



**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y
OCEANOGRÁFICAS**



**ASENTAMIENTO PRIMARIO DE SEMILLAS DE MITÍLIDOS
EN ALGAS ROJAS (RHODOPHYTAS)**



Konny Andrea Godoy Gómez

Seminario de Título presentado a la
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y OCEANOGRÁFICAS
DE LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

Para optar al Título de
BIÓLOGA MARINA

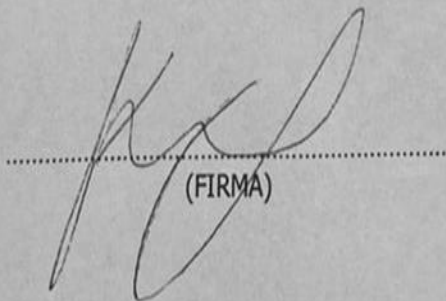
Profesor Guía
Dr. EDUARDO TARIFEÑO SILVA

Concepción - Chile 2020

AUTORIZACIÓN

Quien suscribe, Konny Andrea Godoy Gómez, 18.509.159-7 alumna de la carrera de Biología Marina, que imparte la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, de la Universidad de Concepción, declara ser autora del seminario de título Asentamiento primario de semillas de mitílidos en algas rojas (Rhodophytas) y conceder derecho de publicación, comunicación al público y reproducción de esa obra, en forma total o parcial en cualquier medio y bajo cualquier forma del mismo, a la Universidad de Concepción, Chile, para formar parte de la colección material o digital de cualquiera de las Bibliotecas de la Universidad de Concepción y del Repositorio Institucional UdeC. Esta autorización es de forma libre y gratuita, y considera la reproducción de la obra con fines académicos y de difusión tanto nacional como internacionalmente.

Asimismo, quien suscribe declara que dicha obra no infringe derechos de autor de terceros.



(FIRMA)

08 de Octubre de 2020

Página oficial de Firmas:

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y OCEANOGRÁFICAS

Este Seminario de Título ha sido realizado en el Departamento de Zoología de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas.

Profesor(a) Guía

Nombre y Grado (s) Académico (s)

Director de Tesis

Nombre y Grado (s) Académico (s)



Ha sido aprobada por la
Siguiete Comisión evaluadora

Nombre y Grado (s) Académico (s)

Nombre y Grado (s) Académico (s)

Jefe de Carrera

Nombre y Grado (s) Académico (s)

Dedicatoria:

Le dedico este trabajo a mi familia, amigos(as), aquellas personas que aportaron a que los años de universidad fueran gratos. Y en especial a mis abuelos, Ricardo y Ruth quienes ya no se encuentran con nosotros; la partida de ambos marcó un antes y un después en mi vida, siempre los amaré.



Agradecimientos.

En primera instancia quisiera agradecer al profesor y formador académico, Dr. Eduardo Tarifeño Silva, ex docente del Departamento de Zoología, quien se preocupó y me guio durante el periodo de la realización de mi tesis. Por otra parte, agradecerle también a la Dra. Alejandra Llanos Rivera docente del Departamento de Oceanografía de la Universidad de Concepción, por instruirme en la parte estadística necesaria para cubrir los objetivos de esta investigación. Al Dr. José Becerra Allende, Doctor en Ciencias Ambientales Centro EULA de Ciencias Ambientales Universidad de Concepción, por ser parte de mi comisión evaluadora de mi tesis.

También agradecer a Jéssica Cabrera, Víctor Guaquín y Horacio Cabrera (Granja Marina Coliumo Ltda., Coliumo, Dichato) quienes permitieron la instalación de colectores. Sin su ayuda, esta investigación no hubiese podido desarrollarse.

Finalmente, y no menos importante a mi familia, a mi padre Cristián, mi madre Patricia, mis hermanas Thamara y Rigeliet, mi hermano Claudio, mi abuela Gladys y amigos de Concepción y Copiapó, por siempre aconsejarme, apoyarme, brindando su amor durante este periodo y toda mi vida.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Hipótesis.....	8
1.2 Objetivo general.....	8
1.3 Objetivos específicos.....	8
2 MATERIALES Y METODOS.....	9
2.1 Confección de “trampas” de ofrecimiento de algas Rhodophytas.....	9

2.2 Colección de macroalgas.....	9
2.4 Instalación de las “trampas”.....	10
2.5 Revisión del material vegetal.....	11
2.6 Análisis estadísticos.....	11
3 RESULTADOS.....	13
3.1 Descripción de especies de post-larvas de mitílidos fijadas en los 6 géneros de algas Rhodophytas.....	13
3.1.1 Identificación y tamaños de las postlarvas de mitílidos encontradas en las algas Rhodophytas, desde de diciembre de 2017 a noviembre de 2018.....	13
3.1.2 Semillas de cada especie de mitílidos encontrados en las diferentes estaciones del año desde de diciembre de 2017 a noviembre de 2018.....	14
3.1.3 Cantidad de semillas de mitílidos encontradas en las diferentes especies de algas Rhodophytas, para las diferentes estaciones del año (diciembre de 2017 a noviembre de 2018).....	15
3.1.4 Porcentaje de especies en el total de post-larvas de mitílidos, encontradas en las 6 diferentes especies de algas Rhodophytas, para las diferentes estaciones del año (diciembre de 2017 a noviembre de 2018)	17

3.1.5 Determinación estadística para relación entre especies de algas rojas y cantidad total de semillas de mitílidos fijadas.....22

4 DISCUSIÓN.....23

5 CONCLUSIONES.....27

6 LITERATURA CITADA.....28

7 ANEXOS.....3



Índice Figuras:

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Ciclo de vida de los mitílidos.....	4
Figura N°2: Estructura de las trampas de ofrecimiento de algas rojas (Rhodophytas) como sustrato de asentamiento para larvas de mitílidos.....	9
Figura N°3: Esquema de la instalación de los experimentos en la concesión de mitilicultura Granja Marina Coliumo Ltda. en la Bahía de Coliumo, Región del Biobío.....	10
Figura N°4: Rango de tamaños de las semillas de las diferentes especies de mitílidos fijadas en las diferentes especies de algas Rhodophytas durante los períodos estacionales en estudio (Dic 2017 – Nov. 2018).....	13
Figura N°5: Cantidad de semillas de los mitílidos (<i>S. algosus</i> , <i>M. galloprovincialis</i> y <i>C. chorus</i>), encontradas en algas rojas durante los períodos estacionales desde Diciembre de 2017 a Noviembre de 2018.....	14
Figura N°6: Densidad de semillas de mitílidos encontradas en las diferentes especies de algas Rhodophytas, durante los períodos estacionales desde Diciembre de 2017 a Noviembre de 2018.....	16
Figura N°7: Porcentaje total de post-larvas de mitílidos, encontradas en las 6 diferentes especies de algas Rhodophytas, para el período de verano comprendiendo los meses de diciembre de 2017 y enero de 2018.....	17

Figura N°8: Porcentaje total de post-larvas de mitílidos, encontradas en las 6 diferentes especies de algas Rhodophytas, para el período de otoño comprendiendo los meses de abril y mayo del 2018.....18

Figura N°9: Porcentaje total de post-larvas de mitílidos, encontradas en las 6 diferentes especies de algas Rhodophytas, para el período de invierno comprendiendo los meses de julio y agosto de 2018.....19

Figura N°10: Porcentaje total de post-larvas de mitílidos, encontradas en las 6 diferentes especies de algas Rhodophytas, para el período de primavera comprendiendo los meses de octubre y noviembre 2018.....20



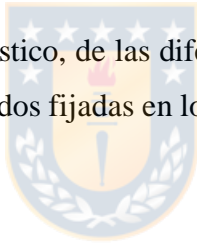
Índice de Tablas y gráficos:

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla N°1: Resultados estadísticos de la prueba ANOVA de dos vías, relacionando densidad de semillas de mitílidos con el periodo estacional, y especies de algas rojas como variables.....15

Tabla N°2: Número y porcentaje de fijación de post-larvas de mitílidos en cada uno de las especies de algas Rhodophytas por periodo estacional de muestreo.....21

Tabla N°3: Matriz de resultado estadístico, de las diferentes especies de algas rojas estudiadas y el número total de semillas de mitílidos fijadas en los talos.....22



Índice de Anexos:

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°1: Tabla densidad de semillas de mitílidos presentes en las 6 especies de algas rojas en los diferentes periodos estacionales (Diciembre 2017- Noviembre 2018).....32

Anexo N°2: Test de Normalidad Shapiro –Wilk ($p=0.05$).....33

Anexo N°2: Test de Homogeneidad de varianzas (Bartlett; $p=0.05$).....34



Resumen.

El desarrollo de la industria mitilicultora chilena se determina por la fuerte demanda de productos de los mejillones principalmente del chorito o “mejillón chileno”, *Mytilus chilensis* (Hupé, 1854), y otros como *Choromytilus chorus* (Molina, 1782), *Semimytilus algosus* (Goulds, 1859) y *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819). Demanda que a su vez depende de la disponibilidad de semillas captadas en los centros semilleros. Esta situación ha generado un fuerte interés por identificar agentes o moléculas naturales que actúen como inductores al asentamiento de las larvas premetamórficas. Las algas Rhodophytas son conocidas por ser atrayentes para el asentamiento primario de bivalvos marinos. Consecuentemente, el objetivo de este estudio fue demostrar qué especies de Rhodophytas (*Corallina officinalis*, *Callophyllis variegata*, *Pyropia orbicularis*, *Mazzaella laminarioides*, *Chondracanthus chamissoi* y *Capreolia implexa*) presentes en la costa de la región del Biobío actúan como atractantes de post-larvas de mitílidos y si la morfología de las macroalgas influye en la captación de post-larvas. A través de experimentos en terreno, se cuantificó la cantidad de larvas asentadas en talos de estas 6 especies de algas, ofrecidas como sustratos de fijación dentro de bolsas de mallas instaladas estacionalmente (2017-2018) en un centro mitilicultor en la Bahía Coliumo (Región del Biobío). Se determinó que 2 especies de las 6 algas en estudio, mostraron una alta utilidad en cuanto a captación de larvas con un porcentaje de entre un 33-43% de semillas por volumen de alga *Capreolia implexa*, entre un 31-36% de semillas por volumen de alga, *Chondracanthus chamissoi*. El resto de los taxones mostraron una baja utilidad de captación de larvas de mitílidos con un porcentaje de entre un 11-12% de semillas por volumen de alga, *Callophyllis variegat*, entre un 7-10% de semillas por volumen de alga, *Pyropia orbicularis*, entre un 8-9% de semillas por volumen de alga, *Corallina officinalis* y un 6-8% de semillas por volumen de alga, *Mazzaella laminarioides*. Los resultados demuestran la capacidad de inducción de asentamiento en las larvas de mitílidos de las algas Rhodophytas, lo cual abre interesantes perspectivas para identificar el compuesto o molécula orgánica presente en el alga roja que tendría acción inductora en el asentamiento de mitílidos y aplicarlos en los colectores para aumentar el éxito en la fijación de semillas.

