



# **Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

**Facultad de Ciencias**

**Escuela Profesional de Biología con Mención en Biotecnología**

**Producción de suginori verde a partir de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo”  
provenientes de cultivos en laboratorio y praderas naturales en las regiones de  
Ica y Piura**

**Tesis**

**Para optar Título Profesional de Bióloga con Mención en Biotecnología**

**Autora**

**Dionicio de la Cruz Cynthia Malu**

**Asesor**

**Dr. Guzmán Sánchez William Andres**

**Huacho – Perú**

**2023**



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

## LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 02-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

*“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”*

Facultad de Ciencias.

Escuela Profesional de Biología con Mención En Biotecnología

### INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Dionicio de la Cruz, Cynthia Malu	77209702	28/09/2023
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Guzmán Sánchez, William Andrés	06015776	0000-0003-1424-4287
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Romero Bozzetta, José Luis	15581525	0000-0002-6631-1480
Diaz Pillasca, Hermila Belba	15601607	0000-0002-2491-3774
Aguilar Luna Victoria, Miguel Ángel	17854491	0000-0003-1699-1913

# PRODUCCION DE SUGINORI VERDE A PARTIR DE Chondracanthus chamissoi "YUYO" PROVENIENTES DE CULTIVOS EN LABORATORIO Y PRADERAS NATURALES EN LAS REGIONES DE ICA Y PIURA

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.unjfsc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>3</b>	<b>www.scielo.org.mx</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion</b> Trabajo del estudiante	<b>1</b> %
<b>5</b>	<b>unjfsc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>6</b>	<b>www.ifop.cl</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>7</b>	<b>archive.org</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

**TESIS**

**PRODUCCION DE SUGINORI VERDE PROVENIENTES DE  
CULTIVOS EN LABORATORIO Y PRADERAS NATURALES EN  
LAS REGIONES DE ICA Y PIURA**

**JURADO EVALUADOR**

**Dr. ROMERO BOZZETTA JOSE LUIS**

**PRESIDENTE**

**Mg. DIAZ PILLASCA HERMILA BELBA**

**SECRETARIO**

**Dr. AGUILAR LUNA VICTORIA MIGUEL ANGEL**

**VOCAL**

## **DEDICATORIA:**

A Dios, primero por la vida brindada, y hacer posible la culminación de unas de mis metas trazadas. Mis amados padres, mi Madre María Elva De La Cruz Varas, mi Padre Julián Dionicio Granados, por sus consejos brindados, su apoyo incondicional, valores y paciencia. A mis hermanos Dios me dio la dicha de tenerlos, son mi todo; gracias por sus consejos su amor infinito. Mi Tía Julia, mi segunda Mamá por su apoyo y por ser parte de este logro, su amor, y consejos. También a todos mis sobrinos que saben que los AMO, mis sobrinos favoritos.

## **AGRADECIMIENTO:**

A mi creador mi Señor y Soberano Jesucristo, por su infinita gracia, y haberhecho realidad una etapa más de mi vida profesional, y cumplir todos mis anhelos de mi corazón. También, a la entidad COTRAPALMAR – PNIPA por brindarme la oportunidad de formar parte de su equipo de investigación, y el desarrollo del trabajo de Tesis en la localidad de Pisco y Piura, y sus enseñanzas dadas. Y compañeras (tesistas) momentos compartidos, y el apoyo mutuo las quiero ¡A mi Asesor el Dr. William Andrés Guzmán Sánchez, por su apoyo en la elaboración del proyecto de Tesis, así también sus conocimientos compartidos, sus experiencias en el ámbito profesional, dedicación y paciencia! Y a otras amistades que no alcanzaría hojas al mencionarlos, porque ellos también formaron parte de este logro, por ayuda incondicional, por su aprecio, y dedicación a mi persona, muchísimas gracias ¡especialmente a E.E.L.A.

# ÍNDICE GENERAL

CARATULA	I
TITULO	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
INDICE GENERAL	V
INDICE DE TABLAS	VI
INDICE DE FIGURAS	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
INTRODUCCION	1
CAPITULO I	3
PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	3
1.1. Descripción de la realidad problemática	3
1.2. Formulación del problema	6
1.2.1. Problema general	6
1.2.2. Problema específico	7
1.3. Objetivos de la investigación	7
1.3.1. Objetivo general	7
1.3.2. Objetivos específicos	7
1.4. Justificación de la investigación	8
1.5. Delimitación del estudio	9
CAPITULO II	10
MARCO TEORICO	10
2.1. Antecedentes de la investigación	10
2.2. Investigaciones internacionales	10

2.3.	Investigaciones nacionales	12
2.3.1	Bases teóricas	17
2.3.2	Bases filosóficas	20
2.3.3	Definición de términos básicos	23
2.3.4	Hipótesis de investigación	24
2.4.	Hipótesis general	24
2.5.	Hipótesis específicas	25
2.6.	Operacionalización de variables	25
	<b>CAPITULO III</b>	28
	<b>METODOLOGIA</b>	28
3.1.	Diseño metodológico	28
3.2.	Población y muestra	28
3.2.1	Población	29
3.2.2	Muestra	29
3.3	Técnicas de recolección de datos	30
3.4	Técnicas para el procesamiento de la información	34
	<b>CAPITULO IV</b>	36
	<b>RESULTADOS</b>	36
4.1.	Análisis de resultados	37
4.2	Contrastación de hipótesis	51
	<b>CAPITULO V</b>	52
	<b>DISCUSION</b>	52
5.1.	Discusión de resultados	52
	<b>CAPITULO VI</b>	60
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	60
6.1.	Conclusiones	61
6.2.	Recomendaciones	62
	<b>REFERENCIAS</b>	63
7.1.	Fuentes documentales	64
7.2.	Fuentes bibliográficas	67
	Fuentes electrónicos	68
	Anexos	77

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Prueba de Levene y Shapiro-Wilk para evaluar homocedasticidad de varianzas y normalidad.	37
Tabla 2	Análisis de varianza para evaluación del rendimiento seco en la producción de suginori verde.	38
Tabla 3	Prueba de Tukey para rendimiento seco en la producción de suginori verde, según localidad, tipo de inóculo, fase y concentración de cal.	39
Tabla 4	Prueba organoléptica después de rehidratación de suginori verde: Pisco cultivo Puntilla fase Gametofito.	41
Tabla 5	Prueba organoléptica después de rehidratación de suginori verde: Pisco cultivo Puntilla fase Esporofito.	42
Tabla 6	Prueba organoléptica después de rehidratación de suginori verde: Pisco Pradera Playón fase Gametofito.	43
Tabla 7	Prueba organoléptica después de rehidratación de suginori verde: Pisco Pradera Playón fase Esporofito.	44
Tabla 8	Prueba organoléptica después de rehidratación de suginori verde: Piura Cultivo Sechura Zona Barrancos fase Gametofito.	45
Tabla 9	Prueba organoléptica después de rehidratación de suginori verde: Piura Cultivo Sechura Zona Barrancos fase Esporofito.	46
Tabla 10	Prueba organoléptica después de rehidratación de suginori verde: Piura Pradera Puerto Rico Bayóvar fase Gametofito.	47

Tabla 11	Prueba organoléptica después de rehidratación de suginori verde: Piura Pradera Puerto Rico Bayóvar fase Esporofito.	48
Tabla 12	Análisis proximal de suginori verde de Pisco Pradera Playón fase Gametofito (PPPG) y Esporofito (PPPE).	49
Tabla 13	Análisis proximal de suginori verde de Pisco Cultivo Puntilla fase Gametofito (PCPG) y Esporofito (PCPE).	49
Tabla 14	Análisis proximal de suginori verde de Piura Pradera Puerto Rico Bayóvar fase Gametofito (PPBG) y Esporofito (PPBE).	50
Tabla 15	Análisis proximal de suginori verde de Piura Cultivo Sechura Zona Barrancos Fase Gametofito (PCSG) y esporofito (PCSE).	50
Tabla 16	Análisis de varianza para evaluación del rendimiento seco en la Producción de suginori verde.	51

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de Ubicación geográfica.	9
Figura 2	Ciclo de vida de <i>Chondracanthus chamissoi</i> “yuyo”.	19
Figura 3	Rendimiento seco en la producción de suginori verde, según localidad, tipo de inóculo, fase y concentración de cal.	36
Figura 4	Proporciones de fase de vida.	40

## RESUMEN

Objetivo: La investigación tuvo como objetivo evaluar los parámetros de producción de suginori verde a partir de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo” provenientes de cultivos en laboratorio y pradera naturales en las regiones de Ica y Piura. Método: La metodología fue Cuantitativa Aplicada, explicativa, con diseño experimental. La muestra fue aleatoria, se plantearon 96 evaluaciones. **Resultados:** Los resultados del análisis de varianza determinó efecto significativo ( $p \leq 0.05$ ) de la fase y concentración de cal sobre el rendimiento seco en la producción de suginori verde, luego en la prueba de Tukey se determinó como mejores tratamientos para Piura tipo de inóculo pradera, en la fase gametofito y concentración de cal de 6.25 g/L con valor de rendimiento seco 7.73%. Y en la localidad de Pisco con mayor rendimiento fueron con tipo de inóculo de cultivo, en la fase gametofito y concentración de cal de 100 y 6.25 g/L con valores de rendimiento seco 7.10 y 6.83%, respectivamente. **Conclusión:** Existen diferencias significativas de la fase y concentración de cal sobre el rendimiento seco en la producción de suginori verde a partir de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo” provenientes de cultivo en laboratorio y praderas naturales en las regiones de Ica y Piura.

**Palabras Claves:** producción de suginori verde, *Chondracanthus chamissoi*, cultivos de laboratorio.

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of the research was to evaluate the production parameters of green suginori from *Chondracanthus chamissoi* "yuyo" from laboratory cultures and natural pastures in the regions of Ica and Piura. **Method:** The methodology was applied quantitative, explanatory, with experimental design. The sample was randomized and 96 evaluations were made. **Results:** The results of the analysis of variance determined a significant effect ( $p \leq 0.05$ ) of the phase and lime concentration on the dry yield in the production of green suginori, then the Tukey test determined the best treatments for Piura as type of meadow inoculum, in the gametophyte phase and lime concentration of 6.25 g/L with a dry yield value of 7.73%. And in the locality of Pisco, the highest yields were obtained with the type of crop inoculum, in the gametophyte phase and lime concentration of 100 and 6.25 g/L with dry yield values of 7.10 and 6.83%, respectively. **Conclusion:** There are significant differences of the phase and lime concentration on the dry yield in the production of green suginori from *Chondracanthus chamissoi* "yuyo" from crops and natural grasslands in the regions of Ica and Piura

**Key words:** Production of green suginori, *Chondracanthus chamissoi*, laboratory cultures

## INTRODUCCION

Las macroalgas marinas son organismos pluricelulares que habitan playas rocosas con mares templados a fríos de todo el planeta. Es importante destacar sus diferentes funciones ya que son organismos fotosintetizadores cumpliendo un rol de productores primarios en la cadena trófica. Asimismo, entre la diversidad de especies de algas, se halla *Chondracanthus chamissoi*, alga roja conocido como “yuyo” también llamado mococho, chicorea de mar, cochayuyo.

Para ello, el estudio abordó como propósito evaluar los parámetros de producción de suginori verde a partir de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo” provenientes de cultivos en laboratorio y pradera naturales en las regiones de Ica y Piura La tesis cuenta con seis capítulos además de, las referencias y anexos Dentro del:

Capítulo I, se tocan puntos como planteamiento de problema, luego se verá la realidad problemática, con ello se dará la formulación de problemas, para luego plantear los objetivos de la investigación, establecer la justificación del trabajo realizado y por último la delimitación y viabilidad del estudio.

Dentro del Capítulo II, se presentan los antecedentes de investigación tanto a nivel internacional, nacional y local, así mismo, se establecen las bases teóricas y filosóficas junto con la definición de términos y por último la operacionalización de las variables.

Dentro del Capítulo III, se presenta la metodología de estudio, donde se encuentran los diseños de muestreo y procesamiento estadístico.

Dentro del Capítulo IV, se muestran los resultados en forma gráfica y descriptiva.

Dentro del capítulo V, se discuten los resultados contrastándolos con otros autores.

Dentro del Capítulo VI, se dan conocer las conclusiones y recomendaciones.

Finalmente, se presentan las referencias utilizadas en el trabajo y anexos.

# CAPITULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Las macroalgas marinas son organismos pluricelulares que habitan en playas rocosas con mares templados a fríos de todo el planeta. Es importante destacar sus diferentes funciones ya que son organismos fotosintetizadores cumpliendo un rol de productores primarios en la cadena trófica marina (Vera Izurieta, 2014).

Entre la diversidad de especies de algas, se halla *Chondracanthus chamissoi*, alga roja conocido comúnmente como “yuyo” también llamado mococho, chicorea de mar, cochayuyo. Se encuentra en el litoral peruano desde Paita, en la región de Piura al norte de Perú (5°S, Perú) y Chiloé, en Chile (42°S, Chile); crece sobre sustratos rocosos, en habidad de zona intermareal hasta submareal en una profundidad de 15 m (Arbaiza Quispe S.j.,2016).

Actualmente, países asiáticos lo consumen por su alto valor nutricional ya sea en seco o húmedo (fresco); a su vez se viene desarrollando en las industrias como materia prima en la extracción de ficocoloides, alginatos, agares. Siendo así, Japón uno de los países que consume algas marinas alcanzando un 8.5% g/día, sin embargo, Chile es uno de los primeros productores de macroalgas (Saavedra, y otros, 2019).

En Perú, a pesar de la importancia y el desarrollo de líneas de investigación referente al cultivo de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo”; no se ha obtenido una mejora en la producción y contrarrestar la presente demanda; ya que no ha sido posible hacer sistemas de cultivo efectivos y cubrir las necesidades de desarrollo para mejorar la competitividad de tecnologías disponibles (Arbaiza Quispe S. J., 2016).

Por tanto, existe la necesidad de estandarizar y optimizar protocolos para el procesamiento y desarrollo de nuevos productos con alto valor agregado como es el caso de suginori verde; a fin de generar una alternativa de desarrollo, con altos estándares de calidad para su comercialización en la exportación. Actualmente en Chile, *Chondracanthus chamissoi* “yuyo” el 90% es utilizada para el procesamiento de suginori verde, rojo para el consumo humano directo, con un alto valor agregado; valorizado en los mercados el kilogramo entre US\$ 23 a US\$ 26 (Vidal & O Ryan, 2015).

