UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera

ESTUDIO COMPARATIVO EN LA PROPAGACION VEGETATIVA DE *Chondracanthus chamissoi* "YUYO" EN TRES TIPOS DE SUSTRATO EN AMBIENTE CONTROLADO EN LA REGION MOQUEGUA

TESIS PRESENTADO POR:

Bach. JOSE CARLOS ZAPATA ROJAS

Para optar el título profesional de:

INGENIERO PESQUERO

MOQUEGUA – PERU

2018

08

07

ACTA DE SUSTENTACIÓN

El jurado suscribiente, ha calificado el trabajo de TESIS:

TITULADO ..."Estudio Comparativo en la Propagación Vegetativa de Chondracanthus Chamissoi yuyo en tres tipos de Sustrato en Ambiente Controlado de la Región Moquegua"

PRESIDENTE..... Dra. Sheda Méndez Ancca

MIEMBROS..... Ing. Mario Ruiz Choque

Blgo. Isabel del Carmen Espinoza Reynoso.

ASESOR ..... Ing. Alejandro Marcelo Gonzales Vargas

Presentado por el (la) Bachiller: ..... Jose Carlos Zapata Rojas

Participando en calidad de asesor (es): ..... Ing. Alejandro Marcelo Gonzales Vargas.

Después de las preguntas respectivas y habiendo el jurado tomado el tiempo para la deliberación de la misma.

SE DECLARA ..... APROBADO .....(APROBADO/DESAPROBADO)

por..... UNANIMIDAD .....(UNANIMIDAD/MAYORÍA), con el calificativo de ..... BUENO .....(EXCELENTE/MUY BUENO/BUENO/REGULAR/DEFICIENTE), equivalente a ..... QUINCE ....., quedando expedito para que se le confiera el Título Profesional de : INGENIERO PESQUERO

Ilo, 31 julio del 2018.

.....

DRA. SHEDA MENDEZ ANCCA
Presidente de Jurado

.....

ING. MARIO RUIZ CHOQUE
1er Miembro

.....

BLGO. ISABEL DEL CARMEN ESPINOZA REYNOSO
2do Miembro

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
CERTIFICA: Que el presente documento es COPIA FIEL DEL ORIGINAL, al que me remito para los fines pertinentes.

Moquegua 18 DIC. 2018

CP. Deisy Raquel Chipana Begazo
FEDATARIO ADSCRITO

DEDICATORIA

A, mi madre Justa Rojas, que en paz descanse

Que fue el motor y motivo de mis logros

A mi padre Andrés Zapata

A mis hermanos que son fuente de apoyo.

AGRADECIMIENTO

Al coordinador del Instituto del Mar del Perú sede Ilo, el MSc. Ygor Sanz Ludeña por la confianza y haberme dado todas las facilidades de parte de la institución.

A la MSc. Sheyla Zevallos Feria, por su tiempo brindado en el asesoramiento de mi proyecto de investigación, así como su desinteresado apoyo en compartir sus conocimientos y la confianza depositada en mi persona en todas las etapas de ejecución del proyecto.

A la Ing. Alejandro Gonzales Vargas por el apoyo como asesor interno y brindarme las facilidades desde mi alma mater.

A todo el equipo técnico profesional que labora en el Laboratorio de Investigación Acuícola, por haberme brindado todas las facilidades durante el periodo de ejecución de mi proyecto.

Al Blgo. Alex Tejada Cáceres, por todo las facilidades, asesoramiento y apoyo desinteresado y sobre todo paciencia hicieron posible culminar esta tesis.

Al Ing. Marco Vera, por la orientación y asesoramiento en la redacción del presente informe.

A la Dra. Sheda Méndez Ancca, por haberme brindado todo el apoyo necesario en la parte administrativa como directora de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera que durante mis años de estudio ayudaron en mi formación profesional.

RESUMEN

El yuyo *Chondracanthus chamissoi* es una alga roja comestible que se extrae de su hábitat natural principalmente para uso industrial y consumo humano directo, el presente experimento estudia la estrategia de reproducción vía propagación vegetativa de *Chondracanthus chamissoi*, en tres tipos de sustrato en medio controlado, los sustratos utilizados en los tratamientos fueron; TA; valva de almeja, TB; Malla de fruta, TC; cabo de polipropileno y TP; concha de *Concholepas concholepas*.

Los resultados de estudios se analizaron con un ANOVA, demostrando diferencias estadísticamente altamente significativas en los tratamientos ($p > 0.05$), se usó la prueba Tukey demostrando mejor crecimiento en el TB; malla artificial 4.7 mm. ± 0.12mm./día, Al finalizar el estudio y existió mejor supervivencia en TB; se determinó la formación de (DFS) fue de 20 a 23 días y el tiempo de cicatrización fue de 15 días, los resultados evidencian que la estrategia de propagación vegetativa es viable para el escalamiento comercial en el cultivo de *Chondracanthus chamissoi* en el litoral de Ilo.

Palabras clave: *Chondracanthus chamissoi,* propagación vegetativa, crecimiento, supervivencia, cultivo

Abstract

The *Chondracanthus chamissoi* weed is an edible red algae that is extracted from its natural habitat mainly for industrial use and direct human consumption, the present experiment studies the propagation strategy via vegetative propagation of *Chondracanthus chamissoi*, in three types of substrate in a controlled medium, the substrates used in the treatments were; TA; valve of clams, TB; Fruit mesh, TC; Polypropylene rope and TP; shell of *Concholepas concholepas*.

The results of studies were analyzed with an ANOVA, demonstrating statistically highly significant differences in the treatment ($p > 0.05$), the Tukey test was used, demonstrating better growth in TB; artificial mesh 4.7 mm. ± 0.12 mm./days, At the end of the study and there was better survival in TB; it was determined the formation of (DFS) was 20 to 23 days and the healing time was 15 days, the results show that the strategy of vegetative propagation is viable for the commercial scaling in the cultivation of *Chondracanthus chamissoi* in the coast of Ilo.

Key words: *Chondracanthus chamissoi*, vegetative propagation, growth,

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO.....ii

DEDICATORIA.....iii

AGRADECIMIENTO.....iv

RESUMEN.....v

Abstract.....vi

ÍNDICE DE FIGURAS.....xi

ÍNDICE DE TABLAS.....xii

INTRODUCCIÓN.....1

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....4

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....4

2. FORMULACION DEL PROBLEMA.....5

a. Interrogante general:.....5

3. JUSTIFICACIÓN.....5

2. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS.....7

2.1. OBJETIVO GENERAL.....7

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....7

2.3. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....7

2.3.1.HIPÓTESIS GENERAL.....7

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 8

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO 8

2.2. BASES TEÓRICAS..... 14

2.2.1. Clasificación Taxonomía **14**

2.2.2. Distribución geográfica y hábitat **14**

2.2.3. Morfología de las algas: **15**

2.2.4. Variabilidad Morfológica **15**

2.2.5. Fases morfológicas **16**

2.2.6. Propagación **17**

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO 19

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN 19

3.1.3.Materiales de campo **20**

3.1.4.Equipos y materiales **20**

3.1.5.Material biológico **21**

3.1.6.Insumos **21**

3.2. TIPO Y DISEÑO 22

3.2.1.Diseño experimental **22**

3.3. METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DEL CULTIVO 23

3.3.1.Colecta de material biológico **23**

3.3.2.Tratamiento del material biológico y acondicionamiento **24**

3.3.3.Tratamiento de sustrato **24**

3.4. Sistema de cultivo **24**

3.4.1.Desarrollo del cultivo **25**

3.4.2.Determinación del tiempo de cicatrización **25**

3.4.3.Cicatrización de algas fragmentadas **25**

3.4.4.Formación de Discos de Fijación Secundaria **26**

3.4.5.Evaluación de Parámetros de Crecimiento **26**

3.5. Evaluación de parámetros abióticos **27**

3.6. Nivel De Investigación 28

3.7. Operacionalización De Variables 28

3.7.1.Variable Dependiente Indicadores **28**

3.7.2.Variable Independiente Indicadores **28**

3.8. Técnicas e Instrumentos para Recolección de Datos..... 28

3.8.1.Observación experimental. **28**

3.9. Técnicas para la Presentación y Análisis de Datos 29

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN 30

4.1. RESULTADOS 30

4.1.1.Implementación el cultivo de *C. chamissoi* **30**

a) Formación de Discos de Fijación Secundarios **31**

b) Caracterización de cicatrización de cortes **33**

4.1.3. Crecimiento de *Chondracanthus chamissoi* yuyo **35**

4.1.4. Análisis de varianza a 10 días. **37**

4.1.5. Análisis de varianza a 20 días. **38**

4.1.6. Análisis de varianza a 30 días. **39**

4.1.7. Análisis de varianza a 40 días. **40**

4.2. Supervivencia de *Chondracanthus chamissoi*..... 41

4.2.1. Análisis de Varianza al día 10. **43**

4.2.2. Análisis de Varianza al día 20 **44**

4.2.3. Análisis de la varianza al día 40 **46**

4.2.4. Registro de parámetros ambientales **47**

4.3. Discusión 49

4.3.2.1. Formación de discos de fijación secundaria (DFS). **49**

4.3.2.2. Cicatrización de frondas fragmentadas. **50**

4.3.2. Crecimiento de *C. chamissoi* en laboratorio **51**

4.4. Conclusiones 53

4.5. RECOMENDACIONES 54

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Variedades morfológicas de C. chamissoi 16

Figura 2: Ciclo de vida de Chondracanthus chamissoi “yuyo” 18

Figura 3: Diseño experimental 22

Figura 4: Implementación de tratamientos. 30

Figura 5: Crecimiento de Chondracanthus chamissoi 36

Figura 6: Supervivencia de Chondracanthus chamissoi yuyo. 42

Figura 7: Fluctuación de temperatura en los días de cultivo. 48

Figura 8: Fluctuación de pH en los días de cultivo. 48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Etapas para la formación de DFS en medio controlado. 31

Tabla 2: Etapas de cicatrización de cortes 33

Tabla 3: Crecimiento promedio longitud de fronda (mm.) 35

Tabla 4: Análisis de varianza a 10 días 37

Tabla 5: Prueba de Tukey en 10 días 38

Tabla 6: Análisis de varianza a los 20 días 38

Tabla 7: Prueba de Tukey en 20 días 39

Tabla 8: Análisis de varianza a los 30 días 39

Tabla 9: Prueba de Tukey en 30 días 40

Tabla 10: Análisis de varianza a los 40 días 40

Tabla 11: Prueba de Tukey para 40 días 41

Tabla 12: Análisis de varianza a los 10 días 43

Tabla 13: Tukey para la supervivencia a 10 días. 43

Tabla 14: Análisis de varianza a 20 días 44

Tabla 15: Tukey para la supervivencia a 20 días 44

Tabla 16: Análisis de varianza a 30 días 45

Tabla 17: Tukey para la supervivencia a 30 días 46

Tabla 18: Análisis de la varianza a 40 días 46

Tabla 19: Tukey para la supervivencia a 40 días 47

Tabla 20: Pruebas de normalidad para LT de alga en tratamiento A..... 0

Tabla 21: Pruebas de normalidad para LT de alga en tratamiento B..... 0

Tabla 22: Pruebas de normalidad tratamiento P (grupo control) 0

Tabla 23: Base de datos crecimiento tratamiento A (DFS – LT)..... 0

Tabla 24: Base de datos crecimiento tratamiento B (DFS – LT)..... 1

Tabla 25: Base de datos crecimiento tratamiento P (DFS – LT)..... 2

Tabla 26: Supervivencia de Chondracanthus chamissoi 0

Tabla 27: Composición química de nutriente provasoli 0

INTRODUCCIÓN

La producción de algas en el mundo alcanza los 14 millones de toneladas anuales, con un uso predominante para la alimentación 75% (ProChile, 2014), las algas son utilizadas tradicionalmente en alimentación y salud humana. Por otro lado, su cosecha y cultivo se han incrementado por la creciente demanda de los hidrocoloides (agar, carragenanos y alginatos) que de ellas se obtienen. (Jensen, 1978; Hansen *et al.,* 1981; Abbott, 1996; Pérez - Enríquez, 1996; Santelices, 1996).

Chondracanthus chamissoi es una especie endémica de la costa templada del pacifico sur, que se distribuye desde Paita, Perú (5°04´S81°05´W) hasta Chiloe, Chile (42°40´S 73° 55´W) y habita en las zonas rocosas del intermareal y submareal. Considerada como una de las algas rojas carragenofiticas más abundantes de la costa peruana, ha sido utilizada como parte de la dieta alimenticia desde la época pre Inca por los pobladores de las zonas costeras y andinas (Acleto, 1986). Sin embargo, se extrae artesanalmente para el consumo humano directo y como materia para la obtención de carragenano (Gil-Kodaka et al., 2000).