Abstract.

The development of the mussel farming in Chile is determined by the strong demand for mussel products, mainly the “*Chilean Mussel*” known as “*Chorito*” in the country, which corresponds to *Mytilus chilensis* (Hupé, 1854); besides other species, such as *Choromytilus chorus* (Molina, 1782), *Semimytilus algosus* (Goulds, 1859) and potentially, *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819). This production of mussel depends on the availability of seeds from the seedling centers. This situation has caused a strong interest in the identification of agents and natural molecules which may act as inductors in the settlement of the premetamorphic larvae. The Rhodophyta red algae are known for being helpful in attraction to the primary settlement of marine bivalves. Then, the aim of this research was to prove which Rhodophyta species (*Corallina Officinalis*, *Callophyllis Variegata*, *Pyropia Orbicularis*, *Mazzaella Laminarioides*, *Chondracanthus Chamissoi* y *Capreolia Implexa*) found in the coast of the Biobío Region (Chile) can perform as attractants of post-larvae mitilids and if the morphology of the macroalgae influences the settlement of post-larvae. Through data/sample collection, the number of larvae settled in the thallus of six algae species was quantified, which were offered as attachment substrates inside fishnet bags seasonally installed (2017-2018) in a mussel farming center in the Coliumo Bay (Biobío Region, Chile). The results showed that 3 out of the 6 algae species tested in this study presented a high attractability to larvae settlement, reaching values 33-43% of seeds per algae volume in the case of *Capreolia implexa*; a rate of 31-36% of seeds per algae volume for *Chondracanthus chamissoi*; and a rate of 11-12% of seeds per algae volume for *Callophyllis variegata*. The rest of the algae taxa presented a low settlement value with 7-10% of seeds per algae volume for *Pyropia orbicularis*; 8-9% for *Corallina officinalis* and a 6-8% for *Mazzaella laminarioides*. The results demonstrate that Rhodophytas algae show induction capacity for settlement in the mussel larvae, which opens interesting perspectives to identify the chemicals or organic molecule shown up in the red algae that would have an inductive action in the settlement of mussels and apply them in the seeds collectors to increase success in seeds attachment.

1. Introducción.

Chile posee una costa continental lineal de más de 4.300 Km de largo, esta extensa longitud costera provee con gran abundancia una amplia variedad de recursos pesqueros los cuáles no son solo una fuente de alimentos para la población sino también valiosos elementos para exportación comercial (Aguilar, 2008).

La producción pesquera mundial alcanzó un máximo de aproximadamente 171 millones de toneladas en 2016, de los cuales la acuicultura representó un 47% del total (FAO, 2018). En nuestro país, la mitilicultura o cultivo de mitílidos, es una de las principales actividades acuícolas en la acuicultura marina y su recurso base es el chorito o “mejillón chileno”, *Mytilus chilensis* (Hupé, 1854). Este recurso se comienza a cultivar en Chile hacia 1943, y hoy por hoy esta actividad es realizada en su gran mayoría en la Región de Los Lagos; siendo el Chorito quien representó el 34,4% del total nacional de cosechas y el 97,9% del cultivo de moluscos (SUBPESCA, 2019). En Zagal y Hermosilla (2007) se mencionan dentro de los mitílidos presentes en las costas de Chile, a la cholga *Aulacomya atra* (Molina 1782), *Brachidontes granulatus* (Hanley 1843 (Molina 1782)), *Perumytilus purpuratus* (Lamarck 1819), el chorito *Mytilus chilensis* (Hupé 1854) de amplia importancia económica y otros como el choro zapato *Choromytilus chorus*, el chorito bicolor *Semimytilus algosus* (Goulds 1859) y *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck 1819), este último conocido mundialmente como “mejillón gallego” pero que en Chile se le conoce como “choro araucano” (Tarifeño *et al.*, 2012); estos últimos mitílidos son considerados actualmente como recursos de poca importancia económica, pero podrían ser más relevantes en el futuro, cuando sean cultivados en forma masiva.

La industria mitilicultora está establecida en la Región de Los Lagos, y en la última década ha presentado un importante crecimiento en volumen de producción de mejillones. Las cosechas acumuladas a diciembre de 2018 sumaron 367,7 mil toneladas, centrándose, los cultivos, principalmente en los 40° S (SUBPESCA, 2019).

Los motivos de este notable incremento en la mitilicultura nacional han sido por el incremento del cultivo de mitílidos que se ha visto favorecido en la última década, ya que las pesquerías o la extracción de recursos desde poblaciones naturales y a la luz del estado mundial de estos recursos es definitivamente poco sustentable (FAO 2018). El crecimiento reciente de la mitilicultura chilena se ha basado en: i) el aumento de las concesiones de acuicultura para operar centros de crecimiento y engorda, ii) el aumento de la superficie productiva y del número de los sistemas de cultivo en actual explotación y iii) el aumento de la productividad de los sistemas desde un nivel artesanal hacia uno más industrializado (SUBPESCA, 2005).

Actualmente, la mitilicultura en Chile se desarrolla exclusivamente a partir de la oferta ambiental de semillas en las denominadas zonas de captación natural, los cuales corresponden a sectores en que existe una elevada cantidad de larvas en la columna de agua durante los meses de primavera-verano-otoño, que pasado un período de 20 a 25 días (según temperatura y disponibilidad de alimento), alcanzan la etapa de larva competente o próxima al asentamiento primario sobre un sustrato, donde se fijan las larvas competentes o próximas a la metamorfosis, y se mantienen hasta que alcanzan el tamaño de semilla de 1 a 3 cm de longitud (Uriarte, 2008).

En la fase de captación de semillas, el principal problema que arriesga la sustentabilidad del cultivo es la alta variabilidad de las captaciones naturales de semillas de un año a otro, y la falta de información científica que permita tomar decisiones respecto a la fecha de la puesta de colectores en los momentos apropiados (Uriarte, 2008). Esta variabilidad genera inestabilidad a los cultivadores y a las empresas que procesan el producto, por eventual escasez o falta de materia prima, lo que plantea la urgencia de investigaciones complementarias al problema, para asegurar una explotación adecuada del recurso (Yáñez, 1974).

Ciclo de vida de los mitílidos.

Los mitílidos son moluscos bivalvos de sexos separados, en los cuáles la fecundación es externa; es decir, en la columna de agua con desarrollo larval del tipo planctotrófico, en el que se distinguen las primeras formas móviles 24 a 48 horas después de la fecundación, procedentes de la segmentación del huevo conocidas con el nombre de larva “trocófora” que mide alrededor de 70 μm . Posteriormente, la larva trocófora se transforma en una larva “veliger” a los 2 a 10 días post-fecundación. En esta etapa aparece la concha formada por dos valvas. El tubo digestivo está diferenciado en esófago y comienza a alimentarse exógenamente, mide entre 90 y 116 μm (Bautista, 1989). Posteriormente, la larva pasa a la etapa de “veliconcha”, o larva-D (larva umbonada) que dura 8 a 11 días post-fecundación con un tamaño entre 147 y 250 μm y se caracteriza por presentar un umbo notorio y la forma de concha más ovalada. La larva veliconcha da lugar a la etapa “pediveliger”, que presenta un “ojo” o mancha ocular 26 a 29 días después de la fecundación y mide entre 240 y 270 μm . Finalmente, la larva pediveliger da paso a un estado llamado plantígrado, donde el pie está plenamente desarrollado y se diferencian los 11 filamentos branquiales, esta larva mide entre 280 a 300 μm y aparece aproximadamente en el día 30 (Bautista, 1989). Así, el período de desarrollo larval en mitílidos puede durar entre 3 a 5 semanas dependiendo de la especie, la temperatura del agua y de la oferta alimentaria. Luego de unos 25-30 días en el plancton, las larvas buscan un lugar donde asentarse, perdiendo el velo lo que facilita el descenso al fondo, donde se desplazan ayudadas con una estructura denominada pié, el cual participa en la secreción de los filamentosos del llamado biso, con el que se adhieren firmemente al sustrato; luego de la fijación ocurre la metamorfosis, en la que la larva toma la apariencia de un adulto en miniatura llamada juvenil, este al alcanzar una talla de 1-2 cm. es denominado semilla por los cultivadores (Clasing *et al.*,1998).

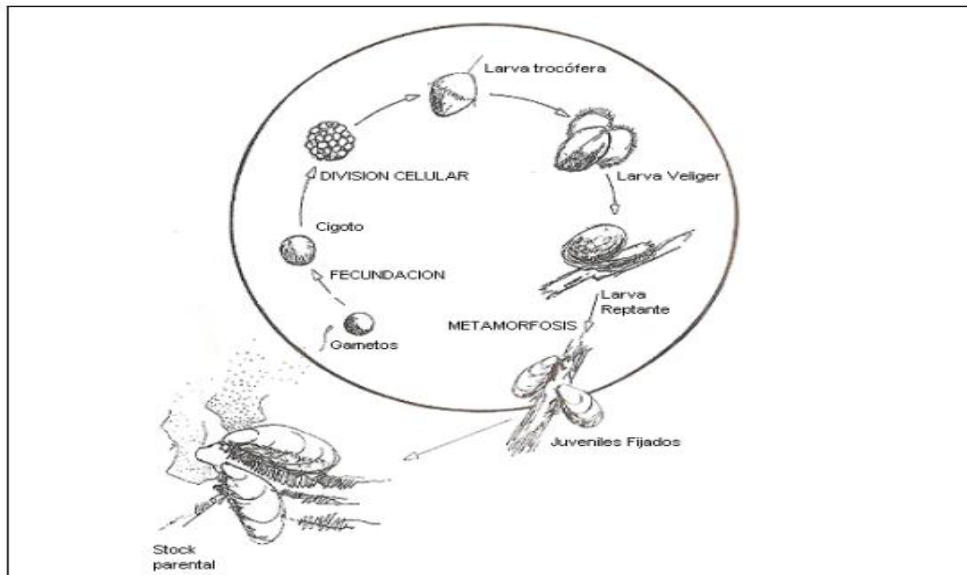


Figura 1.- Ciclo de vida de los mitílidos; (Clasing *et al.*, 1998).