Por tanto, el desarrollar tecnologías para el aprovechamiento racional de *Chondracanthus chamissoi*, “yuyo” en el Perú; esto beneficiaría económicamente al sector pesquero artesanal y pequeñas empresas; y contribuiría a disminuir la sobre explotación de las praderas naturales. Cabe mencionar que, se han realizado diversos proyectos basados en cultivo piloto de esta especie a pequeña escala (Vidal & O Ryan, 2015).

Sin embargo, para desarrollar un sistema de cultivo de algas, es necesario identificar ciertas variables socioeconómicas; por ejemplo, la disponibilidad de los materiales, infraestructura, entre otros. En cuanto al cultivo de praderas naturales se toma en cuenta el material limpio, libre de epifitos e impurezas sin cistocarpos, el color y tamaño. De manera que, esto implica las

exigencias que se tomaría en cuanto al rendimiento, producción y calidad de estos recursos para su consumo humano directo (Saavedra, y otros, 2019).

Por otro lado, Perú presenta un clima tropical y subtropical ,tanto en las regiones de Piura y Pisco de alta productividad de este recurso; presentan condiciones fisicoquímica que influyen en la biomasa de algas marinas; como es en el caso de la temperatura superficial de mar de 21,82°C en la zona norte mientras en la zona centro y sur es de 21,83°C y 20,65°C; esto indica que la temperatura se mantiene en promedio dentro de su rango normal y tiene valores cercanos en relación al periodo climatológico 1982 a 2021. Sin embargo, se ha presentado anomalía de temperatura superficial de mar tanto en la zona norte zona centro y sur dada en -0,67°C, -0,48°C y -0,03°C, tuvieron valores de -1°C y 0°C esto es debido a la variabilidad climática causado por el evento de Niño costero; esto repercute a estos cambios climáticos en el cual se ve la perdida de praderas naturales de estos recursos en cuanto a su reproducción y producción en biomasa (IMARPE, Anuario Cientifico Tecnologico , 2019)

Aun así, entidades como la Cooperativa de trabajadores pesqueros artesanales de algas marinas (COTRAPALMAR), ubicada en la región de Ica distrito de San Andrés- Pisco, se dedican al desarrollo de la actividad alguera tanto pescadores artesanales como pequeñas empresas; en cuanto a su producción masiva y procesamiento. Además, Dirección Regional de la Producción (DIREPRO), registra desembarcaciones de recursos marinos para su consumo directo teniendo un 29.3%, y el incremento de cosecha en 14.2% (IMARPE, Anuario Cientifico Tecnologico , 2019).

Bajo este contexto pescadores artesanales y pequeñas empresas, realizan el procesamiento artesanal de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo”, sin

embargo, no existe protocolos estandarizados en cuanto a su rendimiento y procesamiento en la producción como suginori verde y nuevos productos. Frente a esta problemática se pretende en este trabajo de investigación generar alternativas a los productores, y pequeños empresarios, dedicados a esta actividad de macroalgas.

Ello implica, el cómo optar por un mejor sistema de cultivo de estos recursos y así generar alternativas de desarrollo en cuanto a diversificar productos de calidad para el consumo humano directo de alto rendimiento en biomasa y costo a nivel nacional e internacional; y, por lo tanto, mejorar la economía de la población costera y disminuir la sobreexplotación de las praderas naturales; y así preservar el ecosistema marino. Por ello se evaluará el rendimiento y valor nutricional en el procesamiento de suginori verde de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo” provenientes de cultivo y praderas naturales en las localidades de Ica y Piura.

## **1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 Problema General**

¿En el procesamiento, los parámetros de producción de suginori verde varían por la procedencia de plántulas de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo”, según su fase reproductiva provenientes praderas naturales y las cultivadas en condiciones de laboratorio en Piura e Ica?

## **1.2.2 Problemas Específicos**

a. ¿Existen diferencias en las proporciones de las fases de vida por unidad de biomasa (materia prima) de plántulas de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo” provenientes de dos localidades (Ica y Piura) y fuentes de producción (cultivo y pradera)?

b. ¿Todas las fuentes (cultivo, pradera, gametofito, esporofito y localidad) de plántulas de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo” pueden ser utilizadas para el procesamiento y producción de suginori verde?

c. ¿Cuál es la concentración de cal más apropiada para el procesamiento de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo”, según su fase reproductiva, provenientes de cultivos y praderas naturales de las localidades de Ica y Piura, en la producción calificada de suginori verde para consumo humano?

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

### **1.3.1 Objetivo General**

Determinar si, en el procesamiento, los parámetros de producción de suginori verde varían por la procedencia de plántulas de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo”, según su fase reproductiva provenientes de praderas naturales y las cultivas en condiciones de laboratorio en Piura y Ica.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

a. Determinar si existen diferencias en las proporciones de las fases de vida por unidad de biomasa (materia prima) de plántulas de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo” provenientes de dos localidades (Ica y Piura) y fuentes de producción (cultivo y pradera).

**b.** Confirmar si todas las fuentes (cultivo, pradera, gametofito, esporofito y localidad) de plántulas de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo” pueden ser utilizadas para el procesamiento y producción de suginori verde.

**c.** Estimar la concentración de cal más apropiada para el procesamiento de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo”, según su fase reproductiva, provenientes de cultivos y praderas naturales de las localidades de Ica y Piura, en la producción calificada de suginori verde para el consumo humano.

#### **1.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION**

El presente trabajo a realizarse tiene relevancia científica con repercusión social y económica ambiental, ya que existe una mayor demanda de este recurso siendo Perú uno de los países con mayor diversidad de esta especie *Chondracanthus chamissoi* “yuyo”, las pequeñas empresas y productores se dedican a la actividad extractiva de macroalgas de praderas naturales, actualmente se está realizando actividades de procesamiento artesanal de este recurso., puesto que no existe trazabilidad para el procesamiento de macroalgas en cuanto al rendimiento y calidad.

El objetivo que se pretende lograr es desarrollar y estandarizar protocolos que permitan tener una producción sostenible y sustentable a productores y pequeñas empresas generando una alta producción en biomasa y también productos de alto valor agregado y calidad para el consumo humano directo generando ingresos económicos comprometedores a los productores y lograr ser uno de los primeros países dedicados a la exportación no solo en fresco; sino de productos con un alto valor agregado.

## 1.5. DELIMITACION DEL ESTUDIO

Esta investigación se realizó en dos localidades del litoral peruano, Piura e Ica distrito San Andrés- Pisco; financiada por el Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA) N°466-2020, realizándose en las instalaciones del Laboratorio Centro de Producción y Procesamiento Acuicultura CCEPPA, Pisco perteneciente a la Empresa Acuicultura del Pacífico durante el periodo de 12 meses del presente año.

Las algas marinas fueron colectadas en la Región Piura e Ica distrito San Andrés- Pisco, provenientes de praderas naturales y sistemas de cultivos. Para ello, se colectaron muestras de *C. chamissoi* en distintas bahías de cada localidad, como tal Pisco distrito San Andres, provenientes de praderas naturales de la bahía Playón; y para el sistema de cultivo fueron de la bahía Puntilla. Y para la localidad de Piura provenientes de praderas naturales de la bahía Puerto Rico Bayóvar, y sistemas de cultivo de la bahía Sechura Zona Barrancos.



Fig.01 Mapa de Ubicación geográfica, Fuente. Macchiavello et al., (2012).

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

Actualmente, en diversas especies de algas marinas, existen trabajos relacionados sobre sistemas de cultivo; provenientes de praderas y cultivo; todos ellos orientados a mejorar las técnicas de estas dos fuentes de producción (praderas y cultivo); y viabilizar una actividad productiva lo cual nos permitiría brindar información a las pequeñas empresas y productores a realizar una producción sostenible y sustentable. Por ello, los antecedentes que se presentan a continuación, corresponden a diversas técnicas y usos de *C. Chamissoi*; sin embargo, todos están orientados a los sistemas de cultivos de *C. chamissoi*.

#### 2.2. Investigaciones Internacionales

Betancourt (2018) Chile. Presento en su artículo titulado “Variación espacio- temporal en la composición del ensamble de macroalgas del intermareal rocoso de Maitencillo, Valparaíso, Costa central de Chile”, donde se planteó como objetivo la determinación de composición, riqueza y cobertura de las especies que se encuentran en la zona intermareal del pueblo de Maitencillo, en la región de Valparaíso de Chile, entre los años 2013 a 2015 La metodología consistió en realizar muestreos mensuales para determinar la riqueza y cobertura de macroalgas durante los años señalados. La cobertura se determinó en porcentaje de especies de cada cuadrante establecido y evaluado.

Se registraron 29 especies en la zona intermareal siendo 23 de la división Rhodophyta, 3 de la división Ochrophyta (Fam: Phaeophyceae) y 3 de la división Chlorophyta, y presento altos niveles de variación según la época de muestreo en la riqueza de especies (79%).

Saavedra (2019) Chile. En su investigación realizo el cultivo de macroalgas diversificación de la acuicultura de pequeña escala en Chile ; utilizando catorce especies de macroalgas nativas para cultivarlas en acuicultura a pequeña escala; las especies de macroalgas fueron seleccionadas considerando las técnicas de cultivo nivel de laboratorio , hatchery y sistemas de cultivo suspendido o de fondo teniendo como objetivos facilitar estrategias de desarrollo de la acuicultura de macroalgas como pelillo , chocorea de mar (*Chondracanthus chamissoi* ) y Huiro.

La metodología consistió como inicio con un cultivo in vitro; se comenzó con la esporulación en sistemas hatchery, se continuo con la inoculación (con previa limpieza y selección) de sustratos artificiales o frondas para encordado para la instalación en el mar, hasta su desarrollo para la cosecha.

Asimismo, para la propagación vegetativa se utilizaron frondas infértiles y reproductivas, en sistemas de cultivo a profundidad distintas. En relación con los resultados las plántulas o semillas se obtuvieron de hatchery, mayor producción; sin embargo, los niveles de producción dependen directamente de la selección del sitio, así como los tipos de macroalgas y mantención y limpieza del tipo de sistemas de cultivo.

Vásquez (2011) Chile. En su proyecto de investigación titulada “Evaluación de praderas y proposición de estrategias de sustentabilidad de las algas carragenofitas en la V Y VI Regiones” donde, a partir de una evaluación en praderas de la V y VI Región busco brindar propuestas y estrategias para la explotación sustentable de algas carragenofitas. Asimismo, se utilizó la información existente para generar bases sistematizadas y actualizadas de la ecología, distribución y biología de las macroalgas marinas carragenofíticas: *Ahnfeltiopsis*, *Mazzaella*, *Mastocarpus* y *Sarcothalia*) se caracterizó los patrones temporales (estaciones) abundancia y distribución con la finalidad de determinar áreas con presencia de algas durante el tiempo de muestreo. Del mismo modo, se realizó, a través de un trabajo monográfico, el rol que cumplen las praderas en la ecología en ambientes marinos costeros. Los resultados obtenidos se entregaron en forma de mapas con la señalización de cada una de las áreas y sus respectivas variaciones estacionales en relación de su densidad y biomasa de las V y VI Regiones.

### **2.3. Investigaciones nacionales**

Arbaiza, Samuel (2019) En el Artículo publicado en la revista de Biología Marina y Oceanografía titulado primeros estadios de cultivo a partir de carposporas de *Chondracanthus chamissoi* de tres localidades de la costa peruana que tuvo como objetivo enriquecer el conocimiento que permita el desarrollo de cultivos. La metodología consistió en la recolección, por buceo, de muestras de *C. chamissoi* en 3 localidades donde se explota el recurso de manera constante. Se estimó a través del potencial reproductivo (PR), para ello se determinó inicialmente el peso de los individuos en fase cistocarpo, luego

cada espécimen se dividió en 8 fracciones para contabilizar el número de cistocarpos maduros con ayuda de un estereoscopio.

En relación los resultados, en Paiján, la cantidad de esporas liberadas  $6,2 \pm 1\%$  teniendo un potencial reproductivo de  $795.125 \pm 141.121$  (carpósporas por solución), siendo el más efectivo. En Mendieta, la cantidad de esporas liberadas  $0,8 \pm 0,12\%$  teniendo un potencial reproductivo de  $1.134.500 \pm 181.259$ . En Ancón la cantidad de esporas liberadas fue de  $0,4 \pm 0,1\%$  teniendo un potencial reproductivo de  $1.342.625 \pm 387.436$ . Luego de 120 días, se realizó una evaluación donde se encontró una densidad de plántulas de 18 cm<sup>2</sup>, 49 cm<sup>2</sup> y 31 cm<sup>2</sup> respectivamente en cada zona de estudio. Se llegó a la conclusión que el uso de carpósporas mediante esporocultivo es viable.

Días y Rosas (2015) En su tesis titulada “Elaboración de barras energéticas a base de kiwicha pop (*Amaranthus Caudatus*) y arroz inflado (*Oriza sativa*) enriquecida con harina de yuyo (*Condracanthus chamissoi*)” teniendo el objetivo de obtener productos con altos valores nutricionales y sabor agradable para el consumo humano. La metodología se basó en la obtener como materia prima “yuyo” (10 kg) el cual ingreso a un secador de bandejas a 60°C por un tiempo de 7 horas, luego se procesó mediante por molienda y se tamizo para optimizar para obtener 984.87 gr de harina.

Por colorimetría se verifico la coloración verde ( $a^*$ ) pero fue bajando su intensidad con el paso de los días. Otros parámetros de estudios también fueron disminuyendo con el tiempo. El único parámetro que fue aumentando con el tiempo fue el ángulo de tonalidad ( $h^*$ ). En cuanto al análisis microbiológico, las bacterias analizadas no exceden los valores máximos por la norma alimentaria.