En la actualidad, las algas son consideradas como súper alimentos debido a sus altas propiedades nutritivas. Se les considera como alimentos funcionales porque además de aportar con nutrientes de alta calidad, pueden afectar beneficiosamente a una o más funciones del organismo, de modo que mejoran

la salud y reducen el riesgo de padecer alguna enfermedad. (Uribe, Eduardo; Alvarez, Gonzales; Rengel, Jose; Hiche, Gloria; Sepúlveda, Chistian; Rodriguez, Cecilia Amor, 2018).

Debido a la demanda por consumir algas, los precios son muy atractivos en los mercados de todo el mundo, por lo tanto, existe un estricto estándar de calidad que requiere un producto limpio libre de epífitas e impurezas, carente de estructuras reproductivas y con un color y textura bien definidos (Bulboa y Macchiavello, 2006).

Si la producción solo se obtiene de praderas naturales, será difícil entregar cantidades suficientes de productos de calidad en un programa de producción confiable. En ese sentido la acuicultura sería una alternativa que resolvería este problema. *C. chamissoi* tiene un ciclo de vida trifásico con alternancia de generaciones isomórficas (Ávila et al., 2011), y tiene tres estrategias reproductivas: la producción de gametos (sexuales), esporas (asexual) y la fragmentación del talo (asexual). Las esporas se producen estacionalmente en la primavera y el verano (González et al., 1997; Macchiavello et al., 2003), con una clara sincronización entre la fertilidad y el período de mayor crecimiento vegetativo (Bulboa et al., 2010).

Por otro lado, el cultivo vegetativo utilizando fragmentos de talo insertados en cuerdas fueron probados por Bulboa et al. (2005) y Bulboa y Macchiavello (2006), demostrando que esta puede ser una alternativa de producir biomasa en

los meses de baja productividad en los bancos naturales. Sin embargo, esta técnica requiere una gran cantidad de talos frescos para comenzar el cultivo.

Otra forma para el cultivo de *C. chamissoi* se propuso a partir de observaciones llevadas a cabo por Bulboa *et al*. (2005) quien notó a través de los experimentos en cultivos en el mar que esta especie tiene la capacidad de formar un disco de fijación secundaria abundante (DFS) en el sustrato artificial, anclando los talos de *C. chamissoi* al sustrato y evitando el desprendimiento.

Por otro lado, El cultivo a partir de carposporas es un cultivo más eficiente que el cultivo vegetativo por formación de discos de fijación secundaria (DFS) sin embargo, El cultivo vegetativo o cultivo por propagación vegetativa puede desarrollarse por medio de talos fragmentados (Bulboa *et al*.,2005; Bulboa & Macchiavello, 2006) o por la formación de discos de fijación secundaria (DFS) (Sáez *et al*., 2008; Bulboa *et al*., 2013). La metodología de propagación vegetativa avizora una tendencia prometedora para el desarrollo de cultivo de *Chondracanthus chamissoi* en nuestro litoral marino.

Bajo ese contexto, varios expertos realizaron investigaciones relacionadas a la propagación vegetativa de *Chondracanthus chamissoi* principalmente en Chile, obteniendo resultados atractivos para cultivar.

El objetivo del presente trabajo de investigación es realizar un estudio comparativo en la propagación vegetativa de yuyo *Chondracanthus chamissoi* en tres tipos de sustrato en ambiente controlado en el litoral de Moquegua.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

La actividad extractiva y de recolección del recurso macroalgas en los últimos años se ha incrementado rápidamente en el litoral sur del Perú (IMARPE, 2010), evidenciándose una creciente demanda en el mercado nacional e internacional; constituyendo el principal destino el mercado asiático, con precios de US$11 FOB por kilo, figurando entre las más cotizadas luego de las algas pardas al "yuyo" *Chondracanthus chamissoi* procedentes principalmente de Chile (Prom Perú, 2014). Actualmente se encuentra prohibida la extracción de las algas pardas *Lessonia nigrescens* y *Lessonia trabeculata* (RM N° 839-2008-PRODUCE) permitiéndose únicamente la recolección de algas varadas (RM N° 264-2009-PRODUCE); sin embargo, a través de la información obtenida mediante conversaciones con pescadores algueros que faenan en la región, manifiestan que en el litoral de la Región Moquegua se extrae "yuyo" *Chondracanthus chamissoi,* alga distribuida en pequeños parches, debido a la demanda de este recurso en el mercado local por su uso cotidiano en la preparación de variadas recetas culinarias con productos marinos, señalan que no existen informes estadísticos de PRODUCE acerca de su colecta y menos aún medidas regulatorias de parte de la autoridad competente.

La implementación de la tecnología de cultivo de *Chondracanthus chamissoi* en otras latitudes como en Chile es factible (Silva. 2013); constituyendo una alternativa en la recuperación de praderas naturales de macroalgas y

promoviendo la diversificación de la actividad acuícola para realizar un manejo adecuado de su pesquería; tecnología que incluyen cultivos de propagación por esporulación y vía vegetativa. Destacando experiencias con mejores resultados mediante propagación vegetativa por discos de fijación secundaria en sustrato natural (valvas de moluscos lamelibranquios) (Sáez *et.al*.2008), que se replicó en este estudio.

En base a lo anterior, fue relevante la adaptación de la tecnología de cultivo, partiendo por el "Estudio comparativo en la propagación vegetativa de yuyo *Chondracanthus chamissoi* a partir de discos de fijación secundaria (DFS), en tres tipos de sustrato en ambiente controlado en la región Moquegua"; como una contribución para el desarrollo del cultivo en medio controlado y posteriormente en ambiente natural.

2. FORMULACION DEL PROBLEMA

a. Interrogante general:

¿Cuáles son los efectos en la propagación vegetativa de *Chondracanthus chamissoi* "yuyo" a partir de discos de fijación secundarios (DFS) en tres tipos de sustrato en ambiente controlado?

3. JUSTIFICACIÓN

En los últimos años en el Perú, sobre todo en determinadas regiones del centro y norte; el cultivo de algas rojas se ha desarrollado puntualmente con experiencias exitosas, apoyadas con fuentes de inversión privada, debido a su

importancia ecológica, alimentaria y alto valor económico por la obtención de productos derivados, el precio es muy atractivo para esta alga en los mercados de todo el mundo, existe un estricto estándar de calidad que requiere un producto limpio libre de epífitas e impurezas, carente de estructuras reproductivas y con un color y textura bien definidos (Bulboa y Macchiavello, 2006)

En el sur del Perú no se maneja información relacionado al desembarque, sin embargo, existe un creciente interés en el mercado asiático por *C. chamissoi* para el consumo humano directo, que ha resultado en un aumento de la demanda y ha generado precios más altos, ya que es un producto comestible. Esta creciente demanda es uno de los grandes impactos, y se ha observado una notable disminución en las algas cosechadas en otras latitudes, como es el caso de chile, pasando de 25,000 t en 2000 a solo 977 t en 2010 (Sernapesca, 2011),

Por lo que se ha incrementado la presión extractiva de este preciado recurso hidrobiológico marino; en consecuencia, buscamos alternativas de solución a través de la adaptación de paquetes tecnológicos para desarrollar el cultivo de macroalgas; por lo que es necesario efectuar investigaciones relacionadas a la tecnología de cultivo de “yuyo” *Chondracanthus chamissoi* y validarlo en nuestra Región, con el fin de garantizar la sostenibilidad de la pesquería de esta especie en beneficio del ecosistema marino y de las comunidades pesqueras asentadas en el litoral de Moquegua.

En ese contexto, mediante el presente proyecto de investigación realizamos un estudio comparativo en la propagación vegetativa de “yuyo” *Chondracanthus*

chamissoi a partir de discos de fijación secundaria (DFS), en tres tipos de sustrato en ambiente controlado en la región Moquegua.

2. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Comparar la propagación vegetativa de *Chondracanthus chamissoi* en tres tipos de sustrato, en ambiente controlado de la región Moquegua.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar el cultivo de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo” en tres tipos de sustrato en laboratorio.
- Evaluar el tiempo de formación de discos de fijación secundaria (DFS) y parámetros de crecimiento en longitud mediante la propagación vegetativa.

2.3. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

El uso de tres tipos de sustrato induce la propagación vegetativa a partir de la fijación de discos secundarios de “yuyo” *Chondracanthus chamissoi,* en tres tipos de sustrato diferentes, favoreciendo su desarrollo y crecimiento en ambiente controlado.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Las praderas de “cochayuyo” o “yuyo” *Chondracanthus chamissoi,* se distribuyen desde Paita en Perú (5º04’ S, 81º05’ W), hasta Chiloé en Chile (42º40’ S, 73º55’ W) (Ramírez y Santelices, 1991) y es considerada como una de las algas rojas utilizadas en la dieta alimenticia desde la época pre inca tanto en la costa como en la sierra de nuestro país (Acleto, 1986).

Chondracanthus chamissoi “yuyo”, es una macroalga altamente apreciada como alimento natural en países asiáticos, alcanzando buenos precios internacionales. Sin embargo, existe sobre explotación del recurso ya que existe una mayor demanda de *Chondracanthus chamissoi*, por lo que las praderas naturales tienen densidades bajas para abastecer la demanda; por lo que Bulboa y Macchiavello (2006) mostraron que es técnicamente posible cultivar esta especie a partir de talos dispuestos en cuerdas en dos bahías del norte de Chile y se compararon el desarrollo de talos reproductivos y vegetativos; obteniendo los mejores resultados en bahía Calderilla con talos vegetativos.

Otaiza y Fonseca (2011) estudiaron el efecto del calcio disuelto en la formación de estructuras de adhesión secundaria en diferentes tipos de talos de *Chondracanthus chamissoi* estimulando la reacción en el alga; por lo que esta alternativa debe ser probada experimentalmente ya que *Chondracanthus chamissoi,* puede producir discos de fijación secundarios (DFS) en varios tipos de sustrato.

Por otro lado Macchiavello *et al.,* (2003), Bulboa *et. Al*., (2003), Fonck *et. al*. (2008); obtuvieron en sus resultados la fijación de fragmentos de *Chondracanthus chamissoi* en sustrato rocoso, conchas de molusco y cuerdas de polipropileno; por lo tanto, la propagación vía vegetativa puede ser de gran importancia para las técnicas de restauración de las poblaciones y/o procedimientos de cultivo (Sáez *et. al*. 2008).

Bulboa y Macchiavello (2006), demostraron que cultivar algas rojas es técnicamente posible a partir de talos dispuestos en cuerdas. Se realizaron cultivos en dos bahías del norte de Chile y se compararon los desarrollos de talos reproductivos y vegetativos. Los mejores resultados se obtuvieron en bahía Calderilla con talos vegetativos; así mismo, observaron un lento aumento de la biomasa en las tres etapas reproductivas, a pesar de que las plantas presentaron una coloración normal, fueron colonizadas por epífitos *(Polysiphonia sp.)*.

Bulboa *et. al.,* (2005), realizaron trabajos experimentales para el desarrollo del cultivo de *C. chamissoi*. Los experimentos se realizaron con individuos gametofitos femeninos y talos esporofíticos los cuales fueron insertados en una cuerda de polipropileno de 7 mm. se logró un crecimiento en todas las profundidades de prueba, aunque el mayor aumento de la biomasa se observó a una profundidad de 1m. En un ciclo anual, los mayores incrementos de la biomasa se observaron en los meses de otoño e invierno en comparación con la primavera y el verano.

Según estudios realizados por Macchiavello, Bulboa y Edding (2003) en cuanto a propagación vegetativa y reclutamiento basado en esporas; los resultados evidenciaron que ambas técnicas contribuyeron en el mantenimiento de la biomasa de *C. chamissoi*; la fijación de frondas mantuvo una importante producción de las praderas durante el período de máxima biomasa acumulada, mientras que la técnica basada en el reclutamiento de esporas podría ser un importante mecanismo de la regeneración estacional de la biomasa en las praderas de *C. chamissoi*, por lo tanto, según las necesidades, se pueden aplicar distintas técnicas de acuerdo al tipo de actividad que se pretende realizar.

