



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

CARRERA INGENIERIA QUIMICA

**PROYECTO DE TITULACION:
EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL ALGINATO DE
SODIO A PARTIR DEL APROVECHAMIENTO DE LAS ALGAS ROJAS
DE LA FAMILIA RHODOPHYTAS EN LAS COSTAS DE CAPAES
COMO UN RECURSO ALTERNATIVO AL ALGINATO COMERCIAL
EXISTENTE EN EL MERCADO**

AUTORES

**FABRICIO RENATO VINUEZA MONCADA
JORGE LUIS LEÓN PERALTA**

TUTOR: ING. STEFANIE BONILLA BERMEO, MSC

**GUAYAQUIL – ECUADOR
2017**



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL TÍTULO
DE**

INGENIERO QUIMICO

**“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL ALGINATO DE
SODIO A PARTIR DEL APROVECHAMIENTO DE LAS ALGAS ROJAS
DE LA FAMILIA RHODOPHYTAS EN LAS COSTAS DE CAPAES
COMO UN RECURSO ALTERNATIVO AL ALGINATO COMERCIAL
EXISTENTE EN EL MERCADO”**

AUTORES

**FABRICIO RENATO VINUEZA MONCADA
JORGE LUIS LEÓN PERALTA**

TUTOR: ING. STEFANIE BONILLA BERMEO, MSC

**GUAYAQUIL – ECUADOR
2017**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL ALGINATO DE SODIO A PARTIR DEL APROVECHAMIENTO DE LAS ALGAS ROJAS DE LA FAMILIA RHODOPHYTAS EN LAS COSTAS DE CAPAES COMO UN RECURSO ALTERNATIVO AL ALGINATO COMERCIAL EXISTENTE EN EL MERCADO		
AUTOR/ES: FABRICIO RENATO VINUEZA MONCADA JORGE LUIS LEÓN PERALTA	TUTOR: Ing. STEFANIE BONILLA BERMEO, MSC	REVISORES:
INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL	FACULTAD: INGENIERÍA QUÍMICA	
CARRERA: INGENIERÍA QUÍMICA		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	N° DE PÁGS.:	
ÁREA TEMÁTICA:		
PALABRAS CLAVES:		
RESUMEN		
N° DE REGISTRO (en base de datos):		N° DE CLASIFICACIÓN:
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTORES:	Teléfono: 0984522444 0981637927	E-mail: Fabricioreonato1@gmail.com Jllp91@hotmail.com
CONTACTO DE LA INSTITUCIÓN	Nombre:	
	Teléfono:	



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
CARRERA INGENIERIA QUIMICA



CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Habiendo sido nombrado la Ing. Stefanie Bonilla Bermeo, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente proyecto ha sido elaborado por FABRICIO RENATO VINUEZA MONCADA, JORGE LUIS LEÓN PERALTA C.C.:0941714149, C.C.: 0931121495 con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO QUIMICO.

TEMA

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL ALGINATO DE SODIO A PARTIR DEL APROVECHAMIENTO DE LAS ALGAS ROJAS DE LA FAMILIA RHODOPHYTAS EN LAS COSTAS DE CAPAES COMO UN RECURSO ALTERNATIVO AL ALGINATO COMERCIAL EXISTENTE EN EL MERCADO.

Certifico que he revisado y aprobado en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.

Ing Stefanie Bonilla Bermeo MSc



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
CARRERA INGENIERIA QUIMICA



RENUNCIA DE DERECHOS DE AUTOR

Por medio de la presente certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación son de absoluta propiedad, y responsabilidad FABRICIO RENATO VINUEZA MONCADA, JORGE LUIS LEÓN PERALTA C.C.:094171414-9, C.C.: 093112149-5, Cuyo título es "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL ALGINATO DE SODIO A PARTIR DEL APROVECHAMIENTO DE LAS ALGAS ROJAS DE LA FAMILIA RHODOPHYTAS EN LAS COSTAS DE CAPAES COMO UN RECURSO ALTERNATIVO AL ALGINATO COMERCIAL EXISTENTE EN EL MERCADO".

Derechos que renuncio a favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga uso como a bien tenga.

FABRICIO RENATO VINUEZA MONCADA
C.C. 0941714149

JORGE LUIS LEÓN PERALTA
C.C. 0931121495

DEDICATORIA

Dedico mi tema de tesis a Dios por esta fase de mi vida.