Tomado los parámetros sensoriales (textura y sabor) se determinó la vida útil de las barras energéticas, encontrándose que el sabor se mantiene por 43 días en almacén y la textura por un tiempo de 36 días. Otro análisis fue la determinación del análisis proximal obteniendo para carbohidratos 74.64 kcal, proteínas 8.52 kcal, energía 120.73 kcal, grasas 31.67 kcal, Por último, se realizó una encuesta para conocer la aceptación del producto en estudiantes, logrando resultados positivos (77% de aceptación)

Rubio (2019) En su tesis titulada “El aporte de minerales a base de yuyo (*Chondracanthus chamissoi*) en la elaboración de barras energéticas con kiwicha (*Amaranthus caudatus*)” se planteó como objetivo obtener un producto beneficioso para el mercado. Para ellos se realizó un panel de 12 evaluaciones, de las cuales 9 fueron enfocadas para determinar los parámetros de tiempo de horneado y temperatura óptima; y las 3 evaluaciones restantes se basaron en agregar las formulaciones ya existentes sobre los parámetros de temperatura y tiempo anteriormente mencionados.

La evaluación fue realizada por 25 panelista para determinar cuál de los parámetros evaluados sea el mejor. Se encontró que no hay una diferencia entre cada parámetro, sin embargo, se obtuvieron mejores resultados con la combinación de yuyo al 25%, pasas al 5%, kiwicha al 40% y miel al 30%; siendo totalmente consumible por las personas.

Cáceres (2021) En su investigación realizó “Deshidratación de la macroalga yuyo (*Chondracanthus chamissoi*) y su efecto en las características nutricionales de la harina”; teniendo el objetivo de la investigación determinar el efecto de la temperatura de secado en la cinética. En la metodología se procedió a la deshidratación de *C. chamissoi* por convección a una temperatura

de 60 °C y 40 °C. A la temperatura de 60 °C se colocó 150 g de muestra seca y a 40 °C se colocó 90 g de muestra seca. Posterior a ello, se llevó a análisis proximal. No se encontró una diferencia entre las temperaturas estudiadas. En el análisis proximal se halló que a 60 °C el nivel proteico fue de 18,20% y los fenoles totales 1,243.926 µg GAE/g; mientras que para la temperatura de 40 °C se encontró que nivel proteico fue de 17,70% y los fenoles totales 1,359.066 µg GAE/g.

Ramírez (2010) En su tesis “Biosorción del Cr (III) y Pb (II) mediante alga marina cochayuyo pretratado (*Chondracanthus chamissoi*) en residuos líquidos”, tuvo como objetivos identificar el poder de adsorción de estos metales por el alga *C. Chamissoi* a partir residuos líquidos. En tal sentido se realizó la biosorción en proceso batch, para la captación de los metales. La muestra que presentó la mejor tasa de remoción fue cuando el alga estuvo en fase esporofítica y se trató previamente con CaCl<sub>2</sub>. Otro parámetro importante fue el pH, el cual a 6, tuvo un proceso de captación óptimo a temperatura ambiente por un tiempo de 2 horas con 10 minutos. El nivel de adsorción del Cr (III) se favorece a elevadas concentraciones, a su vez para el Pb (II) pasa lo contrario al verse favorecida su adsorción a bajas concentraciones. Asimismo, se concluye que *C. chamissoi* tiene la capacidad de adsorber 263,67 mg·g<sup>-1</sup> de Plomo (II) y 411 ,28 mg·g<sup>-1</sup> de Cromo (III).

Santome (2018) En su tesis titulada “Variabilidad de la proporción de fases del alga roja (*Condracanthus chamissoi*) “yuyo” en la bahía de Ancón” teniendo como objetivo determinar la proporción de fases de *Chondracanthus chamissoi* en las poblaciones del intermareal rocoso en la bahía de Ancón, entre abril de 1996 y marzo de 2007.

En relación con el resultado del trabajo se obtuvo que las estructuras de reproducción no son visibles a nivel macroscópico en el 51% de las algas. Esto se debe a que el gametofito es microscópico en machos. Con el muestreo se comprobó que la fase gametofitos y tetraesporofito están presentes en un 63.8% y 36.2% respectivamente, durante la mayor parte del tiempo en la bahía de Ancón.

Carbajal (2018) En su tesis titulada “Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de carragenina a base de alga roja *Chondracanthus chamissoi*” tuvo como objetivo establecer una planta de producción de carragenina a partir de macroalgas, para ello realizó un análisis financiero, comercial y económico. Como método buscó obtener materia prima provenientes de la bahía de Cherrepe, en la región Lambayeque. Para el estudio se hizo un cálculo y los requerimientos de envases para empacado, materia prima e insumos que se necesita para la instalación de la planta.

Se concluyó que, al aplicar una tecnología de precipitación por alcohol, sus operaciones implican el empleo de maquinaria que tiene un costo elevado pero la rentabilidad ambiental y económica se verán con el inicio de operaciones de dicha planta.

Suarez (2019) En su tesis titulada “Filogeografía del alga *Chondracanthus chamissoi* (*Gigartinaceae Rhodophyta*) en la costa peruana usando marcadores moleculares” tuvo como objetivo realizar un reporte de genética poblacional de esta especie en el litoral peruano. Para lograr su objetivo realizó análisis filogeográficos y filogenéticos, en 18 puntos de la costa peruana y se utilizó como marcador el citocromo oxidasa I(COI) (mitocondrial) y rbcL (cloroplástico).

Dado ello, en los resultados, se obtuvo que no hay variaciones en los haplotipos genéticos presentes en la costa peruana con relación a su ubicación geográfica. También, se observó que la diversidad genética en esta alga es muy baja, esto explicado por eventos climáticos como ENSO y su alta actividad. Finalmente, se determinó que las 7 poblaciones analizadas son idénticas a nivel genético, llegando a concluir que no se puede estructurar genéticamente a las poblaciones de *C. chamissoi* con el marcador COI por su nivel de dispersión vegetativa y su capacidad de adherirse en un sustrato.

### **2.3.1. BASES TEORICAS**

#### **ALGAS**

Las algas son organismos autótrofos; que presentan una gran complejidad morfológica y funcional, estos habitan en ecosistemas marinos, terrestres en todo el mundo formando parte de la diversidad biológica. Son organismos heterogéneo de aproximadamente 50.000 especies que son llamadas fotoautótrofos ya que aprovechan la energía de la luz solar , también pueden ser procariontas como las cianobacterias o eucariotas como las macroalgas; dentro de las algas podemos encontrar organismos unicelulares como es el caso del fitoplancton y microalgas, y organismos pluricelulares como las macroalgas; siendo estos organismos en la formación de tejidos en menor grado de especialización en funciones dependiendo de la especie; pero sin desarrollar estructuras vasculares como es en el caso de las plantas superiores (Carmona Jimenez , Hernandez Muñoz , & Ramirez Vazquez, 2004)

## TAXONOMIA

Taxonómicamente, se clasifican en tres grupos Chlorophyta, Phaeofitas y Rhodophytas, que corresponden a un conjunto de algas por su coloración en relación a sus pigmentos. Esta especie es conocida como “Suginori” (Japón); “yuyo”, “cochayuyo” o “mococho” (Perú) y “Chicorea de Mar” (Chile). Como especie, a través de los años, su taxonomía ha sufrido variaciones en cuanto a su género. Pasó de llamarse *Sphaerococcus chamissoi* basándose en su fenotipo externo y estructuras de reproducción de material chileno realizado por Agardh en 1820. Luego, se renombró como *Gigartina chamissoi* por el mismo autor en 1842 y por último tomó el nombre científico actual *Chondracanthus chamissoi* (Kützing 1843), su taxonomía completa se muestra en el siguiente cuadro:

Reino	Plantae
Subreino	Biliphyta
Phylum	Rhodophyta
Subphylum	Eurhodophytina
Clase	Florideophyceae
Subclase	Rhodymeniophycidae
Orden	Gigartinales
Familia	Gigartinaceae
Genero	Chondracanthus
Especie	<i>Chondracanthus chamissoi</i> (C. Agardh) Kützing

## CICLO DE VIDA

*Chondracanthus chamissoi* “yuyo” tiene como característica un talo membranoso de longitud que varía entre 6 a 45 cm y su coloración varía entre marrón oscuro o negro a verde oscuro. Está compuesto por ejes axilares con divisiones que nacen desde un disco basal. Sus ramas pueden ser pinnadas o dísticas, con un gran número de ramificaciones (Vidal & O Ryan, 2015).

*C. chamissoi*, presenta su ciclo vital en 3 fases, que es característica de las Rhodophytas: carposporofítica diploide, tetraesporofítica diploide y gametofítica haploide. La fase carposporofítica diploide se reconoce por su producción de esporas diploides y dan paso a la fase tetraesporofítica. La fase tetraesporofítica se reconoce por la libera las esporas que son haploides que buscan adherirse a un sustrato para dar origen a la fase gametofito tanto masculina como femenina diploides. La fase gametofítica, produce gametos vía mitosis, que al encontrarse se fecundan y forman un cistocarpo y pasan a la fase carposporofítica. Sabiendo que *chondracanthus chamissoi* presenta una reproducción sexual y asexual, cabe mencionar una tercera reproducción, llamada reproducción vegetativa que da origen a un nuevo individuo (Suarez Alarcon, 2019)

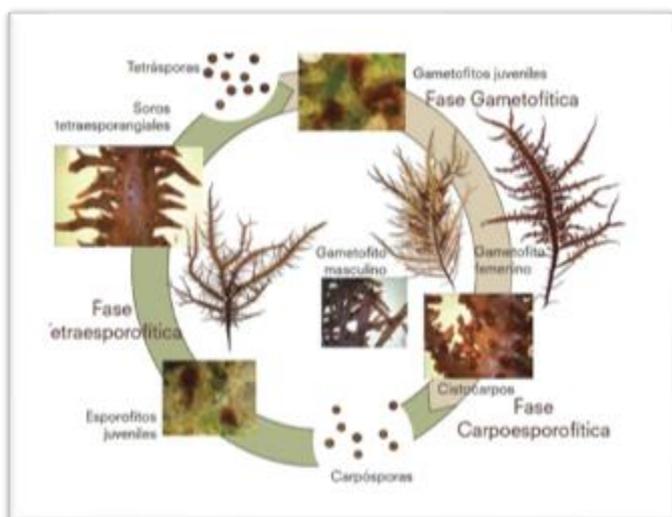


Figura 2. Ciclo de vida de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo”  
Fuente. de Otaíza y Cáceres 2015.

## **PRADERAS NATURALES**

Las praderas naturales, son ecosistemas formados por monocotiledóneas marinas; cumpliendo una gran número de servicios ecosistémicos al hombre, entre ellas, formar cadenas tróficas, filtrar nutrientes y reclutar especies en peligro de extinción como tortugas de mar, entre otras; también son parte de su ecosistema peces de interés comercial, camarones, etc. (Villareal, 2019).

## **CULTIVO IN VITRO**

Se entiende por cultivo *in vitro* a las técnicas de asilamiento de parte de una planta (explante) y su posterior siembra axénica en medios enriquecidos en condiciones de laboratorio. Estas plantas se pueden regenerar por completo en base a los postulados de Scheiden y Schwan sugeridos en 1838, que nos dice que las células vegetales son totipotenciales (Tirado y Perea, 2011). Esto se reafirma por los estudios realizados un siglo después que nos definen a la totipotencia como “el potencial de las células o tejidos de formar todos los tipos celulares y/o regenerar una planta” (Viveros Flores, 2018).

Sin embargo, en el cultivo de *Chondracanthus chamissoi* se da mediante procesos de propagación vegetativa que es mediante esporas o esporocultivo; se basa en las esporas (tetrasporas o carposporas), donde son inoculadas sobre substratos artificiales como cuerdas, redes, para su posterior traslado a las áreas de cultivo en el mar para su crecimiento y posterior cosecha (Arbaiza Quispe S. J., 2016).

### **2.3.2 BASES FILOSOFICAS**

En los años 1950 a 1952 (mediados del siglo XX) una expedición llamada Galathea, halló vestigios de vida marina en lo profundo del mar y

recolectando muestras de fauna 10200 m de profundidad en Filipinas, Estos datos llevaron al desarrollo de métodos de muestreo nuevos. En los años 60, los métodos de estudio biológicos fueron complementándose con datos de la ecología de las especies. Permitiendo la obtención de muestras de fauna del fondo del mar, donde se corroboró que en el sedimento cuenta con una gran diversidad de especies (Duarte, 2006)

Charles Darwin y Alexander von Humboldt (1808-1882) en sus estudios y viajes tuvieron examinar nuevos aspectos en bosques marinos que fueron novedosos para la época. Estas observaciones las realizaron en la especie de *Macrocystis sp.* (“Huiro”), describiendo que en la superficie marina su riqueza de especies es menor que la que se puede encontrar en las profundidades, aunque no descartan que al investigar en la profundidad del océano su riqueza sea aún mayor que otros lugares del planeta. Darwin nos menciona que los bosques marinos son mucho más biodiversos que los bosques terrestres (Chirino & Yudilevich, 1999)

Dado ello, los hallazgos de fósiles de algas verdes encontrados en China tendrían relación con el ancestro vegetal de plantas herbáceas y árboles, con una edad de 450 millones de años. Estas algas pueden pertenecer a la especie *Proterocladus antiquus* con un tamaño microscópico de 2 milímetros de longitud. Con estos fósiles podemos deducir la importancia de las algas verdes en el mar, siendo mucho más importantes que sus parientes vegetales terrestres en los inicios del planeta, siendo parte de la cadena trófica y generando oxígeno (Xiao & Qing, 2020).

Sin embargo, la vegetación terrestre no tuvo una evolución hasta hace 450 millones de años, según lo expresado por Shuhai quien señala que la vegetación terrestre surgió a partir de las algas verdes, las que se fueron adaptando a la tierra

(Xiao & Qing, 2020).