A la fecha, los estudios sobre esta especie han abordado distintos aspectos, como la fenología reproductiva y dinámica de la población (González *et al*., 1997; Vásquez y Vega 2001; Ávila *et al.,* 2008); la fase de crecimiento bajo condiciones de laboratorio han sido desarrolladas por González y Meneses (1996); la propagación vegetativa por Macchiavello *et al.* (2003) y Sáez *et al.* (2008); el cultivo bajo condiciones controladas por Alveal *et al.* (1999); el cultivo en medio natural a nivel experimental por Bulboa y Macchiavello (2001) y Bulboa *et al*. (2005). Ávila *et al*. (2010), realizaron un trabajo sobre el cultivo de *C. chamissoi* enfocándose en la propagación sexual y la producción de plántulas en cultivos bajo condiciones controladas.

por otro lado, la cicatrización de las frondas tetraesporofiticas y gametofíticas femeninas, la cicatrización comienza una ves producido el daño de la fronda(fraccionamiento), se puede verificar la aparición de células nuevas en

la herida a partir del tercer día, logrando una rápida cicatrización, proceso que termina con el sellado luego de 15 dias, los resultados son comparativamente a lo observado en *Gigartina skosttbergii,* por lo que en *Chondracanthus chamissoi,* es una estrategia alternativa para la propagación vegetativa ((Saez, F., D. yañez y J. Macchiavello, 2015)

A nivel nacional existen estudios realizados sobre el manejo de la pesquería de macroalgas rojas, obteniendo información de las bases biológicas y proponiendo las líneas estratégicas para el manejo del recurso *Chondracanthus chamissoi*. Realizado en base a evaluaciones y antecedentes biológicos que describen el crecimiento de la pradera natural en el litoral de Huanchaco, situado en L.S. 08º04’34” y L.W.79º06’57”. (Icochea E., 2008)

Como también Ernesto Pariona y Patricia Gil-Kodaka (2011) evaluaron la ccolonización de *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta, Gigartinales) sobre sustratos calcáreos en Playa Mendieta, Reserva Nacional de Paracas, la colonización se analizó contando los microtalos dos meses después de cada instalación y el crecimiento de los talos se midió después de tres meses, en el transcurso de los meses evaluados el establecimiento y predominio de *C. chamissoi* se fue haciendo evidente sobre los sustratos calcáreos, La porosidad que presenta el periostraco de S. chocolata, favoreció el establecimiento, adhesión y germinación de esporas de numerosas macroalgas las cuales compitieron entre si evidenciando procesos de sucesión que estimularon el desarrollo de *C. chamissoi* sobre este tipo de sustratos calcáreo.

Según, S. Arbaiza (2016), realizó un análisis de la viabilidad reproductiva para el cultivo de *Chondracanthus chamissoi* de tres poblaciones del litoral peruano: Paiján (7°46’ S; 79°25.4’ O), Ancón (11°46 S; 77°11.3’ O) y Mendieta (14°3.5’ S; 76°15.72’ O) bajo dos procedimientos de cultivo: a partir de carposporas y por propagación vegetativa a partir de formación de discos de fijación secundaria (DFS).

Los individuos fueron colectados de poblaciones naturales y separados según su estadio de vida en cistocárpicas y vegetativas (sin estructuras reproductivas evidentes). Luego de haber acondicionado valva de concha de abanico, Después de 20 días se retiró el material vegetal y se evidenció la formación de discos de fijación secundaria en todas las poblaciones (S. Arbaiza 2016)

En experiencias de cultivo realizadas en San Juan de Marcona, se obtuvieron algas de 23 cm luego de 5 meses de cultivo en sustrato artificial en sistema de cultivo de fondo en el mar por parte de la empresa ACUISUR. S.A.C. En Paiján con el proyecto experimental “Fijación de carposporas y formación de discos de fijación secundaria de *Chondracanthus chamissoi*, “yuyo” (La Libertad, Perú) en condiciones semi controladas de laboratorio con resultados en el crecimiento y desarrollo de *C. chamissoi* en un cultivo vía carposporas más uniforme, constante y lento en comparación al cultivo vía propagación vegetativa; sin embargo, en este último tratamiento se alcanzaron tallas superiores al cultivo vía espora (Arbaiza, *et al.,* 2015); por lo que es relevante enfocar el cultivo a

través de la propagación vegetativa considerando su facilidad de manejo durante la adhesión de discos de fijación secundaria (DFS) y la tercera realizada a través del proyecto ejecutado por el Istituto per la Cooperazione Universitaria (ICU) en convenio con Ministerio de la Producción, denominado; “Estudio del recurso pesquero artesanal en el sur del Perú fase II”, financiado por Corporación Andina de Fomento – CAF durante 2013-2016; en el que se implementó un módulo artesanal donde se acondicionaron algas, induciendo su fijación en sustrato artificial y cultivo en sistema suspendido en el mar (Área de repoblamiento Chorrillos-Ático), observándose un crecimiento mensual promedio de 4 cm, a través del cultivo vegetativo en un sistema suspendido (CAF - FGCI -Nuevos caminos para el desarrollo-pdf final.pdf, 2016)

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Clasificación Taxonomía

Reino : Vegetal

Division: *Rhodophycota* (algas rojas)

Clase: *Rhodophyceae*

Subclase: *Florideophycideae*

Orden: *Gigartinales*

Familia: *Gigartinaceae*

Género: *Chondracanthus*

Especie:*Chondracanthus chamissoi (C.Agardh) Kutzing*

Sinonimia: *Gigartina chamissoi*

Nombre vulgar: “Yuyo”, “Cochayuyo” (Perú); “Chicorea de mar” (Chile).(Algaebase, julio 2018).

2.2.2. Distribución geográfica y hábitat

La *Chondracanthus chamissoi*, conocida comúnmente como ""“yuyo”" es un alga roja de la familia de las Gigartináceas distribuida en la costa pacífica de América del Sur desde Paita, Perú (5º04’ S, 81º05’ W), hasta Chiloé, Chile 42º40’ S, 73º55’ W (Ramírez y Santelices, 1991).

Habita en las zonas rocosas del intermareal y submareal hasta los 15 metros de profundidad (Bulboa y Macchiavello, 2006). Es considerada una de

las algas rojas más abundantes de la costa peruana; utilizada como alimento desde tiempos remotos y en la actualidad, como parte de la industria de ficocoloides (Riofrio, 2003).

En el Perú se encuentra, en la Caleta de Chérrepe (07°10’16.7’’ S, 79°41’13.7’’ O), localizándose en el lado norte de la Punta del mismo nombre, constituyendo el límite sur de la región Lambayeque. Consta de una extensa playa de sustrato arenoso en la parte norte, banco natural y sustrato rocoso en la parte sur, área de gran concentración de macroalgas denominadas “cochayuyo” (*Chondracanthus chamissoi*) “yuyo”, (*Ulva* sp), (*Codium* sp), y numerosas especies de moluscos, crustáceos, y peces (Carbajal, 2005).

2.2.3. Morfología de las algas:

El talo es de consistencia membranosa a cartilaginosa, presenta una coloración que va desde rojo purpúreo al verde oscuro, el cual puede alcanzar los 36 cm de largo y hasta 1 cm de ancho. El talo está constituido por un pequeño disco basal de fijación el cual puede llegar a medir 3 mm de diámetro, donde emergen uno o varios estípites cilíndricos que van aplanándose hacia el ápice, éstos son agudos. Los talos pueden presentar márgenes dentados y pequeñas papilas en el centro del talo durante la observación de la morfología de *C. chamissoi* (Calderón *et al*., 2010).

2.2.4. Variabilidad Morfológica

De acuerdo a la prospección realizada por Carbajal (2005) y en concordancia por lo reportado por Tapia (2003), se han observado dos variedades morfológicas del alga. Talos con grampones discoidales o en forma de papilas; frondas gregarias, relativamente alargadas, cilíndricas o comprimidas a foliáceas, multiaxiales, abundante o escasamente cubiertas con papilas (figura 1: B); y talos claramente vegetativos, otras llevando estructuras reproductivas (figura 1: A). Médula de filamentos delicados, anastomosados, o con células de variada forma y tamaño. Corteza uniforme, relativamente delgada, de células pequeñas, ovaladas a esféricas, en hileras anticlinales. La mayoría de las especies con talos isomórficos.



Figura 1: Variedades morfológicas de *C. chamissoi*

Fuente: Tapia (2003).

2.2.5. Fases morfológicas

Chondracanthus chamissoi "yuyo", es una especie con ciclo vital trifásico e isomórfico. Las plantas sexuales femeninas o cistocárpicas y masculinas, así como las asexuales o tetraspóricas, son morfológicamente semejantes y al

mismo tiempo fáciles de ser diferenciados, aun mostrando tamaño y coloración diferente (Acleto, 1986).

2.2.6. Propagación

Las plantas femeninas o cistocárpicas diferenciados macroscópicamente como ejemplares grandes o pequeños, de coloración igualmente variada por la presencia de los cistocarpos, globosos, prominentes y localizados más o menos en forma apretada en los márgenes del eje principal o de las ramas secundarias y en menor cantidad sobre la superficie de los talos. Las masas de carpoesporas están protegidas por el pericarpio grueso, diferenciado a partir de las células vegetativas que las rodean. Los cistocarpos maduros muestran el pericarpo rasgado, como consecuencia de la liberación de carposporas (Acleto, 1986).

Las plantas masculinas son igualmente pequeñas o grandes, tienen como carácter morfológico diferencial con respecto a las plantas femeninas y tetrasporicas, el presentar los extremos del eje principal y de las ramas notoriamente puntiagudas y libres de ramificación hasta cierta distancia. Los espermacios en secciones transversales de los ejes y ramas, como células terminales (Acleto, 1986).

Las plantas tetraspóricas se diferencian de las sexuales solo por la presencia de los soros tetrasporangiales, visibles como almohadillas de color marrón rojizo, localizados en los bordes superiores del eje principal y de las ramas, o en la base o axilas de las ramitas cortas presentes en toda la longitud

de la planta. En algunos casos, se ha observado, que los ejemplares tetraspóricos muestran las ramas hinchadas irregularmente, semejando a las plantas cistocárpicas; en estos los soros tetrasporangiales se reconocen con cierta dificultad y con mayor claridad en los bordes de las ramas cortas (Acleto, 1986).

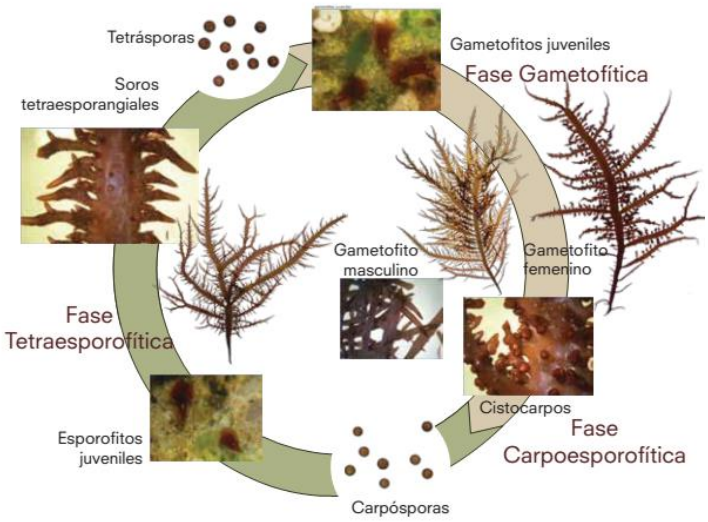


Figura 2: Ciclo de vida de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo”

Fuente: Otaiza, R. & Cáceres, J. (2015).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en ambiente controlado de las instalaciones del Laboratorio de Investigación Acuícola del Instituto del Mar del Perú sede Ilo.

3.1.1. Materiales y equipos

3.1.2. Equipos, Instrumentos y materiales de laboratorio.

- Bolsas plásticas estériles
- Vaso de precipitado (200ml, 500ml).
- Materiales de disección.
- Papel toalla.
- Estereoscopio.
- Microscopio compuesto
- Salinómetro
- 01 oxímetro.
- 02 termómetros
- 01 pH metro.
- Luxómetro
- Timer
- Agua de mar estéril
- Probetas

- Pipetas
- Pipeteador
- Frascos ámbar de 500 mL
- Esponja verde

3.1.3. Materiales de campo

- Cámara fotográfica
- Baldes de plástico de 20 Lts. y 10 Lts.
- Balanza digital (máxima 2000g; min. 0,01 g).
- Toallas absorbentes.
- Pinceles
- Piseta
- Cuchillos
- Escobillones
- 01 cuaderno de campo
- Guantes quirúrgicos

3.1.4. Equipos y material para acondicionamiento de infraestructura

- Sistema hidráulico (Electrobombas, filtros de arena filtro de tierra diatomea)
- Generador de aire o Blower
- Esterilizador UV.
- Set de microfiltros de 10, 5 y 1 micras

- Estufa
- Autoclave
- Laptop
- Aireadores
- Lámparas fluorescentes
- Cabos
- Bastidores de PVC
- Malla de fruta
- Botellas de plástico de 7 litros

3.1.5. Material biológico

- 10 kg. de alga roja *(C. chamissoi)*
- Valva de moluscos.

3.1.6. Insumos

- Na_2 EDTA
- Ácido bórico (H_3BO_3)
- Sulfato de Manganeso ($MnSO_4.H_2O$)
- Sulfato de Zinc heptahidratado ($ZnSO_4.7H_2O$)
- Sulfato de cobre heptahidratado ($CoSO_4.7H_2O$)
- Hierro
- Sulfato de Amonio y Fierro ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$)
- Glicerol Sodio B

- Fosfato pentahidratado ($PO_4.5H_2O$)
- Nitrato de Sodio ($NaNO_3$)
- Vitamina B12
- Tiamina
- Biotina
- Lejía.
- Alcohol desinfectante (gel).
- Jabón neutro
- Detergente granulado
- Desinfectante pino

3.2. TIPO Y DISEÑO

El tipo de investigación a realizar será experimental.