A mis padres con su motivación, consejos y guía fueron fundamentales para la culminación de mi carrera profesional.

A mi gran amor Angélica Michelle Plaza gracias por ser mi compañera, amiga, y un pilar en toda mi vida universitaria.

A mi tutora la Ing. Qca. Stefanie Bonilla Bermeo, por su gran paciencia, motivación, guía en cada proceso.

Al Ing. Qco. Jimmy Wilfrido Terán e Ing. Qco. José Valdez Díaz por la confianza y colaboración brindada

Gracias a toda mi familia, amigos, compañeros, profesores y futuros colegas.

Fabricio Renato Vinueza Moncada

AGRADECIMIENTO

A Dios, que guío mis pasos y luz que alumbro mi camino, dándome las fuerzas para no desmayar y seguir adelante con mi propósito.

Gracias a mis padres Fabricio y Ana por ser un pilar fundamental en mi vida, y estar siempre presentes para mí, apoyando en cada paso que he dado, compartiendo su sabiduría y siempre confiando que lograría llegar a mi meta, los amo.

A mi gran amor Angélica Plaza, que siempre tuvo un sabio consejo cuando las cosas se ponían difíciles, gracias por ser mi compañera, amiga, y un pilar en toda mi vida universitaria.

Agradezco de corazón, a mi tutora la Ing. Qca. Stefanie Bonilla Bermeo, por su gran paciencia, motivación, guía en cada proceso y disposición para el desarrollo y buen término de este trabajo.

Gracias a mi compañero de tesis Jorge León Peralta, que ha sido mi amigo y hermano en toda mi etapa universitaria.

Al Ing. Qco. Jimmy Wilfrido Terán, por su disposición, conocimientos y colaboración brindada en el uso del laboratorio de Microbiología.

Gracias en especiales al Ing. Qco. José Valdez Díaz por ser el primer profesor en confiar en mi capacidad y darme una oportunidad.

Gracias a toda mi familia, amigos, compañeros, profesores y futuros colegas que en todo este transcurso de mi carrera han sido indispensables para que yo pueda conseguir mi título.

Fabricio Renato Vinueza Moncada

DEDICATORIA

A mi Padre Celestial, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mi madre Norma Peralta, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaste. A mi padre Pablo León, quien con sus consejos ha sabido guiarme.

A mis profesores, gracias por su tiempo, por sus enseñanzas y conocimientos que me brindaron para el desarrollo de mi formación profesional.

A mi amigo y compañero de tesis, Fabricio Vinueza, porque sin el equipo que formamos, no hubiéramos logrado esta meta.

Jorge Luis León Peralta.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Padre Celestial por protegerme durante todo mi camino y darme las fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mi madre, que con su demostración de madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer, ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

Al Ing. José Valdez por haberme dado la oportunidad de ingresar a esta hermosa carrera y así mismo por todas sus enseñanzas.

A la Ing. Steffanie Bonilla, tutora de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento de la misma.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Jorge Luis León Peralta

Contenido

CERTIFICADO DEL AUTOR.....	I
RENUNCIA DE DERECHO DE AUTOR.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTO.....	VIII
DEDICATORIA.....	IX
AGRADECIMIENTO.....	X
RESUMEN.....	XVIII
ABSTRACT.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO 1.....	3
MARCO LÓGICO.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Planteamiento del Problema.....	5
1.3. Formulación y Sistematización del Problema.....	6
1.3.1. Formulación del Problema de Investigación.....	6
1.3.2. Sistematización del Problema.....	6
1.4. Objetivos.....	7
1.4.1. Objetivo General.....	7
1.4.2. Objetivos Específicos.....	7
1.5. Justificación de la Investigación.....	7
1.5.1. Justificación Teórica.....	7
1.5.2. Justificación Metodológica.....	8
1.6. Hipótesis.....	8
1.7. Variables.....	8
1.7.1 Variable Independiente.....	8
1.7.2. Variable Independiente.....	8
1.7.3. Operacionalización de Variables Independientes y Dependientes.....	9
Operacionalización de Variable.....	9
CAPÍTULO 2.....	11
MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Algas Rhodophytas en las costas de Capaces.....	11

