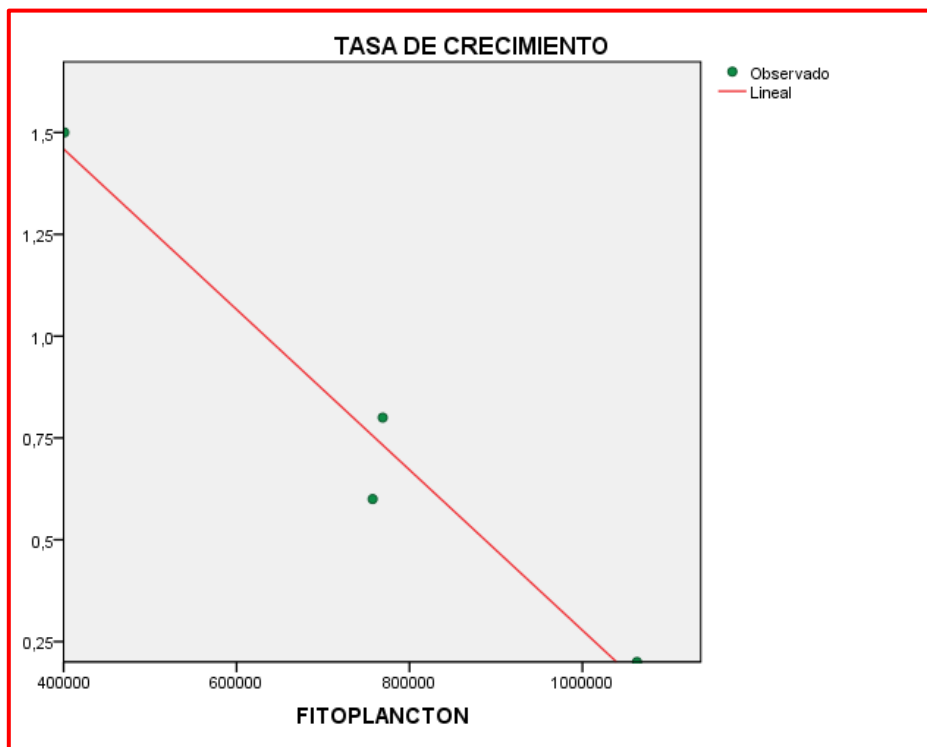


Fig. 15 Modelo de regresión lineal TCIR-Fitoplancton.

3.4.2.2 Supervivencia

$$\text{Supervivencia} = 101.609 - 1.998 \times 10^{-5} \text{ fitoplancton}$$

$$R = 0.997$$

$$R^2 = 0.995$$

$$\sigma = 0.4927$$

El modelo de regresión lineal para la supervivencia en el tratamiento 12 m, indica también una relación inversa, a mayor concentración de fitoplancton menor supervivencia (figura 16).

