



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional**

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

**CONSTANCIA**

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

**OBTENCION DE  $\kappa$  - CARRAGENANO Y  $\lambda$  - CARRAGENANO A PARTIR DE  
MACROALGA (*Chondracanthus chamissoi*) Y SU APLICACIÓN EN LA  
INDUSTRIA ALIMENTARIA**

Presentado por:

**YENNIFER ANDREA, CHÁVEZ MEDRANO**

Bachiller del nivel **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos. El resultado obtenido es **2 % de porcentaje de similitud** por el cual se otorga el calificativo de:

**APROBADO**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

**APROBADO OBTUVO EL 2% (MENOR AL 20% REQUERIDO)**

Ica, 28 de agosto de 2021

JUAN MARINO ALVA FAJARDO  
DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION  
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE  
ALIMENTOS

**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA**



**OBTENCION DE  $\kappa$  – CARRAGENANO Y  $\lambda$  –  
CARRAGENANO A PARTIR DE MACROALGA  
(*Chondracanthus chamissoi*) Y SU APLICACIÓN EN LA  
INDUSTRIA ALIMENTARIA**

**MONOGRAFÍA PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO PESQUERO  
POR LA MODALIDAD DE SUFICIENCIA ACADÉMICA**

**AUTOR:**

**Bach. YENNIFER ANDREA CHÁVEZ MEDRANO**

**2020**

## Índice de contenido

|  |    |
|--|----|
| RESUMEN.....   | iv |
| CAPITULO I: MARCO TEORICO.....   | 6  |
| 1.1. INTRODUCCION.....   | 6  |
| 1.2. ANTECEDENTES .....  | 7  |
| 1.2.1. Antecedentes Internacionales.....                               | 7  |
| 1.2.2. Antecedentes Nacionales .....                                   | 8  |
| 1.3. BASES TEÓRICAS .....  | 9  |
| 1.3.1. Descripción de la Especie <i>Chondracanthus chamissoi</i> ..... | 9  |
| 1.3.2. Taxonomía.....  | 9  |
| 1.3.3. Distribución geográfica.....                                    | 9  |
| 1.3.4. Habitación.....   | 10 |
| 1.3.5. Ciclo de vida.....  | 10 |
| 1.3.6. Cosecha de Algas para producción.....                           | 11 |
| 1.3.7. Limpieza y Embalaje.....  | 12 |
| 1.3.8. Protección y cuidados a la población de algas.....              | 13 |
| 1.3.9. Distribución y abundancia de las algas - Investigación.....     | 14 |
| 1.3.10. Distribución de las algas en América.....                      | 15 |
| 1.3.11. Las algas en el Perú.....                                      | 16 |
| 1.3.12. Consideraciones Ecológicas de Algunas Algas.....               | 17 |
| 1.3.13. Producción de algas en el Perú.....                            | 18 |
| 1.3.14. Recolección de Algas Marinas en el Perú.....                   | 18 |
| 1.3.15. Producción mundial de algas marinas.....                       | 19 |
| 1.3.16. Caracterización.....   | 19 |
| 1.3.17. Constituyentes químicos.....                                   | 20 |
| 1.3.18. Utilización de las algas.....                                  | 20 |
| 1.3.19. Industrialización: Productos Útiles de las Algas.....          | 21 |
| CAPITULO II: DESARROLLO O CONTENIDO .....                              | 22 |
| 2.1. EXTRACCION DE CARRAGENANOS.....                                   | 22 |
| 2.2. ETAPA DE PREPARACIÓN DE LAS ALGAS.....                            | 22 |
| 2.3. ETAPA DE EXTRACCIÓN DE K-CARRAGENANO.....                         | 23 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 2.4. ETAPA DE FRACCIONAMIENTO..... | 25 |
| CONCLUSIONES.....                  | 30 |
| BIBLIOGRAFIA.....                  | 31 |

## Índice de tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. clasificación taxonómica.....                               | 9  |
| Tabla 2. Rendimiento de carragenano semi refinado.....               | 25 |
| Tabla 3. Peso de $\kappa$ -carragenano y $\lambda$ -carragenano..... | 26 |
| Tabla 4. Rendimiento de $\kappa$ -carragenano .....                  | 26 |
| Tabla 5. Rendimiento de $\lambda$ -carragenano .....                 | 26 |
| Tabla 6. Formulación de flan con $\kappa$ -carragenano obtenido..... | 27 |
| Tabla 7. Parámetros de control de flan.....                          | 27 |
| Tabla 8. Formulación de pudin de chocolate .....                     | 28 |
| Tabla 9. Parámetros de control de pudin de chocolate.....            | 28 |
| Tabla 10. Formulación de leche chocolatada.....                      | 28 |
| Tabla 11. Parámetros de control de leche chocolatada .....           | 29 |

## Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Ciclo de vida de <i>Chondracanthus chamissoi</i> ..... | 11 |
| Figura 2. Productos útiles de las algas .....                    | 21 |

## RESUMEN

La explotación de las algas para la producción de carragenanos se intensificó a partir del año 80, la obtención de los carragenanos estará en función de la correcta selección de las algas, en sus fases de vida, así como el control adecuado de los parámetros como el Ph y temperatura.

El proceso para la extracción de carragenanos se basa en insolubilidad en solventes orgánicos y solubilidad en agua caliente. Para la obtención de  $\kappa$ -carragenano se parte de la fase gametofítica y para la obtención de  $\lambda$ -carragenano se parte de la fase gametofítica, estos carragenanos tienen capacidades gelificantes viscosante que son características que se usan en la industria en la elaboración de diversos productos.

Este presente trabajo monográfico presenta unos alcances sobre el alga *Chondracanthus chamosoi*, su cultivo en varias partes del mundo y forma de extracción de los carragenanos.

**Palabras clave: Carragenanos, Chondracanthus, Polisacáridos, Fracción gelificante.**

## ABSTRAC

The exploitation of algae for the production of carrageenans intensified from the year 80, obtaining carrageenans will depend on the correct selection of algae, in their life phases, as well as the adequate control of parameters such as Ph and temperature.

The process for the extraction of carrageenans is based on insolubility in organic solvents and solubility in hot water. To obtain  $\kappa$ -carrageenan, we start from the gametophytic phase and to obtain  $\lambda$ -carrageenan we start from the gametophytic phase, these carrageenans have viscous gelling capacities that are characteristics that are used in the industry in the elaboration of various products.

This present monographic work presents some scopes on the alga *Chondracanthus chamissoi*, its cultivation in various parts of the world and form of extraction of carrageenans.

Keywords: Carrageenans, *Chondracanthus*, Polysaccharides, Gelling fraction.

## CAPITULO I: MARCO TEORICO

### 1.1. INTRODUCCION

La característica que tienen las algas es su riqueza en elementos como iodo, fósforo, potasio, proteínas, vitaminas, así como otros oligoelementos que no son muy frecuentes en otros alimentos y también por la riqueza en hidrocoloides son considerados nutraceuticos. También contienen polisacáridos muy complejos que se denominan ficocoloides (carragenanos), que tienen la capacidad de formar geles muy usados en la industria.