3.2.1. Diseño experimental

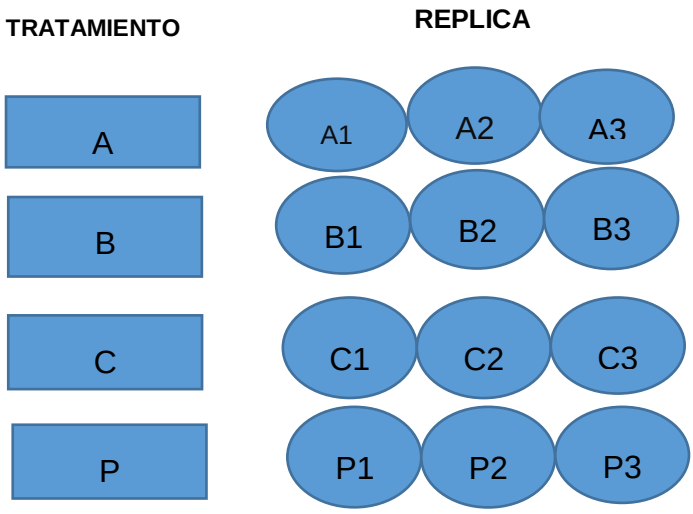


Figura 3: Diseño experimental de propagación vegetativa de *C. chamissoi*

El diseño experimental es completamente al azar con tres tratamientos en 3 repeticiones, haciendo un total de 9 unidades experimentales. Los tratamientos empleados fueron,

Tratamiento A: Constituido por el cultivo de *C. chamissoi* mediante propagación vegetativa a partir de discos secundarios en Valvas almeja.

Tratamiento B: Constituido por el cultivo de *C. chamissoi* mediante propagación vegetativa a partir de discos secundarios en Malla de fruta.

Tratamiento C: Constituido por el cultivo de *C. chamissoi* mediante propagación vegetativa a partir de discos secundarios en cabo polipropileno.

Tratamiento P: Grupo control de *C. chamissoi* en concha de chanque.

3.3. METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DEL CULTIVO

En el presente trabajo de Investigación se usó como documento base el Manual de Cultivo de *Chondracanthus chamissoi* (Chicorea de mar). FONDEF-HUAM AQ08I1028: “Alternativas Tecnológicas para el Cultivo de *Chondracanthus chamissoi* en la Zona Norte de Chile a partir de Discos de Fijación Secundaria” (Macchiavello J. *et al*. 2012).

3.3.1. Colecta de material biológico

Las muestras se obtuvieron en el litoral de la Región Moquegua (Medio Natural), una vez colectadas las frondas de láminas juveniles o vegetativas de

Chondracanthus chamissoi "yuyo", fueron trasladadas en una caja isotérmica al laboratorio de Investigación Acuícola del IMARPE Ilo.

3.3.2. Tratamiento del material biológico y acondicionamiento

En el laboratorio realizamos un tratamiento con agua potable y agua de mar microfiltrada hasta 1 µm y acondicionamos en tanque de fibra de vidrio conteniendo 200 litros de agua de mar estéril (microfiltrada hasta 1 µm e irradiada con luz ultravioleta), provisto con una piedra difusora para el suministro de aire moderado; las condiciones del ambiente se mantuvieron a 18°C y luz indirecta tenue.

3.3.3. Tratamiento de sustrato

Se realizó un lavado natural a las valvas de moluscos con abundante agua, y se desinfectó utilizando hipoclorito de sodio al 5%, se hizo un enjuague para el caso de sustrato artificial el tratamiento fue similar y secadas para su posterior uso.

3.4. Sistema de cultivo

Se implementó una sala climatizada con estantería distribuida en tres niveles; provista de luz artificial mediante fluorescentes de 50 wats conectados a un timer que controla el encendido y apagado de la luz según el fotoperíodo previsto; en cada anaquel se distribuyó 3 botellones de 7L con diámetro 17 cm y altura 38 cm., conteniendo agua de mar estéril y aire suministrado por un regenerador de

aire (Blower 2.5 HP); esta distribución obedece a los tratamientos descritos en el diseño experimental.

3.4.1. Desarrollo del cultivo

Se utilizó botellas plásticas de 7 litros que se rotularon cada tratamiento; cada envase contenía 5 litros de agua de mar estéril, que fueron fertilizados con 3 ml del nutriente Provasoli, dos veces por semana (cada 3 días), Fueron colocadas 100 g de “yuyo” por cada envase: i) Para el caso de los sustratos valvas de almeja, las frondas de morfología isomórfica fueron sujetadas con ligas y puedan fijar en el sustrato; ii) para la malla de fruta los fragmentos de algas se introdujeron en su interior con la ayuda de un tubo (PVC) de una pulgada. iii) en el sustrato de polipropileno las frondas fueron sujetadas con rafia. Y vi) para el grupo patrón las algas se sujetaron con ligas valva de chanque.

La limpieza del lugar de experimentación se realizó mediante la técnica del sifoneo; y la sanetización de los materiales se realizó cada 3 días.

3.4.2. Determinación del tiempo de cicatrización

La determinación se realiza en el proceso de cicatrización de algas fragmentadas

3.4.3. Cicatrización de algas fragmentadas

Los trozos de algas fueron mantenidos durante 15 días en estanques acondicionadas para su recuperación y permitir la cicatrización del corte, el cual posteriormente se colocaron en el interior del sustrato artificial (Malla de fruta) al

respecto se realizó observaciones en estereoscopio para registrar brotes o pínulas en el tejido cicatrizado y se fotografiaron para contar con un registro fotográfico en las etapas del estudio.

3.4.4. Formación de Discos de Fijación Secundaria

Durante el experimento una vez acondicionadas el material biológico se evaluó la fijación de DFS y se expresó como porcentaje de los fragmentos adjuntos en relación al número total de fragmentos contenidos en cada botellón para cada tratamiento. Una vez que se formó los discos de fijación secundaria, fueron aisladas del resto de frondas, teniendo cuidado de no separar del sustrato. Los discos de fijación secundaria se mantuvieron en las mismas condiciones de cultivo. Donde se observaron nuevas frondas o ápices y estas fueron fotografiadas desde el inicio de hasta 40 días luego de la formación de DFS y la longitud se registró a medida que trascurrió el tiempo para evaluar las diferencias en los porcentajes de DFS y tasas de crecimiento durante el periodo de estudio (Saez *et al*. 2008).

3.4.5. Evaluación de Parámetros de Crecimiento

Una vez fijadas las algas se procedió a retirar las frondas que no formaron discos para su posterior monitoreo, cada 10 días se registró el crecimiento de longitud en las unidades experimentales por cada tratamiento en un ambiente controlado.

- Crecimiento. Se realizó a partir de observaciones directas del aumento en longitud del alga LTO. Gulland (1971).

$$TC = (Lti + 1 - Lti) / (ti + 1- ti)$$

Dónde: TC = Tasa de Crecimiento (mm) o (g)

ti = Tiempo (días) de muestreo cero

ti +1 = Tiempo de muestreo subsecuente al ti

Lti = Longitud correspondiente al tiempo ti

Lti+1 = Longitud correspondiente al tiempo ti+1

- Supervivencia. Para estimar la supervivencia se realizó conteo de brotes fijados y evaluamos la sobrevivencia de plantas en los sustratos y de esta forma se determinó la supervivencia (Ricker, 1975).

$$\%S = Nti / Nto * 100$$

Dónde: %S = Porcentaje de supervivencia.

Nti = Número de individuos sobrevivientes al tiempo “t”.

Nto = Número total de individuos

3.5. Evaluación de parámetros abióticos

Los parámetros abióticos se registraron de forma diario (Temperatura, Oxigeno, salinidad).

3.6. Nivel De Investigación

La investigación es un trabajo;

- Experimental comparativo, explicativo.

3.7. Operacionalización De Variables

3.7.1. Variable Dependiente Indicadores

Crecimiento de plántulas a partir de la fijación de discos secundarios.

3.7.2. Variable Independiente Indicadores

Tipo de sustrato utilizado donde se fijaron los discos secundarios se utilizó valvas de moluscos (sustrato natural), Malla de fruta y Cabo Polipropileno (sustrato artificial).

3.8. Técnicas e Instrumentos para Recolección de Datos

3.8.1. Observación experimental.

La observación experimental, también llamada estudio de intervención experimental, es un análisis prospectivo, el cual se caracteriza por la manipulación indirecta, superficial de un factor de estudio por el investigador.

3.9. Técnicas para la Presentación y Análisis de Datos

En el estudio comparativo se obtuvo datos de cada unidad experimental, los mismos que se registraron en hojas de cálculo Excel, se procesó la información obtenida con el software estadístico SPSS versión 21 para determinar la normalidad de los datos y la homocedasticidad de sus varianzas y aplicar un ANOVA de una vía (P = 0,05), posteriormente se aplicó el test de Tukey comparando medias y contrastar las diferencias en el crecimiento en los tratamientos

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Implementación el cultivo de *C. chamissoi* en laboratorio.

Se implementó el cultivo de *Chondracanthus chamissoi* en tres tipos de sustrato en ambiente controlado, de acuerdo al diseño experimental se usó botellas de 7 litros acondicionadas, con 5 litros de agua de mar filtrada estéril y en las condiciones de cultivo se mantuvo el flujo de aire suministrado por un blower a 18°C, fertilizado con 1mL/L de Provasoli, fotoperiodo 8:16 luz: oscuridad, distribuidas 3 botellas por anaquel según tratamiento (Ver figura 5).

La implementación del sistema de cultivo, durante el periodo del estudio permitió tener un cépario para *Chondracanthus chamissoi* en el Instituto del Mar del Perú, que permitirá generar nuevas investigaciones con esta especie.



Figura 4: Implementación de tratamientos.

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Evaluación del tiempo de formación de DFS y parámetros de crecimiento

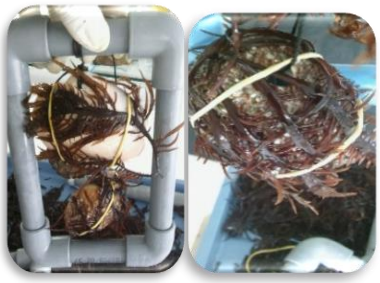
a) Formación de Discos de Fijación Secundarios

Tratamiento (A), valvas de almeja sujetando con ligas, el mismo que se mantuvo durante 23 días con un recambio de agua cada 7 días, se adiciono nutriente al medio de cultivo Provasoli 1ml / Lt. De agua de mar, la formación de DFS, se observó al día 20 y el día 23 se procedió a retirar el tejido adulto, obteniendo ejemplares jóvenes, que fueron posteriormente registradas el crecimiento y la supervivencia en medio controlado para su posterior análisis (ver tabla 1)

En el caso del Grupo control (P), el tiempo de formación de Discos de fijación secundaria fue similar al tratamiento (A), como también el manejo durante los días de cultivo que duro el estudio.

Tabla 1: Etapas para la formación de DFS en medio controlado.

Tratamiento	**Tiempo (días)**	**Descripción de etapas**	**Fotografía**
A y P	1	Obtención de material biológico y acondicionamiento.	 Selección de frondas

	3	Inoculación de sustrato	 Inoculación en el sustrato
	20	Formación de discos secundarios	 Formación de discos secundarios
	23	Post fijación	  Crecimiento de discos a los 40 días

Fuente: Elaboración Propia.

b) Caracterización de cicatrización de cortes

Tratamiento B, se logró observar el tiempo de cicatrización de tejido fragmentado, frondas de *Chondracanthus chamissoi*, a 15 días iniciado el acondicionamiento en sustrato formando brotes iniciales y al día 20 incrementó los brotes y aparecieron nuevas ramificaciones en las frondas, durante este periodo la formación de DFS fue mínima, obteniendo la formación de nuevas frondas iniciales y continuar con la siguiente etapa del estudio donde se registró el aumento de longitud cada 10 días. (Ver tabla 2).

Tabla 2: Etapas de cicatrización de cortes

Tratamiento	**Tiempo (días)**	**Descripción de etapas**	**Fotografía**
B	1	Fragmentación de frondas	 Algas fragmentadas
	5	Inoculación de sustrato	 Día 5 inoculación en el sustrato

	15 – 20	Cicatrización de tejido fragmentado	 Día 20 del estudio Fase I
	40	Post cicatrización	 Día 40 fase II

Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento (C), durante la primera etapa de estudio para el caso de este tratamiento, se utilizó cabo de polipropileno como sustrato base para *Chondracanthus chamissoi*, a pesar de tener el mismo tiempo de cultivo que los otros tratamientos y habiendo controlado las condiciones ambientales propias del cultivo, no se generó la formación de discos de fijación secundaria. Sin este punto clave no es posible pasar a la siguiente etapa del cultivo, por lo que este tratamiento se le consideró **no viable** para la especie y por lo tanto concluyó aquí.

4.1.3. Crecimiento de *Chondracanthus chamissoi* yuyo

El análisis comparativo de crecimiento en el presente estudio mostro un promedio entre los tratamientos diferencias estadísticamente significativos ($p<0.05$), por tratamiento (A), (B) y (P).