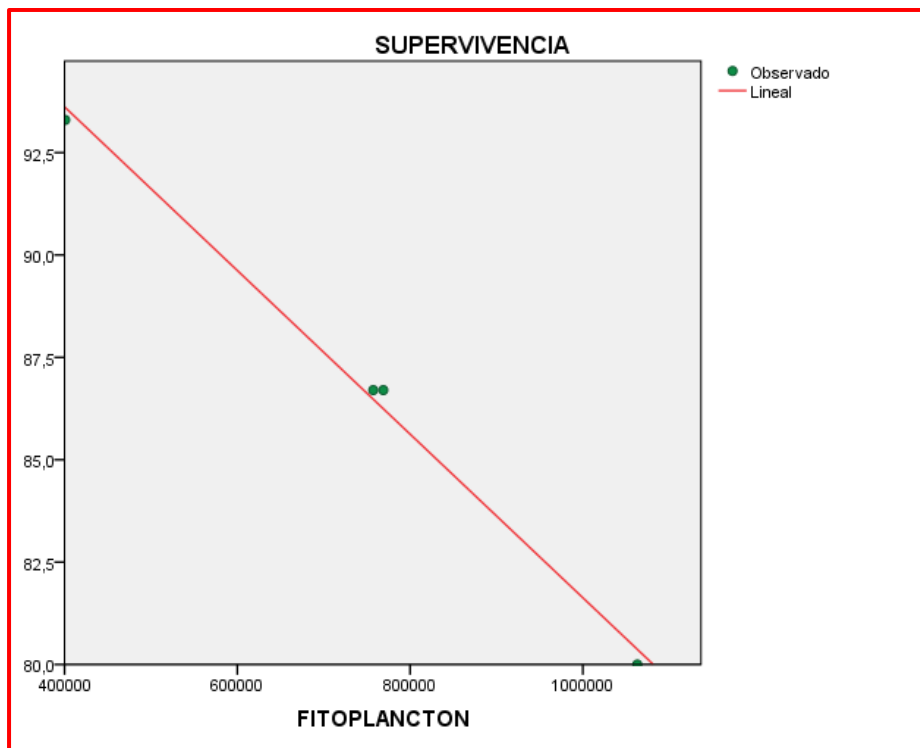


Fig. 16 Modelo de regresión lineal Supervivencia-Fitoplancton.

IV. DISCUSIÓN

El crecimiento de los bivalvos está influenciado por factores endógenos y exógenos (Lodeiros *et al.*, 2001), los cuales consideran las características genéticas de la especie, así como las condiciones físico químicas del agua como temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la que habitan. Por ello, en este estudio se evalúa la influencia de los principales factores ambientales en condiciones de cultivo de *A. purpuratus*.

Se considera que la temperatura, el oxígeno disuelto y la disponibilidad del alimento se encuentran asociados a la profundidad de tal forma que permiten controlar la distribución y estructura de la macrofauna en la bahía de Sechura (Yupanqui *et al.*, 2007).

Los valores de temperatura se encontraron dentro del rango de tolerancia reportado por Mina *et al.*, (2002) que consideran de 12 a 27 °C para *A. purpuratus*. La temperatura promedio durante toda la experiencia, para ambos tratamientos fue de 16°C.

Cabe recalcar que la temperatura durante los meses de Julio-Octubre, se mantuvieron dentro de los valores normales y con ligeras variaciones en algunos meses, en comparación a años anteriores; sin embargo en el mes de Noviembre la temperatura promedio fue de 15.9°C, inferior respecto al 2010 y 2011 donde se reporta 18.1 y 17.0 °C respectivamente; en el mes de diciembre el promedio de temperatura (15.6 °C), fue similar al 2011, pero menor respecto a años anteriores, en comparación a lo reportes de IMARPE, (2007-2011).

La concentración de oxígeno disuelto es vital para el mantenimiento y desarrollo de los organismos, considerándose este elemento como uno de los factores preponderantes, donde se realizan cultivos intensivos o lugares con poca circulación de agua, aun cuando la bahía sea altamente productiva (Uribe & Blanco, 2001).

De acuerdo con los resultados los valores de oxígeno se mantuvieron entre 1.1 a 4.2 mg.L⁻¹ y 1.2 a 5.8 mg.L⁻¹ para 8 y 12 metros respectivamente. Los valores mínimos encontrados coinciden (1.4 mg.L⁻¹) con los reportados por Yamashiro *et al.*, (1990).

La salinidad en la mayoría de meses se mantuvo a 35 ppt, valores similares descritos por FONDEPES (2004).

En tanto, para la transparencia se reportó un promedio de 6 metros para ambos tratamientos, durante toda la experiencia; este parámetro tiene una relación inversa con la cantidad de fitoplancton presente.

Navarro (2001) refiere que uno de los principales factores ambientales que afectan la fisiología de la alimentación de los organismos filtradores es la oferta de alimento. En esta experiencia, la oferta alimenticia disponible estuvo conformada en su mayoría por diatomeas con un equivalente de 97 - 99 %, seguido por grupos de dinoflagelados, silicoflagelados entre otros constituyendo del 1 - 3 %.

Asimismo, en el análisis cuantitativo del fitoplancton, se evidenció un incremento de la densidad respecto al tiempo, alcanzando las densidades más altas en el mes de diciembre, con una concentración de 1 306 240 org .L⁻¹ y 1 038 755 org .L⁻¹ (diatomeas) para el tratamiento 8 y 12 m respectivamente.

Respecto a la Tasa de Crecimiento Instantánea Relativa (TCIR), se determinó que no hay diferencia significativa entre los tratamientos ($P = 0.772$), lo cual nos lleva a postular que existirían otros factores, como la presencia del epibionte, *Balanus* sp. que habrían influido en el cultivo, básicamente en el tratamiento de 8 m, donde se esperaba que presente la mayor tasa de crecimiento como indica Maeda *et al.*, (2001) la profundidad influye en la concentración del fitoplancton, el cual es mayor en zonas someras por lo tanto presenta un efecto positivo en el crecimiento y supervivencia de esta especie.