Los moluscos son un grupo de organismos que se encuentran asociados a una gran variedad de unidades ecológicas incluyendo sustratos rocosos, formaciones coralinas, pastos marinos y ensamblajes macroalgales (García-Ríos, 1983; Márquez & Jiménez, 2002; García-Ríos *et al.*, 2008; Quirós & Campos, 2013). Estos últimos están constituidos por una comunidad heterogénea de algas filamentosas, frondosas, corticadas y coriáceas que constituyen un hábitat que albergan gran diversidad de moluscos debido a la alta producción de materia orgánica que genera y a la variedad de sustratos que brindan refugio, alimento y espacio para estos organismos (Shacklock & Doyle, 1983; Niam, 1988)

Las larvas de mejillón se asientan sobre una amplia variedad de sustratos, por ejemplo, macroalgas, camas de mejillones, rocas y superficies duras (Yang *et al.*, 2007). Entre ellas, las algas rojas (Rhodophytas) que son capaces de desarrollar hábitats de alta productividad que contribuyen con la fijación de microcrustáceos y otros pequeños invertebrados, fuente directa o indirecta de alimento para especies de moluscos carnívoros (Quirós & Campos, 2013).

Las observaciones de campo realizadas han demostrado que el asentamiento de mejillones asociado con macroalgas se presenta en variados taxones de algas rojas (Bayne 1964; Davis & Moreno, 1995).

Moreno (1995) postula que la presencia de pequeños moluscos (mejillones) es un medio de protección contra depredadores para algunas macroalgas Rhodophytas, y la adhesión a sustratos rocosos de estos moluscos se destaca en evitar una intensa competencia de grupos de adultos establecidos de diferentes especies, así como, por evitar desprendimiento por fuerzas hidrodinámicas, características que son aprovechadas por estas algas (Alfaro & Jeffs 2002; Alfaro *et al.*, 2004; Alfaro 2005, 2006).

En el ambiente acuático, todas las superficies sólidas representan posibles sitios de asentamiento para los organismos sésiles. Los sustratos duros suelen ser un factor limitante y su escasez regula la abundancia de muchas especies en ambientes que podrían serles favorables (Wahl, 1989).

La epibiósisis es una asociación facultativa entre dos organismos, uno de los cuales constituye una superficie viviente que hará de sustrato (basibiontes), mientras que el otro crece adherido al primero (epibionte). Es un fenómeno típicamente acuático, aunque puede darse en ambientes terrestres, pero siempre restringidos a climas húmedos (Wahl, 1989).

La mayoría de los organismos sésiles relativamente longevos son basibiontes potenciales, sobre todo aquellos que presentan superficies externas permanentes, aunque también se ha observado este fenómeno en especies móviles que presentan superficies externas efímeras que son reemplazadas periódicamente (Wahl, 1989).

Muchos organismos toleran la colonización de sus superficies, sobre todo las especies sedentarias que secretan conchilla, tubos (Wahl, 1989). Las algas también constituyen un sustrato favorable para el asentamiento de epibiontes (Bates, 2009).

Entre los ambientes marinos litorales, las frondas algales constituyen también un sustrato favorable para el asentamiento de epibiontes, de esta forma estos organismos seleccionan el alga facilitadora, basándose tanto en características internas como externas del alga, aunque la morfología (o complejidad estructural) del alga es un regulador más fuerte que la palatabilidad o las defensas químicas (Bates 2009). La cobertura y longitud de las frondas son también, consideradas para evaluar la complejidad estructural de las macroalgas (Kelaher & Castilla 2005) y en general, una mayor complejidad estructural de las frondas implica una mayor biodiversidad de las especies asociadas (Bates 2009). No obstante, esta relación no es lineal, ya que existe un umbral de complejidad por encima del cual se origina una relación inversa entre la estructura del hábitat y la biodiversidad (Kelaher & Castilla 2005).

Yang *et al.* (2007) han demostrado a través de experimentos de laboratorio con larvas del mejillón *M. galloprovincialis*, que estas presentaban una mayor fijación a diferentes macroalgas y se asentaron y metamorfosearon en altos porcentajes sobre las algas *Chlorodesmis fastigiata*, *Cladophora sp.* (algas verdes), *Centroceras clavulatum* y *Ceramium tenerrimum* (algas rojas) todas ellas de diferente morfología.

El desarrollo de la industria mitilicultora chilena se determina por la fuerte demanda de productos de los mejillones, demanda que a su vez depende de la disponibilidad de semillas producidas en los centros semilleros. Esta situación ha generado un fuerte interés por identificar agentes o moléculas naturales que actúen como inductores al asentamiento. Las algas Rodophytas son conocidas por ser atrayentes para el asentamiento primario de bivalvos marinos (Bates, 2009).

Es por los antecedentes expuestos, que surge el interés por verificar cuáles algas Rhodophytas, de las costas de la Región del Biobío, presentan mayor eficiencia para el asentamiento primario de mitílidos, como el chorito bicolor, el choro zapato y el choro araucano.

En consecuencia y sobre la base de los antecedentes anteriormente expuestos, es que se define la siguiente Hipótesis:

1.1 Hipótesis.

H1: Existe diferencia en la eficacia de captación de semillas de post larvas de mitílidos (*Semimytilus algosus*, *Choromytilus chorus* y *Mytilus galloprovincialis*), entre las especies de algas rojas (*Corallina officinalis*, *Callophyllis variegata*, *Pyropia orbicularis*, *Mazzaella laminarioides*, *Chondracanthus chamissoi* y *Capreolia implexa*) que se encuentran en las costas de la octava región.

H0: No existe diferencia en la eficacia de captación de semillas de post larvas de mitílidos (*Semimytilus algosus*, *Choromytilus chorus* y *Mytilus galloprovincialis*), entre las especies de algas rojas (*Corallina officinalis*, *Callophyllis variegata*, *Pyropia orbicularis*, *Mazzaella laminarioides*, *Chondracanthus chamissoi* y *Capreolia implexa*) que se encuentran en las costas de la octava región.

1.2 Objetivo general:

Verificar qué especies de Rhodophytas (*Corallina officinalis*, *Callophyllis variegata*, *Pyropia orbicularis*, *Mazzaella laminarioides*, *Chondracanthus chamissoi*) en la costa de la región del Biobío actúan como atractantes de post-larvas de mitílidos.

1.3 Objetivos específicos:

1.3.1- Determinar si los talos de algas rojas, de las especies *Corallina officinalis*, *Callophyllis variegata*, *Pyropia orbicularis*, *Mazzaella laminarioides*, *Chondracanthus chamissoi* y *Capreolia implexa* son atractores efectivos de post-larvas de mitílidos

1.3.3.- Evaluar el efecto de la estacionalidad sobre proceso de fijación de las post-larvas de mitílidos (*Semimytilus algosus*, *Choromytilus chorus* y *Mytilus galloprovincialis*) asentadas en macroalgas, dentro de la concesión de acuicultura en la Bahía de Coliumo.



2 Materiales y métodos.

2.1 Confección trampas de ofrecimiento de algas Rhodophytas.

Se realizó la confección de 21 trampas de ofrecimiento de algas (para cada una de las 6 especies de algas rojas recolectadas), con 3 réplicas para cada una, más la realización de 3 trampas extras utilizadas como blanco (las cuales no poseían alga dentro, para así determinar si las trampas influían en la fijación de post-larvas de mitílidos, las que podrían fijarse en las mallas).

Para ello se utilizaron mallas limoneras plásticas medianas, amarradas sobre un armazón de alambre de acero galvanizado adaptado para formar las trampas, selladas con bridas plásticas de diferentes colores (7 colores diferentes) una para cada especie de alga a estudiar y para el control (figura 2).

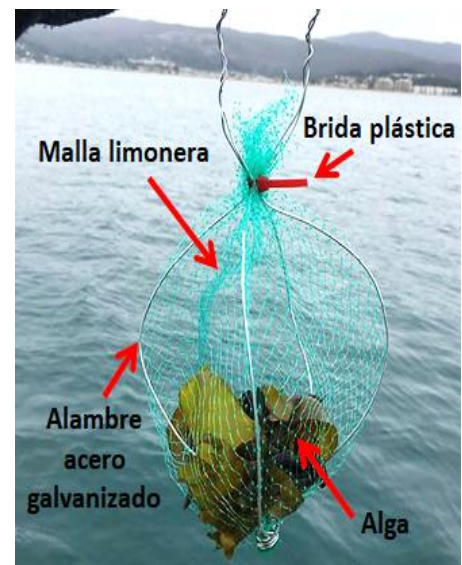


Figura 2.- Estructura de las trampas de ofrecimiento de algas rojas (Rhodophytas) como sustrato de asentamiento para larvas de mitílidos.

2.2 Recolección de macroalgas.

Las algas Rhodophytas de las especies *Corallina*, *Callophyllis*, *Pyropia*, *Mazzaella*, *Chondracanthus* y *Capreolia* fueron recolectadas en muestreos estacionales, en un período de 1 año (diciembre 2017- 2018) en la zona de intermareal rocoso de la Caleta Chica de Cocholgue (72°98'O 36°52'S), procurando tener talos completos (con grampón de fijación) y en buen estado, y de diferentes morfologías (laminares, filamentosas, cartilaginosas, ramificadas y foliosas). Para luego ser puestas en cajas térmicas con hielo (para mantenerlas lo más frescas posibles), y llevadas a dependencias de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, de la Universidad de Concepción, para su posterior identificación. Las algas recolectadas fueron limpiadas (procurando extraer cualquier elemento animal o vegetal ajeno

al alga), sobre bandejas plásticas para seleccionar los talos de alga a utilizar. Una vez limpios, se seleccionaron talos completos (con zona de fijación incluida), a los cuales se les midió el volumen como se menciona en Romero (1984) “*el ejemplar, previamente despojado de sus epífitos por medios manuales (lanceta, pinzas, etc.) y eliminada el agua de adherencia por secado con papel de filtro, era sumergido en una probeta de 100 ml con agua de mar. La diferencia de enrasas era tomada como valor del volumen, con una precisión de hasta 0,5 cm*”.