Previamente se realizó la prueba de normalidad para los tratamientos obteniendo como resultado, los datos se encuentran dentro de los parámetros normales, en este caso aplicamos la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk, (ver anexos tabla 20, 21 y 22)

Tabla 3: Crecimiento promedio longitud de fronda (mm.)

TRATAMIENTO	A	B	C	P
DIA 10	1.4	2.3	-	1.3
DIA20	2.3	3.2	-	2.2
DIA 30	3.0	4.1	-	2.9
DIA 40	3.9	4.8	-	3.5

Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento (A), se obtuvo a 10 días de estudio un valor promedio 1.4 mm. ± 0.16 mm/día, El día 20 se tuvo un valor promedio de 2.3 mm. ± 0.09mm /día, el día 30 el valor promedio obtenido fue de 3.0 mm. ± 0.08 mm. /día y el día 40 se obtuvo un valor promedio de longitud 3.9 mm. ±0.10 mm. /día.

En el tratamiento (B), se obtuvo a 10 días de estudio un valor promedio 2.3 mm. ± 0.25 mm. /día, El día 20 se tuvo un valor promedio de 3.2 mm. ± 0.10

mm. /día, el día 30 el valor promedio obtenido fue de 4.1 mm. ± 0.11 mm. /día y el día 40 se obtuvo un valor promedio de longitud 4.8 mm. ± 0.07 mm. /día.

Grupo control (P) a los 10 días de cultivo el valor promedio fue 1.3 mm. ± 0.15 mm. / día, El día 20 mostro un valor promedio de 2.2 mm. ± 0.09 mm. /día, el día 30 el valor promedio obtenido fue de 2.9 mm. ± 0.08 mm. / día y el día 40 mostro un aumento en el valor promedio de longitud 3.7 mm.± 0.09 mm. /día.

En el experimento observamos diferencias en crecimiento donde el tratamiento B, fue superior a tratamiento A y Grupo Control P. Es relevante indicar que los resultados mostrados en el tratamiento B, la tasa de crecimiento en general en los 40 días de cultivo es mayor en comparación de los demás tratamientos (ver figura 6)

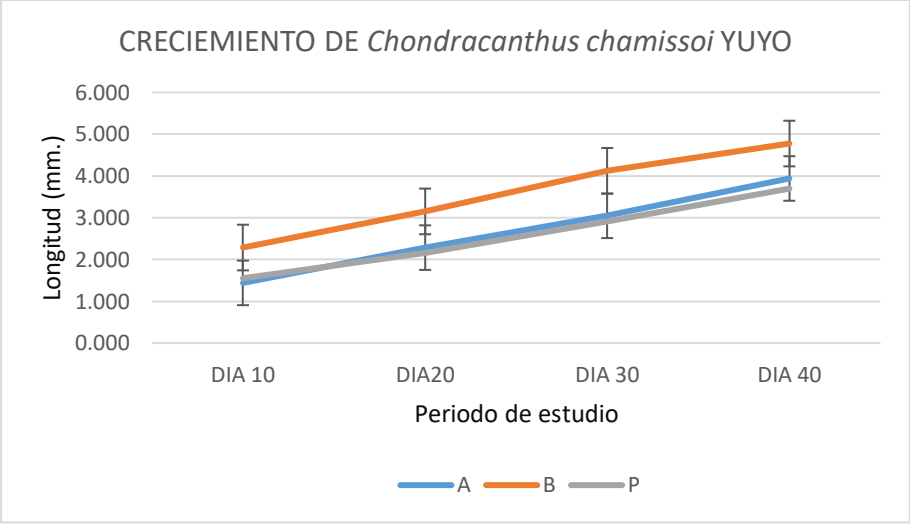


Figura 5: Crecimiento de *Chondracanthus chamissoi*

A: Valva de Almeja, B: Malla de Fruta, P: Valva de Chanque

4.1.4. Análisis de varianza a 10 días.

Los datos de crecimiento obtenido para el periodo de estudio por tratamiento y repetición, se presenta en la tabla 4.

Tabla 4: Análisis de varianza a 10 días

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Trat.	2	1.4	0.7	3.58	3.06	4.26	**
Error	6	1.2	0.2				
Total	8	2.7					
C.V.		26.2			Prom.	1.7	

Fuente: Elaboración propia, basada en el registro de datos de crecimiento en longitud.

Como se puede apreciar en la tabla N° 4 el análisis de varianza realizado para longitud en 10 días nos muestra una diferencia estadística altamente significativa ($p>0.05$) para los tratamientos aplicados, obteniéndose un coeficiente de variabilidad de 26.2% el cual se considera alto, por otro lado, $Fc = 3.58$ es superior a $Ft = 3.06$ por lo que existe diferencias significativas entre los tratamientos.

Se aplicó la prueba de Tukey al 1 % para establecer las diferencias estadísticas significativas.

Tabla 5: Prueba de Tukey en 10 días

Nro. De Orden	Trat.	Rdto. Prom,	Sig.
1	A	1.44	A
2	B	2.28	b>ap
3	P	1.43	P

Fuente: Elaboración propia, basada en el registro de datos de crecimiento en longitud.

Realizada la prueba de Tukey, en la tabla N° 5 se puede apreciar que la mayor longitud de crecimiento obtenida fue de 2.28 mm. En el tratamiento B. El cual es estadísticamente superior al tratamiento A, que logró una longitud de 1.44 mm., y el tratamiento P, mostro 1.43 mm.

4.1.5. Análisis de varianza a 20 días.

Los datos de crecimiento obtenidos para el periodo de estudio por tratamiento y repetición, se resume en la tabla 6.

Tabla 6: Análisis de varianza a los 20 días

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Trat	2	1.6	0.8	24.65	3.06	4.26	**
Error	6	0.2	0.0				
Total	8	1.7					
	C.V.	6.9			Prom.	2.6	

Fuente: Elaboración propia, basada en el registro de datos de crecimiento en longitud.

Como se puede apreciar en la tabla N° 6 el análisis de varianza realizado para longitud a 20 días, nos muestra una diferencia estadística altamente significativa (p>0.05) para los tratamientos aplicados, obteniéndose un coeficiente de variabilidad un 6.9%

Se aplicó la prueba de Tukey al 1 % para establecer las diferencias estadísticas significativas.

Tabla 7: Prueba de Tukey en 20 días

Nro. De Orden	Trat.	Rdto. Prom, medición	Sig.
1	A	2.28	A
2	B	3.15	b>ap
3	P	2.26	P

Fuente: Elaboración propia, basada en el registro de datos de crecimiento en longitud.

Realizada la prueba de Tukey, en la tabla N° 7 se puede apreciar que la mayor longitud de crecimiento obtenida fue de 3.15 mm., en el tratamiento B. El cual es estadísticamente superior al tratamiento A que logró una longitud de 2.28 cm. Y el grupo patrón P, fue cercano a tratamiento A con 2.26 mm.

4.1.6. Análisis de varianza a 30 días.

Los datos de crecimiento obtenidos para el periodo de estudio por tratamiento y repetición, se analizan en la tabla 8.

Tabla 8: Análisis de varianza a los 30 días

					Ft		Sig.
F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	0.05	0.01	
Trat	2	2.4	1.2	16.58	3.06	4.26	**
Error	6	0.4	0.1				
Total	8	2.8					
	C.V.	7.9			Prom.	3.4	

Fuente: Elaboración propia, basada en el registro de datos de crecimiento en longitud.

Como se puede apreciar en la tabla N° 8, el análisis de varianza realizado para longitud en 30 días nos muestra una diferencia estadística altamente

significativa (p>0.05) para los tratamientos aplicados, obteniéndose un coeficiente de variabilidad de 7.9%

Se aplicó la prueba de Tukey al 1 % para establecer las diferencias estadísticas significativas.

Tabla 9: Prueba de Tukey en 30 días

Nro. de orden	Trat.	Rdto. Prom, Medición	Sig.
1	A	3.05	a
2	B	4.12	b>ap
3	P	3.02	p

Fuente: Elaboración propia, basada en el registro de datos de crecimiento en longitud.

Realizada la prueba de Tukey, en la tabla N° 9, se puede apreciar que la mayor longitud de crecimiento obtenida fue en el tratamiento B con 4.12 mm. El cual es estadísticamente superior al tratamiento A que logró una longitud de 3.05 mm., y mientras que el grupo Patrón mostro un valor de 3.02 mm.

4.1.7. Análisis de varianza a 40 días.

Los datos de crecimiento obtenidos para el periodo de estudio por tratamiento y repetición, se resume en la tabla 10.

Tabla 10: Análisis de varianza a los 40 días

					Ft		Sig.
F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	0.05	0.01	
Trat	2	1.7	0.8	8.76	3.06	4.26	**
Error	6	0.6	0.1				
Total	8	2.2					
	C.V.	7.4			Prom.	4.2	

Fuente: Elaboración propia, basada en el registro de datos de crecimiento en longitud.

Como se puede apreciar en la tabla N° 10 el análisis de varianza realizado para longitud en 40 días nos muestra una diferencia estadística altamente significativa (p>0.05) para los tratamientos aplicados, obteniéndose un coeficiente de variabilidad de un 7.4 % el cual se considera alto.

Dado que se encuentra diferencias altamente significativas y un coeficiente de variabilidad alto se aplicó la prueba de Tukey al 1 % para establecer las diferencias estadísticas significativas.

Tabla 11: Prueba de Tukey para 40 días

Nro. de orden	Trat.	Rdto. Prom,	Sig.
1	A	3.94	a
2	B	4.78	b>ap
3	P	3.81	p

Fuente: Elaboración propia, basada en el registro de datos de crecimiento en longitud.

Realizada la prueba de Tukey, en la tabla N° 11, se puede apreciar que la mayor longitud de crecimiento obtenida fue de 4.78 mm., correspondiente a tratamiento B. El cual es estadísticamente superior al tratamiento A que logró una longitud de 3.94 cm., y el Grupo Control P mostro 3.81 mm.

4.2. Supervivencia de *Chondracanthus chamissoi*.

El análisis comparativo de la supervivencia en las unidades de estudio entre los tratamientos, se muestra valores promedio por periodo de control.

Tratamiento A, en los primeros 10 días de estudio, se calculó un promedio de 49 ejemplares, El día 20 se dio un valor promedio de 32 ejemplares., el día

30 el valor promedio fue de 23 ejemplares. Y el día 40 se obtuvo un valor promedio de 22 ejemplares.

Tratamiento B, a los 10 días de estudio determinamos un valor promedio de 21 ejemplares, El día 20 un valor promedio de 21 ejemplares., el día 30 el valor promedio fue de 20. Y el día 40 se mostró un valor promedio de 19 ejemplares (ver figura 7).

Tratamiento P, el día 10 se determinó 21 ejemplares, El día 20 Registro 21 ejemplares., el día 30 el valor promedio fue de 20 ejemplares. Y el día 40 se mostró un valor promedio de 18 ejemplares, observando una tendencia descendente.

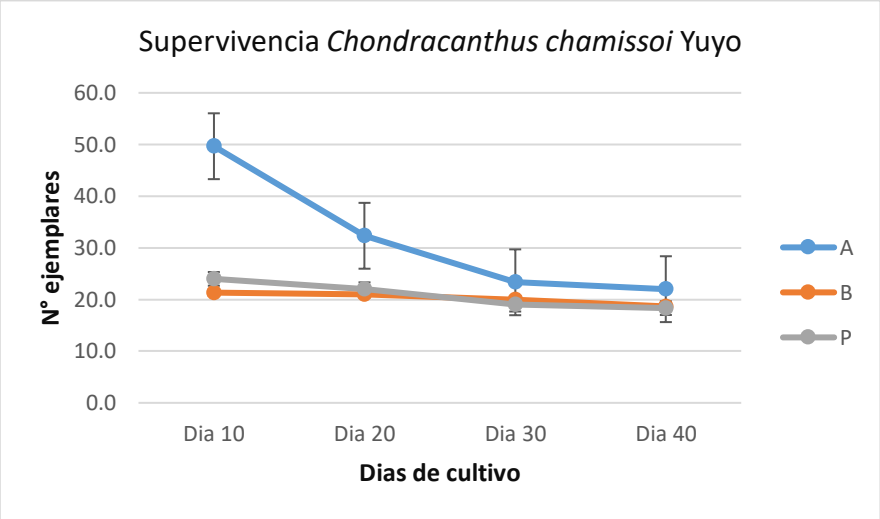


Figura 6: Supervivencia de *Chondracanthus chamissoi* yuyo.

A: Valva de Almeja, B: Malla de Fruta, P: Valva de Chanque

4.2.1. Análisis de Varianza al día 10.

A los datos de Supervivencia obtenidos se aplicó un análisis de varianza en el periodo de estudio por tratamiento, se presenta en la tabla 12.

Tabla 12: Análisis de varianza a los 10 días

					Ft		Sig.
F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	0.05	0.01	
Trat	2	1468.7	734.3	4.49	2.43	3.5	**
Error	6	981.3	163.6				
Total	8	2450.0					
	C.V.	40.4			Prom.	31.7	

Fuente: Elaboración propia, basada en el registro de supervivencia.