Actualmente; existen tres tipos principales de algas (Phaeophyceae) marrón, (Chlorophyta) verde y rojo (Rhodophyta) siendo así las algas rojas, que ahora son comunes en los fondos oceánicos, datan de hace 1.047 millones años. Qing Tan y Shuhai en sus estudios descubrió los microfósiles de las algas marinas presentando características de los fósiles que pudieron dar origen a la vegetación terrestre, presentando características de organismo multicelular complejo, estos análisis llevaron a comprender que los fósiles encontrados en el fondo del mar pueden tener mil millones de años de existencia (Xiao & Qing, 2020)

Desde hace más de una década, se ha buscado promover políticas públicas en el desarrollo de los pequeños productores acuícolas, para generar mejores oportunidades en la creación de nuevos productos y participación en el mercado. Dado ello; consiste en implementar proyectos de cultivo y repoblamiento de macroalgas utilizando técnicas de cultivos como la propagación vegetativa mediante fragmentos de tallos y cultivo de esporas; y así lograr una expansión en el cultivo de este recurso en la costa y reducir la explotación marina ilegal en praderas naturales y poder ayudar en la economía de las pequeñas empresas y productores dedicados a este rubro (Saavedra, y otros, 2019)

### **2.3.3. DEFINICIONES DE TERMINOS BASICOS**

Se presenta, conceptos que ayudaran al mejor entendimiento de algunas definiciones necesarias para la comprensión del tema

#### **RENDIMIENTO**

Es la cantidad de producto útil obtenido a partir de una materia prima o insumo

#### **SUGINORI VERDE**

Alga marina consumida en china, característicos por sus diferentes formas y colores.

#### **VALOR NUTRICIONAL**

El aporte nutrimentos de un alimento dado viene hacer producto de su composición nutricional y la cantidad que se ingiere en el .

#### **PRADERAS NATURALES**

Son lugares ubicados en las costas de todo mundo, generalmente poco profundas y protegidas, permitiendo la captación de la luz solar para el proceso de fotosíntesis. También pueden encontrarse en el lecho submarino proporcionando una habitad, fuente de alimento y zonas reproductivas para una gran variedad de especies. para una mejor administración.

## **CULTIVO DE YUYO**

Conjunto de técnicas que permite el establecimiento, mantenimiento de cualquier ser vivo bajo condiciones artificiales, axénicas y controladas.

### **2.4. HIPOTESIS DE INVESTIGACION**

#### **2.4. Hipótesis General**

En el procesamiento, existen diferencias significativas en los parámetros de producción de suginori verde en función de la procedencia de plántulas de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo”, según fase reproductiva, provenientes de praderas naturales y las cultivadas en condiciones de laboratorio en Piura e Ica.

## 2.5. Hipótesis Específicas

a. Existe diferencias significativas en las proporciones de fase de vida por unidad de biomasa (materia prima) de plántulas de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo” provenientes de dos localidades Piura e Ica y fuentes de producción pradera y cultivo.

b. Todas las fuentes (cultivo, pradera, gametofito, esporofito y localidad) de plántulas de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo” pueden ser factibles de ser utilizadas para el procesamiento y producción de suginori verde.

c. La concentración de cal de 25g es las más apropiada para el procesamiento de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo” según su fase reproductiva, provenientes de cultivo y praderas naturales en las localidades Piura e Ica en la producción calificada se suginori verde para el consumo humano

## 2.6. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES E INDICADORES

### VARIABLE INDEPENDIENTE

**Procedencia de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo”**

### CONCEPTO OPERACIONAL

Plántulas de yuyo, gametofito y esporofito, provenientes de fuentes de producción (praderas naturales y las cultivadas en condiciones de laboratorio) en Piura e Ica.

## **DIMENSIONES**

- Cultivo gametofitos y esporofitos de Piura e Ica
- Praderas naturales gametofitos y esporofitos de Piura e Ica

## **INDICADORES**

- Porcentajes de ejemplares de yuyo obtenidos en cultivos de laboratorio
- Porcentaje de ejemplares de yuyo provenientes de su habitat natural

## **VARIABLE DEPENDIENTE**

### **PROCESAMIENTO PARA PRODUCCION DE SUGINORI VERDE DE CHONDRACANTHUS CHAMISSOI “YUYO”**

#### **CONCEPTO OPERACIONAL**

Diluciones de cal 100g/l 25g/l 6.25g/l con un volumen de alga de 150g /3litros y tiempo de exposición de 10 días, para producir suginori verde con el mayor rendimiento y valor nutricional.

## **DIMENSIONES**

- Procedimiento (operaciones)
- Rendimiento en biomasa (parámetros de producción)
- Rendimiento nutricional (parámetros de producción)

## **INDICADORES**

- Obtención de suginori verde
- Cantidad de suginori verde (unidad de medida) por biomasa de yuyo con niveles excelente, bueno y regular.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1 DISEÑO METODOLOGICO

##### **Tipo**

La investigación es aplicada, porque en el propósito busca poder alcanzar nuevos conocimientos en base de una realidad práctica (Hernández & Mendoza, 2018). Con un nivel de investigación explicativo porque buscó describir y abordar las variables a través de sus dimensiones con el uso de la estadística (Hernández & Mendoza, 2018) . Diseño el estudio tuvo diseño experimental totalmente aleatorizado, causal porque se buscó determinar buscar la relación entre las variables para la causa y efecto.

##### **Enfoque**

Este estudio fue cuantitativo. Hernández & Mendoza (2018) sustentan que para su trabajo se utilizan datos recolectados que buscan comprobar una hipótesis en base a números y datos estadísticos, para probar teorías .

#### 3.2. POBLACION Y MUESTRA

##### **a. Población**

La población estuvo constituida por la repetición total de mediciones de las unidades muestrales en el proceso del rendimiento en biomasa y rendimiento nutricional en el procesamiento de suginori verde a partir de Gametofito y Esporofito *Chondracanthus chamissoi* “yuyo” provenientes de cultivo y

praderas naturales de las localidades de Ica y Piura; por lo cual la población tiende al infinito.

**b. Muestra**

La muestra fue aleatoria, en este caso para el estudio se plantearon 96 evaluaciones.

**c. Muestreo**

$$n = \frac{Z^2 PQ}{d^2}$$

De dónde:

$$Z= 1.96 (\alpha = 0.05).$$

$$P= 0.50$$

$$Q= 0.50$$

$$d= 0.10$$

Por tanto:  $n = 96$  evaluaciones

### **3.3 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS**

#### **Identificación y mapeo de las localidades de Piura e Ica para los cultivos en el mar de *C. chamissoi*.**

Para el inicio de la investigación, se realizó la identificación las zonas de trabajo en las localidades de Piura (5°47'2.11"S; 81°41'92."O) e Ica distrito de San Andrés–Pisco (14°02'06.10"S; 76°15'19.79"W) y Cultivo (13°49'22.10"S; 76°15'02."O) (Anexo 1)

#### **Recolección, inoculación e instalación de los sistemas de cultivo para la obtención del material biológico provenientes de praderas naturales de Pisco y Piura para la obtención de suginori verde.**

Después, de la identificación se colectó 40 kilos de materia prima de cada una de las praderas naturales (Anexo 2) de los cuales se utilizó para la inoculación de cultivo 15 kilos. El sistema de cultivo utilizado fue de Long-Line, consistió en arboles de 20 unidades de cultivo (ramas) de los cuales se instalaron 50 de estos sobre una línea de 50 metros con un cabo grueso de una pulgada de diámetro, los sistemas se instalaron a un metro de distancia y cuentan con una longitud de dos metros (Anexo3). Previamente a la instalación se prepararon las unidades de cultivos, para ello se utilizó boyas, líneas (rafia), cabos y mallas hortofrutícola (Anexo 4).

Después del armado del sistema de cultivo, se seleccionaron las plántulas de yuyo, gametofito, esporofito y vegetativo; y se fragmentaron en inóculos de 15 gramos de 2 a 3 cm (Anexo 5). Posterior a ello, se hizo la inoculación con la ayuda de un tubo PVC, para completar la línea de cultivos que consto de 50 árboles, cada árbol ya inoculado se colocó en tinas de hatchery

para mantenerlas a temperatura optimas y así no se estresen culminado el proceso de inoculación se hizo la siembra en el mar mediante buceo autónomo; teniendo en cuenta los parámetros biológicos a seguir como la temperatura, salinidad, entre otros (Anexo 6). Finalmente, ya instalados en el mar se realizó seguimiento y monitoreo semanalmente (Anexo 7) donde se retiró la suciedad, restos de epifitos esto se llevó en un periodo de 1 mes, sin considerar los factores ambientales hasta la cosecha (Anexo8).

### **Recolección del material biológico provenientes de praderas naturales.**

Para la recolección de las plántulas de *C. chamissoi* de praderas naturales se utilizó 25 kilogramos para ambas localidades Piura e Ica, se hizo la recolección de la bahía Playón de Pisco, y la bahía Puerto Rico Bayóvar Piura. Posterior a ello, las algas colectadas fueron llevadas al laboratorio Centro de Producción y Procesamiento Acuícola CCEPPA, Pisco perteneciente a la Empresa Acuicultura del Pacífico en contenedores térmicos en bolsas de polietileno donde se mantuvo en condiciones de frío, evitando la exposición al sol y así no causar daños a las muestras.

### **Limpieza del material biológico en laboratorio.**

Luego de instaladas en el laboratorio, las algas fueron lavadas con agua filtrada, y se retiró toda la suciedad, algas en mal estado o que no sean parte del estudio y organismos epifitos, una vez del lavado y limpieza se colocó en contenedores de aluminio (Anexo 9).

### **Identificación de Fases Biológicas**

Se realizó, la identificación de fases para el posterior procesamiento, y se tomó las características morfológicas que consistió en el tamaño de las algas, grosor y color identificándola para cada individuo (gametofito, esporofito) se realizó mediante observación directa (Anexo 10).

### **Obtención da materia prima para la elaboración de suginori verde de praderas naturales**

Para el procesamiento de la materia prima a partir de *Chondracanthus Chamissoi* “yuyo” con el fin de producir Suginori verde para el consumo humano directo, para ellos se utilizó 25 kilogramos de pradera de cada región Ica y Piura en su totalidad de 50 kilogramos de materia prima (Anexo 11).

### **Procesamiento de Suginori verde a partir de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo”**

Posterior, a la limpieza y lavado del alga para el procesamiento de suginori verde a partir de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo”. Se utilizó tres diferentes concentraciones de cal, (6.25g, 25g y 100g) para la decoloración, los tratamientos fueron evaluados cada seis hora durante 10 días. Para obtener una coloración uniforme, se realizó una homogenización mecánica (Anexo 12).

### **Lavado y deshidratación de Suginori verde a partir de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo”**

Transcurridos diez días, se hizo enjuagues con agua filtrada para retirar el resto de cal (Anexo 13). Para la deshidratación de suginori verde se consideró dos parámetros: la temperatura y el tiempo; para ello, se utilizó un deshidratador de cabina por 2 horas a una temperatura de 50°C hasta llegar a una humedad del 20% a 30%, del mismo modo cuando sea sometido a 70°C por un tiempo de 3 horas debe obtener un porcentaje de humedad entre 8% a 12% (Anexo 14).

### **Análisis proximal y determinación de valor nutricional de suginori verde para el consumo humano directo**

Después del deshidratado del suginori verde, se utilizó bolsas de polietileno hermético para el empaqueo de las muestras, y se llevó para su respectivo análisis proximal a un laboratorio externo donde se tomaron los parámetros de humedad, cenizas, proteínas, carbohidratos y etéreo de ambas localidades Piura e Ica (Anexo 15).

#### **Prueba de Rehidratación de Suginori verde**

La prueba de rehidratación se realizó, para determinar la calidad del producto final del suginori verde. Se utilizó 7L de agua mineralizada para 18 muestras seleccionadas de ambas localidades, en un beaker de 1000ml se colocó una pequeña muestra de suginori verde, y se homogenizó hasta que el alga se rehidrate por cinco minutos, y se realizó los análisis organolépticos como el: olor, sabor, elasticidad y color (Anexo 16).

### **3.4. TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION**

El método estadístico correspondió a un diseño completamente aleatorizado de cuatro factores (localidad, tipo de inóculo, fase y concentración de cal), con 3 réplicas. Para la variable numérica continua rendimiento seco de suginori verde se empleó la prueba de Levene y Shapiro-Wilk para determinar el cumplimiento de los supuestos de homocedasticidad de varianzas y distribución normal de residuales, respectivamente; luego se llevó a cabo un análisis ANVA (análisis de varianza) y de existir diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) se aplicó la prueba de Tukey para comparar los resultados por sub-

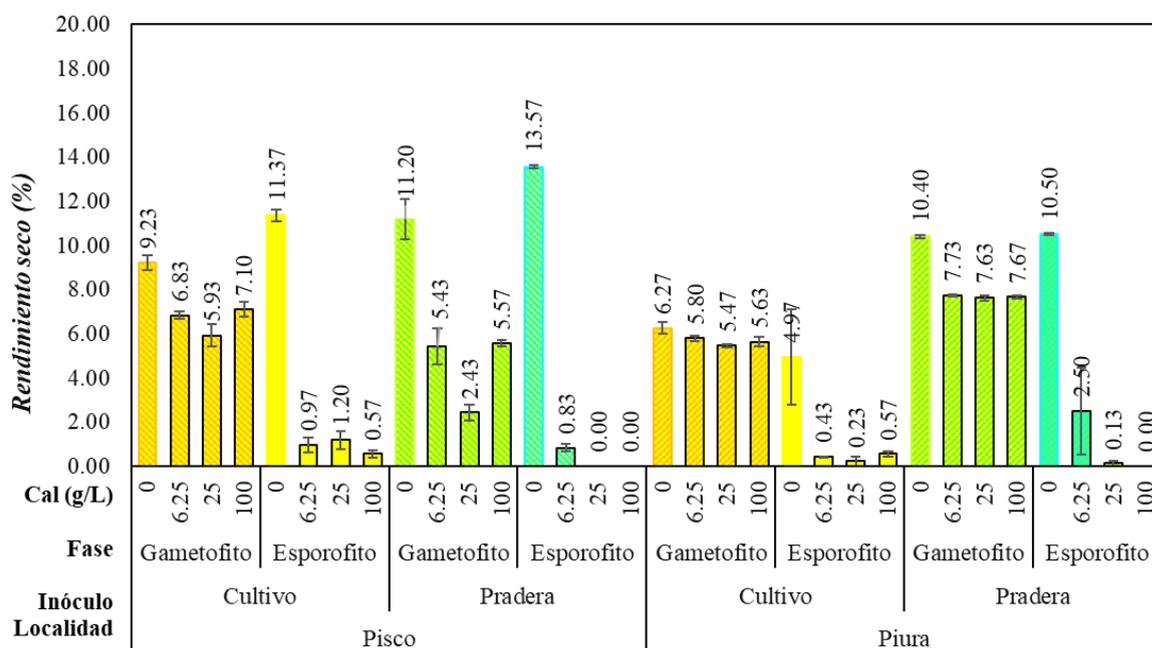
agrupaciones para determinar el mejor tratamiento. Estos análisis estadísticos se realizaron con el 95% de valor de confianza. El procesamiento de datos fue realizado en el software R 4.3.0 con los paquetes "agricolae" y "car".