2.3 Instalación de las trampas.

Las trampas confeccionadas, fueron cargadas con las algas en estudio, marcadas y selladas individualmente con bridas plásticas de distinto color. Estas trampas fueron instaladas de forma estacional en el período de 1 año, entre los meses de Diciembre de 2017 y Noviembre de 2018: i) Verano 2017-2018 (18 de Diciembre a 18 de Enero), ii) Otoño 2018 (26 de Marzo a 26 de Abril), iii) Invierno 2018 (22 de Junio a 22 de Julio), iii) Primavera 2018 (25 de Septiembre a 25 de Octubre), en bastidores de PVC, ubicados dentro de la concesión de acuicultura de la empresa Granja Marina Ltda. en la Bahía de Coliumo, Región del Biobío, ($72^{\circ}56'O$ $36^{\circ}32'S$), en la línea 1 Sur, boya azul n° 1, como se observa en la Figura 3, y mantenidas en el agua durante períodos de 1 mes.

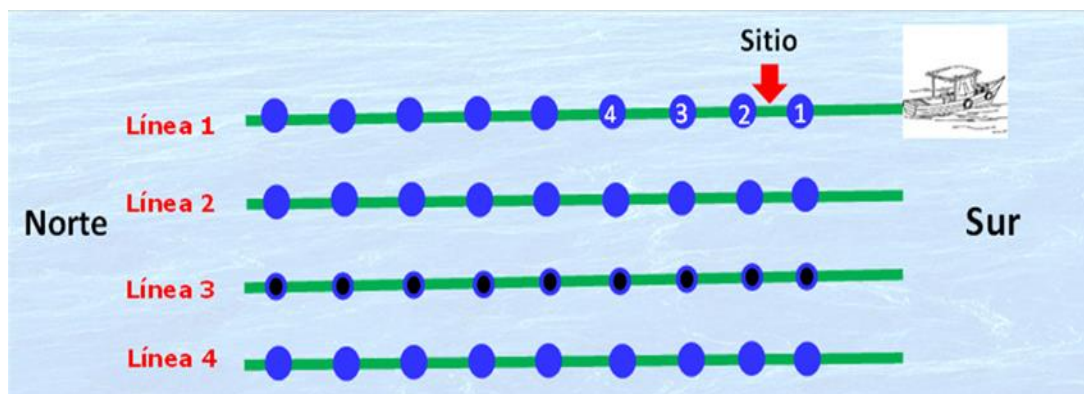


Figura 3.- Esquema de la instalación de los experimentos en la concesión de mitilicultura Granja Marina Coliumo Ltda. en la Bahía de Coliumo, Región del Biobío.

2.4 Revisión de macroalgas y fijación de larvas.

Una vez retiradas las trampas de la concesión de mitilicultura Granja Marina Coliumo Ltda, (pasado el período de 1 mes en el agua) estas fueron separadas por especies dentro de bolsas herméticas reutilizables, para ser llevadas a dependencias de la Facultad de Cs. Naturales y Oceanográficas, de la Universidad de Concepción, dentro de cajas térmicas. Una vez en el laboratorio, las trampas fueron procesadas para extraer las post larvas de mitílidos fijadas en los talos, para posteriormente realizar el conteo, medición e identificación de ellas. Para ello, se utilizó una solución clorada (al 40% v/v apróx.), donde se sumergieron las trampas (para limpiar elementos adheridos), por un período de 5-10 min; una vez transcurrido el tiempo, se procedió a tamizar (en tamices de 100 micras) el sobrenadante del líquido en el cual se sumergieron los talos para así extraer todo material adherido a los talos algales y depositarlos en distintos recipientes plásticos para su posterior observación. Por otra parte, cada uno de los recipientes fue trabajado, para poder separar las semillas de los talos algales. Para ello se agregó una cantidad de agua de mar para descartar lo flotante, este proceso se repitió varias veces hasta lograr separar por completo los talos y cualquier otro elemento de las semillas. Posterior a esto, y con la ayuda de una pipeta de vidrio, las semillas eran separadas en tubos Eppendorf (cada uno con su respectivo rótulo, según la trampa de la cual fueron retirados). Finalmente, se procedió al conteo, medición e identificación de las semillas presentes (descartando post-larvas de menos de 1 mm e individuos mayores a 2 cm de longitud ya que este rango de talla los individuos son considerados semillas).

2.5 Análisis estadísticos.

Se analizaron los datos del total de semillas de mitílidos en las diferentes especies de algas rojas según periodo estacional (Ver anexo 1), por medio del programa estadístico PAST, para ello se estandarizaron los datos mencionados a modo de obtener densidad de semillas (volumen de alga/ número de semillas). Los datos al no poseer una normalidad, fueron normalizados a través de transformaciones con logaritmo. Una vez realizado esto se procedió a

realizar un test de homogeneidad de varianza, para demostrar que no había diferencias estadísticamente significativas entre las varianzas. Para luego realizar el test de Anova de 2 vías, para verificar las interacciones entre el número total de semillas de mitílidos, con especies de algas rojas y/o periodo estacional. Por último se realizó un test Tukey (Q) de múltiples comparaciones, y así mostrar que alga es la que influye en las diferencias y por consiguiente que alga es la que estadísticamente capta más semillas de mitílidos.



3 Resultados.

3.1 Descripción de especies de post-larvas de mitílidos fijadas en las 6 especies de algas Rhodophytas.

3.1.1 Identificación y tamaños de las postlarvas de mitílidos encontradas en las algas Rhodophytas.

Durante el período total del experimento, desde de diciembre de 2017 a noviembre de 2018, se encontró un total de 1.644 individuos de post-larvas de mitílidos dentro del material algal revisado, identificándose 3 especies: i) Chorito bicolor, *Semimytilus algosus* (Goulds 1859), ii) Choro araucano, *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) y iii) Choro zapato, *Choromytilus chorus* (Molina, 1782). Las cuales presentaron rangos de tamaños que variaban desde los 1 mm hasta los 2 cm de longitud (Gráfico 1).

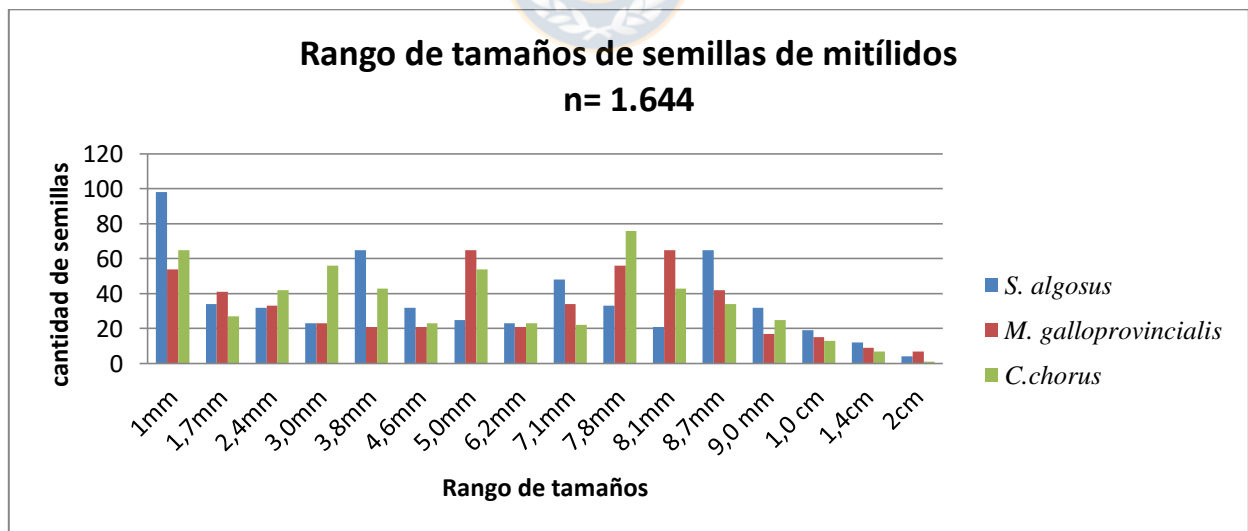


Figura 1.-Rango de tamaños de las semillas de las diferentes especies de mitílidos fijadas en las diferentes especies de algas Rhodophytas durante los períodos estacionales en estudio (Dic 2017 – Nov. 2018).

En la figura 1 se muestra la distribución de tamaños de semillas de mitílidos, en el rango de 1 mm a 2 cm de longitud, para cada especie identificada. Las semillas se encontraban distribuidas a lo largo del talo de las algas Rhodophytas, localizándose tanto en ápice, fronda y disco de fijación. La variedad de tamaños de las semillas de las 3 especies identificadas denotan los primeros indicios de que las algas rojas empleadas en este trabajo actúan como atractantes naturales al asentamiento de post-larvas de mitílidos.

Los ejemplares de mayor tamaño se presentan durante las estaciones de otoño e invierno, respectivamente, donde se logró localizar ejemplares de entre 1-2 mm hasta los 2 cm de longitud, mientras que durante las estaciones de primavera/verano, se lograron encontrar ejemplares de menor tamaño, donde se logró localizar ejemplares de entre 1mm hasta los 3mm de longitud.

3.1.2 Semillas de cada especie de mitílidos encontrados en las diferentes estaciones del año desde de diciembre de 2017 a noviembre de 2018.

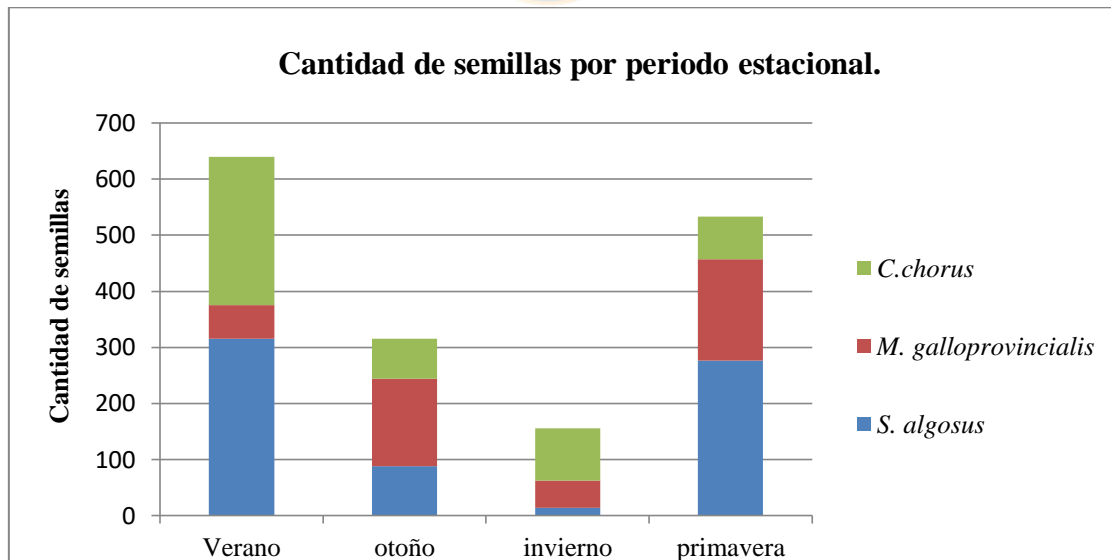


Figura 2.- Cantidad de semillas de los mitílidos (*S. algosus*, *M. galloprovincialis* y *C. chorus*), encontradas en algas rojas durante los períodos estacionales desde Diciembre de 2017 a Noviembre de 2018.