Estudios en otros pectínidos como *Perna perna* y *P. viridis*, indican que hubo diferencias en cuanto al crecimiento de talla y biomasa cuando se cultivan a diferentes profundidades en sistemas suspendido, dichas diferencias se atribuyen a la variabilidad de los factores ambientales que se produjeron en la columna de agua y a la capacidad fisiológica de cada una de las especies de ajustarse a las condiciones del medio (Acosta *et al.*,2009), así como a la luz que disminuye con la profundidad, donde su calidad e intensidad regulan la productividad primaria.

Cabe resaltar que durante el cultivo de los organismos acondicionados a 8 metros, se evidenció la presencia del epibionte *Balanus* sp., a partir del mes de agosto, intensificándose en el mes de octubre con más de 100 epibiontes por organismo. Respecto a ello, Pacheco & Garate (2005) consideran a estos organismos como un factor limitante para el crecimiento y la supervivencia en el cultivo de pectínidos, ya que la mayoría de estas especies son filtradoras lo que puede significar competencia respecto a la disponibilidad de alimento. Ello permite suponer que la presencia de este epibionte tuvo un efecto negativo respecto a la tasa de crecimiento en la experiencia.

Así también, Uribe (2001) sostiene que los cirrípedos como *Balanus trigonus* son los más frecuentes y abundantes en los cultivos de *Euvola zic zac* y *Nodipecten nododus*, afectando mecánicamente a los organismos (el peso ejerce un efecto antagónico al ligamento) al impedirles abrir y cerrar sus valvas cuando se fijan en la región de la charnela, limitando la filtración y generando stress, lo cual repercute en su alimentación y respiración (Lodeiros y Himmelman, 1996).

Similar situación reporta Uribe (2001) para *A. ventricosus* y *Nodipecten subnodusus* al ser colonizadas por *Megabalanus tintinnabulum*, produciendo mortalidad al obstruir las valvas de los organismos cultivados. Al respecto, afirma también que estos organismos pueden llegar a ser muy abundantes cubriendo en ocasiones la totalidad de la valva superior y el 30 % de la valva inferior. En la experiencia, el porcentaje de cobertura de *Balanus* sp. observado fue de 50 a 70 % para los organismos del tratamiento 8 metros, en tanto que en los organismos del tratamiento 12 metros, sólo algunos presentaron epibiontes, pero en mínima proporción (figura 7).

Respecto a la correlación evaluada entre fitoplancton, oxígeno disuelto, temperatura y salinidad del agua versus la tasa de crecimiento y supervivencia, se pudo observar que en el tratamiento 8 m, el parámetro con mayor influencia sobre la TCIR, fue la temperatura y para el caso de la supervivencia ninguna variable fue determinante; para el tratamiento 12 m, el fitoplancton fue el factor que tuvo mayor influencia en la TCIR y supervivencia. Como refiere Lodeiros *et al.*, (2001) al considerar a la temperatura y la disponibilidad de alimento como variables limitantes en el crecimiento de bivalvos.

Es de importancia considerar que en el tratamiento 8 m, la TCIR y la temperatura presentan un modelo de regresión lineal positivo, es decir a mayor temperatura mayor tasa de crecimiento; debido a que la temperatura es uno de los factores que produce cambios en la fisiología de los organismos (His 1977), principalmente en la tasa de filtración de los moluscos bivalvos, por ello ejerce una fuerte influencia sobre el crecimiento (Lodeiros *et al.*, 2001, Rivas & Masse 1983, Malouf & Breese 1978).

Sin embargo, en el tratamiento 12 m, la TCIR versus fitoplancton presentan un modelo de regresión lineal negativo o inverso, esto indica que a mayor concentración de fitoplancton menor es la tasa de crecimiento. Para el caso de la supervivencia versus fitoplancton el modelo de regresión también es negativo.

Por ello, Navarro (2001) manifiesta que algunas especies de bivalvos reducen su capacidad de retención a medida que aumenta la concentración de alimento; lo que podría suceder al saturarse las branquias. Este autor, observó también que la alta concentración de alimento no es sinónimo de un mejor crecimiento, incluso éste, podría ser negativo debido a la alta tasa de biodeposición producida por los moluscos filtradores, la cual se va acumulando en el área de cultivo; por ello algunos investigadores consideran que la calidad y cantidad de alimento son reguladores del crecimiento (Lodeiros *et al.*, 2001).