El alga roja *Chondracanthus chamissoi*, es muy abundante en la costa del pacífico específicamente en la parte sur, donde hay aguas templadas como son Laguna Grande, Bahía de San Nicolás, Pisco, Playa Mendieta, es un alga de la cual se extraen los carragenanos que posee, también tiene propiedades hipolipemiantes, antilopogénicas y antivirales según varios autores, lograron la inhibición de réplica de algunos virus. Posteriormente se realiza ensayos con la fracción soluble  $\lambda$ -carragenano y la fracción insoluble  $\kappa$ -carragenano observándose que la fracción soluble tiene mayor capacidad de inhibición viral a comparación de la fracción insoluble.

No existe en el Perú una planta que procese carragenanos por lo que se importa de Japón, Estados Unidos, Canadá, Dinamarca, Francia y Chile. Solo existen empresas que se dedican a extraer y comercializar *Chondracanthus chamissoi* en sus estado fresco, congelado, refrigerado y seco. Exportándose a países asiáticos como Japón para su consumo y transformación (Gil-Kodaka, 2002).

## 1.2. ANTECEDENTES

### 1.2.1. Antecedentes Internacionales

Vidal, Lidia; O’Ryan, Carolina (2015). *Chicorea de mar (Chondracanthus chamissoi): Situación y perspectivas*. Este documento temático nos presenta antecedentes, así como tecnologías y los mercados potenciales para realizar negocios con el alga *Chondracanthus chamissoi* convirtiéndose en una opción con una probabilidad de convertirse en una buena oportunidad de desarrollo para Parinacota y Arica. Habiendo un mercado para el consumo de ensaladas que tienen como base las algas estimándose en el año 2000 unos 100 millones de dólares siendo estos consumidores los países asiáticos como Corea, Taiwán, Japón, y Singapur. Esta investigación propone tecnologías de cultivo, estudios de mercado, recomendaciones sobre la actividad de cultivo siendo una opción para el desarrollo de Parinacota y Arica.

Universidad Arturo Prat, Instituto de Ciencia y Tecnología (2014). **INFORME FINAL: "Incorporación de la Industria Alimentaria de Consumo Humano Directo como Fuente de Agregación de Valor para Las Macroalgas Nacionales"**, el objetivo de esta investigación fue identificar y caracterizar las demandas que tiene el mercado nacional e internacional en la industria de los alimentos para el consumo humano directo, en torno a las macroalgas nacionales, se identificó los costos que tienen los usos de estas algas, se propone metodologías para identificar la cadena de valor y se establece requerimientos productivos sanitarios, legales, normativos, comerciales que favorezcan el ingreso al mercado de estos productos en la industria de los alimentos

### 1.2.2. Antecedentes Nacionales

Díaz Crespo, Rosario del Pilar; Rosas Aguilar Meylin Sachie. (2015). *Elaboración de barras energéticas a base kiwicha pop (amaranthus caudatus) y arroz inflado (oryza sativ) enriquecida con harina de yuyo (chondracanthus chamissoi)*. La presente investigación tuvo como objetivo obtener un producto agradable con óptimas características nutricionales y buena calidad siguiendo las especificaciones técnicas nacionales, logrando un producto nuevo para el mercado hecho a base arroz inflado, Kiwicha pop y harina de *Chondracanthus chamissoi*. También se describe paso a paso el proceso para la elaboración de barras energéticas, así como las diferentes formulaciones para la obtención de este producto. Se les hizo una evaluación de su vida útil y composición proximal obteniendo buenos resultados.

Icochea Barbarán, Elena. (2008). *Bases biológicas para el manejo del recurso Chondracanthus chamissoi en el litoral marino de Huanchaco, departamento La Libertad, Perú*. Esta investigación se realizó para proponer estrategias para el adecuado manejo del alga *Chondracanthus chamissoi*, así como determinar sus bases biológicas. Esta investigación está basada en antecedentes biológicos y evaluaciones actuales, que describen como ha sido el crecimiento de las praderas naturales, así como los factores ambientales entre ellos la salinidad, temperatura y nutrientes desde el mes de febrero hasta diciembre 2007. Obteniéndose como resultados fluctuaciones en su biomasa siendo en verano y primavera más abundante. Esta variación también está asociada a la presión de los depredadores.

### 1.3. BASES TEÓRICAS

#### 1.3.1. Descripción de la Especie *Chondracanthus chamissoi*.

El alga roja Chicorea de Mar (*Chondracanthus chamissoi*), es endémica del pacifico en la parte sur distribuyéndose en Perú desde Piura hasta Chile (Figueroa, 2005).

Habita zonas con un aspecto rocoso en el submareal e intermareal, es una especie de gran resistencia por la fijación que tiene al sustrato es un alga muy flexible y firme (Riofrio, 2003).

#### 1.3.2. Taxonomía

Tabla 1.

*Clasificación taxonómica*

|           |                 |
|-----------|-----------------|
| Dominio:  | Eukaryota       |
| Reino:    | Plantae         |
| División: | Rhodophyta      |
| Clase:    | Florideophyceae |
| Orden:    | Gigartinales    |
| Familia:  | Gigartinaceae   |
| Género:   | Chondracanthus  |
| Especie:  | C. chamissoi    |

Fuente: Wikipedia.org (2019).

#### 1.3.3. Distribución geográfica.

Es un alga roja que se distribuye en toda la costa del pacifico sur desde los 5°04' S, 81° 05'W en Perú hasta los 42°40' S, 73°55' W en Chile (Ramírez y Santelices, 1991 citado por Zapata, 2018).

#### **1.3.4. Habitación.**

El hábitat de *Chondracanthus chamissoi* es de aspecto rocoso a una profundidad de 4 a 6 metros normalmente, pero puede alcanzar profundidades de hasta 15 metros, también habita en pozas en la zona intermareal, puede crecer en sustratos como conchas de moluscos, peñas y rocas, aunque hay estudios que demuestran que pueden crecer en cuerdas de plástico, polipropileno también en cerámicos y vidrio, también viven en sustratos con buena iluminación, pero un exceso de luz puede afectarlas, se ubican en zonas con un buen flujo de agua (Otaíza y Cáceres, 2015 citado por Koste, 2017).

#### **1.3.5. Ciclo de vida.**

El ciclo de vida del *Chondracanthus* es trifásico esto quiere decir que presenta 3 fases: Tetrasporica, Gametofítica y Carposporica, en la fase tetrasporica cuando maduran los individuos presentan manchas elípticas o redondeadas oscuras estas son llamadas tetrasporas o soros, cada uno de estos produce miles de esporas que se liberan en el agua fijándose en el sustrato pueden ser rocas o cualquier estructura calcárea, cuando germinan forman un disco, el cual genera laminas pequeñas, luego sigue la fase gametofítica las tetrasporas se desarrollan convirtiéndose en gametofitos femeninos y masculinos, la diferencia entre ellos es que el gametofito masculino tiene un color más claro, en esta etapa las estructuras reproductivas no son visibles y se da la reproducción sexual entre estos gametofitos (Otaíza y Cáceres, 2015 citado por Koste, 2017).