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. ANALISIS DE RENDIMIENTO

Figura 3. Rendimiento seco en la producción de suginori verde, según localidad, tipo de inóculo, fase y concentración de cal.



En la Figura 3, se observa que al aumentar la concentración de cal en la solución de 0 a 100g/l el rendimiento en seco presenta tendencia a disminuir, siendo más notorio en la fase esporofito; para el factor inóculo y localidad el comportamiento fue similar; los valores de rendimiento seco se encontraron entre 0 a 13.57%.

*Tabla 1*

Prueba de Levene y Shapiro -Wilk para evaluar homocedasticidad de varianzas y normalidad.

<i>Homocedasticidad de varianzas</i>		<i>Normalidad</i>	
<i>Estadístico de Levene</i>	<i>p</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>p</i>
0.970	0.525	0.983	0.271

En el Tabla 1. la prueba de Levene y Shapiron- Wilk indicaron el cumplimiento de los supuestos de homocedasticidad de varianzas y normalidad de residuales ( $p > 0.05$ ), respectivamente; por lo que se pudo trabajar los datos con pruebas paramétricas como el análisis de varianza y posterior prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

*Tabla 2*

Análisis de varianza para evaluación del rendimiento seco en la producción de suginori verde.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuma de cuadrados</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Localidad	1	3.72	3.72	0.676	0.413
Inóculo	1	15.93	15.93	2.895	0.092
Fase	1	366.21	366.21	66.561	0.000
Concentración	3	730.99	243.66	44.287	0.000
Residuales	89	489.67	5.5		
Total	95	1606.52			

En la Tabla 2, el análisis de varianza determinó efecto significativo ( $p \leq 0.05$ ) de la fase y concentración de cal sobre el rendimiento seco en la producción de suginori verde.

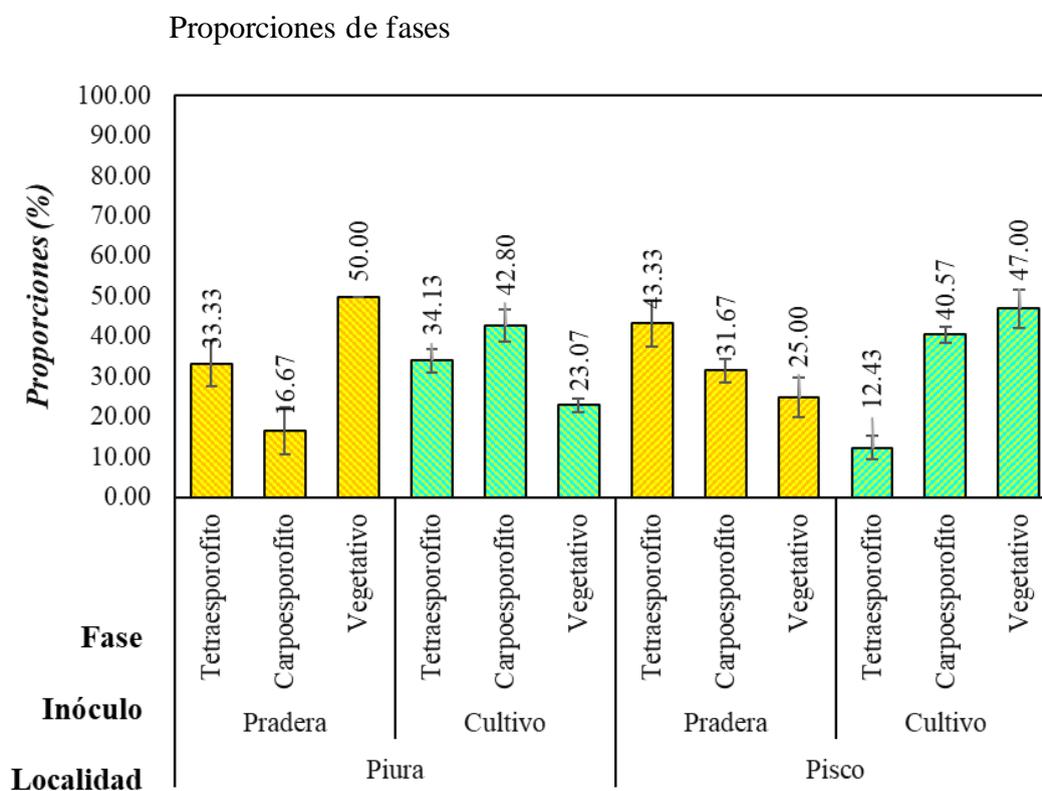
Tabla 3

Prueba de Tukey para rendimiento seco en la producción de suginori verde, según localidad, tipo de inóculo, fase y concentración de cal.

<i>Localidad</i>	<i>Inóculo</i>	<i>Fase</i>	<i>Concentración de cal (g/L)</i>	<i>Rendimiento seco (%)</i>
Pisco	Pradera	Esporofito	0	13.57 a
Pisco	Cultivo	Esporofito	0	11.37 ab
Pisco	Pradera	Gametofito	0	11.20 ab
Piura	Pradera	Esporofito	0	10.50 ab
Piura	Pradera	Gametofito	0	10.40 ab
Pisco	Cultivo	Gametofito	0	9.23 abc
Piura	Pradera	Gametofito	6.25	7.73 abcd
Piura	Pradera	Gametofito	100	7.67 abcde
Piura	Pradera	Gametofito	25	7.63 abcde
Pisco	Cultivo	Gametofito	100	7.10 abcdef
Pisco	Cultivo	Gametofito	6.25	6.83 abcdef
Piura	Cultivo	Gametofito	0	6.27 abcdef
Pisco	Cultivo	Gametofito	25	5.93 bcdef
Piura	Cultivo	Gametofito	6.25	5.80 bcdef
Piura	Cultivo	Gametofito	100	5.63 bcdef
Pisco	Pradera	Gametofito	100	5.57 bcdef
Piura	Cultivo	Gametofito	25	5.47 bcdef
Pisco	Pradera	Gametofito	6.25	5.43 bcdef
Piura	Cultivo	Esporofito	0	4.97 bcdef
Piura	Pradera	Esporofito	6.25	2.50 cdef
Pisco	Pradera	Gametofito	25	2.43 cdef
Pisco	Cultivo	Esporofito	25	1.20 def
Pisco	Cultivo	Esporofito	6.25	0.97 def
Pisco	Pradera	Esporofito	6.25	0.83 def
Pisco	Cultivo	Esporofito	100	0.57 def
Piura	Cultivo	Esporofito	100	0.57 def
Piura	Cultivo	Esporofito	6.25	0.43 def
Piura	Cultivo	Esporofito	25	0.23 ef
Piura	Pradera	Esporofito	25	0.13 f
Pisco	Pradera	Esporofito	100	0.00 f
Pisco	Pradera	Esporofito	25	0.00 f
Piura	Pradera	Esporofito	100	0.00 f

En la Tabla 3, la prueba de Tukey determinó que el mayor rendimiento seco fue para la muestra de suginori verde obtenida en la localidad de Piura, con tipo de inóculo de pradera, en fase gametofito y concentración de cal de 6.25 g/L con valor de 7.73% (estadísticamente diferente por presentar letras diferentes a las demás muestras). Las muestras de suginori verde obtenidas gametofito y concentración de cal de 100 y 6.25 g/L con valores de 7.10 y 6.83%, respectivamente (estadísticamente iguales por presentar las mismas letras).

Figura 4



En la Figura 4, se observa que para Piura en el inóculo pradera predomina la fase vegetativa con 50.00% y para cultivo predomina la fase carposporofito con el 42.80%; con referencia a Pisco para el inóculo pradera predomina la fase Tetraesporofito con 43.33% y para cultivo la fase vegetativa con 47.00%.

Tabla 4

Prueba organoléptica después de rehidratación de suginori verde: Pisco cultivo Puntilla fase Gametofito.

PARAMETROS	CONCENTRACION DE CAL		
	6,25g	25g	100g
<b>OLOR</b>			
Maresia	*	*	*
Putrido			
<b>SABOR</b>			
Salobre	*	*	*
Amargo			
Dulce			
<b>TEXTURA</b>			
Firme	*	*	*
Blando			
Rugoso			
<b>COLOR</b>			
Verde limon		*	*
Verde intenso	*		

Nota: Basados en la característica organoléptica tomadas por la empresa COTRAPALMAR

De acuerdo a los resultados en la tabla 22, se evidenció que, para Pisco Cultivo Puntilla Gametofito sometidos a las tres concentraciones de cal, se realizó la prueba de rehidratación del producto terminado. Considerando las características organolépticas (olor; sabor; textura y color). Logrando así; para la zona Pisco Cultivo Gametofito, en términos de calidad aceptable la concentración 25g y 100g como suginori verde; a diferencia la concentración 6,25g que presentó un color verde intenso.

Tabla 5

Prueba organoléptica después de rehidratación de suginori verde: Pisco cultivo Puntilla fase Esporofito.

PARAMETROS	CONCENTRACION DE CAL		
	6,25g	25g	100g
<b>OLOR</b>			
Maresia	*	*	*
Putrido			
<b>SABOR</b>			
Salobre	*	*	*
Amargo			
Dulce			
<b>TEXTURA</b>			
Firme	*	*	
Blando			*
Rugoso			
<b>COLOR</b>			
Verde limon		*	*
Verde intenso	*		

De acuerdo a los resultados en la tabla 23, se evidenció que, para Pisco Cultivo Puntilla Esporofito sometidos a las tres concentraciones de cal, se realizó la prueba de rehidratación del producto terminado. Considerando las características organolépticas (olor; sabor; textura y color). Logrando así; para la zona Pisco Cultivo Esporofito, en términos de calidad aceptable la concentración 25g como suginori verde; a diferencia la concentración 6,25g que presentó un color verde intenso, y una textura blanda para la concentración 100g.

Tabla 6

Prueba organoléptica después de rehidratación de suginori verde: Pisco

Pradera Playón fase Gametofito.

PARAMETROS	CONCENTRACION DE CAL		
	6,25g	25g	100g
<b>OLOR</b>			
Maresia	*	*	*
Putrido			
<b>SABOR</b>			
Salobre	*	*	*
Amargo			
Dulce			
<b>TEXTURA</b>			
Firme	*		*
Blando		*	
Rugoso			
<b>COLOR</b>			
Verde limon	*	*	*
Verde intense			

De acuerdo a los resultados en la tabla 24, se evidenció que, para Pisco Pradera Playón Gametofito sometidos a las tres concentraciones de cal, se realizó la prueba de rehidratación del producto terminado. Considerando las características organolépticas (olor; sabor; textura y color). Logrando así; para la zona Pisco Playón Gametofito, en términos de calidad aceptable la concentración 6,25g y 100g como suginori verde; a diferencia la concentración 25g presentó una textura blanda y se considera no aceptable.

Tabla 7

Prueba organoléptica después de rehidratación de suginori verde: Pisco

Pradera playón fase esporofito

PARAMETROS	CONCENTRACION DE CAL		
	6,25g	25g	100g
<b>OLOR</b>			
Maresia	*	-	-
Putrido			
<b>SABOR</b>			
Salobre	*		
Amargo		-	-
Dulce			
<b>TEXTURA</b>			
Firme			
Blando	*	-	-
Rugoso			
<b>COLOR</b>			
Verde limon	*	-	-
Verde intenso			

De acuerdo a los resultados en la tabla 25, se evidenció que, para Pisco Pradera Playón Esporofito sometidos a las tres concentraciones de cal, se realizó la prueba de rehidratación del producto terminado. Considerando las características organolépticas (olor; sabor; textura y color). Sin embargo, en términos de calidad, no se pudo tomar dichas características organolépticas de las concentraciones 25g y 100g a causa de la pérdida del material biológico en el proceso del secado. Excepto la concentración 6,25g, pero en condiciones de calidad no cumple con los parámetros mencionados; presentando una textura blanda.

Tabla 8

Prueba organoléptica después de rehidratación de suginori verde: Piura cultivo Sechura Zona Barrancos fase gametofito

PARAMETROS	CONCENTRACION DE CAL		
	6,25g	25g	100g
<b>OLOR</b>			
Maresia	*	*	*
Putrido			
<b>SABOR</b>			
Salobre	*	*	*
Amargo			
Dulce			
<b>TEXTURA</b>			
Firme	*	*	
Blando			*
Rugoso			
<b>COLOR</b>			
Verde limon	*	*	
Verde intenso			*

De acuerdo a los resultados en la tabla 26, se evidenció que, para Piura Cultivo Sechura Gametofito, sometidos a tres diferentes concentraciones de cal; se realizó la prueba de rehidratación del producto terminado. Considerando las características organolépticas (olor; sabor; textura y color), logrando así, para la zona Piura Cultivo Sechura Gametofito en términos de calidad aceptable la concentración 6,25g y 25g como suginori verde; a diferencia la concentración de 100g presento una textura blanda y se cataloga como no aceptable.

Tabla 9

Prueba organoléptica después de rehidratación de suginori verde: Piura cultivo Sechura Zona Barrancos fase esporofito.

PARAMETROS	CONCENTRACION DE CAL		
	6,25g	25g	100g
<b>OLOR</b>			
Maresia	*	*	*
Putrido			
<b>SABOR</b>			
Salobre	*	*	*
Amargo			
Dulce			
<b>TEXTURA</b>			
Firme	*		
Blando		*	*
Rugoso			
<b>COLOR</b>			
Verde limon	*	*	*
Verde intenso			

De acuerdo a los resultados en la tabla 27, se evidenció que, para Piura Cultivo Sechura Esporofito, sometidos a tres diferentes concentraciones de cal; se realizó la prueba de rehidratación del producto terminado. Considerando las características organolépticas (olor; sabor; textura y color), logrando así, para la zona Piura Cultivo Sechura Esporofito en términos de calidad aceptable la concentración 6,25g como suginori verde; a diferencia la concentración de 25g y 100g que presentaron una textura blanda para ambos siendo no aceptable.