2.1.1. Algas en los Ecosistemas Costeros de Ecuador.....	11
2.1.1.1. Algas Rhodophytas.....	11
2.1.1.2. Características Generales.....	12
2.1.1.3. Morfología, Tipos de Tallo.....	12
2.1.2. Especies identificadas en la estación de Ballenita en Ecuador.....	14
2.1.2.1. GelidiumPusilum.....	15
2.1.2.2. GracilariaTextorii.....	15
2.1.2.3. GracilariaopsisSpp.....	15
2.1.3 Clasificación de las Algas.....	16
2.1.3.1. Algas Pluricelulares.....	16
2.1.3.2. Algas Verdes.....	16
2.1.3.3. Algas Pardas.....	17
2.1.3.4. Algas Rojas.....	17
2.1.3.5. Algas MacrocytisPyriferas.....	17
2.1.3.6. Algas Gracilaria Textorii.....	18
2.1.4. Tipos de Muestreo para recolección de las algas.....	18
2.1.4.1. Transepto de la zona a muestrear.....	18
2.1.4.2. Cuadrante.....	18
2.1.4.3. Muestreo.....	18
2.1.4.4. Objetivo del Muestreo.....	19
2.1.4.5. Muestreo por Conveniencia.....	19
2.1.4.6. Muestreo Aleatorio.....	19
2.1.5. Usos Generales de las Algas.....	20
2.1.5.1. Usos Industriales.....	20
2.1.5.2. Uso en la Cosmética.....	20
2.1.5.3. Usos Biológicos.....	20
2.1.5.4. Usos Agropecuarios.....	20
2.1.5.5. Usos Farmacológicos.....	20
2.1.5.6. Usos Terapéuticos.....	20
2.2. Evaluación del Rendimiento y Calidad del Alginato de Sodio.....	21
2.2.1. Propiedades Químicas y Físicas del Alginato.....	21
2.2.1.1. Propiedades Físicas del Alginato.....	21

2.2.1.2. Propiedades Químicas del Alginato.	22
2.2.1.3. Estabilizantes.	22
2.2.1.4. Retención de Agua.....	23
2.2.1.5. Mecanismo de Gelificación.	23
2.2.1.6. Gelificación Externa.	23
2.2.1.7. Gelificación Interna.	23
2.2.2. Formadores de Películas.....	23
2.2.3. Selección de las Tecnologías para Obtención del Alginato.	24
2.2.2.1. Biorreacción.....	24
2.2.2.2. Centrifugación.	24
2.2.2.3. Extracción líquido – líquido.	24
2.2.2.4. Mezclado.	25
2.2.2.5. Lixiviación.....	25
2.2.2.6. Reducción de Tamaño.	25
2.2.7. Secado por Aspersión.	25
CAPÍTULO 3.....	26
MARCO METODOLÓGICO.....	26
3.1. Diseño de la Investigación.....	26
3.1.1. Investigación Bibliográfica.	26
3.1.2. Investigación Experimental.	26
3.2. Métodos y Técnicas.....	26
3.2.1. Métodos Teóricos.	26
3.2.2. Métodos Empíricos.....	26
3.2.3. Métodos Estadísticos.	26
3.2.4. Métodos Analíticos.....	28
3.3. Recursos	28
3.3.1. Reactivos.	28
3.3.2. Equipos.....	28
3.3.3. Materiales	29
3.4. Muestreo del Alga Rhodophytas- Gracilaria Textorii.	29
3.4.1 Área de Muestreo.....	29
3.4.2. Técnica de muestre empleo para recolección del alga Rhodophytas – Gracilaria Textorii.	29

3.4.3. Identificación de las Algas Rojas en el Cantón Ballenitas Sector Capaes.	30
3.5. Procedimiento Experimental	32
3.5.1. Obtención del alginato de sodio a partir de la Alga Gracilaria Textorii.....	32
3.5.1.1. Diagrama de flujo para la obtención del Alginato de Sodio a partir de las Algas Gracilaria Textorii	32
3.5.2. Tratamiento Previo.	33
3.5.3. Pre-extracción Acida.	33
3.5.4. Extracción Alcalina.	33
3.5.5. Separación de Partículas.	34
3.5.6. Precipitación.	34
3.5.7. Conversión del ácido algínico a alginato de sodio.	34
3.5.8. Secado.....	35
3.5.9. Molienda.....	35
3.5.10. Determinación de Rendimientos.	35
3.5.11. Determinación de Humedad.	35
3.5.12. Determinación Viscosidad.....	35
3.5.13. Determinación Densidad.	36
3.5.14. Determinación de pH.....	36
CAPÍTULO 4.....	37
RESULTADO Y ANÁLISIS.....	37
4.1. Resultados.....	37
CONCLUSIONES.....	44
RECOMENDACIONES	45
ANEXOS.....	46
BIBLIOGRAFÍA.....	59