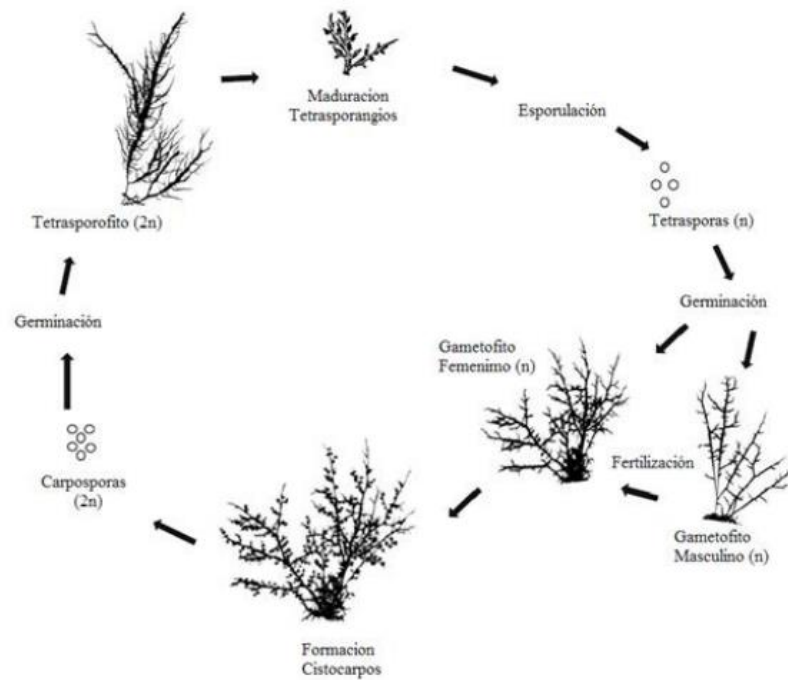


Figura 1. Ciclo de vida de *Chondracanthus chamissoi*  
 Fuente: Ávila et al. (2010) citado por Koste (2017).

### 1.3.6. Cosecha de Algas para producción.

#### 1.3.6.1 Cosecha en el Perú.

##### a) Rodofíceas para Agar.

La extracción de estas algas se realiza mayormente de madrugada cuando la marea esta baja, el extractor utiliza una bolsa que va amarrada a su cintura, hecha con paños de red teniendo capacidades de 60 – 80 kg, la extracción se realiza cerca a la orilla o hasta profundidad determinada, pudiendo recolectar de 20 – 100 kg de algas al día esto va a depender de la disponibilidad del recurso y la habilidad del extractor, siendo una manera adecuada de recolectar o extraer estas algas que son muy delicadas como la *Gracilariopsis sp*, también se recolecta buceando.

##### b) Rodofitas para Carragénina.

La recolección se realiza con herramientas o a mano, ahora se sabe que el alga *Chondracanthus chamissoi* se encuentra a una profundidad de hasta 6 metros por lo que se

puede usar rastrillos con mangos de 5 a 7 metros de largo, para poder realizar la recolección pudiendo de este modo extraer hasta ½ tonelada por faena

#### **1.3.6.2. Cosecha en Japón.**

- a) **Laminaria:** se encuentra a profundidades con más de 3 metros, se utiliza guadañas o ganchos cuando son aguas someras y para lo que son profundidades se usa ganchos tipo anzuelo, Makka que tiene 2 orejas, para enredar, envolver y jalar, esta Makka se lanza como un ancla con gancho para luego levantar, chaveta con doble filo con mango largo.
- b) **Materia Prima de Alginatos:** Se realiza mediante buceo a 20 m de la superficie, de forma diaria los buceadores colectan algas hasta unos 300 kg, estos atan la carga para que otro desde el barco la levante con un cabo, también realizan arrastre con un barco de 5 a 6 HP pueden colectar hasta 1500kg por día.

#### **1.3.6.3. Cosecha en USA.**

Estados unidos tiene fábricas de agar de Hipneamusciformes y Gracilaria, en la costa del mar atlántico y de Gelidium en el pacifico. El primero se puede extraer con rastrillo utilizando un bote y cuando es otoño se realiza la colecta de forma directa en las playas. La segunda se encuentra en aguas con profundidades de hasta 25 metros colectadas por hombres rana.

#### **1.3.7. Limpieza y Embalaje.**

Una vez terminada la faena las algas se trasladan a otro lugar para realizar el secado y posterior enfardaje. La mejora de la calidad se realiza con una correcta limpieza y un adecuado secado con el uso de tendales en playa igual que en Japón. Así se mejoraría la calidad de nuestras algas en el mercado mundial ya que los compradores aducen que las algas van con elevada humedad y con arena.

Las algas deben ser lavadas con agua de mar y realizar el secado al máximo, no se debe usar agua dulce porque entra en los tejidos haciendo la carga más pesada. Después se realiza el prensado y embalado con flejes.

### **1.3.8. Protección y cuidados a la población de algas.**

#### **1.3.8.1. Modalidad de cosecha**

La siguiente información son investigaciones que se hicieron en Canadá y nos da una idea de preocupaciones futuras:

#### **Chondrus y Gigartina (perennes).**

- a) **Arrancado a mano.** – Es un método que al momento de la extracción malogra retoños que se podrían recolectar más adelante. Este daño demoraría entre 3 o 4 años de recuperación y es algo dudoso si es que hay otros tipos de algas establecidas en el sustrato.
- b) **Cortado.** – Es un método que no es muy deseado por lo siguiente:
  - Al realizar el cortado, cuando estas algas vuelven a crecer son más frondosas dificultando el proceso de arrancado.
  - Aumenta la posibilidad de que Lamelibranquios del genero Mytilus se instalen y por parte de los moluscos podría ocurrir alguna actividad devastadora.

Por lo que para fines comerciales esta área quedaría inservible, siendo mejor realizar la colecta de algas que son arrancadas naturalmente y varadas por las olas en la playa.

### **1.3.9. Distribución y abundancia de las algas - Investigación.**

**A. USA.** –En el año 1919 se realizó un estudio para tener una estimación de la cantidad de Kelp, nombre con el cual se les denomina a cierto tipo de algas, esta investigación se hizo en 3 regiones, en la costa mexicana, la costa norteamericana y en Alaska usándose 2 embarcaciones un yate de 21 TM y un bote con un motor de 30 HP de potencia, los tamaños de las áreas fueron estimadas, pero fue un poco difícil tener precisión por las características de tamaño de las algas, de lo cual se hicieron mapas. Ya en 1923 la industria caduca, pero todavía se tiene interés en la investigación de estas zonas utilizando la fotografía aérea graficando con un grado de precisión la densidad de estas algas.