A su vez, estos resultados estarían relacionados con la disminución de los valores de oxígeno reportados en el mes de diciembre (1.15 mg.L^{-1}); lo que generaría cierta incapacidad en aprovechar el alimento disponible. La ingestión puede verse afectada por la disminución de los niveles de oxígeno disuelto (FONDEPES, 2004).

En cuanto a la supervivencia, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, donde la mayor supervivencia se registró en el tratamiento 12 m (80%). El tratamiento 8 m registró menor supervivencia probablemente por el stress ejercido por parte de los organismos epibiontes como se menciona en párrafos anteriores.

Así también, es de considerar que estos epibiontes tuvieron un desarrollo más notorio a 8 metros de profundidad a diferencia del tratamiento de 12 metros, este evento podría tener relación con las bajas temperaturas registradas durante el período Julio-Diciembre y con distribución vertical que presenta esta especie.

Uribe (2001) menciona que en invierno la biomasa de epibiontes como *Astromegabalanus psittacus* se incrementa 90g por pectínido, entre 1 y 6 metros de profundidad y disminuye gradualmente llegando a 50g por pectínido entre 16 y 20 metros, lo cual concuerda con los resultados obtenidos.

V. CONCLUSIONES

Las tasas de crecimiento en ambos tratamientos son similares, no encontrándose diferencias significativas, bajo las condiciones del presente estudio.

Existen diferencias significativas entre los tratamientos, respecto a la supervivencia de los organismos en estudio, lo cual podría estar relacionado a la presencia del epibionte *Balanus* sp., bajo estas condiciones de cultivo se obtuvo el 80% de supervivencia para el tratamiento 12 m y el 70% para el tratamiento 8 m.

De acuerdo al análisis de correlación de Pearson, la temperatura y fitoplancton fueron los parámetros con mayor influencia sobre la tasa de crecimiento y supervivencia de *A. purpuratus*, obteniendo un $R=0.925$ entre la temperatura y la tasa de crecimiento para el tratamiento 8 m; así como un $R=0.963$ y un $R=0.995$ entre el fitoplancton versus la tasa de crecimiento y supervivencia respectivamente, para el tratamiento 12 m.

Se determinó un modelo de regresión lineal directo o positivo entre la temperatura versus la tasa de crecimiento para el tratamiento 8 m, en tanto que para el tratamiento 12 m, se obtuvo un modelo de regresión inverso o negativo entre fitoplancton versus tasa de crecimiento y supervivencia respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar trabajos por periodos más amplios de estudio, de tal forma que se pueda evaluar todas las etapas de desarrollo del organismo hasta la talla comercial y poder estimar modelos de crecimiento, así también registrar mayor número de parámetros para conocer el grado de influencia de otros parámetros sobre el crecimiento de esta especie.

Evaluar tasas de crecimiento en relación a la biomasa del organismo con el fin de estimar los rendimientos de producción (Kg/manejo) del cultivo de concha de abanico.

Realizar estudios relacionados con la calidad y cantidad de fitoplancton y comparar con contenidos estomacales de esta especie de acuerdo a las diferentes etapas de desarrollo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta. V., C. Lodeiros, A. Prieto; M. Glem & Y. Natera. 2009. Efecto de la profundidad sobre el crecimiento de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) en cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Rev. Zootecnia Tropical*. 27(3): 315-328.
- APHA-AWWA-WEF. 2005. Plankton. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA-AWWA-WEF Section 10200, 21st Edition.
- Alamo, V. & V. Valdivieso .1987. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Boletín Volumen Extraordinario Instituto del Mar del Perú.
- Alcázar, J. & J. Mendo. 2008. Crecimiento y supervivencia de juveniles de *Argopecten purpuratus* en Sistemas de fondo y suspendido en la zona de Casma, Perú. *Ecología Aplicada*, 7:1,2. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.
- Alva, J., J. Arenas., O. Galindo & D. Flores. 2002. Cultivo de concha de abanico *Argopecten purpuratus*. ABPAMG-BIOFOR-IRG. 86p.
- Bandin, R. & J. Mendo. 1999. Asentamiento larval de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en colectores artificiales en la Bahía Independencia, Pisco, Perú. *Invest. Mar., Valparaíso*. (27): 3-13.
- Bricelj, V & S. Shumway. 1991. Physiology: Energy acquisition and utilization. pp. 347-376. En: S.E. Shumway (ed.). *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier, Amsterdam.
- Cáceres - Martínez C., Ramírez – Filippini D. & Chávez – Villalba J. 1986. Cultivo en parques de almeja Catarina (*Argopecten circularis*). *Rev. Latinoamér. Acuicul.* 34: 26-32.
- Cantillanez, M., M. Avendaño, G. Thouzeau & M. Pennee. 2005. Reproductive cycle of *Argopecten purpuratus* (Bivalvia : Pectinidae) in La Rinconada marine reserve (Antofagasta, Chile) : Response to environmental effects of El Niño and La Niña. *Aquaculture*. (246):181-195.