Como se puede apreciar en la tabla N° 12 el análisis de varianza realizado para la supervivencia en 10 días nos muestra una diferencia estadística altamente significativa (p>0.05) para los tratamientos aplicados, obteniéndose un coeficiente de variabilidad un 40.4 % el cual se considera alto.

Se aplicó la prueba de Tukey al 1 % para establecer las diferencias estadísticas significativas.

Tabla 13: Tukey para la supervivencia a 10 días.

Nro. de Orden	Trat.	Rdto. Prom	Sig.
1	A	49.667	a
2	B	21.333	b
3	P	24.00	p

Fuente: Elaboración propia, basada en el registro de supervivencia.

Realizada la prueba de Tukey, en la tabla N° 13 se puede apreciar que la mayor supervivencia obtenida fue de 49 ejemplares en el tratamiento A. El cual

es estadísticamente superior al tratamiento B, que logró una supervivencia de 21 ejemplares y para el grupo patrón fue de 24 ejemplares, por tanto para todos los tratamientos se tuvo el 100% de supervivencia.

4.2.2. Análisis de Varianza al día 20

Los datos de Supervivencia obtenidos para el periodo de estudio por tratamiento, se presenta en la tabla 14.

Tabla 14: Análisis de varianza a 20 días

					Ft		Sig.
F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	0.05	0.01	
Trat	2	3066.9	1533.4	16.24	2.43	3.5	**
Error	6	566.7	94.4				
Total	8	3633.6					
	C.V.	38.7			Prom.	25.1	

Fuente: Elaboración propia, basada en el registro de supervivencia.

Como se puede apreciar en la tabla N° 14 el análisis de varianza realizado para la supervivencia en 20 días nos muestra una diferencia estadística altamente significativa para los tratamientos aplicados, obteniéndose un coeficiente de variabilidad de 38.7 %

Se aplicó la prueba de Tukey al 1 % para establecer las diferencias estadísticas significativas.

Tabla 15: Tukey para la supervivencia a 20 días

Nro. de orden	Trat.	Rdto. Prom	Sig.
1	A	32.33	a
2	B	21.00	b
3	P	22.00	p

Fuente: Elaboración propia, basada en el registro de supervivencia.

Realizada la prueba de Tukey, en la tabla N° 15 se puede apreciar que la mayor supervivencia obtenida fue de 32 ejemplares en el tratamiento A. El cual es estadísticamente superior al tratamiento B, que logró una supervivencia de 21 ejemplares, para ambos tratamientos se tuvieron el 65% y 98 % de supervivencia. Y para el grupo patrón se mostró 91%.

4.2.3. Análisis de varianza al día 30

Los datos de Supervivencia obtenidos para el periodo de estudio por tratamiento, se presenta en la tabla 16.

Tabla 16: Análisis de varianza a 30 días

					Ft		Sig.
F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	0.05	0.01	
Trat	2	2038.6	1019.3	16.15	2.43	3.5	**
Error	6	378.7	63.1				
Total	8	2417.2					
	C.V.	38.2			Prom.	20.8	

Fuente: Elaboración propia, basada en el registro de supervivencia.

Como se puede apreciar en la tabla N° 16 el análisis de varianza realizado para la supervivencia en 30 días nos muestra una diferencia estadística altamente significativa para los tratamientos aplicados, obteniéndose un coeficiente de variabilidad de un 38.2 % el cual se considera alto.

Se aplicó la prueba de Tukey al 1 % para establecer las diferencias estadísticas significativas. Cabe mencionar que la prueba de Tukey es más rigurosa y se aplicó porque el coeficiente de variabilidad es alto.

Tabla 17: Tukey para la supervivencia a 30 días

Nro. de orden	Trat.	Rdto. Prom	Sig.
1	A	23.33	A
2	B	20.00	B
3	P	19.00	P

Fuente: Elaboración propia, basada en el registro de supervivencia.

Realizada la prueba de Tukey, en la tabla N° 17 se puede apreciar que la mayor supervivencia obtenida fue de 23 ejemplares en el tratamiento A. El cual es estadísticamente superior al tratamiento B, que logró una supervivencia de 20 ejemplares y para tratamiento P se mostró un promedio de 19 ejemplares, para el tratamiento se mostraron el 72%, 95 % y 86 % de supervivencia.

4.2.3. Análisis de la varianza al día 40

Los datos de Supervivencia obtenidos para el periodo de estudio por tratamiento, se presenta en la tabla 18.

Tabla 18: Análisis de la varianza a 40 días

					Ft		Sig.
F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	0.05	0.01	
Trat	2	1851.9	925.9	14.20	2.43	3.5	**
Error	6	391.3	65.2				
Total	8	2243.2					
	C.V.	41.1			Prom.	19.7	

Fuente: Elaboración propia, basada en el registro de supervivencia.

Como se puede apreciar en la tabla N° 18 el análisis de varianza realizado para la supervivencia en 40 días nos muestra una diferencia estadística altamente significativa para los tratamientos aplicados, obteniéndose un coeficiente de variabilidad de 41.1 % el cual se considera alto

Se aplicó la prueba de Tukey al 1 % para establecer las diferencias estadísticas significativas. Cabe mencionar que la prueba de Tukey es más rigurosa y se aplica cuando el coeficiente de variabilidad es alto.

Tabla 19: Tukey para la supervivencia a 40 días

Nro. de orden	Trat.	Rdto. Prom	Sig.
1	A	22.00	a
2	B	18.66	b
3	P	18.33	p

Fuente: Elaboración propia, basada en el registro de supervivencia.

Realizada la prueba de Tukey, en la tabla N° 19 se puede apreciar que la mayor supervivencia obtenida fue de 22 ejemplares El cual es estadísticamente superior al tratamiento B que logró una supervivencia de 18 ejemplares y para el tratamiento P, se mostró un promedio de 18 ejemplares. Los tratamientos mostraron una supervivencia de 94%, 93 % y 94 % de supervivencia.

4.2.4. Registro de parámetros ambientales

a) Temperatura de agua de mar en medio controlado

Durante los días de cultivo la temperatura varió 1.2 °C, variación que se registró diariamente tal como se muestra en la figura 8. Entre máximos y mínimos de 16.2 a 17.3 °C durante los días de estudio.

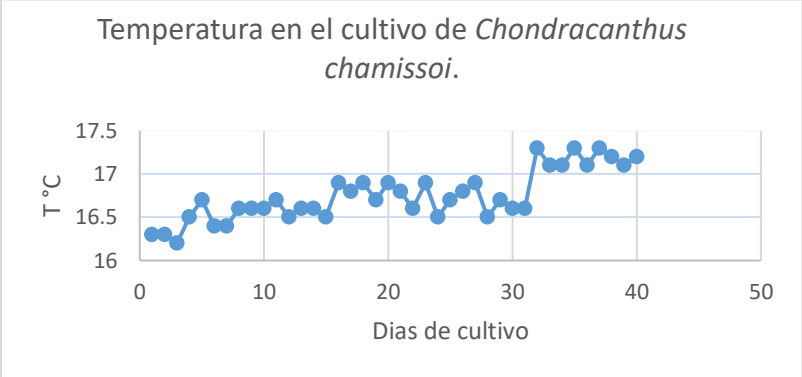


Figura 7: Fluctuación de temperatura en los días de cultivo.

b) PH del Agua de Mar en medio controlado

Durante los días de cultivo el pH varió ligeramente, mostrando valores máximos y mínimos de 7.6 a 7.8, variación que se registró diariamente tal como se muestra en la figura 9.

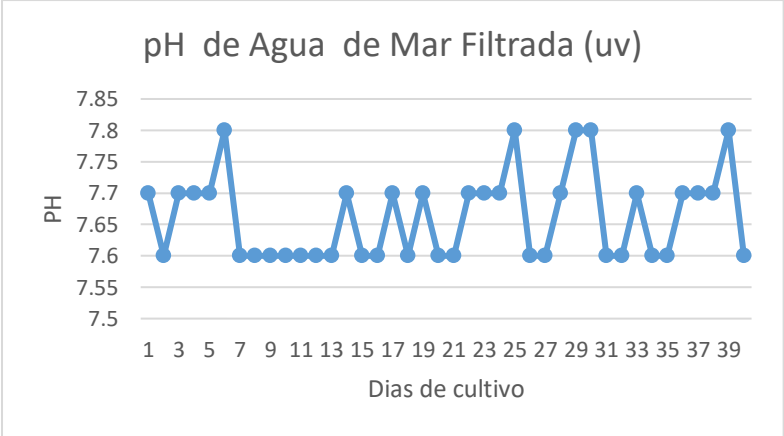


Figura 8: Fluctuación de pH en los días de cultivo.

4.3. Discusión

4.3.1. Implementación del cultivo de *C. chamissoi* en laboratorio.

La implementación del cultivo consta de la elaboración de bastidores y acondicionamiento de unidades de cultivo.

Se elaboró una estructura rectangular de PVC de ½", cuyos vértices estuvieron unidos por codos de 90° de color azul, la estructura fue desmontable para facilitar el manejo y sonetizada, durante los días de cultivo en los que se dispuso los sustratos artificiales al interior de las unidades de cultivo. Se tomo de referencia el trabajo realizado por Arbaiza, *et al.,* 2015.,y Bulboa, *et al*, 2013., para la implementación del cultivo en medio controlado.

4.3.2. Evaluación de tiempo de formación de discos de fijación secundaria y parámetros de crecimiento en longitud mediante la propagación vegetativa.

4.3.2.1. Formación de discos de fijación secundaria (DFS).

En esta etapa de estudio se evaluó el tiempo de formación de discos de fijación secundaria en los tratamientos, observándose entre los días 20 a 23 la formación de DFS, posterior de haber iniciado el acondicionamiento en los sustratos, esto contrasta con los resultados obtenidos por, Arbaiza S. (2016), que después de 20 días evidenció formación de DFS en todas las poblaciones de estudio y también la investigación de Sáez *et al* (2008) que observó que el tiempo de adhesión de discos de fijación secundaria fue de 25 días.

Por otro lado, Bulboa *et al*. (2005) Notó a través de los experimentos en cultivos en el mar, que esta especie tiene la capacidad de formar un disco de fijación secundaria en un sustrato artificial, anclando los talos de *C. chamissoi* al sustrato y evitando el desprendimiento, como estrategia de sobrevivencia en el tiempo, por lo que este estudio realizó el primer intento en corroborar dicha afirmación.

De la misma manera, según Ernesto Pariona y Patricia Gil-Kodaka (2011) realizaron experimentos de colonización en la playa Mendieta*, Reserva Nacional de Paracas,* donde el establecimiento y predominio de *C. chamissoi* sobre los sustratos calcáreos de manera preferente, esto explicaría el hecho que el Tratamiento C es decir el cabo de propileno no sea un buen sustrato para *C. chamissoi.*

4.3.2.2. Cicatrización de frondas fragmentadas.

La cicatrización de frondas fragmentadas es un proceso inmediato, a continuación de la fragmentación de frondas de *C. chamissoi* así el tiempo de sellado del daño generado en el tejido fragmentado únicamente duró 15 días, posteriormente se formaron brotes iniciales en los cortes realizados al tejido del alga hasta que en el día 20 era notoria la formación de nuevas ramificaciones, así como la formación de DFS. Confirmando que, *C. chamissoi* se caracteriza por generar nuevos brotes en un corto plazo a partir de frondas fragmentadas simultáneamente con discos de fijación secundaria.

Los resultados ratifican el estudio realizado por Saez, F., D. Yañez y J. Macchiavello (2015), donde indican que el tiempo de sellado de tejido dañado fue luego de 15 días. Con el estudio realizado cicatrización en frondas tetrasporofiticas y gametofíticas femeninas de *C. chamissoi* (gigartinales, Rhodophyta).

4.3.2. Crecimiento de *C. chamissoi* en laboratorio

El mejor crecimiento obtenido en los 40 días de cultivo en laboratorio, fue en el tratamiento (B) con una tasa de crecimiento de 4,78mm. ± 0.12mm./día y cultivada en sustrato artificial (malla de fruta) en comparación de tratamiento (A) que se observó una tasa de crecimiento de 3.94mm. ± 0.10 mm./día, cultivada en valva de almeja y en el grupo control (P) se observó una tasa de crecimiento diario de 3.70mm. ± 0,09 mm./día.

Sin embargo, Arbaiza *et al*. (2015) obtuvo un valor promedio de crecimiento y desarrollo muy variado entre las 4 repeticiones experimentales. La talla final fue T1: 2.15 mm, T2: 1.01 mm, T3: 1.13 mm y T4: 0.7 mm., indicando que el crecimiento es muy variable.

Mientras que los resultados obtenidos por, Bulboa *et al*. (2013) registraron variaciones entre 0,2 ± 0,03 y 3,5 ± 1,2 mm en cultivos sobre sustrato natural y en el sustrato artificial varió entre 0,8 ± 0,2 y 5,4 ± 0,1 mm.