**B. Reino Unido.** –En 1942 se realizó una investigación durante 1 año, se quería realizar una estimación de la cantidad de algas en fondo como Laminarias, Gigartina y el musgo irlandés, algas en rocas como la *Ascophylum* y *Fucus*. Para el caso del musgo se realizó pesando el material cortado por yarda cuadrada, para el caso de las algas más grandes se realizó en 2 partes. Primero se hizo una inspección durante 4 meses utilizando un bote y haciendo paradas periódicas lanzaban un gancho para ver si había algas en el fondo y mediante la tensión del cabo se determinaba su densidad. También se realizaba encuestas sobre la varazón de las algas, así mismo se obtuvo información de parte de los langosteros que decían que las langostas habitan los bosques de algas por lo que se determina que donde existe concentración de estos animales existe gran cantidad de algas. También se utilizó el ecosonda y la fotografía aérea para determinar los sustratos con algas.

**C. Noruega.** –Se determinó la densidad del alga laminaria utilizando una graba con resorte teniendo como resultado una densidad de 10.6 kg por m<sup>2</sup> estas algas tenían una edad promedio de 12 y 14 años. El análisis se determinó tomando muestras al

azar, para esto cada 1000 m se marcó líneas en paralelo de 2 m de ancho, de norte a sur.

**D. Canadá.** –Entre las ciudades de New Foundland y Nueva Escocia en el río San Lorenzo el alga del género *Chondrus* es muy poca para que se dé una industria, ya que crece con otras especies, sin embargo, se ha estimado 960 toneladas por km<sup>2</sup> esta estimación ha sido hecha por el profesor cardinal.

En Riviere du Loup posee una vegetación de Fucáceas con una densidad de 1000 toneladas por metro cuadrado que es una cantidad que genera gran interés.

El Dr. Mann realizó un estudio sobre la relación que hay entre el medio ambiente, la edad y las características taxonómicas de la laminaria, haciendo rastreos mediante sumergibles tomando muestras en áreas vastas.

Se pudo determinar que *Agarum* y *Laminaria* representan el 80 % de biomasa en el área de investigación. Habiendo lugares donde la *Laminaria* aumentó 20 veces su biomasa en 1 año, suponiendo que la producción es 50 % mayor que la del fitoplancton en esa área.

### **1.3.10. Distribución de las algas en América.**

Entre las algas que podemos encontrar en América tenemos las siguientes especies:

De Baja California hasta Alaska se encuentra a la *Macrocystis pyrifera*. De California Central hasta la Isla Vancouver la *Macrocystis integrifolia*, y en la costa sur de California encontramos a la *Pelagophycus*.

En la parte sur de Chile encontramos a la *Durvillaea harvegi* y *Durvillaea antarctica*, la *Lessonia nigrescens*, *Lessonia flavicans*, *Geacilaria sp* siendo esta la más exportada en cantidades 4 veces mayor que la *Gigartina* y el *Gelidium*.

En la actualidad en Chile existen 2 fábricas. Una para producir alginatos con 50 a 60 TM de capacidad de producción y la otra para Agar con 300 TM de capacidad de producción. La mejor posibilidad de futuro está en la parte norte y central, aunque es probable que haya una mayor biomasa en la parte sur, donde se puede encontrar *Macrocystis* hasta 20 metros de profundidad y que pueden ser colectadas cuando varan en la playa.

### 1.3.11. Las algas en el Perú.

#### A. Distribución.

En el Perú podemos encontrar en la parte del litoral y sublitoral al género *Gigartina*. También se puede encontrar a la *Macrocystis pyrifer* en profundidades de 3 a 12 metros en partes del sublitoral junto a la *Lessonia nigrescens* hasta 12 ° de latitud septentrional, esta puede cubrir grandes áreas sola o con la *Macrocystis*.

En Arequipa y Tumbes se puede encontrar a la *Ahnfeltiadurvilla*, una especie muy abundante y característica de la zona rocosa forma se encuentra expuesta en la zona de marea, forma mantas de forma diferente, tiene un intenso color verde amarillento en la zona supralitoral y un color marrón oscuro en zonas inferiores a esta.

En la actualidad la *Gracilariasp*; es escasa prefiriendo un sustrato arenoso y con un oleaje tranquilo.

Al alga *Rhodoglossum denticulatum*, vive en zona de marea en un sustrato rocoso, es de color amarillento o marrón oscuro.

La *Lessonianigrescens*, vive en un sustrato de fondo rocoso, frecuentemente se encuentra en la parte sur del litoral, presenta un color marrón amarillento medio oscuro. También encontramos a la *Macrocystis intergrifolia* que es de una distribución más amplia y se encuentra en la costa central y costa sur

### 1.3.12. Consideraciones Ecológicas de Algunas Algas.

- **Ulva.** –Se encuentra en toda la costa, habita sustratos rocosos en el supralitoral y eulitoral.
- *Ulva fasciata.* – Habita en un sustrato rocoso, formando agrupaciones distribuyéndose ampliamente.
- *Ulva lactuca* **variedad lactissima.** – Vive en el litoral especialmente en aguas tranquilas.
- *Ulva lactuca.* - Es un alga cosmopolita, se encuentra en el litoral habitando sustratos rocosos.
- *Prophyra columbina.* – Vive agrupado en rosetas, en la zona central y zona sur del litoral.
- *Caulerpa filiformis.* – Su distribución geográfica es global tropical a subtropical.
- **Gelidium.** –Zona norte del litoral.
- *Pionitadescipiens.* –Es de una distribución muy amplia.
- *Agardhiellatenera.* – Se encuentra en Máncora y Nazca habitando sustratos rocosos con aguas tranquilas, y en las bahías con cantos rodados.
- *Hypneavalentina.* – Se encuentra bien definida en 2 áreas, una en Isla Lobos de Tierra en Máncora y la otra en Bahía Independencia.
- *Gracilariopsis lemanaeformis.* –es un alga de una distribución bien amplia, habita aguas tranquilas.

### **1.3.13. Producción de algas en el Perú.**

En el Perú la extracción de algas se basa principalmente en la recolección en playa, que es cuando las algas son varadas por las olas, esta es una actividad primaria ya que después de su cosecha se procede solamente a realizar la limpieza, secado y posterior enfardado para realizar la exportación.

En el litoral peruano solo se explota el género *Gigartina* y *Gracilaria*, ya que tiene una gran demanda en el extranjero para obtener agar y carragenina. Teniendo una gran producción del año 2008 al 2010 de 250 TN anualmente para la *Gigartina chamissoi*, seguida de la *Gracilaria* con una producción de 190 TN anuales durante esos años. También hay otras especies, pero de producción muy baja como *Gymnogondrus*, *Agardhiella* y *Ahnfeltia*.