Cisneros, R., J. Bautista & J. Arguelles. 2008. Crecimiento comparativo de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en sistemas suspendidos. *Ecología Aplicada*, 7(1,2). Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.

De Franssu, L. 1990. The worl market for bivalves - oyster -mussel - clam - scallop. FAO/GLOBEFISH Research Program. Vol 4. : 115.

FAO, 2000. Informe nacional sobre el desarrollo de la acuicultura en América Latina. Informe (1385).pp1-28.

FAO, 2006-2010. National Aquaculture Sector Overview. Visión general del sector acuícola nacional - Perú. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets. Text by Soto Cárdenas , G. I. *In: FAO Fisheries and Aquaculture Department* [online]. Rome. Updated 1 February 2005. [Cited 6 August 2010]. http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_peru/es#tcNA0076.

Farías, M. 2001. Nutrición en moluscos pectínidos *In* Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura. Maeda-Martínez (ed.). Edit. Limusa S.A. México. Cap. 5: 89-104.

FONDEPES, 2004. Manual de cultivo suspendido de concha de abanico. Proyecto de apoyo al desarrollo del sector pesca y acuicultura del Perú-PADESPA. 103 p.

His, E. 1977. Aspects biologiques du stockage des huîtres en bassin conseils pratiques aux ostréiculteurs. *Science et Peche, Bull. Inform. Inst. Peches marit.* 272:1-4.

IMARPE, (2007-2011). Boletín semanal de la temperatura superficial del agua de mar en el litoral peruano. Disponible en URL [http://www.imarpe.pe/imarpe/index.php?id_seccion=1010801010000000000000].

ITP, 2012, Listado de Áreas de Repoblamiento Habilitadas o Registradas Sanitariamente – 2012. Disponible en URL [<http://www.itp.gob.pe/moluscos-bivalvos/pdf/Listados/re poblamiento/Listado-areas-autorizadas-18-04-12.PDF>]

- Jacinto, M., O. Morón, C. Martínez, P. Villanueva, M. Guzmán & J. Córdova. 1997. Evaluación de la calidad del ambiente marino en el área de Bayovar–Ensenada de Sechura, 8 a 10 Mayo 1996. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú*, (54): 30-64.
- Lodeiros, C & J.H. Himmelman. 1996. Influence of fouling on the growth and survival of the tropical scallop, *Euvola (Pecten) ziczac* (L. 1758) in suspended culture. *Aquaculture Res.* 27: 749-756.
- Lodeiros C., Maeda Martínez A., Freites L., Uribe E., Lluch-Cota D. & Sicard M. 2001. Ecofisiología de Pectínidos Iberoamericanos. En: Maeda-Martínez (Ed.) *Los Moluscos Pectínidos de Ibero América: Ciencia y Acuicultura*. Cap. 4: 77-88.
- Maeda, A., P. Lombeida, L. Freites, C. Lodeiros & M. Sicard. 2001. Cultivo de pectínidos en fondo y en estanques *In Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura*. Maeda-Martínez (ed.). Edit. Limusa S.A. México. Cap. 11: 213-231.
- Malouf, R. & W. Breese. 1978. Intensive culture of the pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg) in heated effluents. *Agricultural Exptl. Station Bull.* 627:41.
- Mendo, J., V. Valdivieso & C. Yamashiro. 1988. Cambios en densidad, número y biomasa de la población de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia (Pisco, Perú) durante 1984-87. *Bol. Inst. Mar Perú-Callao*, Vol. Extraordinario. : 1-382.
- Mendo J., Cosavalente C., Tam J. & Bandin R. 2002. Growth and survival of the Peruvian scallop (*Argopecten purpuratus*) in suspended cultures in Independencia Bay (Pisco, Perú). Pp. 171-183. En: J. Mendo & M. Wolf (Eds). *Bases ecológicas y socioeconómicas para el manejo de los recursos vivos de la reserva nacional de Paracas*. Lima-Perú.
- Mendo, J. & M. Wolff. 2003. El impacto de El Niño sobre la producción de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en Bahía Independencia, Pisco, Perú. *Ecología aplicada*. 2(1): 51-57.
- Mendo, J, L. Ysla, H. Orrego, M. Miglio, P. Gil & A. Del Solar. 2011. Manual técnico para el repoblamiento de concha de abanico en la bahía de Sechura. Lima-Perú.