Contenido de Tablas

Tabla #1 Componente Bromatológico de Macro algas.....	4
Tabla #2. Operacionalización de Variable.....	9
Tabla #3. Clasificación de Algas Rhodophytas con Ficobiliproteínas.....	13
Tabla #4. Característica del alga Gelidium Pusillum.....	15
Tabla #5. Característica del Alga Gracilaria Textorii.....	15
Tabla #6. Usos de los Alginatos en las Diferentes Industrias.....	23
Tabla #7. Detalle de los Reactivos Empleados.....	28
Tabla #8. Detalles de los Materiales utilizado en el proceso.....	29
Tabla #9. Muestreo de Alga Rhodophyta – Gracilaria Textorii.....	30
Tabla #10. Método taxonómico, fichas y claves para identificaciones de especies de algas.....	31
Tabla #11. Muestreo del Alga Gracilaria Textorii.....	37
Tabla #12. Proceso de secado del Alga Gracilaria Textorii.....	38
Tabla #13. Control del proceso de secado.....	39
Tabla #14. Determinación de Rendimientos de Alginato a partir del alga Gracilaria Textorii.....	41
Tabla #15. Comparación de la Calidad de Alginato proveniente de alga Gracilaria Textorii y alga Macrosystis Pyrifera (ver anexo H).....	42
Tabla #16. Aprovechamiento del alga Gracilaria Textorii para la obtención de Alginato.....	43

Contenido de Figuras

Figura #1. Características de Rhodophytas.....	12
Figura #2. Tipos de Talos de las Algas Rhodophytas.....	13
Figura #3. Algas Rhodophytas con Ficobiliproteinas.....	14
Figura #4. Clasificación de las Algas por su Color.....	17
Figura #5. Algas Rhodophytas.- Gracilaria Textorii.....	21
Figura #6. Cantón Ballenita; Playa Capaes.....	29
Figura #7. Secado de la muestra inicial del alga GracilariaTextorii... ..	40

Contenido de Anexos

ANEXO A: Registro Fotográfico.....	46
ANEXO B: Balance de Materia.....	49
ANEXO C: Cálculos de pérdida de humedad.....	50
ANEXO D: Balance de Materia.....	51
ANEXO E: Cálculos de pérdida de humedad.....	52
ANEXO F: Perfil de aminoácidos del alga Gracilaria Textorii recolectada en la costa de Capaes.....	53
ANEXO G: Análisis proximales del alga Gracilaria Textorii recolectada de las aguas de Capaes.....	53
ANEXO H: Análisis de calidad del alginato de Sodio obtenido.....	55
ANEXO I: Composición química del Alga Macrocystis Pyrifera en base seca.....	56
ANEXO J: Composición aminoacidica del Alga Macrocystis Pyrifera en base seca.....	57

RESUMEN

El alginato es un polisacárido derivado del ácido algínico que se encuentra en las paredes celulares de las algas marinas teniendo una gran variedad de usos, desde espesantes hasta uso odontológico.

Las algas más usadas a nivel comercial para la obtención de alginato son: *Ascophyllum Laminaria*, *Laminaria* y *Macrocystis Piryfera*; especies que se encuentran en abundancia en todos los océanos.

En las costas del Ecuador, específicamente en las costas de Capaes, provincia de Santa Elena, en la época invernal, se encuentra en sus playas entre las diferentes especies de algas, el alga *Gracilaria Textorii*, razón por la cual la presente investigación pretende establecer el uso de la misma, como un recurso alternativo en la obtención de Alginato.