Durante el periodo del año 2004 al 2010, la exportación de algas tuvo un carácter variable siendo el año 2007, un año que sobresalió por tener la mayor exportación de algas (1063 toneladas) generando gran ingreso de divisas, ya en los años 2008 y 2009 sufre una disminución, esto debido al bajo rendimiento en la cosecha y por la colocación en el mercado externo. En el año 2009, esta tendencia siguió en caída, cayendo un 76 % totalizando unas 153 TM provocando que el precio suba, siendo este de s/ 8330.00 por tonelada. Los únicos compradores en ese año fueron Japón y Estados Unidos comprando 30 TM y 123 TM respectivamente.

### **1.3.14. Recolección de Algas Marinas en el Perú.**

En el Perú se ha efectuado la recolección de algas en dos zonas: en el norte en la Bahía de Sechura y Paita; y Pisco en el sur, zonas con abundancia de algas. En el Perú en el periodo del 2004 – 2010 se observó que los meses entre agosto y diciembre fueron donde recolecto la mayor cantidad de alga.

### **1.3.15. Producción mundial de algas marinas.**

La producción mundial de algas marinas, para los años del 2004 al 2010 se observó que las algas rojas tuvieron un incremento en su producción año a año, llegando a producir en el año 2010 unas 370,000 toneladas siendo la mayor producción que tuvo hasta ese año. Para la producción de algas pardas en el año 2008, tuvo la mayor producción siendo esta de 400,000 toneladas a comparación del año 2004 que llegó a 330,000 toneladas. Y para las algas verdes su nivel de producción en comparación con las algas pardas y rojas es muy baja, teniendo su mayor producción para el año 2004 de 4,000 toneladas disminuyendo durante los años 2006, 2007 y 2008 hasta 1,000 toneladas, teniendo un incremento en el año 2010 produciendo 3,000 toneladas.

### **1.3.16. Caracterización.**

El alga es un vegetal que pertenece al grupo de las Talofitas, se caracterizan por no tener raíz y tallo diferenciados, llamándose a estos Rizoides, Cauloides y Filoides. Existiendo entre ellas Briofitas, teniendo un tallo simple como estructura, existiendo también variedades unicelulares de tamaño microscópico muy abundantes, siendo muy prometedor para la alimentación.

El Perú y otros países como Indonesia, Filipinas, Tanzania, Argentina y Chile; tienen mucho interés en el cultivo de algas con gran valor económico, siendo las más importantes por su abundancia y tamaño, las Rodofitas y Feofitas de gran interés comercial e industrial.

El lugar privilegiado para que haya una buena población de alga, es aquel que cuenta con una línea litoral extensa, esto debido a fiordos y archipiélagos, como las Islas Filipinas y Japón y el Pacífico Oriental; América del Norte, Asia y Europa, en el

Atlántico Norte y el Ártico. Las fuentes principales de algas marinas, están ubicadas en las Islas Príncipe Eduardo y Nueva Escocia (Canadá); y en Noruega.

### 1.3.17. Constituyentes químicos.

- **Mayores:** Tenemos a los Carbohidratos, contamos de parte de las feofíceas principalmente con laminarina y manitol. Ácido alginico, fucoidea y celulosa en sus paredes celulares.
- **Menores:** Entre estos tenemos a las grasas, Proteínas, Vitaminas y Minerales. Ahora, aunque dentro de los minerales el contenido de fosforo y nitrógeno es bajo, su contenido de potasio es alto y con la ayuda de suplementos han sido producidos buenos fertilizantes, teniendo la ventaja de estar libres de esporas que producen enfermedades (Woodward, 1951).

### 1.3.18. Utilización de las algas.

#### A. Algas Alimenticias en el Mundo.

En Chile se consume *Ulva lactuca*, llamada lechuga de mar, también se consume la *Durvillea antártica* cocida o cruda en ensaladas. En China y Estados Unidos, se consume la *Porphyra perforata* en sopas, también se usa como espesante la *Rhodomyenia* seca. El *Chodrus crispus* sirve para hacer manjar en Gran Bretaña y USA (Puente, 2015).

#### B. Algas Alimenticias en Japón.

En Japón la Laminaria es de gran consumo esta se presenta como laminas secas llegándose a procesar antes de la 2da guerra mundial de 300 a 500,000 TN al año con un valor de 5 – 7 millones de yenes (Puente, 2015).

También se consume la *Eudesmeocrassa* se come con azúcar y vinagre sola o de acompañamiento; La *Undaria* consumida en sopas, al año procesan más de

50,000 toneladas, la Caulerpa se consume fresca o seco en ensaladas; la Porphyra se usa de complemento para el arroz, Japón procesa 5,000 toneladas al año (Puente, 2015).