- Mina, L., R. Bandin & J. Zavala. 2002. Monitoreo de algunas variables ambientales y abundancia larval de *Argopecten purpuratus* en la Reserva Nacional de Paracas entre Enero del 2000 y Febrero del 2001. pp. 40 – 44. En: J. Mendo & M. Wolf (Eds). Bases ecológicas y socioeconómicas para el manejo de los recursos vivos de la reserva nacional de Paracas. Lima-Perú.
- Montes, R., M. Gálvez y H. Rivera. 2005. Fitoplancton de la Bahía de Sechura, Piura. Rev. Universalía. 11 (2): 57-65.
- Navarro, J. 2001. Fisiología energética de pectínidos Iberoamericanos *In* Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura. Maeda-Martínez (ed.). Edit. Limusa S.A. México. Cap. 3: 61-76.
- Pacheco, A. & A. Garate. 2005. Bioincrustantes en estructuras de cultivo de *Argopecten purpuratus* en bahía Samanco, Perú. Ecología aplicada. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima -Perú. 149-152 pp.
- Pacheco, A. & Stotz W. B. 2006. Will providing a filamentous substratum in the water column and shell litter on the bottom increase settlement and post-larval survival of the scallop *Argopecten purpuratus*?. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. (333):27-39.
- Rivas, A. & H. Masse. 1983. Etude Ecophysiologique de quelques mollusques bivalves. IFREMER. Actes del Colloques. 1:45-62.
- Uribe, E., C. Lodeiros., E. Pico & I. Etchepare. 2001. Epibiontes en Pectínidos de Iberoamérica *In* Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura. Maeda-Martínez (ed.). Edit. Limusa S.A. México. Cap. 13: 249-263.
- Wolff, M. 1988. Spawning and recruitment in the Peruvian scallop *Argopecten purpuratus*. Mar. Ecol. Prog. Ser.(42): 213-217.

- Wolff, M., M. Taylor, J. Mendo & C. Yamashiro. 2007. A catch forecast model for the Peruvian scallop (*Argopecten purpuratus*) based on estimators of spawning and settlement rate, *Ecol. Model.* 209(2-4): 333-341.
- Yamashiro, C., Rubio J., Jurado E., Auza E., Maldonado M., Ayon P. & Antonietti E. 1990. Evaluación de la población de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia, Pisco, Perú. Informe Ins. Mar Perú-Callao. (98): 58.
- Ysla, L., Ventura V. & Nava H. 1987. Determinación de la densidad y profundidad de crianza en cultivos suspendidos para la concha de abanico *Argopecten purpuratus*, pp. 701 – 718. En: G. Llerena (Ed). Anales Científicos UNALM XXVI (3-4), Lima –Perú.
- Yupanqui, X., L. Quipúzcoa, R. Marquina, F. Velazco, E. Enríquez & D. Gutiérrez. 2007. Composición y distribución del macrobentos en la Ensenada de Sechura, Piura, Perú. *Rev. peru. biol.* 14(1): 075- 085.

Anexo 3 Estadísticos de grupo de la supervivencia de juveniles de *A. purpuratus* en los tratamientos 1 y 2 (8 y 12 m respectivamente).

GRUPO DE COMPARACIÓN		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
SUPERVIVENCIA	TRATAMIENTO 1	4	73,325	4,7141	2,3570
	TRATAMIENTO 2	4	86,675	5,4298	2,7149

Anexo 4 Prueba de muestras independientes de la supervivencia de juveniles de *A. purpuratus* en los tratamientos 1 y 2 (8 y 12 m respectivamente).