La presente investigación se basó en la metodología propuesta por Carmona, basada en un proceso mejorado de extracciones ácidas y alcalinas. Al aplicar el proceso se obtuvo un rendimiento del 11,82% y una viscosidad de 60 cps, lo que permite demostrar la viabilidad de obtención del producto así como el uso del alga de estudio como una alternativa al Alginato comercial existente en el mercado. Sin embargo es necesario tener en cuenta los principales factores que influyen en la calidad del mismo, como son la relación del perfil aminoacídico del alga *Gracilaria Textorii* referente a su maduración, así como el control en el almacenamiento y secado que repercuten directamente en la viscosidad del producto.

Palabras Claves: *Gracilaria Textorii*, Alginato comercial, Arginina, Costa Capaes.

ABSTRACT

Alginate is a polysaccharide derived from alginic acid found in the cell walls of marine algae having a wide variety of uses, from thickeners to dental use.

The algae most commonly used commercially to obtain alginate are: Ascophyllum, Laminaria, Laminaria and Macrocystis Pyryfera; Species that are found in abundance in all oceans.

On the coasts of Ecuador, specifically on the coasts of Capes, province of Santa Elena, during the winter season, the algae Gracilaria Textorii is found on its beaches among the different species of algae.

Use of it, as an alternative resource in obtaining Alginate. The present investigation was based on the methodology proposed by Carmona, based on an improved process of acid and alkaline extractions. When the process was applied, a yield of 11.82% and a viscosity of 60 cps were obtained, which allows to demonstrate the feasibility of obtaining the product as well as the use of the study algae as an alternative to the commercial Alginate available on the market. However, it is necessary to take into account the main factors influencing its quality, such as the relationship of the amino acid profile of the Gracilaria Textorii algae related to its maturation, as well as the control in storage and drying that directly affect the viscosity of the product.

Key words: Gracilariatextorii, commercial alginate, Arginine, Costa Capaes.

INTRODUCCIÓN

Las algas son organismos pertenecientes al Reino Protocistas, formados por células eucariotas encontrando individuos unicelulares o pluricelulares (López & Saz, S.f). Todas son autótrofas, forman materia orgánica a partir de materia inorgánica, utilizando la luz como fuente de energía, este proceso se llama fotosíntesis. Las algas son talófitos (organismos que carecen de raíz, tallo, hojas); tienen clorofila junto a otros pigmentos acompañantes y carecen de estructuras estériles rodeando a las células reproductoras.

La gran diversidad de algas se reúne en un grupo con parentescos diversos (polifilético), los grupos más importantes y conocidos pertenecen a dos reinos distintos: las algas verdes (División Chlorophyta) al reino Plantae, las rojas (Phylum Rhodophyta) y pardas o cafés (Phylum Heterokontophyta) pertenecen al reino de Protista. (CENAMET, 2010).

Las algas rojas o Rhodophytas son consideradas como una de las fuentes sostenibles de biomasa más prometedoras. Son capaces de producir y almacenar una gran cantidad de biomoléculas de importancia como potenciales combustibles, alimentos para seres humanos y animales, fármacos y aditivos para alimentos, productos agroindustriales, cosméticos (Miranda & Peralta, 2008) e incluso para tratamiento de aguas.

En la actualidad, el alginato se extrae en diversas partes del mundo de una gran variedad de especies de algas. La utilidad del alginato a nivel académico e industrial es variada, sus usos comunes incluyen: aglutinante en tintes para textiles, agente espesante o estabilizante en mezclas alimenticias, matriz para inmovilizar y transportar agentes biológicos o catalíticos, fabricación de fibras antibacterianas y hemostáticas, etc. (CENAMET, 2010).

El alginato es un polisacárido que se obtiene de algunas algas marrones, algas de gran tamaño, todas estas algas contienen entre el 20% y el 30% de alginato sobre su peso seco. (Calvo, 2004).

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el rendimiento y la calidad de un alginato obtenido a partir de alga roja *Gracilaria Textorii* de la familia Rhodophyta, cosechadas de la costa de Capaes (Provincia de Santa Elena, Ecuador) como un recurso alternativo al alginato comercial proveniente de algas *Macrocystis Pyrifera*.