### 1.3.19. Industrialización: Productos Útiles de las Algas.

Según puente (2014) los productos útiles de las algas son los siguientes

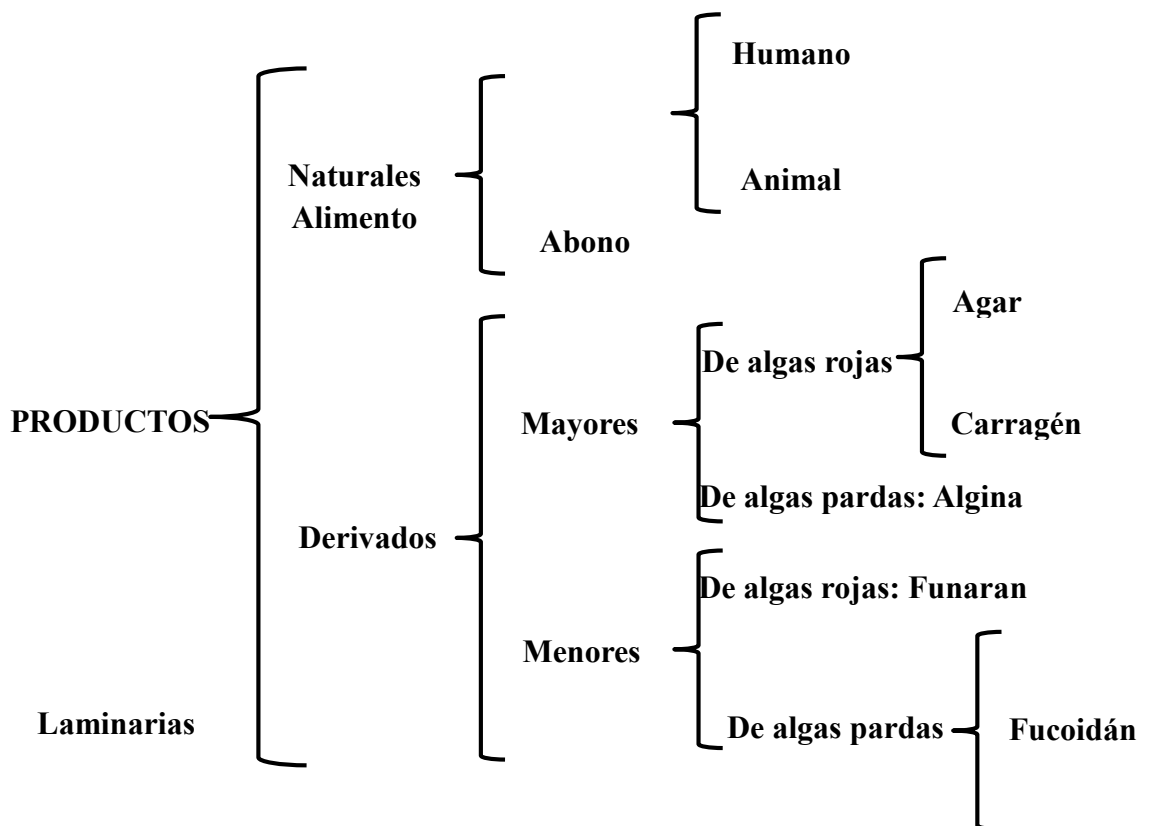


Figura 2. Productos útiles de las algas  
Fuente: Puente (2014).

## **CAPITULO II: DESARROLLO O CONTENIDO**

### **2.1. EXTRACCION DE CARRAGENANOS.**

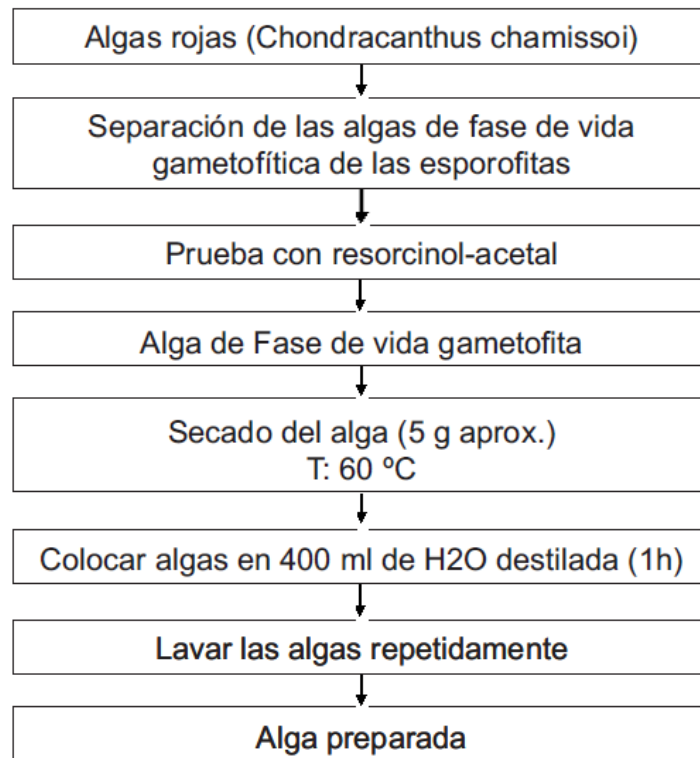
El proceso para la extracción de carragenanos, está basada en 2 propiedades: la insolubilidad en solventes orgánicos y la solubilidad en agua caliente (Córdova et al., 2009).

En una investigación realizada para extraer carragenanos se utilizó el alga *Chondracanthus chamissoi*, que fue recolectada en la Bahía de Paracas en la zona del submareal estas debían tener estructuras reproductivas maduras, las muestras tomadas fueron trasladadas a la universidad mayor de san marcos a la facultad de química para su procesamiento y separación de sus fases de vida (fase gametofito masculino, fase gametofito femenino, fase tetrasporica y un grupo mezcla de las fases llamada 4 G) (Córdova et al., 2009).

### **2.2. ETAPA DE PREPARACIÓN DE LAS ALGAS.**

La preparación de las algas consiste en clasificarlas según sus fases de vida, luego son lavadas para quitar cualquier material extraño, y enjuagadas con agua destilada, después son sometidas a secado por fases y hasta peso constante, procediendo después a molienda grosera, luego el producto molido se somete a hidratación usando agua destilada y agitando constantemente, se enjuaga repetidamente extrayendo sales y pigmentos, teniéndolas preparadas para realizar la extracción(Córdova et al., 2009).

### 2.2.1. Diagrama de Preparación de algas



Fuente: Córdova et al. (2009)

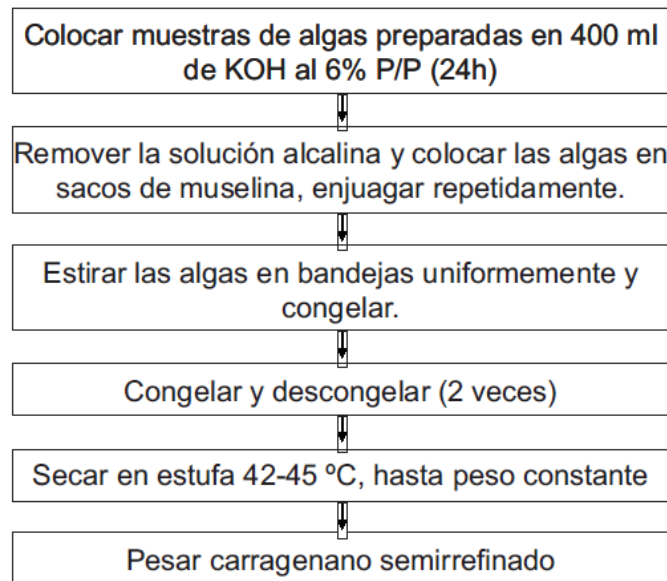
### 2.3. ETAPA DE EXTRACCIÓN DE K-CARRAGENANO.

#### (Tratamiento Alcalino en Frio)

El proceso tomado para la extracción es el método de Leigh y Craige (1978), adaptado y habiéndole realizado algunas variantes para este estudio (Córdova et al., 2009). Las algas preparadas se tratan con hidróxido al 6 %, agitando vigorosamente promoviendo así la extracción de polisacáridos; debiendo estar 24 horas en la solución, luego se evacua parte de esta solución, pero se deja un remanente cubriendo el alga por 24 horas más, luego se retiran y se colocan en sacos de nylon o muselina de tramo doble, sumergiéndose repetidamente en agua destilada y se deja por doce horas (Córdova et al., 2009).