De la figura 2 se desprende que en los meses de verano se aprecia la mayor cantidad de semillas presentes en algas rojas, seguidos por los meses de primavera, otoño e invierno. Este patrón es compartido por la especie *S. algosus*, la cual a su vez es la especie que aporta mayor cantidad de semillas al total del periodo de verano y primavera. Por su parte las semillas de *M. galloprovincialis* se encontraron en mayor cantidad durante el período de otoño y primavera, presentando su mayor valor durante este último. Mientras que la mayor cantidad de semillas de *C. chorus*, se encontraron durante el período de verano e invierno. Entregando datos claros de los periodos estacionales de captación de semillas para las diferentes especies de mitílidos *S. algosus*, *M. galloprovincialis* y *C. chorus*.

3.1.3 Cantidad de semillas de mitílidos encontradas en las diferentes especies de algas Rhodophytas, para las diferentes estaciones del año (diciembre de 2017 a noviembre de 2018).

Para saber si hay diferencias estadísticamente significativas en la fijación de las semillas de mitílidos entre distintas especies de algas Rhodophytas y entre estaciones, se realizó la prueba estadística ANOVA de dos vías. Lo que permite estudiar simultáneamente los efectos de dos fuentes de variación

Tabla 1.- Resultados estadísticos de la prueba ANOVA de dos vías, relacionando densidad de semillas de mitílidos con el periodo estacional, y especies de algas rojas.

	Sum of sqrs	df	Mean square	F	P(same)
Estaciones	3.01607	3	1.00536	36.19	1.775E-11
Especies de macroalgas	6.92798	4	1.73199	62.35	1.182E-16
Interaction	0.0839897	12	0.00699914	0.2519	0.9933
Within	1.1112	40	0.02778		
Total	11.1392	59			

Densidad de semillas de mitílidos encontradas en diferentes algas Rhodophytas durante 4 periodos estacionales 2017-2018

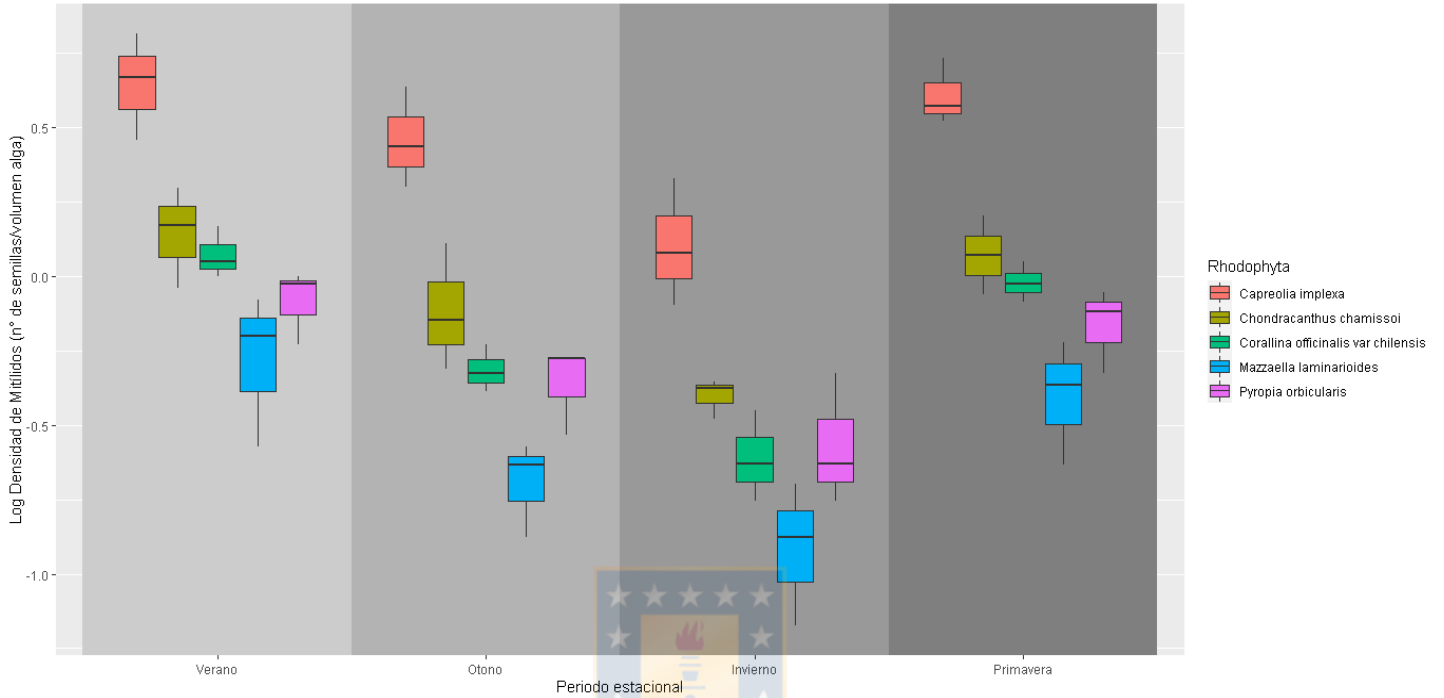


Figura 3.-Densidad de semillas de mitílidos encontradas en las diferentes especies de algas Rhodophytas, durante los períodos estacionales desde Diciembre de 2017 a Noviembre de 2018. (Los datos brutos fueron transformados con escala logarítmica).

Del análisis estadístico y observación de la figura 3 se desprende que ambos factores, (estación y especie) por sí solos influyen de manera estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) sobre la varianza de la densidad (número de semillas / volumen de alga (cm^3)) de semillas de mitílidos en las algas rojas de la costa Chilena, sin embargo, la interacción entre ambos factores no es relevante. Esto puede ser explicado porque el factor A, es decir la estación, afecta sobre el ciclo biológico de los mitílidos y el factor B, es decir las propias características biológicas y/o ecológicas de las especies de algas que fueron estudiadas son relevantes para la fijación de mitílidos en su superficie.

3.1.4 Porcentaje de especies en el total de post-larvas de mitílidos, encontradas en las 6 diferentes especies de algas Rhodophytas, para las diferentes estaciones del año (diciembre de 2017 a noviembre de 2018).

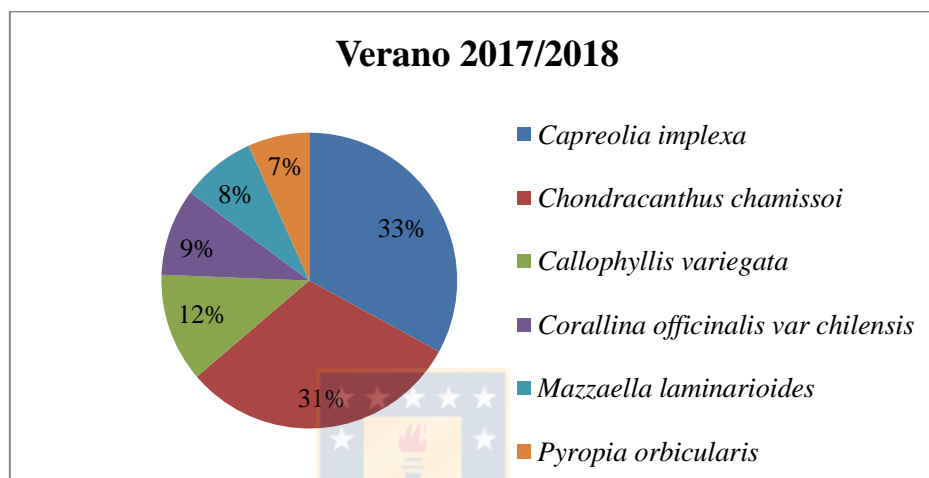


Figura 4.- Porcentaje total de post-larvas de mitílidos, encontradas en las 6 diferentes especies de algas Rhodophytas, para el período de verano comprendiendo los meses de diciembre de 2017 y enero de 2018. (640 = número total de larvas)

Durante el verano (figura 4) las especies con mayor presencia de semillas fueron *C. implexa* y *C. chamissoi* con un 33% (211 post-larvas > 1mm.) y 31% (197 post-larvas > 1mm.), respectivamente. Correspondiendo de esta forma a las especies que presentan mayor eficacia en cuanto a captación de post-larvas de mitílidos. Seguido de las especies, *C. variegata* con un 12% (76 post larvas > 1mm.), *C. officinalis* con un 9% (61 post-larvas > 1mm.), *M. laminarioides* con un 8% (52 post-larvas > 1mm.) y *P. orbicularis* con un 7% (43 post-larvas > 1mm.), géneros que presentan una baja eficacia en la captación de post-larvas de mitílidos durante este período.

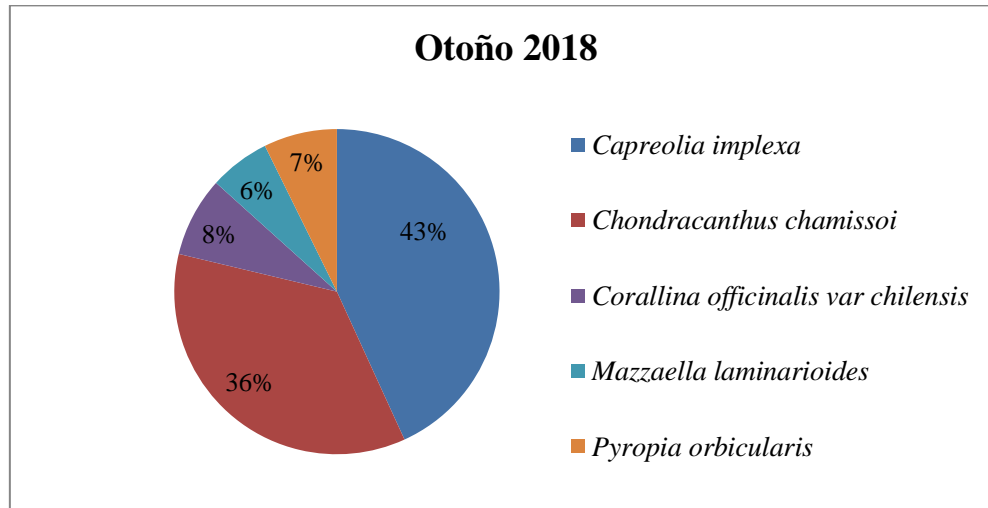


Figura 5.- Porcentaje total de post-larvas de mitílidos, encontradas en las 5 diferentes especies de algas Rhodophytas, para el período de otoño comprendiendo los meses de abril y mayo del 2018.