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
SUPERVIVENCIA	,000	1,000	-	6	,010	-13,3500	3,5953	-	-4,5526
Se han asumido varianzas iguales			3,713					22,1474	
No se han asumido varianzas iguales			-	5,884	,010	-13,3500	3,5953	-	-4,5104
			3,713					22,1896	

Anexo 5 Resumen del modelo de correlación entre la TCIR de juveniles de *A. purpuratus* y el fitoplancton en el tratamiento 2 (12 m).

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio					Durbin-Watson
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F	
dimension0 1	,981^a	,963	,945	,1279	,963	52,287	1	2	,019	2,791

a. Variables predictoras: (Constante), FITOPLANCTON2

b. Variable dependiente: TASA DE CRECIMIENTO2

$$0,963 \times 100 = 96,3\%$$

Anexo 5.1 ANOVA^b para correlación de TCIR de juveniles de *A. purpuratus* y el fitoplancton en el tratamiento 2 (12 m).

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.(P)
1 Regresión	,855	1	,855	52,287	,019^a
Residual	,033	2	,016		
Total	,888	3			

a. Variables predictoras: (Constante), FITOPLANCTON2

b. Variable dependiente: TASA DE CRECIMIENTO2

Anexo 5.2 Coeficientes^a para correlación de TCIR de juveniles de *A. purpuratus* y el fitoplancton en el tratamiento 2 (12 m).

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95.0% para B	
	B	Error típ.	Beta			Límite inferior	Límite superior
1 (Constante)	2,247	,213		10,531	,009	1,329	3,165
FITOPLANCTON2	-1,970E-6	,000	-,981	-7,231	,019	,000	,000

a. Variable dependiente: TASA DE CRECIMIENTO2

Anexo 6 Resumen del modelo de correlación entre la TCIR de juveniles de *A. purpuratus* y la temperatura en el tratamiento 1 (8 m).

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio					Durbin-Watson
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F	
1 dimension0	,962^a	,925	,887	,1829	,925	24,543	1	2	,038	3,261

a. Variables predictoras: (Constante), TEMPERATURA

b. Variable dependiente: TASA DE CRECIMIENTO

Anexo 6.1 ANOVA^b para correlación de TCIR de juveniles de *A. purpuratus* y la temperatura en el tratamiento 1 (8 m).

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,821	1	,821	24,543	,038^a
Residual	,067	2	,033		
Total	,888	3			

a. Variables predictoras: (Constante), TEMPERATURA

b. Variable dependiente: TASA DE CRECIMIENTO

Anexo 6.2 Coeficientes^a para correlación de TCIR de juveniles de *A. purpuratus* y la temperatura en el tratamiento 1 (8 m).

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95.0% para B	
	B	Error típ.	Beta			Límite inferior	Límite superior
1 (Constante)	-19,627	4,119		-	,041	-37,351	-1,904
TEMPERATURA	1,297	,262	,962	4,765 4,954	,038	,171	2,424

a. Variable dependiente: TASA DE CRECIMIENTO

Anexo 7 Resumen del modelo de correlación entre la supervivencia de juveniles de *A. purpuratus* y el fitoplancton en el tratamiento 2 (12 m).

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio					Durbin-Watson
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F	
1 dimension0	,997 ^a	,995	,992	,4927	,995	362,279	1	2	,003	2,019

a. Variables predictoras: (Constante), FITOPLANCTON2

b. Variable dependiente: SUPERVIVENCIA2

Anexo 7.1 ANOVA^b para correlación de supervivencia de juveniles de *A. purpuratus* y el fitoplancton en el tratamiento 2 (12 m).

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	87,962	1	87,962	362,279	,003 ^a
Residual	,486	2	,243		
Total	88,447	3			

a. Variables predictoras: (Constante), FITOPLANCTON2

b. Variable dependiente: SUPERVIVENCIA2

Anexo 7.2 Coeficientes^a para correlación de supervivencia de juveniles de *A. purpuratus* y el fitoplancton en el tratamiento 2 (12 m).

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95.0% para B	
	B	Error típ.	Beta			Límite inferior	Límite superior
1 (Constante)	101,609	,822		123,555	,000	98,071	105,147
FITOPLANCTON2	-1,998E-5	,000	-,997	-19,034	,003	,000	,000

a. Variable dependiente: SUPERVIVENCIA2