Tabla 10

Prueba organoléptica después de rehidratación de suginori verde: Piura

Pradera Puerto Rico Bayóvar fase Gametofito.

PARAMETROS	CONCENTRACION DE CAL		
	6,25g	25g	100g
<b>OLOR</b>			
Maresia	*	*	*
Putrido			
<b>SABOR</b>			
Salobre	*	*	*
Amargo			
Dulce			
<b>TEXTURA</b>			
Firme	*	*	*
Blando			
Rugoso			
<b>COLOR</b>			
Verde limon			*
Verde intenso	*	*	

De acuerdo a los resultados en la tabla 28, se evidenció que Piura Pradera Puerto Rico Bayóvar Gametofito sometidos a tres diferentes concentraciones de cal, se realizó la prueba de rehidratación del producto terminado. Considerando las características organolépticas (olor; sabor; textura y color). Logrando así, para la zona Piura Pradera Puerto Rico Bayóvar Gametofito en términos de calidad aceptable la concentración 100g como suginori verde, excepto la concentración 6,25 y 25g presentando un color verde intenso que con fines comerciales no es aceptables.

Tabla 11

Prueba organoléptica después de rehidratación de suginori verde: Piura

Pradera Puerto Rico Bayóvar fase Esporofito.

PARAMETROS	CONCENTRACION DE CAL		
	6,25g	25g	100g
<b>OLOR</b>			
Maresia	*	*	*
Putrido			
<b>SABOR</b>			
Salobre	*	*	*
Amargo			
Dulce			
<b>TEXTURA</b>			
Firme	*		
Blando		*	*
Rugoso			
<b>COLOR</b>			
Verde limon	*	*	*
Verde intenso			

De acuerdo a los resultados en la tabla 29, se evidenció que Piura Pradera Puerto Rico Bayóvar Esporofito sometidos a tres diferentes concentraciones de cal, se realizó la prueba de rehidratación del producto terminado. Considerando las características organolépticas (olor; sabor; textura y color). Logrando así, para la zona Piura Pradera Puerto Rico Bayóvar Esporofito en términos de calidad aceptable la concentración 6,25g como suginori verde, excepto la concentración 25g y 100g presentando una textura blanda considerándose no aceptable.

Tabla 12

Análisis proximal de suginori verde de Pisco Pradera Playón fase Gametofito (PPPG) y Esporofito (PPPE)

TRATAMIENTOS	HUMEDAD (%)	CENIZAS TOTALES (%)	PROTEINAS TOTALES (%)	CARBOHIDRATOS (%)	FIBRA (%)	EXTRACTO ETereo (%)
PPPG Control	92.24%	14.67%	41.62%	30.24%	10.14%	0.12%
PPPG 6,25g	87.42%	16.85%	38.75%	31.77%	9.41%	0.12%
PPPG 25g	88.57%	15.59%	35.43%	36.00%	9.36%	0.19%
PPPG 100g	79.54%	14.64%	39.27%	30.84%	10.70%	0.13%
PPPE Control	81.01%	13.79%	42.70%	30.38%	10.58%	0.09%
PPPE 6,25g	77.38%	14.58%	41.25%	29.64%	10.28%	0.19%
PPPE 25g	88.61%	16.74%	37.98%	37.47%	9.28%	0.20%
PPPE 100g	83.28%	14.03%	42.11%	30.16%	10.14%	0.18%

Tabla 13

Análisis proximal de suginori verde de Pisco Cultivo Puntilla fase Gametofito (PCPG) y Esporofito (PCPE).

TRATAMIENTOS	HUMEDA D (%)	CENIZAS TOTALES (%)	PROTEINAS TOTALES (%)	CARBOHIDRATOS (%)	FIBRA (%)	EXTRACTO ETereo (%)
PCPG-Control	80.34%	14.08%	39.67%	30.24%	10.70%	0.12%
PCPG 6.25 g	82.67%	14.07%	44.02%	30.08%	10.37%	0.09%
PCPG 25g	80.60%	14.44%	42.97%	29.94%	10.60%	0.18%
PCPG 100g	89.50%	16.57%	36.52%	36.03%	9.37%	0.20%
PCPE Control	86.84%	16.24%	35.07%	33.89%	9.46%	0.20%
PCPE 6.25g	82.46%	14.32%	42.97%	29.28%	10.35%	0.19%
PCPE 25g	86.31%	16.97%	38.48%	33.85%	9.08%	0.12%
PCPE 100g	87.71%	16.24%	35.79%	35.31%	9.18%	0.20%

Tabla 14

*Análisis proximal de suginori verde de Piura Pradera Puerto Rico*

*Bayóvar fase Gametofito (PPBG) y Esporofito (PPBE).*

TRATAMIENTOS	HUMEDAD (%)	CENIZAS TOTALES (%)	PROTEINAS TOTALES (%)	CARBOHIDRATOS (%)	FIBRA (%)	EXTRACTO ETereo (%)
P*PBG-Control	81.95%	13.80%	38.48%	30.24%	11.02%	0.12%
P*PBG 6,25g	84.32%	14.07%	42.26%	29.18%	10.58%	0.09%
P*PBG 25g	77.38%	14.30%	43.83%	30.84%	10.92%	0.19%
P*PBG 100g	92.19%	15.91%	36.15%	37.47%	9.18%	0.20%
P*PBE Control	79.16%	14.46%	44.26%	30.45%	10.45%	0.19%
P*PBE 6,25g	88.59%	16.40%	34.36%	36.72%	9.18%	0.21%
P*PBE 25g	86.31%	17.14%	38.87%	33.17%	8.72%	0.12%
P*PBE100g	77.38%	30.84%	10.58%	36.72%	87.71%	0.20%

Tabla 15

*Análisis proximal de suginori verde de Piura Cultivo Sechura Zona*

*Barrancos fase Gametofito (PCSG) y Esporofito (PCSE).*

TRATAMIENTOS	HUMEDAD (%)	CENIZAS TOTALES (%)	PROTEINAS TOTALES (%)	CARBOHIDRATOS (%)	FIBRA (%)	EXTRACTO ETereo (%)
P*CSG Control	89.53%	14.39%	41.20%	31.45%	9.73%	0.13%
P*CSG 6.25g	89.53%	13.97%	42.92%	30.24%	10.14%	0.12%
P*CSG 25g	86.02%	15.32%	40.80%	32.08%	8.70%	0.19%
P*CSG 100g	88.30%	17.37%	37.62%	31.46%	9.14%	0.12%
P*CSE Control	87.74%	14.71%	40.39%	31.12%	8.79%	0.18%
P*CSE 6.25g	90.43%	14.11%	43.35%	30.54%	10.24%	0.12%
P*CSE 25g	86.84%	16.24%	35.07%	33.89%	9.46%	0.20%
P*CSE 100g	86.84%	16.08%	35.43%	34.95%	9.09%	0.20%

## 4.2. CONTRASTACION DE HIPÓTESIS

Tabla 16

Análisis de varianza para evaluación del rendimiento seco en la producción de suginori verde.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuma de cuadrados</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Localidad	1	3.72	3.72	0.676	0.413
Inóculo	1	15.93	15.93	2.895	0.092
Fase	1	366.21	366.21	66.561	0.000
Concentración	3	730.99	243.66	44.287	0.000
Residuales	89	489.67	5.5		
Total	95	1606.52			

### REGLA DE DECISION

Hipótesis nula ((Ho)  $p > 0.05$ ): No existe efecto de los factores

Hipótesis alterna (Ha)  $p \leq 0.05$ : Existe efecto significativo de los factores

Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

### INTERPRETACION

Se trabajo con un nivel de significancia de 5 % ( $\alpha = 0.05$ ), se demuestra que a nivel estadístico indica que por lo menos un tratamiento tiene un efecto significativo diferente a los demás. Por lo tanto, se concluye que, existe diferencias significativas en los parámetros de producción de suginori verde a partir de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo” provenientes de inóculo de cultivos y praderas naturales, en las regiones de Ica y Piura, concentración de cal y fases reproductivas.

## CAPITULO V

### DISCUSION

#### 5.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente estudio investigó los parámetros de producción de suginori verde a partir de *Chondracanthus chamissoi* “yuyo” provenientes de cultivos en laboratorio y pradera naturales en las regiones de Ica y Piura donde se encontró que existe diferencias significativas con un 5 % ( $\alpha = 0.05$ ), para efectos de análisis se contrastan los principales hallazgos encontrados en discusión con los antecedentes que guardan coincidencia.

El cultivo de algas marinas es una alternativa en la utilización de nuevas tecnologías en diferentes tipos de especies marinas; con la finalidad de diversificar nuevos productos adquiriendo un valor agregado teniendo intereses industriales y comerciales. A nivel de Sudamérica Chile en los últimos años viene implementando sistemas de cultivos a pequeña escala teniendo el objetivo de reducir la sobreexplotación de dichos recursos (Saavedra, y otros, 2019)

Arbaiza y Col. (2021), nos hace mención; que el volumen de producción de algas mayormente proviene de praderas naturales, lo cual genera la destrucción de bosques por la elevada demanda que presenta. Esto debido a su importancia industrial y comercial como es en el caso de la extracción de ficocoloides y otros productos tanto en el mercado nacional como exportación, el caso de las exportaciones mayormente se da el uso de algas deshidratadas o congeladas.

En la producción de algas deshidratadas a base de *C. chamissoi*, depende principalmente de parámetros ambientales, entre ella las estaciones y factores biológicos (Santelices, 1999 y Buschmann, 2004), lo que asegura el éxito de la producción, así también una producción sostenible pos-instalación en el mar. El proceso consiste en las instalaciones de hatchery in situ y la evaluación del comportamiento biológico de la especie en más de un ciclo vital, llegando en algunos casos hasta 3 ciclos. En la especie *Macrocystis pyrifera* la capacidad reproductiva y rendimiento es diferente y solo produce una cosecha por ciclo reproductivo.

Según lo obtenido en la producción se sugiere en cuanto a los factores localización e inóculo no hubo diferencia significativa, y en las concentraciones de cal y fases reproductivas hubo diferencia en el rendimiento en seco, donde se vio afectada la fase esporofita en mayor porcentaje que la fase gametofito debido a las concentraciones fenotípicas diferentes que ambas presentan como el grosor, tamaño y textura. Y al someterlo al tratamiento con cal, teniendo este un efecto abrasivo generó un deterioro de la pared celular. Según Araujo Campoverde (2016) en su tesis titulada “optimización del pelado de maíz con cal a utilizarse como estrategia de descontaminación de fumonisinas” nos menciona que al poner en una solución alcalina tiene el efecto de degradar y solubilizar los componentes de la pared celular (hemicelulosa y pectina) de los granos de maíz. También Choto Calan (2019) menciona el efecto de la cal como clarificante en jugo de caña.

Según el análisis realizado para conocer la predominancia de las distintas fases reproductivas de *C. chamissoi* está ligada a condiciones ambientales y la actividad del hombre; como resultado se obtuvo para Piura Pradera la prevalencia de la fase vegetativa 50.00 % y cultivo la fase Carposporofito 42.80%. Y Pisco pradera

predominó la fase tetraesporofito 43.33% cultivo la fase vegetativa 47.00%. Para la identificación de las fases Tetrasporofito, Gametofito y Carpoesporofito de *Mazzaella laminarioide*, se puede identificar fenotípicamente y la fase vegetativa se opta por usar Resorcinol (Méndez, s.f.).

Dichos resultados coincidieron con los hallazgos de Santome (2018) quien obtuvo un 51% de las frondas sin la presencia de estructuras reproductivas visibles a nivel macroscópico. Esto debido a que las estructuras reproductivas son microscópicas en gametofitos masculinos. Por último, se promedió un 36% de tetrasporofitos y 64% de gametofitos, observado esto en casi todos los meses que se realizaron muestreo en la bahía de Ancón. Asimismo, considerando algunos parámetros que se tomó en dicha investigación, donde nos hace mención la dominancia de dichas fases, se debe a diferencias ecológicas y fisiológicas de *C. chamissoi*.

Según lo obtenido por Purizaca (2022) en un cultivo con sustrato de valvas de almeja a 15 °C en un fotoperiodo de 16 hora de luz y 8 de oscuridad, obtuvo 6,25 soro tetrasporangial/cm lineal a las 24 horas. Para la especie *Chondracanthus canaliculatus* (Harvey) Guiry, se reporta que la predominancia de la fase cistocarpica se da en bajas temperaturas, mientras que la fase tetraesporofítica se da en meses cálidos del mismo modo se hace la observación de una alta predominancia de plantas en estado vegetativo (García- Lepe,1997).

Para la producción de *Condracanthus* se requiere hacer un análisis de manera muy precisa del ecosistema y sus interacciones; como el fenómeno del niño, la estación del año y la ubicación geográfica del bosque natural influyen en su desarrollo. Por ello los resultados Suarez (2019) quien obtuvo mediante marcadores moleculares, que no existe una diferencia entre las poblaciones muestreadas de *C. Chamissoi* en la costa

del Perú y tampoco al realizar un análisis de las especies de manera individual no encontró una variación en los índices de diversidad genética por su reproducción vegetativa y factores ambientales de El Niño Oscilación del Sur (ENSO) y la presión extractiva. Finalmente se determinó que las poblaciones evaluadas tienen composición genética similar y no se presenta estructuración en esta especie con los marcadores utilizados.

También Bulboa en el 2003, nos hace referencia en su estudio, que el aumento de población de las algas marinas, están relacionados a factores bióticos y abióticos en cuanto a los aspectos reproductivos, en su adaptabilidad estacionaria, esto debido a su entorno ambiental. En ellos pudieron evidenciar en la costa chilena un patrón estacional donde se pudo ver el comportamiento de especies como *Sarcothalia crispata*, *Gigartina skottsbergii*; *Chondrus canaliculatus* y *Chondracanthus chamissoi*. Dado esto, se realizó el estudio en *C. chamissoi* en la bahía Herradura en Chile, donde se pudo constatar el desarrollo de estructuras reproductivas y la prevalencia de un marcador estacional durante todo el año. Esto, también llevo a Macchiavello en el 2003, donde hizo un estudio similar, que consistió en el reclutamiento de esporas durante los meses de primavera y verano llegando a la conclusión que la producción de esporas sería una alternativa para la conservación de la población de *C. chamissoi*. Asimismo, Santelices en 1990 también nos hace mención, en sus estudios que la fertilidad de las especies *Sarcothalia crispata*, *Gigartina skottsbergii* y *Chondrus crispus* muestran un patrón estacionario. Para *C. chamissoi* hubo una tasa de crecimiento en los días calurosos coincidiendo con los autores antes citados.