4.3.3. Supervivencia

En este estudio, se registraron altas tasas de supervivencia en los tratamientos (B) y (P), en comparación con el tratamiento (A), observándose en los primero 20 días de cultivo una diferencia significativa en relación a los tratamientos B y P; lo que reflejaría una alta densidad de discos de fijación secundaria en el tratamiento (A).

Estos resultados evidencian que la supervivencia promedio para el tratamiento (A) es de 74.39% y para los tratamientos (B) y (P) es de 85.75 %. Evidenciándose una menor supervivencia en el tratamiento (A).

Por otro lado, *Bulboa et al*. (2013) describieron las tasas de supervivencia de DFS después de 40 días variaron entre 60 ± 12 y 100% en tallos unidos en sustrato natural, para sustrato artificial los valores variaron entre 89 ± 3 y 98 ± 3%, sin embargo no se puede atribuir que la supervivencia dependió directamente del tipo de sustrato utilizado, considerando que en cada tratamiento se utilizó sustratos distintos, además se trabajó en condiciones controladas, que es muy distinto de las condiciones naturales.

4.4. Conclusiones

- Se implementó un sistema de cultivo de algas rojas en el laboratorio de acuicultura del Instituto del Mar del Perú.
- Se obtuvo la formación de discos de fijación secundaria en la propagación vegetativa de *C. chamissoi* yuyo en un tiempo de 20 a 23 días y el tiempo de cicatrización de algas fragmentadas fue de 15 días.
- La mejor tasa de crecimiento obtenido en los 40 días de cultivo, fue en el tratamiento (B) con un valor de 4,78mm. ± 0.12mm./día el mismo que fue cultivada en sustrato artificial (malla de fruta) a partir de algas fragmentadas.
- La supervivencia más alta fue en el tratamiento (B) y (P) de 85.75 % ambos y de 74.39% en el tratamiento (A).
- El uso de cabo de propileno no permite el desarrollo de discos de fijación secundaria, por lo que no se recomienda para su uso en cultivo de *C. chamissoi.*

4.5. Recomendaciones

- Realizar un estudio sobre el cultivo de la *C. chamissoi* mediante la macro fragmentación de frondas in vitro.

- Profundizar trabajos de investigación relacionado a los inductores en sustratos artificiales y su aplicación en el cultivo de *C. chamissoi*

- Promover el escalamiento de experiencias similares a este estudio buscando dar valor agregado a las algas rojas, considerando su potencial reproductivo y factibilidad de cultivo. Realizar trabajos para determinar los índices de rentabilidad de los cultivos marinos.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbott, I.1996. Ethnobotany of seaweeds: clues to uses of seaweeds. Hydrobiologia 326/327:15-20.

Acleto, C. (1986). Algunos aspectos biológicos de Gigartina chamissoi (C. Ag.) J. Agardh (Rhodophyta, Gigartinales). *Revista de Ciencias. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 74*(1), 33-47.

Alveal, K., Romo, H., Werlinger, C., Vallejos, P., & Alveal, P. (1999). Desarrollo inicial de Chondracanthus chamissoi sobre sustrato artificial. *VII Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar. Lima, Perú* , 14 –15.

Arbaiza,S., (2016) Viabilidad reproductiva para el cultivo de *Chondracanthus chamissoi* proveniente de tres poblaciones del litoral Peruano *Lima, Perú*, 1-114

Arbaiza, S., Gil, P., & Arakaki, N. (2015). Fijación de Carposporas y formación de Discos de fijación secundaria de Chondracanthus chamissoi “yuyo” (Paiján, Perú) en condiciones Semi Controladas de Laboratorio. *1*(1), 1.

Ávila, M., Cáceres, J., Romo, H., Piel, M., Lobos, P., & Abades, S. (2008). Reproductive ecology of Chondracanthus chamissoi (Rhodophyta, Gigartinales) for management of wild population in central Chile. *V Asian Pacific Phycological Forum. Wellington, New Zealand*, 104.

Ávila, M., Piel, M., Cáceres, J., & Alveal., K. (2010). Cultivation of the red alga Chondracanthus chamissoi: sexual reproduction and seedling production in culture under controlled conditions. *Journal of Applied Phycology, 23*(3), 529-536.

Bulboa, C. , & Macchiavello, J. (2001). The effects of the light and temperature on different phases of the life history in the carrageenan producing alga Chondracanthus chamissoi (Rhodophyta, Gigartinales). *Botanica Marina, 44*, 371–374.

Bulboa, C., & Macchiavello, J. (2006). Cultivation of cystocarpic, tetrasporic and vegetative fronds of Chondracanthus chamissoi (Rhodophyta, Gigartinales) on ropes at two localities in northern Chile. *Investigaciones Marinas, 34*, 151–154.

Bulboa, C., Macchiavello, J., Oliveira, E., & Fonck, E. (2005). First attempt to cultivate the carrageenan producing seaweed Chondracanthus chamissoi (Rhodophyta; Gigartinales) in Northern Chile. *Aquaculture Research, 36*, 1069–1074.

Bulboa, C., Veliz, K., Saez, F., Sepulveda, C., Vega, L., & Macchiavello, J. (2013). A new method for cultivation of the carragenophyte and adible red seaweed Chondracanthus chamissoi based on secondary attachment disc: development inoutdoor tanks. *Aquaculture Research, 94*, 410-411.

Carbajal, W., De la Cruz, J., & Galál, J. (2005). Prospección del recurso Chondracanthus chamissoi en la caleta de Cherrepe, Lambayeque. *Informe de Instituto del Mar del Perú*.

Corporación Andina de Fomento (CAF). (2016). *Nuevos caminos para el desarrollo.* Obtenido de http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/921/CAF%20-%20FGCI%20-Nuevos%20caminos%20para%20el%20desarrollo-pdf%20final.pdf

Fonck, E., Martínez, R., Vásquez, J., & Bulboa, C. (2008). Factors that affect there-attachment of Chondracanthus chamissoi (Rhodophyta, Gigartinales) thalli. *J Appl Phycol, 20*, 311–314.

González, J., & Meneses, I. (1996). Differences in the early stages of development of gametophytes and tetrasporophytes of *Chondracanthus chamissoi* (C. Ag.) Kützing from Puerto Aldea, northern Chile. *Aquaculture Research, 143*, 91–107.

Icochea , E. (2008). Bases biológicas para el manejo del recurso *chondracanthus chamissoi* en el litoral marino de huanchaco, departamento la libertad, perú. Trujillo0.,1 - 50.

González, J., Meneses, I., & Vasquez, J. (1997). Field studies in Chondracanthus chamissoi (C. Agardh) Kützing: seasonal and spatial variations in life-cycle phases. *Biología Pesquera, 26*, 3–12.

Macchiavello, J., Bulboa, C., & Edding, M. (2003). Vegetative propagation and spore recruitment in the carrageenophyte Chondracanthus chamissoi (Rhodophyta, Gigartinales) in northern Chile. *Phycol. Res., 51*, 45-50.

Macchiavello, J., Bulboa, C., Sepúlveda, C., Véliz, K., Sáez, F., Vega, L., & Véliz, R. (2013). “Alternativas Tecnológicas para el Cultivo de Chondracanthus chamissoi en la Zona Norte de Chile a partir de Discos de Fijación Secundaria”. *Manual de Cultivo de Chondracanthus chamissoi (Chicorea de mar). FONDEF-HUAM AQ08I-1028* .

M.D. Guiry in Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2018. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. http://www.algaebase.org; searched on 31 July 2018.

Otaiza, R., & Fonseca, F. (2011). Effect of dissolved calcium on the formation of secondary attachment structures in different types of branches of Chondracanthus chamissoi (Rhodophyta, Gigartinales). *Revista de Biología Marina y Oceanografía, 46*, 263-268.

Otaiza, R., & Cáceres, J. (2015). Manual de una técnica para el repoblamiento de la chicoria de mar, Chondracanthus chamissoi (C. Agardh) Kützing (Rhodophyta, Gigartinales), en praderas naturales, Región del Biobío. *Proyecto FONDEF-HUAM AQ12I0004*, 40.

Pariona, E. y Gil-Kodaka, P. (2011). Colonización de *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta, Gigartinales) sobre sustratos calcáreos en Playa Mendieta,

Reserva Nacional de Paracas. [revista cientifica] DOI: http://dx.doi.org/10.21704/ac.v76i2.854, lima.

ProChile. (diciembre de 2014). *https://www.prochile.gob.cl/wp-content/files_mf/1426533485PMP_Francia_Algas_2014.pdf.* Obtenido de https://www.prochile.gob.cl/wp-content/files_mf/1426533485PMP_Francia_Algas_2014.pdf

PromPerú. (2014). Desenvolvimiento del Comercio Exterior Pesquero. *Informe Anual, 1*, 90.

Ramírez, M., & Santelices, B. (1991). Catálogo de las algas marinas bentónicas de la costa temperada del pacífico de Sudamérica. En *Monografías biológicas - Facultad de Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica de Chile, Nº 5* (Vol. 1, pág. 437). Santiago.

Riofrío Vargas, O. L. (2003). Efecto de la variabilidad térmica sobre la biología vegetativa y reproductiva de Chondracanthus chamissoi (C. Agardh) Kutzing (Rhodophyta) en la bahía de Ancón, Perú. *Tesis para optar el título profesional de Biólogo con mención en Botánica. U.N.M.S.M.* Lima, Perú.

Saez, F., Macchiavello, J., Fonck, E., & Bulboa, C. (2008). The role of the secondary attachment disc in the vegetative propagation of Chondracanthus chamissoi (Gigartinales, Rhodophyta). *Aquatic Botany, 89*, 63–65.

Silva, K. (2013). El promisorio cultivo de la chicoria de mar Chondracanthus chamissoi en Chile. *Mundo Acuícola Pesquero - Edición Nº 91*, 48. Obtenido de https://issuu.com/mundoacuicola/docs/edicion_91

Tapia, L. (2003). Guía de biodiversidad N° 4. Vol. I Macrofauna y algas marinas. Universidad de Antofagasta. Departamento de acuicultura. Facultad de recursos del mar, Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental, II Región de Antofagasta – Chile. *Proyecto Mecesup Ant 0003*.

Uribe, Eduardo; Alvarez, Gonzales; Rengel, Jose; Hiche, Gloria; Sepúlveda, Chistian; Rodriguez, Cecilia Amor. (2018). Comiendo Algas. *recetas de cocina*, 1-88.

Vásquez, J. A., & Alonso Vega, J. M. (2001). Chondracanthus chamissoi (Rhodophyta, Gigartinales) in northern Chile: Ecological aspects for management of wild population. *Journal of Applied Phycology, 13*, 267–277. doi:https://doi.org/10.1023/A:1011152922832

Anexos

Tabla 20: Pruebas de normalidad para LT de alga en tratamiento A (valva de almeja).

TRATAMIENTO			Shapiro-Wilk	
			Estadístico	Sig.
VALVA DE ALMEJA (LT- mm)	DIA 10	R1	0,920	0,248
		R2	0,942	0,483
		R3	0,920	0,252
	DIA 20	R1	0,885	0,084
		R2	0,924	0,288
		R3	0,886	0,085
	DIA 30	R1	0,894	0,110
		R2	0,900	0,135
		R3	0,910	0,183
	DIA 40	R1	0,930	0,345
		R2	0,914	0,206
		R3	0,953	0,647

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21: Pruebas de normalidad para LT de alga en tratamiento B (Malla de fruta)

TRATAMIENTO			Shapiro-Wilk	
			Estadístico	Sig.
MALLA DE FRUTA (LT - mm)	DIA 10	R1	0,918	0,236
		R2	0,950	0,602
		R3	0,947	0,561
	DIA 20	R1	0,945	0,526
		R2	0,963	0,793
		R3	0,874	0,058
	DIA 30	R1	0,910	0,185
		R2	0,945	0,526
		R3	0,918	0,234
	DIA 40	R1	0,949	,0,590
		R2	0,943	0,492
		R3	0,966	0,849

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22: Pruebas de normalidad tratamiento P (grupo patrón)

TRATAMIENTO			Shapiro-Wilk	
			Estadístico	Sig.
TRATAMIENTO PATRON (LT - mm)	DIA 10	R1	0,974	0,939
		R2	0,930	0,336
		R3	0,954	0,657
	DIA 20	R1	0,948	0,567
		R2	0,966	0,848
		R3	0,927	0,308
	DIA 30	R1	0,939	0,441
		R2	0,956	0,692
		R3	0,958	0,718
	DIA 40	R1	0,956	0,694
		R2	0,895	0,114
		R3	0,960	0,759

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23: Base de datos crecimiento tratamiento A (DFS – LT)