(315 = número total de larvas)

Durante el otoño (figura 5) las especies con mayor presencia de semillas fueron *C. implexa* y *C. chamissoi* con un 43% (136 post-larvas > 1mm.) y un 36% (112 post-larvas > 1mm.), respectivamente. Correspondiendo de esta forma a las especies que presentan mayor eficacia en cuanto a captación de post-larvas de mitílidos. Seguido de las especies, *C. officinalis* con un 8% (25 post-larvas > 1mm.), *P. orbicularis* con un 7% (23 post-larvas > 1mm.) y *M. laminarioides* con un 6% (19 post-larvas > 1mm.), los que se muestran como especies que presentan una baja eficacia en la captación de post-larvas de mitílidos. En cuanto la especie *C. variegata* no se incluye ya que en la estación de otoño no se lograron encontrar ejemplares para la realización del estudio.

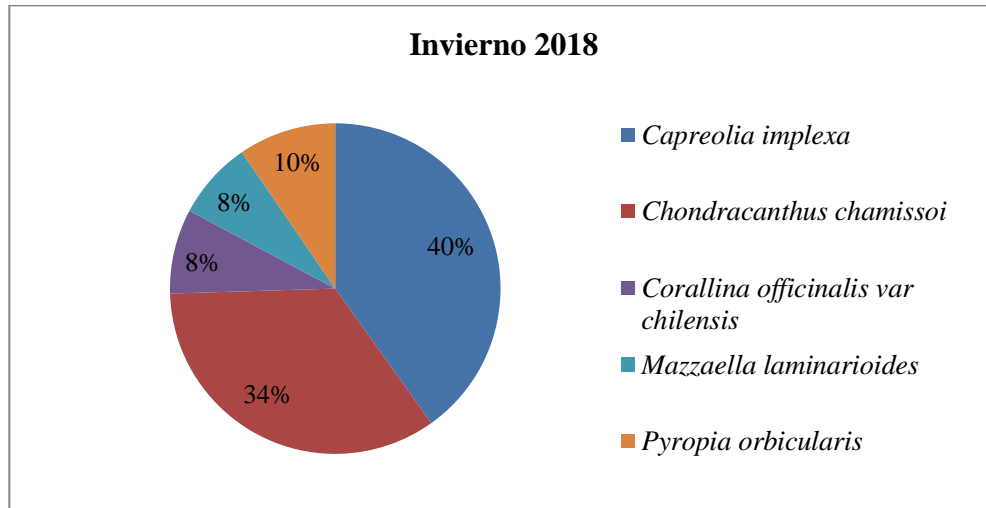


Figura 6.- Porcentaje total de post-larvas de mitílidos, encontradas en las 5 diferentes especies de algas Rhodophytas, para el período de invierno comprendiendo los meses de julio y agosto de 2018.
(156 = número total de larvas)

Durante el invierno (figura 6) las especies con mayor presencia de semillas fueron *C. implexa* y *C. chamissoi* con un 40% (62 post-larvas > 1mm.) y un 34% (54 post-larvas > 1mm.), respectivamente. Correspondiendo de esta forma a las especies que presentan mayor eficacia en cuanto a captación de post-larvas de mitílidos. Seguido de las especies, con un 10% (15 post-larvas > 1mm.), *C. officinalis* con un 8% (13 post-larvas > 1mm.) y *M. laminarioides* con un 8% (12 post-larvas > 1mm.), los que se muestran como especies que presentan una baja eficacia en la captación de post-larvas de mitílidos. En cuanto la especie *C. variegata* no se incluye ya que en la estación de otoño no se lograron encontrar ejemplares para la realización del estudio.

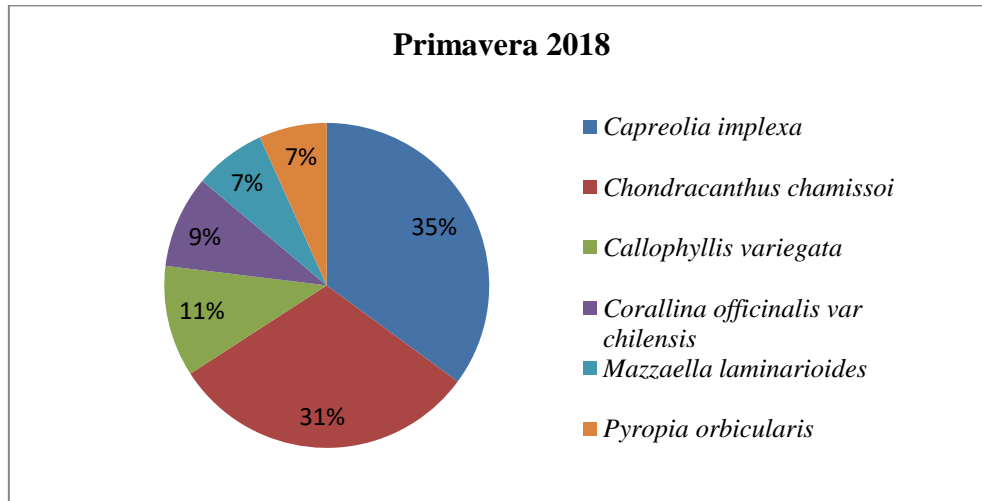


Figura 7.- Porcentaje total de post-larvas de mitílidos, encontradas en las 6 diferentes especies de algas Rhodophytas, para el período de primavera comprendiendo los meses de octubre y noviembre 2018.

(533 = número total de larvas)

Durante la primavera (figura 7) las especies con mayor presencia de semillas fueron *C. implexa* y *C. chamissoi* con un 35% (187 post-larvas > 1mm.) y 31% (164 post-larvas > 1mm.), respectivamente. Correspondiendo de esta forma a las especies que presentan mayor eficacia en cuanto a captación de post-larvas de mitílidos. Seguido de las especies, *C. variegata* con un 11% (59 post larvas > 1mm.), *C. officinalis* con un 9% (49 post-larvas > 1mm.), *M. laminarioides* con un 7% (38 post-larvas > 1mm.) y *P. orbicularis* con un 7% (36 post-larvas > 1mm.), géneros que presentan una baja eficacia en la captación de post-larvas de mitílidos durante este período.

Respecto a las trampas utilizadas como blanco, presentaron en el período de verano, un porcentaje de presencia del 0,5% con la presencia de 3 post-larvas > 1 mm, fijados a la malla de la trampa. En el período de primavera presentaron un porcentaje de presencia del 0,2% con la presencia de 1 post-larva > 1mm, fijadas a la malla de la trampa. En los períodos de invierno y otoño no se presentó presencia de post-larvas. Por lo tanto al ser estos porcentajes muy bajos y no significativos, no fueron considerados en los graficos anteriormente

presentados, pero son considerados de importancia ya que al ser resultados obtenidos del control demuestran que la trampa por si sola no atrae post-larvas de mitílidos.

Tabla 2. Número y porcentaje de fijación de post-larvas de mitílidos en cada uno de las especies de algas Rhodophytas por periodo estacional de muestreo.

Especie de Alga	Verano 2017/2018	Otoño 2018	Invierno 2018	Primavera 2018
<i>Corallina officinalis</i> variación <i>chilensis</i>	61 (9%)	25 (8%)	13 (8%)	49 (9%)
<i>Callophyllis variegata</i>	76 (12%)	NA	NA	59 (11%)
<i>Pyropia orbicularis</i>	43 (7%)	23 (7%)	15 (10%)	36 (7%)
<i>Mazzaella laminarioides</i>	52 (8%)	19 (6%)	12 (8%)	38 (7%)
<i>Chondracanthus chamissoi</i>	197 (31%)	112 (36%)	54 (34%)	164 (31%)
<i>Capreolia implexa</i>	211 (33%)	136 (43%)	62 (40%)	187 (35%)

En la Tabla 2 se aprecia el número y porcentaje de fijación de las post-larvas de mitílidos para cada una de las 6 especies de algas rojas para cada estación del año, En ella se logra distinguir a las especies de algas *Capreolia implexa* y *Chondracanthus chamissoi* como las atractoras con mayor porcentaje de fijación para cada una de las estaciones. Seguido de *Callophyllis variegata*, la cual presento altos porcentajes de fijación en los meses de primavera-verano, no así en el período de otoño-invierno, ya que no se encontraron talos de esta alga por lo que se le asignó las siglas NA (No Aplica) para ambas estaciones. Por otra parte los géneros *Corallina officinalis* variación *chilensis*, *Pyropia orbicularis* y *Mazzaella laminarioides* presentaron bajos porcentajes de fijación en todas las estaciones, sin embargo, se puede observar que todos los géneros en estudio presentaron porcentaje de fijación de post-larvas de mitílidos, lo que denota más indicios de que las algas Rhodophytas actuarían como inductores naturales al asentamiento de post-larvas de mitílidos.

3.1.5 Determinación estadística para relación entre especies de algas rojas y cantidad total de semillas de mitílidos fijadas.

Para evaluar la fuente de variación de las diferencias entre las distintas especies de algas se realizó el análisis a posteriori de Tukey's Q, que es un análisis modificado del T-student para múltiples comparaciones.

Tabla 3.- Matriz con valores de p y q, de las diferentes comparaciones entre especies de algas rojas estudiadas en relación con el número total de semillas de mitílidos fijadas en los talos.

	<i>Corallina officinalis</i>	<i>Pyropia orbicularis</i>	<i>Mazzaella laminarioides</i>	<i>Chondracanthus chamosoi</i>	<i>Capreolia implexa</i>
<i>Corallina officinalis</i>		0.9594	0.02115	0.7143	0.0001303
<i>Pyropia orbicularis</i>	0.9657		0.1122	0.3059	0.0001293
<i>Mazzaella laminarioides</i>	4.461	3.496		0.0005486	0.0001293
<i>Chondracanthus chamosoi</i>	1.787	2.753	6.248		0.0002898
<i>Capreolia implexa</i>	8.428	9.394	12.89	6.641	

De la tabla 3 se desprende que la especie algal *Capreolia implexa*, es quien posee la mayor diferencia de media estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) en comparación a todas las otras algas en estudio; siendo la especie que atrae la mayor cantidad de postlarvas de mitilidos. Seguido de la especies *Chondracanthus chamosoi* quien presenta una diferencia de media estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) al ser comparada con las demás algas en estudio.