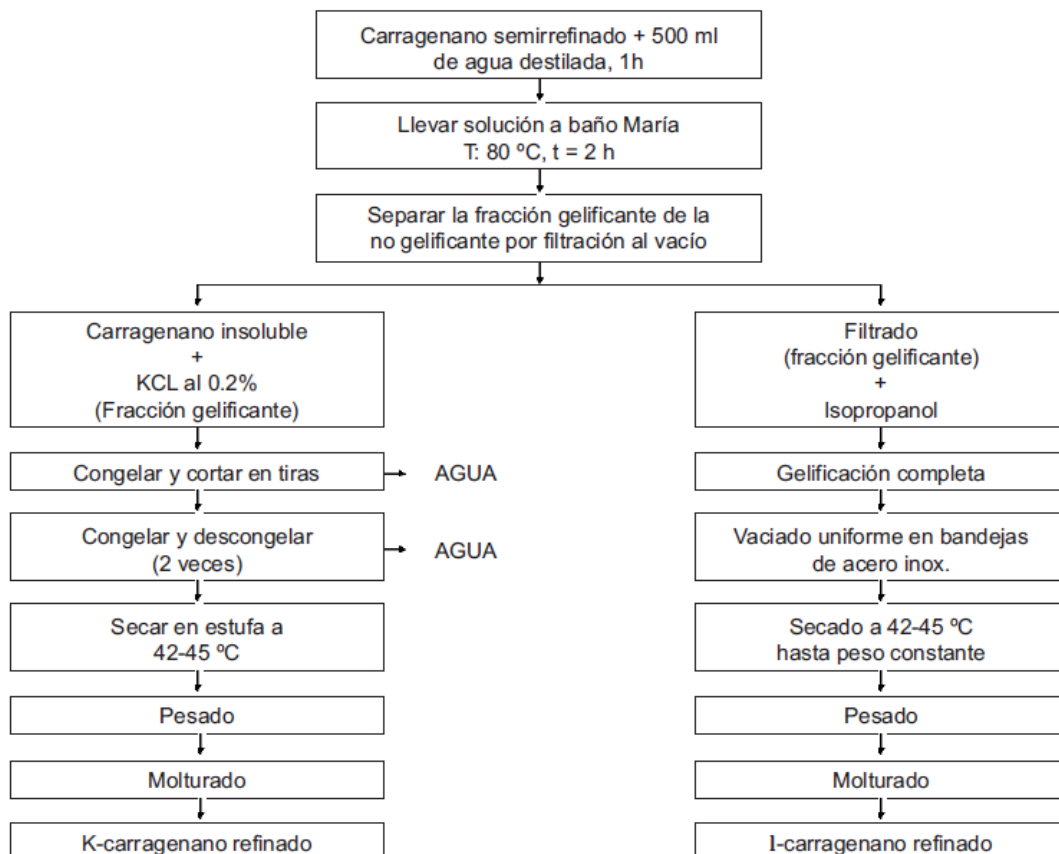
Las algas se deben estirar en bandejas de acero inoxidable de manera uniforme y congelarlas por 12 horas y descongelarlas, repitiendo este proceso 2 veces; se lleva a estufa de 42 a 45 ° c hasta llegar a peso constante, luego pesar el semi refinado de carragenano (Córdova et al., 2009).

### 2.3.1. Diagrama de tratamiento alcalino



Fuente: Adaptado de Cristian Bulboa Contador – Universidad Católica del Norte, Coquimbo - Chile.

### 2.3.2. Diagrama Fraccionamiento



Fuente: Adaptado de Cristian Bulboa Contador. Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile.

## 2.4. ETAPA DE FRACCIONAMIENTO.

Una vez obtenido el carragenano semi refinado se hidrata usando agua destilada y se deja en reposo, después se le realiza un baño maría a una temperatura de 80 ° C por 2 horas, se separa las fases mediante filtración al vacío, la fracción insoluble es gelificante y se retiene en el filtro, que se trata con cloruro de potasio con un porcentaje de 0,20 %, posteriormente son extendidas en bandejas de acero inoxidable que son llevadas a congelación (Córdova et al., 2009).

Realizar el congelado y descongelado 2 veces y secar en la estufa a una temperatura de 42 – 45 ° C por un tiempo de 24 horas, el polvo blanco que se obtiene se debe pesar para poder calcular el rendimiento del  $\kappa$ -carragenano, por otra parte, la fracción no gelificante (filtrado), se trata con isopropanol que la coagula completamente, extendiéndola en bandejas de acero inoxidable y secadas a 45 ° C hasta peso constante, para saber el rendimiento pesamos el  $\lambda$ -carragenano (Córdova et al., 2009).

Tabla 2.

*Rendimiento de carragenano semi refinado*

| Muestra (%)   | Peso de Muestra g | Peso Carragenano semirrefinado | Rendimiento |
|---------------|-------------------|--------------------------------|-------------|
| N.º 1 (♀)     | 5,000             | 2,6213                         | 52,4        |
| N.º 2 (♂)     | 5,000             | 2,2923                         | 45,8        |
| N.º 3 (O)     | 4,6240            | 3,0383                         | 65,7        |
| N.º 4 (4to G) | 5,000             | 1,9109                         | 38,2        |

Tabla 3.

*Peso de  $\kappa$ -carragenano y  $\lambda$ -carragenano*

| Muestra (%)   | Peso de muestra | Peso Carragenano semirrefinado | Peso k - carragenano | Peso $\lambda$ - carragenano |
|---------------|-----------------|--------------------------------|----------------------|------------------------------|
| N.º 1 (♀)     | 5,000           | 2,6213                         | 1,8138               | 0,8075                       |
| N.º 2 (♂)     | 5,000           | 2,2923                         | 1,7690               | 0,5233                       |
| N.º 3 (())    | 4,6240          | 3.0383                         | 0,9445               | 2,0938                       |
| N.º 4 (4to G) | 5,000           | 1,9109                         | 1,1475               | 0,7633                       |

Tabla 4.

*Rendimiento de  $\kappa$ -carragenano*

| Muestra       | Peso de muestra | Peso k - Carragenano | Rendimiento |
|---------------|-----------------|----------------------|-------------|
| N.º 1 (♀)     | 5,000           | 1,8138               | 36,2        |
| N.º 2 (♂)     | 5,000           | 1,7690               | 35,4        |
| N.º 3 (())    | 4,6240          | 0,9445               | 20,4        |
| N.º 4 (4to G) | 5,000           | 1,1475               | 23,0        |

Tabla 5.

*Rendimiento de  $\lambda$ -carragenano*

| Muestra       | Peso de muestra | Peso $\lambda$ - Carragenano | Rendimiento |
|---------------|-----------------|------------------------------|-------------|
| N.º 1 (♀)     | 5,000           | 0,8075                       | 16,15       |
| N.º 2 (♂)     | 5,000           | 0,5233                       | 10,5        |
| N.º 3 (())    | 4,6240          | 2,0938                       | 45,3        |
| N.º 4 (4to G) | 5,000           | 0,7633                       | 15,2        |

## Caracterización de k y $\lambda$ carragenanos.

Actualmente la caracterización de carragenanos se está efectuando por lo que no se puede adelantar resultados hasta que finalice la caracterización y se comprueben. Los métodos que se emplean para el análisis son los siguientes:

### Método de análisis fisicoquímicos.

- Se determina la consistencia de geles y viscosidad utilizando el método Brookfield o Stormer.
- Se determina el Ph y el punto de gelificación.