CAPÍTULO 1

MARCO LÓGICO

1.1. Antecedentes.

El químico británico Stanford, en 1881, fue el primero en descubrir y describir el alginato, también contribuyó en la explicación de su estructura química (Krioting, 1886), fue el primero en patentar el proceso de obtención de ácido algínico. A partir de entonces, se fueron desarrollando nuevas técnicas para mejorar el proceso de extracción de alginatos como la transformación del ácido algínico insoluble a alginato de sodio mediante dos etapas de intercambio iónico (Carmona & Reyes, 2011).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO, 2003), estima que se recolectan anualmente 95.000 Ton en peso seco de algas, para producir entre 23.000-26.500 Ton de alginato cuyo valor es de 213 millones de dólares al año, se realiza por extracción de las algas pardas, la mayoría de las cuales se recogen del medio silvestre.

Se utiliza una amplia variedad de especies, que se cosechan en los dos hemisferios, en países como Argentina, Australia, Canadá, Chile, los Estados Unidos, Irlanda, México, Noruega, Sudáfrica y el Reino Unido ,la mayor parte de las especies se recogen de fuentes naturales, ya que la materia prima cultivada suele ser demasiado cara para la producción de alginato (FAO, 2003).

A nivel mundial las algas son consideradas como una de las fuentes sostenibles de biomasa más prometedoras. Son capaces de producir y almacenar una gran cantidad de biomoléculas de importancia como potenciales combustibles, alimentos para seres humanos y animales, fármacos y aditivos para alimentos, productos agroindustriales, cosméticos e incluso para tratamiento de aguas (Ayarza León, 2015).

Estas especies son consideradas como un problema en el curso del agua de las acequias y costas de las diversas playas, por lo cual deben ser removidas y eliminadas permanentemente ya que pueden producir olores desagradables, como también pueden colorear de verde el agua causando la muerte o agotamiento del oxígeno (Carmona & Reyes, 2011).

Se conoce un total de 1.859 especies marinas que han sido identificadas en Ecuador, hasta el 2003, que incluyen especies comerciales y no comerciales. Se estima que 1.380 especies de invertebrados y vertebrados marinos no comerciales, ocho pertenecen a la especie Phyla, distribuidos en 25 grupos o clases de organismos (Cruz, 2003).

Las 1.380 especies se encuentran en el grupo Protozoos, en el País la extracción de este recurso está muy poco desarrollada, 1.46Ton de producción y exportación anual (MAGAP, 2015), pese que podría constituir una importante fuente de ingresos para las comunidades locales.

En un estudio de análisis bromatológicos de macro algas realizado por la Facultad Ciencias del Mar, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM, 2009), menciona que los porcentajes más alto en relación al componente bromatológico para cada división se presentaron de la siguiente forma:

Tabla #1
Componente Bromatológico de Macro algas.

Componente	División	Familia	%
Carbohidratos	Phaeophytas	Scytosiphonaceae	62,33%
Proteínas	Rhodophytas	Caulacanthaceae	27,70%
Humedad	Rhodophytas	Liagoraceae	15,82%
Ceniza	Rhodophytas	Caulacanthaceae	9,30%
Grasas	Chlorophytas	Ulvaceae	6,12%

Fuente (ULEAM, 2009).

En cuanto a los resultados indicados en la Tabla #1, se pudo evidenciar que éstas mostraron valores significativos en los porcentajes, lo que indica que además de ser procesadas a nivel industrial con fines comerciales, pueden ser usadas comofito remediadores, previo a un estudio más amplio en este campo. (ULEAM, 2009)

Actualmente, en el Ecuador no existen empresas que procesen estas especies o sus derivados, pese que, por ejemplo en el cantón Ballenita al norte de la provincia de Santa Elena se han encontrado especies de la división Chlorophyta, Rhodophyta y Heterocontonphyta (Rubira, 2012).

1.2. Planteamiento del Problema.

Las algas y los helechos acuáticos constituyen un grupo muy amplio y heterogéneo, que por miles de años han estado presentes en el planeta tierra, ya que este está constituido por las tres cuartas partes de agua. A estas especies se les considera como un problema en el curso del agua en las acequias y costas de las diversas playas siendo removidas y eliminadas permanentemente, ya que pueden producir un olor desagradable, colorear de verde el agua, las plantas puede morir y repentinas mortandades pueden producir el agotamiento del oxígeno (LGSOUND, 2008). La playa de Capaes se encuentra situada en el cantón de Ballenita al norte de la provincia de Santa Elena, la cual posee una gran variedad de algas pardas de la familia rhodophytas predominando la subclase chondracanthus chamissoi. A partir del año 2014 en la estación invernal empezaron a multiplicarse la cantidad de algas en la costa causando molestia en la zona.