4 Discusión.

Acción inductora de algas rojas en semillas de mitílidos.

Yang *et al.* (2007) determina la acción inductora en diferentes macroalgas sobre las larvas de mejillón, donde comparan la acción de algas verdes (Chlorophytas), pardas (Phaeophyceae) y rojas (Rhodophytas), en el cual y como resultado se presume la acción inductora de las algas rojas sobre larvas de mejillón. En el presente estudio se logró contabilizar un total de 1.644 semillas en los diferentes talos de las algas rojas, además de apreciar una variedad en tamaños de las semillas de las diferentes especies de mitílidos, entregando los primeros indicios de que las algas Rhodophytas actuarían como inductores naturales para el asentamiento de post-larvas de mitílidos.

Cáceres-Martínez *et al.* (1994) concluyeron luego de observaciones de campo que *M. galloprovincialis* utiliza algas filamentosas, laminares y membranosas entre otros sustratos para un asentamiento primario directo. En tanto Yang *et al.* (2007) señalaron que las algas que no eran filamentosas mostraban una baja actividad inductora del asentamiento, pero que curiosamente no todas las algas filamentosas probadas en su investigación mostraban una alta actividad inductora al asentamiento y la posterior metamorfosis, sugiriendo que la morfología filamentosa de las algas puede no ser un factor crucial para la inducción del asentamiento de larvas de mejillón. En la presente investigación, de las 6 especies de algas Rhodophytas examinadas, se determinó que 2 de los 6 taxones estudiados mostraron un alto rendimiento en cuanto a captación de post-larvas de mitílidos, siendo *Capreolia implexa* el alga que presentó un mayor porcentaje de post-larvas de mitílidos para todas las estaciones del año; seguida de *Chondracanthus chamissoi* que presentó un alto porcentaje de post-larvas para todas las estaciones del año. Por otra parte, según periodo estacional, cada una de las especies de algas estudiadas mostraron un porcentaje de captación de post-larvas de mitílidos, como *Callophyllis variegata* que en las estaciones de primavera-verano presentó un gran porcentaje de post-larvas de mitílidos; *Corallina officinalis* var. *Chilensis* en las estaciones de primavera,

otoño y verano presentó un porcentaje medio de post larvas de mitílidos; *Pyropia orbicularis* y *Mazzaella laminariodes* quienes en las estaciones de invierno-otoño y primavera-verano presentaron un bajo porcentaje de post-larvas.

Yang *et al.* (2007) han demostrado a través de experimentos de laboratorio con larvas del mejillón *M. galloprovincialis*, que estas respondieron a diferentes macroalgas y se asentaron y metamorfosearon en altos porcentajes sobre las algas *C. fastigiata*, *Cladophora sp.*, *C. clavulatum* y *C. tenerrimum*, todas ellas de diferente morfología. Por otra parte, igualmente proporciona evidencia de que las señales químicas producidas por las algas, y no meramente su morfología o propiedades físicas, juegan un papel importante en la inducción de colonización y metamorfosis de larvas de *M. galloprovincialis*.

Este dato abre valiosas perspectivas para futuras investigaciones, ya que es necesario determinar si la morfología o los metabolitos presentes en las algas rojas son un factor a considerar en la eficacia de la captación de post-larvas de semillas de mitílidos.

Estacionalidad del ciclo reproductivo y la captación natural de semillas.

En Bahía de Coliumo, *C. chorus* presentan desoves parciales durante todo el año con máximos en verano e invierno (Delgado, 2018). Según su índice de condición los posibles meses de reproducción serían el mes de Junio, por lo que la captación de semillas sería en los meses posteriores (Delgado, 2018). Lo que concordaría con los datos del presente estudio ya que la cantidad de semillas de *C. chorus*, fueron encontradas en los períodos de verano (en los meses de diciembre y enero) e invierno (en los meses de julio y agosto).

En el caso de *M. galloprovincialis*, este presenta dos épocas de desoves, una a principios de otoño y otra durante el invierno. Según índice de condición los probables meses de reproducción serían en el mes de Mayo, por lo que la captación de semillas sería en los meses posteriores (Delgado, 2018). Lo que coincidiría con los datos del presente estudio ya

que la cantidad de semillas de *M. galloprovincialis*, fueron encontradas en los períodos de otoño (en los meses de abril y mayo) y primavera (en los meses de octubre y noviembre).

S. algosus presenta dos épocas de desove, una en invierno-primavera y otra en verano. Los probables meses de reproducción serían durante el mes de Abril según su Índice de condición por lo que la captación de semillas sería en los meses venideros (Delgado, 2018). Lo que concordaría con los datos del presente estudio ya que la cantidad de semillas de *S. algosus* fueron encontradas en los períodos de verano (en los meses de diciembre y enero) y primavera (en los meses de octubre y noviembre).

Esto presentaría una clara correlación en la fecha de fijación de semillas observada en el presente estudio y los ciclos reproductivos de mitílidos observados por Delgado (2018). Estos datos serían de gran relevancia para este estudio ya que entregarían datos claros de las fechas de captación natural de semillas para las especies de mitílidos *C. chorus*, *M. galloprovincialis* y *S. algosus*, en la bahía de Coliumo.

Cabe mencionar que la ausencia de fijación de semillas del mejillón chileno en los sistemas experimentales se explica por la no presencia de bancos naturales de dicha especie en la Región del Biobío (Tarifeño *et al.*, 2012).

5 Conclusiones.

- ✓ Las algas *Capreolia implexa* y *Chondrocanthus chamissoi* poseen el mayor porcentaje de captación de semillas de mitílidos en todos los periodos estacionales.
- ✓ Se demuestra la capacidad de inducción de las algas Rhodophytas, en el asentamiento de larvas de mitílidos, lo cual abre interesantes perspectivas para identificar el compuesto o molécula orgánica presente en el alga roja que tendría acción inductora en el asentamiento de mitílidos.
- ✓ Las semillas de *Semimytilus algosus* registran la mayor frecuencia total de fijación en las seis macroalgas rojas ensayadas en todo el periodo estacional de este estudio, centrándose principalmente en los periodos estacionales de primavera y verano.
- ✓ Se reafirma que el período estacional de captación de las semillas de los mitilidos en la zona de estudio, se presentarían en meses venideros a las fechas de desoves las que se centran en los periodos de invierno-primavera para *S. algosus*, Otoño-Invierno para *M. galloprovincialis* y Verano-primavera para *C. chorus*.
- ✓ La cantidad y talla de semillas encontradas en las diferentes estaciones del año en la concesión de mitilicultura, ubicada en la Bahía de Coliumo, Región del Biobío, nos indica que los desoves de mitílidos no se presentan sólo en los meses de primavera-verano como tradicionalmente se menciona, sino que también se presentan desoves parciales en diferentes estaciones del año (dependiendo de la especie), por lo que este sería un dato clave en la determinación de captación en el ambiente natural y producción de semillas en hatchery.

6 Literatura citada.

- Aguilar, T. 2008. Diseño y Evaluación Técnico-Económica de una Planta Conservera Modular Móvil Destinada al Procesamiento de Choritos (*Mytilus chilensis*). Tesis de pregrado Carrera de Ciencias de los Alimentos, Universidad Austral de Chile. Valdivia. 123p.
- Alfaro, AC. Jeffs, AG. 2002. Small-scale mussel settlement patterns within morphologically distinct substrata at Ninety Mile Beach. Northern New Zealand. *Malacologia* 44: 1–15.
- Alfaro, AC. Jeffs, AG. Creese, RG. 2004. Bottom-drifting algal/mussel spat associations along a sandy coastal region in northern New Zealand. *Aquaculture* 241: 269–290.
- Alfaro, AC. 2005. Effect of water now and oxygen concentration on early settlement of the New Zealand green-lipped mussel, *Perna canaliculus*. *Aquaculture*. 246: 285–294.
- Alfaro, AC. 2006. Byssal attachment of juvenile mussels. *Perna canaliculus*, affected by water motion and air bubbles. *Aquaculture*. 255: 357–361.
- Alfaro, AC, Copp BR, Appleton DR, Kelly S, JeVs AG. 2006. Chemical cues promote settlement in larvae of the green-lipped mussel. *Perna canaliculus*. *Aquacult Int.* 14: 405–412.
- Bates, CR. 2009. Host taxonomic relatedness and functional-group affiliation as predictors of seaweed-invertebrate epifaunal associations. *Marine Ecology Progress Series*. 387: 125-136.
- Bayne, BL. 1964. Primary and secondary settlement in *Mytilus edulis* L.(Mollusca). *J Anim Ecol.* 33: 513–523.
- Bautista, C. 1989. Tecnología de cultivo de moluscos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 167 p.
- Cáceres-Martínez, J. Robledo, J y Figueras, A. 1994. Settlement and post-larvae behaviour of *Mytilus galloprovincialis*: field and laboratory experiments. *Marine Ecology Progress Series*. 112: 107-117.

- Clasing, E. Oñate, A. y Arriagada, H. 1998. Cultivo de choritos en Chile. Editado por la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 36 p.
- Davis AR, Moreno CA. 1995. Selection of substrata by juvenile *Choromytilus chorus* (Mytilidae): are chemical cues important, Mar Biol Ecol 191: 167–180.
- Delgado, A. 2018. Descripción del ciclo gametogénico de tres especies de mitílidos (Bivalvia: Mytilidae) en Bahía Coliumo, Región del Biobío. Tesis de pregrado Carrera de Biología Marina, Universidad de Concepción. Concepción. 41 p.
- FAO. 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- García-Ríos, C. I. 1983. Comunidades de gastrópodos asociados a macroalgas marinas comunes en el suroeste de Puerto Rico. Tesis de Maestría, Univ. Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico. 135 p.
- García-Ríos, C. I., F. J. Soto-Santiago, R. J. Colón-Rivera y J. R. Medina-Hernández. 2008. Gastrópodos asociados al alga calcárea *Halimeda opuntia* (Udoteaceae) en Puerto Rico. Rev. Biol. Trop. 56 (4): 1665–1675.
- Kelaher, BP & Castilla, JC. 2005. Habitat characteristics influence macrofaunal communities in coralline turf more than mesoscale coastal upwelling on the coast of Northern Chile. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 63: 155-165.
- Moreno CA. 1995. Macroalgae as a refuge from predation for recruits of the mussel *Choromytilus chorus* (Molina, 1782) in Souther Chile. J Exp Mar Biol Ecol 191:181–193.
- Márquez, B. y M. Jiménez. 2002. Comunidad de moluscos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo *Rhizophora mangle* en el golfo de Santa Fe, Estado Sucre, Venezuela. Rev. Biol. Trop. 50: 1101–1112.
- Niam, O. 1988. Distributional pattern of mobile fauna associated with *Halimeda* on the Tiahura coral-reef complex (Morea, French Polynesia). Coral Reefs. 6: 237–250.
- Quirós, J. & N.H., Campos. 2013. Moluscos asociados a ensamblajes macroalgales en el litoral rocoso de Córdoba, Caribe Colombiano. Inv. Pesq. Colombia. 42:101–120.