Saavedra (2019) en Chile, quien encontró que las plántulas o semillas obtenidas de hatchery, presentan mayor producción; sin embargo, la cantidad de masa obtenida

dependen directamente de la selección del sitio, así como los tipos de macroalgas y mantenimiento y limpieza del tipo de sistema de cultivo. Asimismo, coincidieron con los hallazgos de Arbaiza (2019) quien obtuvo datos diferenciales respecto a 3 zonas en la costa norte y centro del Perú, teniendo mejor potencial reproductivo en Ancón y mejor liberación de esporas en Paján a 120 días de cultivo. Un producto para que obtenga la denominación de suginori verde debe pasar por procesos de decoloración donde el principal agente que se utiliza es el hidróxido de calcio denominado comercialmente cal (Vidal y O’Ryan, 2015), esta actividad se da en un 90% a nivel empresarial para la producción de este alimento dándole valor agregado a la especie (Bernuy, 2011). Los resultados obtenidos luego de la aplicación de este producto se compararon con el estudio de Ríos Cortes (2017) donde evalúa la capacidad de adsorción mediante carbón activado (CA) y el efecto del hidróxido de calcio en la remoción de la clorofila a, b y c en Stevia. Para ello, se utilizó un espectrómetro UV.VIS para la cuantificación y ver las concentraciones de clorofilas presentes. En sus resultados obtenidos mediante estos procesos mencionados del CA, y precipitación de cal; para lo cual se utilizó cuatro concentraciones de CA: 0,05g, 0.075g, 0,1g y 0,2g en periodo de 10 min, para la adsorción de clorofila A, fue 5,521 mg/ml equivalente a una remoción de 22,3% clorofila A, para la adsorción con 0.075 g la concentración final fue de 5,512mg/ml con una remoción de 30.12% de clorofila A; para el caso de la adsorción de clorofila B , con la concentración de CA 0,05g la concentración fue de 3.29 mg/ml equivalente a 39.24% de clorofila B, y para 0.075g se obtuvo una concentración de 3.13mg/ml equivalente a un 49% de clorofila B y finalmente para la adsorción de clorofila C, en la concentración de 0.05g CA, se obtuvo una remoción de 5.73mg/ml equivalente de 70.40% de clorofila C y en la concentración de CA de 0.075g se obtuvo una remoción de 5.6mg/ml un 74% de clorofila C. Asimismo, en el uso de hidróxido de calcio para

la remoción de la clorofila, se realizó ensayos de diferentes cantidades de cal de 10g, 15g, 20g y 25g en un tiempo de 50min. Lo cual se precisó que el mejor tiempo en remoción de clorofila fue de 10min en 10g de cal donde la concentración final fue de 0.477 mg/ml equivalente a una remoción del 69.76% de clorofila A, y para la clorofila B, fue de 0.593 mg/ml lo cual representa una remoción del 67.4%, también la clorofila C, fue de 1.857 mg/ml que corresponde al 73.75% de la clorofila C presente en el extracto.

También Puri (2016), nos hace mención que la clorofila precipita en presencia de hidróxido de calcio. Finalmente, ambos procesos demostraron la remoción de clorofila en la hoja de Stevia; como la mejor técnica el uso de la cal, logrando obtener menos glucósidos en el proceso de adsorción reteniendo un 0.2% de steviosido y 0,66% rebaudiósido A; a diferencia del CA que retuvo el 0.98% steviosido y 3.882% rebaudiósido A.

De acuerdo con los resultados obtenidos en cuanto a la calidad de *Chondracanthus chamissoi* como *suginori* verde, y el uso de cal para la decoloración en tres concentraciones diferentes 6.25g, 25g y 100g y en un tiempo de 6 horas se pudo determinar para ambas localidades Pisco-Piura que presento una remoción de clorofila A, teniendo características aceptables con las concentraciones 6.25g y 25g. Los parámetros organolépticos evaluados coincidieron con los hallazgos de Días y Rosas (2015) quien realizó una evaluación del producto final considerando 2 parámetros organolépticos (sabor y textura) lo que indicó que la duración del sabor se mantiene estable por 43 días y la textura por 36 días. Finalmente se realizó un análisis proximal obteniendo para proteínas: 8.52 kcal, grasas: 31.67 kcal, carbohidratos: 74.64 kcal y energía: 120.73 kcal. Al comparar con Rojas Vega (2018), nos dice en su investigación,

la composición nutricional del alga roja *Rhodymenia howena* en la bahía Ancón, Perú; que tuvo como resultado en el análisis proximal de 28,56% de proteínas, 21,08% de cenizas y trazas de extracto etéreo (lípidos) en muestra seca. Por otro lado, Xiren Aminah (2017) pudo obtener valores de 7.8% y 8.9% en base seca, de *Kappaphycus alvarezii*, lo que es muy inferior a nuestros resultados, por último, Sierra y Álvarez (2009) obtuvo el 20% contenido proteico para la especie *Gracilariopsis tenuifrons*. Para el alga *Agarophyton chilensis* deshidratada se obtuvo un valor proteico de 13,3 g  $\pm$  0,320, ceniza 24,0 g  $\pm$  0,813 y lípidos 0,4 g  $\pm$  0,056 (Morales, 2019). En base a lo revisado, solamente en Piura Pradera es menor el valor proteico, siendo de 10.58% como resultado del análisis proximal. Para todos los demás resultados de análisis proximal, se obtuvieron mejores valores que los citados en la bibliografía. En cuanto a la ceniza total, se obtuvieron para el análisis valores menores a los expresados por Rojas Vega y Morales, solo el resultado máximo de Piura pradera los sobrepasa con un 30.84%. En el análisis del extracto etéreo, se obtuvo que lo reportado por Morales excede a nuestros resultados, mientras que comparando con lo obtenido por Rojas Vega es mucho mayor. Para la fibra se obtuvo valores entre los 8.72% como valor mínimo y 87.7% como valor máximo que comparado con los obtenido por Aldaz y Tantaleán (2019) el valor de fibra obtenido fue de 47,5 g, lo que es mayor a casi todos resultados salvo Piura Pradera. En el análisis proximal para carbohidratos según Rubio (2019) se obtuvo un mayor porcentaje de 76.4  $\pm$  0.5, muy superiores a nuestros resultados obtenidos para ambas localidades siendo como mínimo 29.18% y máximo 37.47%. Así mismo, Diaz y Rosas (2015) nos hace mención que en la composición de harina de *Condracanthus chamissoi* se obtuvo un 8.67g de carbohidratos, siendo menor a nuestros resultados.

También Cáceres (2021) nos menciona que en la cinética del secado no presentó diferencias tomando dos temperaturas (60 °C y 40 °C). Lo cual indica que el valor nutricional de la macroalga para una temperatura de 40 °C presentó 17,70% de contenido proteínico y a temperatura de 60 °C presentó 18,20% de contenido proteínico. En cuanto al contenido de fenoles fue de 1,243.926 µg GAE/g a 60 °C y 1,359.066 µg GAE/g a 40 °C. Lo que coincide con los resultados de la presente tesis al no haber disminución del valor nutricional al someterlo a las temperaturas utilizadas en el secado. Finalmente, habiendo realizado las pruebas de análisis de los factores de estudio con métodos estadísticos se obtuvo que el mejor tratamiento en base al rendimiento en producción de suginori verde seco a partir de *C. chamissoi* ; se logró determinar el mejor tratamiento proveniente de la localidad de Piura inoculo pradera, fase Gametofito y concentración de cal de 6.25g/L con un 7.76% , y en la localidad de Pisco inoculo cultivo, fase gametofito se obtuvo mejores tratamientos en dos concentraciones de cal 6.25 y 100 g/L 6.83% y 7.10% respectivamente.

organización sólida, con el control en sus procesos productivos, de manera que sus artículos a ser puesto en los centros de venta cumplan con niveles de eficiencia como de calidad, como podemos observar los especialistas coinciden que las compañías deben de contar con ambas variables de suma importancia el planeamiento tributario incide necesariamente en que la empresa sea de nivel competitivo en el mercado, de manera que a nuestro juicio se coincide con al conclusión de nuestro estudio en cuanto el planeamiento tributario como herramienta influye en la competitividad en la empresa molinera virgen del Carmen.

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1. CONCLUSIONES**

##### **Primera conclusión**

Se logro determinar las fases reproductivas predominantes tanto de praderas naturales y sistemas de cultivo, según localidad de procedencia. Como tal, se detectó que, la fase vegetativa tiene un valor más alto en Piura Pradera Puerto Rico Bayóvar, logrando un 50%; y, para la localidad de Pisco Cultivo Bahía Puntilla, un 47%. Por otro lado, la localidad de Piura Cultivo Sechura Zona Barrancos presento un 42.80% para la fase Gametofito, y para Pisco Pradera Bahía Playón 43.33% para la fase Esporofito. El análisis proximal, determinó que los tratamientos no influyen de manera significativa al valor nutricional del producto terminado. Para la prueba de rehidratación los valores organolépticos del suginori verde cumplieron los parámetros establecidos por el mercado 6.25 y 25 g/L.

##### **Segunda conclusión**

Para el procesamiento y producción de suginori verde se concluye que de todos los tratamientos el más eficientes es de la localidad de Piura Pradera en fase gametofito. mercado en la empresa Molinera Virgen del Carmen SAC.

### **Tercera conclusión**

Luego de exponer a diferentes concentraciones de cal se determinó la concentración adecuada para obtener suginori verde en mayor rendimiento siendo 6.25g/l, en fase gametofito y procedente de Piura pradera.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

### **Primera recomendación**

En base al rendimiento en seco para la producción de suginori verde a partir de *C. chamissoi* se debe considerar factores bióticos y abióticos en el laboratorio y campo.

### **Segunda recomendación**

Para la determinación de fase se tiene que realizar una prueba química de Resorcinol para su identificación y determinar exactamente las fases presentes en las zonas de estudios.

## REFERENCIAS

### FUENTES DE INFORMACION

#### 7.1. Fuentes Documentales

Agardh, C. (1820). *Species algarum Volumen primum*. Ex officina Berlingiana.

Aldaz, A. y Tantaleán, M. (2019). Efecto de la proporción de avena (*Avena sativa*), cochayuyo (*Chondracanthus chamissoi*) y macambo (*Theobroma bicolor*) en el valor nutricional y análisis sensorial de una barra energética Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.

Aragón, B., & Castillo, R. Zavala, J, Pastor, R., Castañeda, V, y Rujel, J. (2012). Estudio sobre macroalgas pardas en el sur del Peru. Ilo, Moquegua, Peru.

Arbaiza, S. (2016). "viabilidad reproductiva para el cultivo de *Chondracanthus chamissoi* provenientes de tres poblaciones del litoral peruano", Perú.

Arbaiza, S., Gil-Kodaka, P., Arakaki, N., & Alveal, K. (2019). Primeros estadios de cultivo a partir de carpósporas de *Chondracanthus chamissoi* de tres localidades de la costa peruana. *Revista de biología marina y oceanografía*, 54(2), 204-213. <https://dx.doi.org/doi.org/10.22370/rbmo.2019.54.2.1901>

- Arbaiza, S., Gil, R., Gil, P., Merin, L., Ramírez, P., Rivera, H., Resurrección, J. (2021). Diversificación acuícola hacia el cultivo de macroalgas. San Isidro, Perú.
- Araujo, M., (2016). "Optimización del pelado de maíz con cal a utilizarse como estrategia de descontaminante de fumonisina". Universidad de Cuenca facultad de ciencias químicas, Ecuador.
- Bernuy, J. (2011). Cadena productiva del alga marina ambientalmente responsable y sostenible-pesca artesanal.
- Buschmann, H., Vásquez, J., Osorio, P., Reyes, E., Filún, L., Hernández-Gonzáles, M. y Vega, A. (2004). The effect of water movement, temperature and salinity on abundance and reproductive patterns of *Macrocystis* spp. (Phaeophyta) at different latitudes in Chile. *Marine Biology*, 145: 849-862.
- Cáceres, J. (2021). La deshidratación de la Macroalga Yuyo (*Chondracanthus chamissoi*) y su efecto en las características nutricionales de la harina. Informe final del proyecto de investigación. Universidad Nacional del Callao.
- Calderón, M., Ramírez, M. E., & Bustamante, D. (2010). Nota sobre tres especies de Gigartinacea (Rhodophyta) del litoral peruano. Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima-Peru.
- Choto, M. (2019). Influencia del agente coagulante (cal) en la clarificación del jugo de caña crudo de la industria panelera "el valle". Universidad estatal Amazónica, Ecuador.
- Díaz, R. y Rosas, M. (2015). Elaboración de barras energéticas a base kiwicha

pop (*Amaranthus caudatus*) y arroz inflado (*Oryza sativa*) enriquecida con harina de yuyo (*Chondracanthus chamissoi*) Universidad Nacional del Santa, Peru.

García-Lepe, M. G., Ballesteros-Grijalva, G., Zertuche-González, J. A., & Chee-Barragán, A. (1997). Annual variation in size and reproductive phenology of the red alga *Chondracanthus canaficufatus* (Harvey) Guiry at Punta San Isidro, Baja California, Mexico. *Ciencias Marinas*, 23(4), 449-462.

Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, ISBN: 9781-4562-6096-5, 714 p.

Méndez C, C. (Sin fecha). Diseño de un Prototipo de Separador Automatizado de Fases del Alga Luga Cuchara. Pasantía de investigación. Universidad de Concepción.

Morales, C., Schwartz, M., Sepúlveda, M., y Quitral, V. (2019). Composición química y propiedades tecnológicas de alga roja, *Agarophyton chilensis* (ex *Gracilaria chilensis*). *Revista de Ciencia y Tecnología*, 31, ¿110 [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-587201900010009&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-587201900010009&lng=es&tlng=es).