VALVA DE ALMEJA															
TRATAMIENTO	DIA	REPLICA	LT	TRATAMIENTO	DIA	REPLICA	LT	TRATAMIENTO	DIA	REPLICA	LT	TRATAMIENT	DIA	REPLICA	LT
1	10	1	0.5	1	20	1	2	1	30	1	3	1	40	1	3.8
1	10	1	1	1	20	1	2.1	1	30	1	3	1	40	1	3.8
1	10	1	1	1	20	1	2.2	1	30	1	3	1	40	1	4
1	10	1	1	1	20	1	2.3	1	30	1	3	1	40	1	4
1	10	1	1.3	1	20	1	2.4	1	30	1	3.1	1	40	1	4.3
1	10	1	1.4	1	20	1	2.4	1	30	1	3.2	1	40	1	4.4
1	10	1	1.5	1	20	1	2.4	1	30	1	3.2	1	40	1	4.5
1	10	1	1.5	1	20	1	2.5	1	30	1	3.3	1	40	1	4.5
1	10	1	1.8	1	20	1	2.5	1	30	1	3.4	1	40	1	4.5
1	10	1	1.8	1	20	1	2.6	1	30	1	3.5	1	40	1	4.5
1	10	1	1.8	1	20	1	2.6	1	30	1	3.5	1	40	1	4.8
1	10	1	1.8	1	20	1	2.6	1	30	1	3.5	1	40	1	4.9
1	10	1	2	1	20	1	2.6	1	30	1	3.7	1	40	1	5
1	10	2	1	1	20	2	4	1	30	2	1.8	1	40	2	2.8
1	10	2	1.8	1	20	2	2.2	1	30	2	2.2	1	40	2	3.5
1	10	2	1.8	1	20	2	3	1	30	2	2.4	1	40	2	3.3
1	10	2	3	1	20	2	2.5	1	30	2	3.8	1	40	2	3.8
1	10	2	1.5	1	20	2	1	1	30	2	3	1	40	2	3.6
1	10	2	2.1	1	20	2	1.8	1	30	2	3.5	1	40	2	6
1	10	2	1	1	20	2	1.9	1	30	2	5	1	40	2	2.7
1	10	2	1	1	20	2	2	1	30	2	2.5	1	40	2	3
1	10	2	0.5	1	20	2	2	1	30	2	3	1	40	2	4
1	10	2	1.6	1	20	2	1.6	1	30	2	2.8	1	40	2	4.5
1	10	2	1.8	1	20	2	1.6	1	30	2	3	1	40	2	3.5
1	10	2	2.8	1	20	2	2.4	1	30	2	3	1	40	2	4
1	10	2	1.6	1	20	2	2.4	1	30	2	3	1	40	2	4.7
1	10	3	0.7	1	20	3	2.5	1	30	3	2.6	1	40	3	3
1	10	3	0.8	1	20	3	2	1	30	3	3.3	1	40	3	3.8
1	10	3	1	1	20	3	4	1	30	3	2	1	40	3	3
1	10	3	1.2	1	20	3	3.1	1	30	3	4.5	1	40	3	3.5
1	10	3	1	1	20	3	2	1	30	3	3	1	40	3	4.5
1	10	3	1.3	1	20	3	2.2	1	30	3	2.2	1	40	3	3.2
1	10	3	1	1	20	3	2	1	30	3	2.8	1	40	3	4.1
1	10	3	1.8	1	20	3	1.6	1	30	3	2.4	1	40	3	3.5
1	10	3	1.6	1	20	3	2.4	1	30	3	2.8	1	40	3	3.2
1	10	3	1.5	1	20	3	1.2	1	30	3	2.4	1	40	3	3.6
1	10	3	0.5	1	20	3	2	1	30	3	2.6	1	40	3	4
1	10	3	2.6	1	20	3	2	1	30	3	3.8	1	40	3	3.9
1	10	3	1.2	1	20	3	2.5	1	30	3	3	1	40	3	4
		prom	1.44				2.28				3.05				3.94
		min	0.5			min	1				1.8				2.7
		max	3			max	4				5				6

Tabla 24: Base de datos crecimiento tratamiento B (DFS – LT)

MALLA DE FRUTA

TRATAMIENTO	DIA	REPLICA	LT	TRATAMIENTO	DIA	REPLICA	LT	TRATAMIENTO	DIA	REPLICA	LT	TRATAMIENT	DIA	REPLICA	LT
2	10	1	1	2	20	1	2.5	2	30	1	3.5	2	40	1	4.1
2	10	1	1	2	20	1	2.6	2	30	1	3.5	2	40	1	4.2
2	10	1	1.4	2	20	1	2.7	2	30	1	3.5	2	40	1	4.3
2	10	1	1.5	2	20	1	2.8	2	30	1	3.6	2	40	1	4.4
2	10	1	1.6	2	20	1	2.9	2	30	1	3.6	2	40	1	4.5
2	10	1	1.4	2	20	1	2.9	2	30	1	3.7	2	40	1	4.2
2	10	1	1.5	2	20	1	3	2	30	1	3.7	2	40	1	4.3
2	10	1	1.4	2	20	1	3	2	30	1	3.8	2	40	1	4.6
2	10	1	1.6	2	20	1	3	2	30	1	3.8	2	40	1	4.8
2	10	1	1.7	2	20	1	3	2	30	1	3.9	2	40	1	4.9
2	10	1	1.9	2	20	1	3	2	30	1	3.9	2	40	1	4.7
2	10	1	1.8	2	20	1	3.2	2	30	1	4.1	2	40	1	4.8
2	10	1	1.9	2	20	1	3.3	2	30	1	4.1	2	40	1	5.2
2	10	2	1	2	20	2	2.2	2	30	2	3	2	40	2	3.8
2	10	2	3	2	20	2	4.5	2	30	2	3.9	2	40	2	4
2	10	2	3.8	2	20	2	2.9	2	30	2	5.1	2	40	2	4.1
2	10	2	2	2	20	2	3	2	30	2	3	2	40	2	3.8
2	10	2	2	2	20	2	3	2	30	2	3.2	2	40	2	4.5
2	10	2	2	2	20	2	4	2	30	2	3.9	2	40	2	5
2	10	2	2.1	2	20	2	2.1	2	30	2	4.3	2	40	2	5.1
2	10	2	2.3	2	20	2	2.8	2	30	2	4.3	2	40	2	6
2	10	2	2.8	2	20	2	3.2	2	30	2	4.6	2	40	2	5.2
2	10	2	3.1	2	20	2	3.4	2	30	2	4	2	40	2	4.5
2	10	2	2.6	2	20	2	3.5	2	30	2	5.4	2	40	2	5.4
2	10	2	2.5	2	20	2	3	2	30	2	4.5	2	40	2	4.5
2	10	2	2	2	20	2	3.9	2	30	2	4.5	2	40	2	5.2
2	10	3	3	2	20	3	2.4	2	30	3	4	2	40	3	3.7
2	10	3	2.1	2	20	3	2.8	2	30	3	4.8	2	40	3	4
2	10	3	3.5	2	20	3	3.2	2	30	3	4	2	40	3	5
2	10	3	2.4	2	20	3	3.1	2	30	3	3.5	2	40	3	5.5
2	10	3	2.4	2	20	3	3.6	2	30	3	3.8	2	40	3	4.9
2	10	3	3.4	2	20	3	3.4	2	30	3	4	2	40	3	5.7
2	10	3	3.9	2	20	3	3	2	30	3	3.9	2	40	3	4.8
2	10	3	3	2	20	3	3.7	2	30	3	4.9	2	40	3	4.9
2	10	3	2.8	2	20	3	3.6	2	30	3	4.8	2	40	3	6
2	10	3	3.5	2	20	3	3.7	2	30	3	5.6	2	40	3	6.2
2	10	3	3	2	20	3	3.6	2	30	3	5.3	2	40	3	5.8
2	10	3	2.2	2	20	3	3.8	2	30	3	4.3	2	40	3	4.5
2	10	3	3	2	20	3	3.6	2	30	3	5.5	2	40	3	5.2
		prom	2.28461538				3.15128205				4.12307692				4.77692308
		min	1			min	2.1				3				3.7
		max	3.9			max	4.5				5.6				6.2

Tabla 25: Base de datos crecimiento tratamiento P (DFS – LT)

VALVA DE CHANQUE

TRATAMIENTO	DIA	REPLICA	LT	TRATAMIENTO	DIA	REPLICA	LT	TRATAMIENTO	DIA	REPLICA	LT	TRATAMIENT	DIA	REPLICA	LT
3	10	1	1	3	20	1	2	3	30	1	3.2	3	40	1	4.4
3	10	1	0.5	3	20	1	1.8	3	30	1	2.6	3	40	1	3.4
3	10	1	1.5	3	20	1	2.4	3	30	1	3.2	3	40	1	3.9
3	10	1	1.5	3	20	1	2.6	3	30	1	3.6	3	40	1	4.4
3	10	1	1.8	3	20	1	2.4	3	30	1	3	3	40	1	3.8
3	10	1	2	3	20	1	2.5	3	30	1	3	3	40	1	4.5
3	10	1	1.8	3	20	1	2.6	3	30	1	3.5	3	40	1	4.5
3	10	1	1	3	20	1	2.1	3	30	1	3.1	3	40	1	3.8
3	10	1	1.4	3	20	1	1.8	3	30	1	2.2	3	40	1	3
3	10	1	2	3	20	1	2.8	3	30	1	3.5	3	40	1	4.2
3	10	1	1.3	3	20	1	2.5	3	30	1	3.5	3	40	1	4
3	10	1	1	3	20	1	2.3	3	30	1	3.5	3	40	1	4.3
3	10	1	2.6	3	20	1	3.3	3	30	1	4	3	40	1	4.9
3	10	2	2	3	20	2	3	3	30	2	4	3	40	2	5
3	10	2	1	3	20	2	1.6	3	30	2	2.4	3	40	2	3
3	10	2	1	3	20	2	1.8	3	30	2	2.2	3	40	2	2.7
3	10	2	1	3	20	2	1.6	3	30	2	2.3	3	40	2	3.5
3	10	2	0.5	3	20	2	1	3	30	2	1.8	3	40	2	2.6
3	10	2	1.6	3	20	2	2	3	30	2	2.4	3	40	2	2.8
3	10	2	1.8	3	20	2	2.4	3	30	2	2.8	3	40	2	3.4
3	10	2	1.8	3	20	2	2.2	3	30	2	3	3	40	2	3.5
3	10	2	2.1	3	20	2	2.8	3	30	2	3	3	40	2	3.6
3	10	2	1.4	3	20	2	2.5	3	30	2	3.2	3	40	2	3.8
3	10	2	1.5	3	20	2	2	3	30	2	3	3	40	2	3.8
3	10	2	1.8	3	20	2	2.5	3	30	2	3	3	40	2	3.6
3	10	2	1.6	3	20	2	2.5	3	30	2	3.3	3	40	2	3.8
3	10	3	1.2	3	20	3	2.5	3	30	3	2.8	3	40	3	3.2
3	10	3	0.7	3	20	3	1.5	3	30	3	2	3	40	3	2.8
3	10	3	1.8	3	20	3	2.2	3	30	3	3.3	3	40	3	4.1
3	10	3	1	3	20	3	2	3	30	3	3	3	40	3	4
3	10	3	1.6	3	20	3	2	3	30	3	2.5	3	40	3	3
3	10	3	1.2	3	20	3	1.4	3	30	3	2	3	40	3	3
3	10	3	0.5	3	20	3	1.6	3	30	3	2.4	3	40	3	3.4
3	10	3	1	3	20	3	2	3	30	3	3	3	40	3	3.8
3	10	3	1.3	3	20	3	2.6	3	30	3	3.5	3	40	3	4.2
3	10	3	2	3	20	3	2.2	3	30	3	3	3	40	3	3.8
3	10	3	1	3	20	3	1.6	3	30	3	2.6	3	40	3	3.5
3	10	3	0.6	3	20	3	1.6	3	30	3	2.4	3	40	3	3.6
3	10	3	1.2	3	20	3	2.2	3	30	3	2.9	3	40	3	3.6
		prom	1.37				2.16				2.92				3.70
		min	0.5			min	1				1.8				2.6
		max	2.6			max	3.3				4				5

Tabla 26: Supervivencia de *Chondracanthus chamissoi*

	V. ALMEJA (A)	M. FRUTA (B)	V. CHANQUE (P)
DIA 10	49	21	21
DIA20	32	21	21
DIA 30	23	20	20
DIA 40	22	19	18

Tabla 27: Composición química de nutriente PROVASOLI

Chemical compound	Provasoli (PES) (Final concentration)	Simple Medium (SM) (Final concentration)
NaCl	12.5%	
$NaNO_3$	0.65 mM	
Na_2glycerophosphate x $5H_2O$	0.026 mM	
$FeCl_3$ x $6H_2O$	0.7 µM	0.09 µM
Na_2EDTA x $2H_2O$	7.8 µM	0.05 µM
Vitamin B-12	1.6 µg l^{-1}	
Thiamine	8.0 µg l^{-1}	
Biotin	0.8 µg l^{-1}	
Buffer TRIS	0.66 mM	
H_3BO_3	72.0 µM	
$CoSO_4$ x $7H_2O$	0.07 µM	
$ZnSO_4$ x $7H_2O$	0.3 µM	
Common salt (99% NaCl)		12.6%
Superphosphate triple (fuente de P)		20.0 mg l^{-1}
Saltpeter-K (fuente de N)		60.7 mg l^{-1}
Sodium bicarbonate (fuente de C)		500 mg l^{-1}