Sin embargo las algas marinas constituyen un grupo importante de organismos heterogéneos que han adquirido un gran valor comercial en la actualidad, ya que son recursos susceptibles de explotación sustentable. Esto se debe a las múltiples aplicaciones que tienen, entre ellas destaca el uso alimenticio e industrial, debido a que son una fuente importante de polisacáridos, ampliamente utilizados por sus propiedades geológicas (Gustavo, 2012). Dentro de los productos industriales que pueden extraerse de las algas encontramos los ficocoloides (Boraso, 2005), los cuales se definen como aquellos compuestos de las algas que tienen la capacidad de formar soluciones viscosas o geles.

Países como Japón, Estados Unidos, Francia, Noruega, Chile y Argentina son los principales productores de alginatos (Carmona, 2013). De acuerdo con la FAO se estima que se recolectan anualmente 95.000 Tonen peso seco de algas, para producir entre 23.000-26.500 Ton de alginato con un valor de 318 millones de dólares americanos, el cual representa en promedio el 30% de ficocoloides producidos anualmente (Carmona, 2013). El químico británico Stanford, en 1881, fue el primero en descubrir y describir el alginato. Stanford también contribuyó en la explicación de su estructura química (Krioting, 1886), fue el primero en patentar el proceso de obtención de ácido algínico. En 1926 algunos investigadores independientes como Atsuki y Tomoda (1926) y Schmidt y Vocke (1926),

estudiaron la estructura del ácido algínico y descubrieron que el ácido urónico es un constituyente de las algas (Hernández–Carmona G.1, 2011).

La producción de alginatos inició en EUA en 1929, basándose en las patentes realizadas por Clark y Green (1936), Green (1936) y LeGloahec y Herter (1938). A partir de entonces, estos avances permitieron que se fueran desarrollando nuevas técnicas para mejorar el proceso de extracción de alginatos como los realizados por Bashford et al. (1950) y después seguido por Haug (1964), quienes plantearon la transformación del ácido algínico insoluble a alginato de sodio mediante dos etapas de intercambio iónico (Hernández–Carmona G.1, 2011).

La finalidad de este proyecto de titulación es el aprovechamiento de las Algas Rhodophytas (*Gracilaria Textorii*) que se acumulan en las costas de Capaes para la evaluación del rendimiento y calidad del alginato de sodio obtenido a partir de las mismas.

1.3. Formulación y Sistematización del Problema.

1.3.1. Formulación del Problema de Investigación.

El presente proyecto de titulación pretende aportar información a la comunidad educativa en relación a la siguiente pregunta: ¿Será viable el uso de la especie Rhodophyta (*Gracilaria Textorii*) como un recurso alternativo para la producción comercial del alginato de Sodio?

1.3.2. Sistematización del Problema.

La evaluación del rendimiento y calidad de Alginato de Sodio a partir de algas *Gracilaria Textorii* de la familia Rhodophytas presenta varias interrogantes como:

¿Cuál será el máximo rendimiento y viscosidad de alginato de sodio obtenido con el alga roja Rhodophytas *Gracilaria Textorii*?

¿El alga Rhodophyta *Gracilaria Textorii* tendrá mayor rendimiento que el alga *Macrocystis Pyrifera* usada para la elaboración de alginato tipo comercial?

¿Tendrá el alga Rhodophyta *Gracilaria Textorii* mayor cantidad de arginina que el alga *Macrocystis Pyrifera* comúnmente utilizada?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General.

Determinar el rendimiento y calidad del alginato a partir del alga Rhodophyta-GracilariaTextorii de la costa de la playa Capaes.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Caracterizar el alga Rhodophyta- GracilariaTextorii mediante análisis químicos proximales.
- Comparar parámetros de calidad (viscosidad, densidad) del alginato producido a partir del alga Rhodophytasy el alga MacrocystisPyrifera.