Purizaca P, (2022). Cultivo de algas (*Chondracanthus chamissoi*). Monografía para optar el Título de Ingeniero pesquero. Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”

Rubio, R., (2019). El aporte de minerales a base de yuyo (*Chondracanthus chamissoi*) en la elaboración de barras energéticas con Kiwicha

- (*Amaranthus caudatus*). *Universidad Nacional del Callao, Callao*.
- Rojas, V. Arnao, I. (2018, abril, 09). Composición nutricional del alga roja *Rodhymenia howeana* de la bahía de Ancón, Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. Recuperado en 09 de abril de 2023, de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-34X2018000400009&lng=es &tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-34X2018000400009&lng=es &tlng=es).
- Saavedra, S., Henríquez, L., Leal, P., Galleguillos, F., Cook, S., & Cárcamo, F. (2019). *Cultivo de Macroalgas: Diversificación de la Acuicultura de pequeña Escala en Chile*. Chile.
- Salas, N., Córdova, C., y Estrada, E. (2008). Obtención de  $\kappa$ -Carragenano y  $\lambda$ -Carragenano a partir de macroalga *Chondracanthus chamissoi* y su aplicación en la industria alimentaria. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú*.
- Santelices, B. (1999). *A conceptual framework for marine agronomy*. Hidrobiología.
- Sierra, L, & Álvarez, R. (2009). Comparación bromatológica de las algas nativas (*gracilariopsis tenuifrons*, *sargassum filipendula*) y exóticas (*kappaphycus alvarezii*) del caribe colombiano. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 13(2), 17-25. Retrieved April 09, 2023.
- Suarez Alarcon, S. A. (2019). "Filogeografía del alga *Chondracanthus chamissoi* (gigartinaceae, rhodophyta) en la costa peruana. *Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú*.
- Vera, I.,(2014). "Efecto de la extracción del alga *Lessonia trabeculata*, Villouta & Santelices, sobre el macrobentos en Marcona, Perú.

Xiren, G., & Aminah A. Proximate composition and total amino acid composition of *Kappaphycus alvarezii* found in the waters of Langkawi and Sabah, Malaysia.

## 7.2. Fuentes Bibliográficas

Carmona, J., Hernandez, M., & Ramirez, M. (2004). Algas. Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal.

Chirino, L., & Yudilevich, D. (1999). Ciencia al día Internacional <http://www.ciencia.cl/CienciaAlDia> volumen2/numero4/articulos/articulo8.html .

Duarte, C. (2006). La exploración de la Biodiversidad Marina . España : Fundación BBVA.

Guerrero, C. (2020) "Evaluación de reguladores de pH para mejorar el proceso de panela granulada en su incidencia de formación de acrilamida en el distrito de Yamango, Perú.

## 7.3. Fuentes hemerográficas

IMARPE. (2019). Anuario Científico Tecnológico ,Perú.

IMARPE. (2021). Reporte de la tsm y atsm promedio del mes de mayo 2021 en relación al período climatológico 1982-2021, Lima.

PRODUCE. (2016). Sector pesquero y acuícola frente al cambio climático, Lima.

#### 7.4. Fuentes electrónicas

Vidal , L., & O Ryan, C. (2015). Chicorea de mar *Chondracanthus chamissoi*.

Chile de CORFO.

Villareal, J. S. (2019). Praderas de pastos marinos. Universidad Nacional,

Costa Rica.

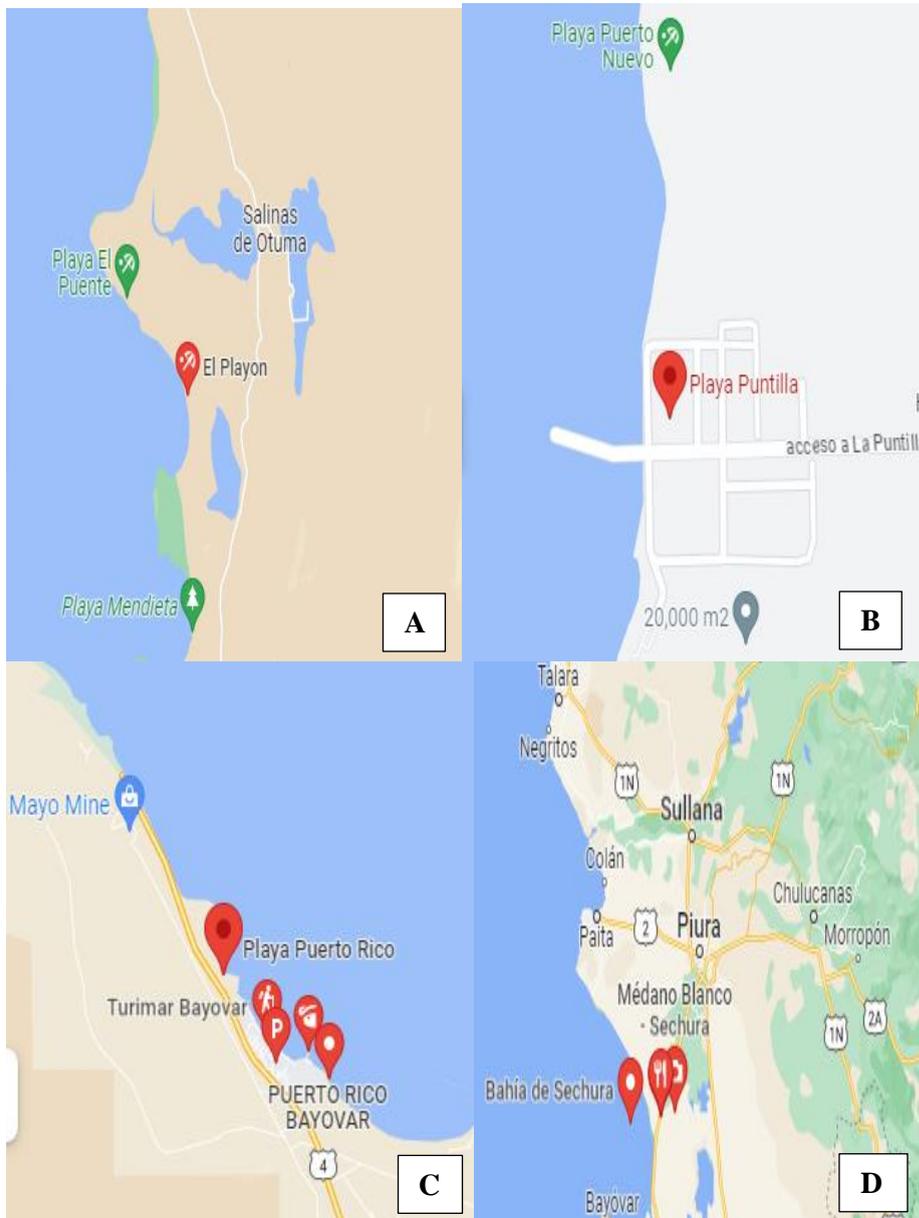
Viveros Flores , P. (2018). CULTIVO IN VITRO DE NUDOS DE *Croton*

*ruizianus* Müll Arg. (EUPHORBIACEAE), Peru .

Xiao, S., & Qing, T. (2020). Fosiles de algas verdes . Madrid Departamento de

Geociencias de la Facultad de Ciencias de Virginia Tech.

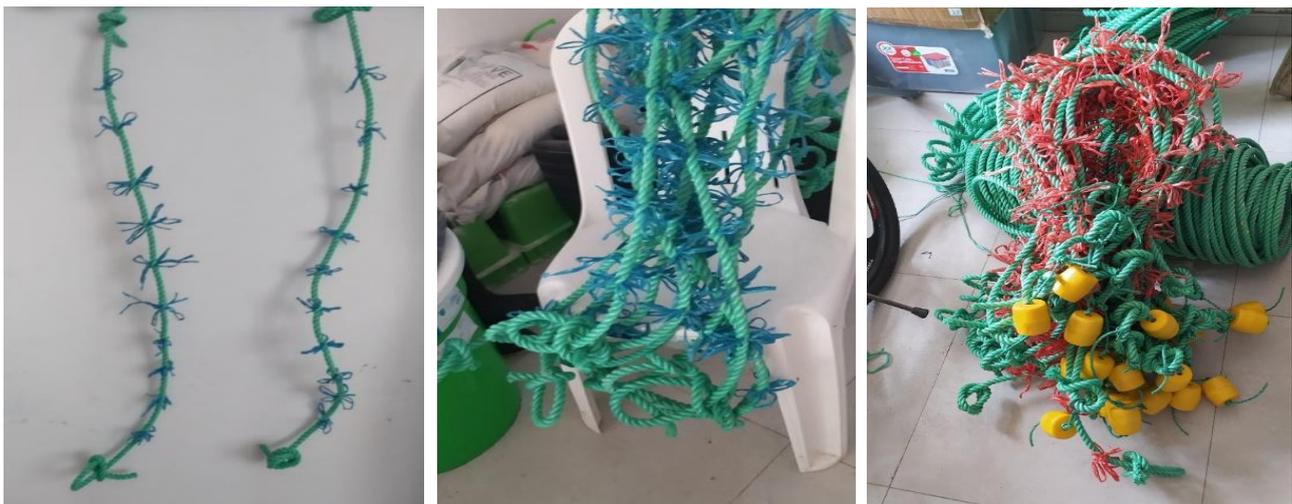
## ANEXO 1



Anexo 1. Ubicación geográfica de los sistemas de cultivo y praderas naturales, Pisco cultivo (A) Bahía Puntilla, Pradera Bahía Playón (B), Piura Pradera Puerto Rico – Bayóvar (C), cultivo Playa Sechura -Zona Barrancos (D).



Anexo 2. Material biológico (yuyo) de praderas naturales bahía Playón de Ica distrito de San Andrés – Pisco (A), Piura Puerto Rico Bayóvar (B).



Anexo 3. Materiales para las instalaciones en el mar, Sistemas de cultivo (arboles) y unidades de cultivo.



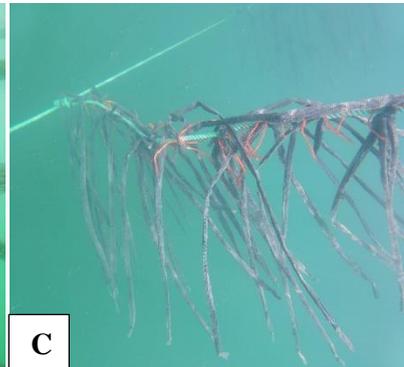
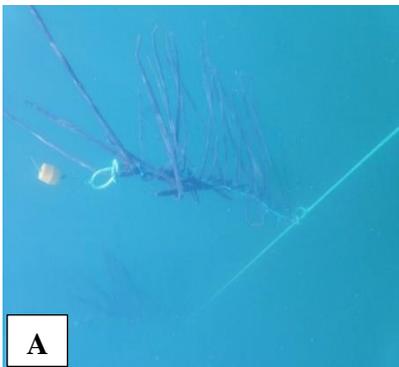
Anexo 4. Materiales para la elaboración de los sistemas de cultivo en el mar, soga, guantes y malla hortofrutícola.



Anexo 5. Selección de las fases reproductivas, Esporofito y Gametofito e inoculación en los sistemas de cultivos.



Anexo 6. Mediante buceo semi autónomo, se realizó la instalación de los sistemas de cultivo en Pisco la bahía Puntilla.



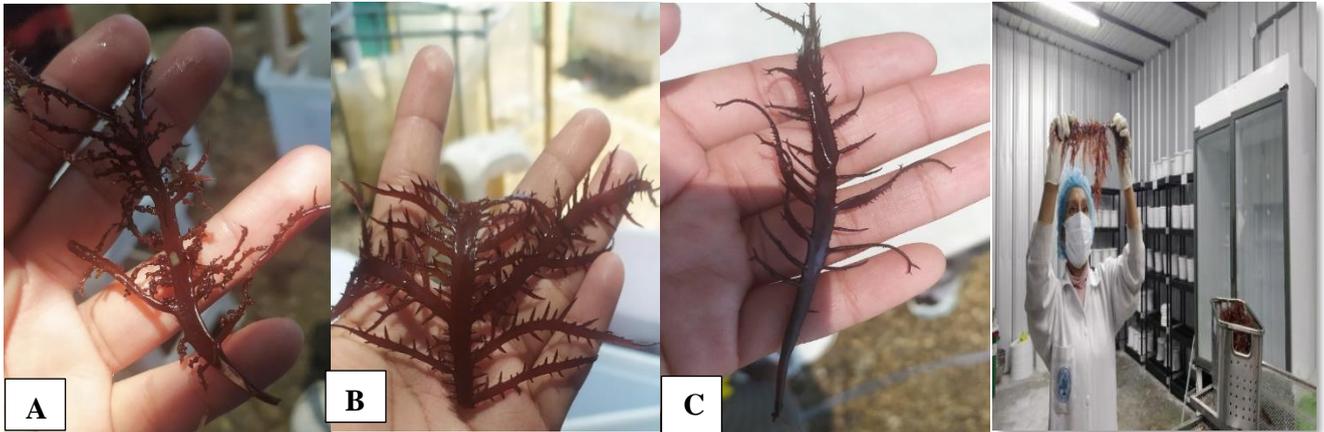
Anexo 7. Siembra de sistemas de cultivos Long -Line de la localidad Ica distrito de San Andrés – Pisco Bahía Puntilla (A-C), Piura Playa Sechura -Zona Barrancos (B)



Anexo 8. Limpieza de los sistemas de cultivo.



Anexo 9. Limpieza del material biológico (alga) con agua ultrafiltrada.



Anexo 10. Identificación de fases reproductivas, gametofito (A), esporofito(B) y vegetativo (C)



Anexo 11. Material biológico “yuyo” de ambas localidades, para procesamiento de Suginori verde.



Anexo 12. Tratamiento con hidróxido de calcio (cal) 6.25g, 25g y 100g para la elaboración de suginori verde



Anexo 13: Lavado y enjuague de suginori verde a partir de *Chondracanthus chamissoi*.



Anexo 14. Deshidratado de suginori verde 2 horas a una temperatura de 50°C y 3 horas a 70°C.



Anexo 15. Empacado Suginori verde en bolsas de polietileno, para su Análisis proximal.



Anexo 16. Prueba de rehidratación de Suginori verde.