- Romero, J. 1984. Relaciones entre unidades de volumen y unidades de Biomasa en distintas especies de Algas Bentónicas. Aplicación a evaluaciones de Biomasa del Fitobentos. *Ecología acuática*. 7: 37-42.
- Tarifeño E., Galleguillos R., Llanos- Rivera A., Arriagada D., Ferrada S., Canales Aguirre C., Seguel M. (2012). Erroneous identification in the mussel, *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck 18189) as the species, *Mytilus chilensis* (Hupe 1854) in the bay of Concepción Chile. *GAYANA*. 76(2): 167-172.
- Shacklock, P. F. y R. W. Doyle. 1983. Control of epiphytes in seaweed cultures using grazers. *Aquaculture*. 31: 141–151.
- SUBPESCA. 2005. Informe Consolidado de Pesca y Acuicultura. Departamento de Análisis Sectorial. 20 p., Subpesca, Valparaíso. Acceso 17 de Abril de 2018.
- SUBPESCA. 2019. Informe Sectorial de Pesca y Acuicultura. Departamento de Análisis Sectorial. 21 p., Subpesca, Valparaíso. Acceso 10 de Agosto de 2019.
- Uriarte, I. 2008. Estado actual del cultivo de moluscos bivalvos en Chile. En: A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 61-75.
- Wahl, M. 1989. Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects. *Marine Ecology Progress Series*. 58: 175-189.
- Yañez, R. 1974. El cultivo experimental de choros ~ choritos en Putemún y Talcán. Chiloé. *BoI. Soc. Biol. Concepción*. d8: 315–10.
- Yang, J. Satuito, C. Bao, G & H, Kitamura. 2007. Larval settlement and metamorphosis of the mussel *Mytilus galloprovincialis* on different macroalgae. *Marine Biology*. Vol 152. pp 1121–1132.
- Zagal, C. y C. Hermosilla. (2007). Guía de invertebrados marinos del sur de Chile. Segunda edición. Fantástico sur Birding. Santiago de Chile. 134 p.

7. Anexos.

1.- Tabla densidad de semillas de mitílidos presentes en las 6 especies de algas rojas en los diferentes periodos estacionales (Diciembre 2017- Noviembre 2018).

Tabla 4. Datos recolectados de los diferentes periodos estacionales, estandarizados por el volumen de la trampa (volumen del alga), cada especie cuenta con 1 un muestreo y sus 2 réplicas correspondientes.

Especie	Densidad			
	Verano	Otoño	invierno	primavera
<i>C.officinalis</i>	1,000	0,412	0,353	1,118
<i>C. officinalis</i>	1,471	0,588	0,176	0,824
<i>C. officinalis</i>	1,118	0,471	0,235	0,941
<i>C. variegata</i>	1,478	0	0	0,652
<i>C. variegata</i>	0,957	0	0	0,696
<i>C. variegata</i>	0,870	0	0	1,217
<i>P.orbicularis</i>	0,588	0,294	0,176	0,471
<i>P. orbicularis</i>	1,000	0,529	0,471	0,882
<i>P. orbicularis</i>	0,941	0,529	0,235	0,765
<i>M. laminarioides</i>	0,633	0,133	0,133	0,600
<i>M. laminarioides</i>	0,833	0,233	0,200	0,233
<i>M. laminarioides</i>	0,267	0,267	0,067	0,433
<i>C. chamissoi</i>	0,911	1,289	0,444	0,867
<i>C. chamissoi</i>	1,489	0,489	0,333	1,600
<i>C. chamissoi</i>	1,978	0,711	0,422	1,178
<i>C. implexa</i>	2,867	2,7333	0,800	5,400
<i>C.implexa</i>	6,533	4,3333	1,200	3,733
<i>C.implexa</i>	4,667	2,0000	2,133	3,333

2. - Test de Normalidad Shapiro-Wilk ($p=0.05$).

N	66
Shapiro-WilkW	0.7065
p(normal)	3.436E-10

Tabla 5. Test de normalidad Shapiro-Wilk ($p=0.05$) para los datos recolectados y estandarizados (tabla 1)

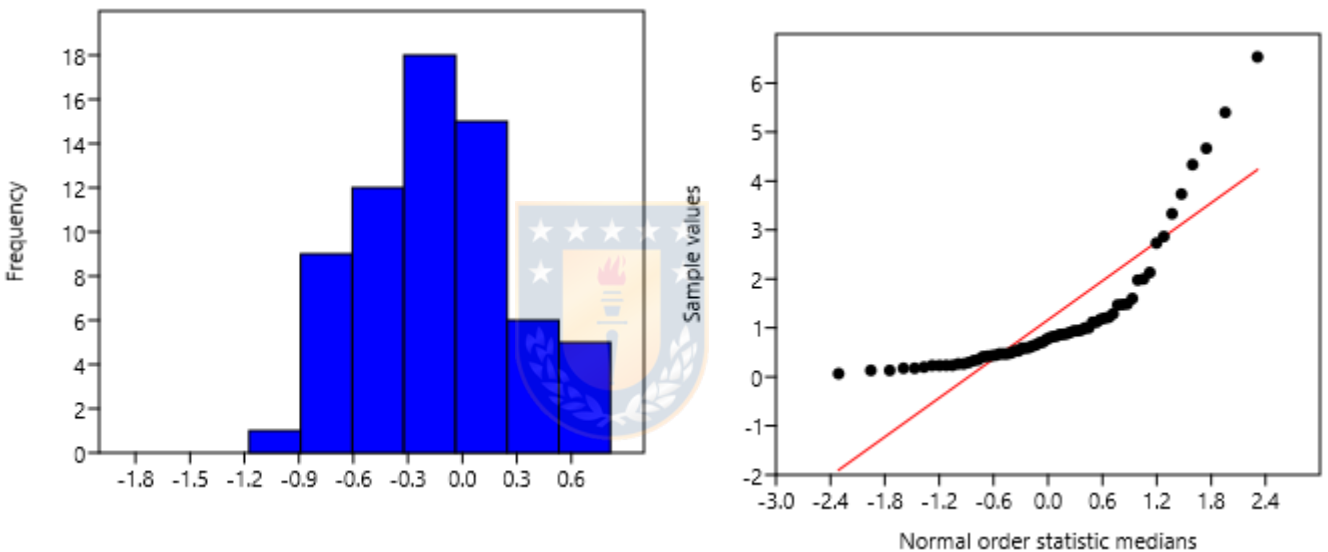


Gráfico 8 y 9.- Gráficos de normalidad de datos obtenidos del test de normalidad Shapiro-Wilk ($p=0.05$) para los datos recolectados

2.1 Ya que el grupo de datos no presenta una distribución normal, hay que transformar la variable, para esto se aplica la función logarítmica (\log) a toda la base de datos.

N	66
Shapiro-WilkW	0.99
p(normal)	0.8761

Tabla 6. Test de normalidad Shapiro-Wilk ($p=0.05$) para los datos recolectados y transformados con la función logarítmica.

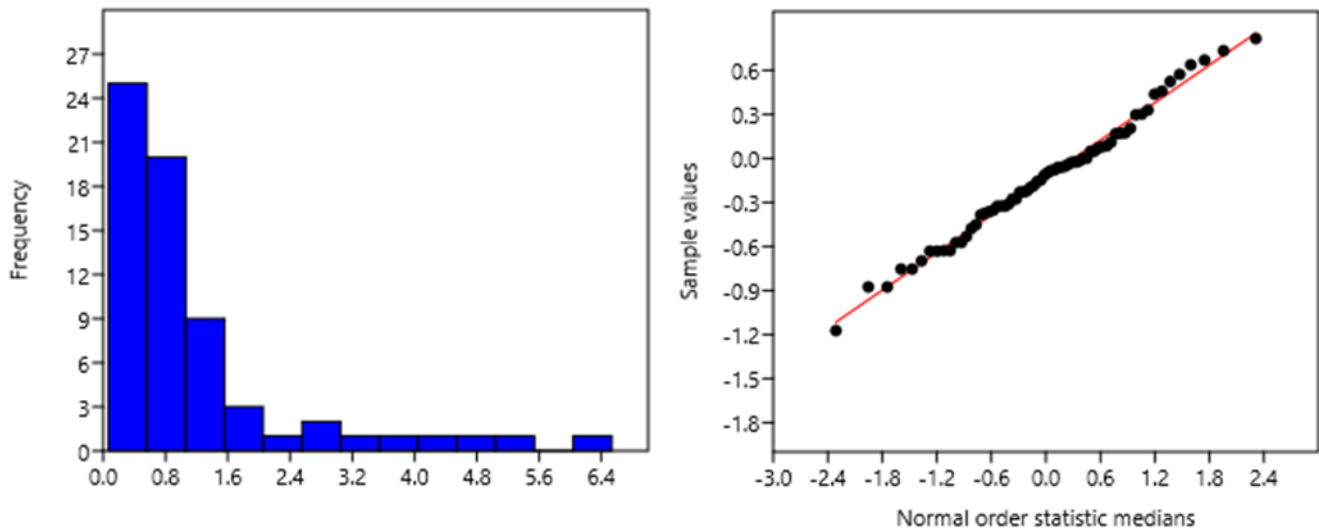


Gráfico 10 y 11.- Gráficos de normalidad de datos obtenidos del test de normalidad Shapiro-Wilk ($p=0.05$) para los datos recolectados y transformados con la función logarítmica.

3.- Test de Homogeneidad de varianzas (Bartlett; $p=0.05$)

Levene's test for homogeneity of variance, from means	p (same)	0.8575
Levene's test, from medians	p (same)	0.8543

Tabla 7. Test de Homogeneidad de varianzas (Bartlett; $p=0.05$), agrupado por especies.

Levene's test for homogeneity of variance, from means	p (same)	0.9428
Levene's test, from medians	p (same)	0.9591

Tabla 8. Test de Homogeneidad de varianzas (Bartlett; $p=0.05$), agrupado por estación.