### Método de análisis químicos

- Se utiliza el método espectrofotométrico de Arsenault y Yaphe (1978).
- Se determina el contenido de sulfatos, mediante el método turbidímetro.

Tabla 6.

*Formulación de flan con k-carragenano obtenido*

|                 | ♀        | ♂      | 4to. GRUPO |
|-----------------|----------|--------|------------|
| Azúcar refinada | 29,16 g. | 29,16  | 29,16      |
| K-carragenano   | 0,715    | 0,715  | 0,715      |
| Sal refinada    | 0,100    | 0,100  | 0,10       |
| Etil vainillina | 0,018    | 0,018  | 0,018      |
| Amarillo N° 5   | 0,0008   | 0,0005 | 0,0036     |
| Rojo N° 2       | 0,0005   | 0,0004 | 0,0006     |

Tabla 7.

*Parámetros de control de flan*

|                        | ♂         | ♀         | 4TO. GRUPO |
|------------------------|-----------|-----------|------------|
| Tiempo de gelificación | 31'       | 26'       | 32'        |
| Densidad               | 1,0461    | 1,0458    | 1,0417     |
| Color                  | MUY BUENO | BUENO     | REGULAR    |
| Sabor                  | BUENO     | MUY BUENO | MUY BUENO  |

Tabla 8.

*Formulación de pudin de chocolate*

|                 | ♂       | ♀       | 4TO. GRUPO |
|-----------------|---------|---------|------------|
| Azúcar refinada | 80,0 g  | 80,0 g  | 80,0 g     |
| K-carragenano   | 1,0     | 1,0     | 1,0        |
| Maicena         | 5,0     | 5,0     | 5,0        |
| Cocoa           | 10,0    | 10,0    | 10,0       |
| Etil vainillina | 0,2     | 0,2     | 0,2        |
| Leche           | 0,600 L | 0,600 L | 0,600 L    |

Tabla 9.

*Parámetros de control de pudin de chocolate*

|                        | ♂     | ♀         | 4TO. GRUPO |
|------------------------|-------|-----------|------------|
| Tiempo de gelificación | 6'    | 5'        | 8'         |
| Color                  | BUENO | BUENO     | REGULAR    |
| Sabor                  | BUENO | MUY BUENO | BUENO      |


Tabla 10.

*Formulación de leche chocolatada*

|                    | Tetra, ☒ |
|--------------------|----------|
| Azúcar refinada    | 80,0 g   |
| Lambda carragenano | 0,5      |
| Cocoa              | 10,0     |
| Ácido ascórbico    | 0,030    |
| Etil vainillina    | 0,20     |
| Sorbato de potasio | 0,24     |
| Leche              | 0,600 L  |

Tabla 11.

*Parámetros de control de leche chocolatada*

| ATRIBUTOS DE CALIDAD | Tetra,  |
|----------------------|--|
| Color                | BUENO  |
| Sabor                | MUY BUENO  |
| Consistencia         | BUENA  |
| Textura              | BUENA  |
| Dulzor               | MUY ACENTUADO  |

## CONCLUSIONES.

- La producción de carragenanos es de gran importancia en la industria a nivel mundial, porque son un componente esencial en la elaboración de diversos productos.
- El alga *Chondracanthus chamissoi*, es una especie de gran valor por su contenido en carragenanos esenciales para la industria alimenticia, farmacéutica, entre otras.
- La extracción de carragenanos se realiza a base de 2 propiedades: por solubilidad en agua caliente e insolubilidad en solventes orgánicos.
- El porcentaje de rendimiento es mayor para el k- carragenano obtenido de la fase del gametofito femenino en comparación a la fase del gametofito masculino.
- Para  $\lambda$ -carragenanos el rendimiento es mayor para la fase del gametofito femenino en comparación con la fase del gametofito masculino.
- Las macroalgas constituyen un recurso de gran importancia económica debido a su alta demanda, principalmente en el mercado internacional, por lo que sería importante promocionar su cultivo tecnificado para evitar sobrexplotaciones de las praderas naturales.

## BIBLIOGRAFIA.

- Alama Vallejos E., Aojalla R. (2003). Estudio del efecto hipolipemiante de polisacaridos sulfatados de la fase tetrasporica del alga *chondracanthus chamissoi* en conejos (Tesis). Facultad de Farmacia y Bioquimica. UNMSM.
- Bulboa C., Macchiavello J. (2006). Cultivo de Frondas cistocarpicas, tetrasporicas y vegetativas de *Chondracanthus chamissoi* en dos localidades del norte de Chile. Departamento de Biología Marina. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile.
- Díaz Crespo, Rosario del Pilar; Rosas Aguilar, Meylin Sachie. (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, Facultad de Ingeniería, Escuela Académica Profesional de Ingeniería. Nuevo Chimbote- Perú.
- Figuroa, E. (2005). Biodiversidad marina: valoración, usos y perspectivas. Ed. Universidad de Chile, 454 p.
- Fuertes C. (1998). Polisacaridos sulfatados de algas marinas, elucidacion estructural, actividad antiviral frente al virus del VIH. (Tesis). Facultad de Farmacia y Bioquimica. UNMSM.
- Icochea Barbarán, Elena. (2008). Bases biológicas para el manejo del recurso *Chondracanthus chamissoi* en el litoral marino de Huanchaco, Departamento La Libertad, Perú.
- Lopez Acuna, L., M. (2002). Caracterizacion del carragenano de *Chondracanthus pectinatus*. Ciencias Marinas. pp. 311-318.
- Otaíza y Cáceres. (2015). Manual de una técnica para el repoblamiento de la chicoria de mar, *Chondracanthus chamissoi* en praderas naturales, Región del Biobío. Concepción, Chile, 40 p.
- Riofrio, O. (2003). Efecto de la variabilidad térmica sobre la biología vegetativa y reproductiva de *Chondracanthus chamissoi* en la bahía de Ancón, Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

- Ruperez P., Saura-Calixto F. (2001). Dietary and fibre physicochemical properties of edible Spanish seaweeds.
- Suqueyama Mihagui H. L. (1978). Extracción de carragenina a partir del alga *Gigartina chamissoi*. (Tesis) Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Universidad Arturo Prat, Instituto de Ciencia y Tecnología (ICYT). (2014). INFORME FINAL: "Incorporación de la Industria Alimentaria de Consumo Humano Directo como Fuente de Agregación de Valor para Las Macroalgas Nacionales". Puerto Montt, Chile.
- Vandermeulen H. (1988). Crude extraction and testing of carrageenan. Huntsman Marine Laboratory. NB, Canada.
- Vidal, Lidia; O’Ryan, Carolina. (2015). Chicorea de mar (*Chondracanthus chamissoi*): Situación y perspectivas. Innova Chile de CORFO