1.5. Justificación de la Investigación.

1.5.1. Justificación Teórica.

El hombre ha utilizado aproximadamente 500 especies de algas para alimento, forraje o elaboración de productos con fines industriales. Sin embargo existe un número limitado de especies susceptibles de explotación industrial, entre las que se encuentran las siguientes especies Ascophyllumnodosum (Linnaeus), Laminaria hyperborea (Gunnerus) Foslie 1884 y Laminaria digitata(Hudson) J.V.Lamouroux 1813 (Europa), Laminaria japónica Areschoug 1851 (Asia), Lessonianigrescens (América del Sur), Ecklonia máxima (Osbeck) Papenfuss 1940 (Sudáfrica), Durvillaeaantartica(Australia y Chile) y MacrocystisPyrifera (E.U.A y México) (Carmona, 2013). Por lo tanto, es importante buscar nuevas fuentes para la producción de alginatos, lo que a su vez trae consigo una reducción en el impacto y presión ejercida en ciertas especies ocasionada por la alta demanda de ficocoloides(Reis, 2012).

La extracción del ácido algínico y sus derivados (alginatos) se lleva a cabo en muy pocos géneros. Esto se asocia principalmente a los parámetros de calidad tales como: fuerza de gel y viscosidad son dos características fundamentales para su comercialización (Reis, 2012).

Debido a esto se desarrolló el presente trabajo para determinar el rendimiento y sus parámetros de calidad, además del aprovechamiento de esta especie en las costas de Capaes. Esta Información puede contribuir en el establecimiento del uso industrial del alginato producido por esta alga a partir de sus propiedades de viscosidad y densidad.

1.5.2. Justificación Metodológica.

Para la justificación metodológica se emplea la técnica para la extracción de alginatos basada en una serie de reacciones de intercambio iónico, que permite extraer el producto de una materia prima en particular. El procedimiento se ha ido modificando y optimizando con el tiempo, permitiendo la producción de distintos tipos de alginatos con diferentes grados de calidad para su uso en numerosos productos con particularidades únicas. Debido a que su aplicación comúnmente se basa en sus propiedades como: agente espesante, retenedor de agua, gelificante y estabilizante coloidal, es importante evaluar su rendimiento y calidad a fin de proporcionar un recurso alternativo para la producción comercial del alginato.

1.6. Hipótesis.

Los rendimientos del alginato de sodio obtenidos serán aceptables para establecer el alga Rhodophyta– GracilariaTextorii como un recurso alternativo para la producción comercial del alginato.

1.7. Variables.

1.7.1 Variable Independiente.

Evaluación del rendimiento y calidad de Alginato de Sodio.

1.7.2. Variable Dependiente.

Algas Rhodophytas – GracilariaTextorii de las costas de Capaes.

1.7.3. Operacionalización de Variables Independientes y Dependientes.

Tabla #2.

Operacionalización de Variable.

Variable	Correspondencia	Tema	Sub - Tema
Dependiente	2.1. Algas Rhodophytas en las costas de Capaes.	2.1.1. Algas en los Ecosistemas Costeros de Ecuador.	2.1.1.1. Algas Rhodophytas. 2.1.1.2. Características Generales. 2.1.1.3. Morfología, Tipos de Tallo.
		2.1.2. Especies identificadas en la estación de Ballenita en Ecuador.	2.1.2.1. GelidiumPusilum. 2.1.2.2. GracilariaTextorii. 2.1.2.3. GraciliariaopsisSpp.
		2.1.3 Clasificación de las Algas.	2.1.3.1. Algas Pluricelulares. 2.1.3.2. Algas Verdes. 2.1.3.3. Algas Pardas. 2.1.3.4. Algas Rojas. 2.1.3.5. Algas Macrocytispyriferas. 2.1.3.6. Algas GracilariaTextorii.
		2.1.4. Tipos de Muestreo para recolección de las algas.	2.1.4.1. Transepto de la zona a muestrear. 2.1.4.2. Cuadrante. 2.1.4.3. Muestreo. 2.1.4.4. Objetivo del Muestreo. 2.1.4.5. Muestreo por Conveniencia. 2.1.4.6. Muestreo Aleatorio.

		2.1.5. Usos Generales de las Algas.	<p>2.1.5.1. Usos Industriales.</p> <p>2.1.5.2. Uso en la Cosmética.</p> <p>2.1.5.3. Usos Biológicos.</p> <p>2.1.5.4. Usos Agropecuarios.</p> <p>2.1.5.5. Usos Farmacológicos.</p> <p>2.1.5.6. Usos Terapéuticos.</p>
Independiente	2.2. Evaluación del Rendimiento y Calidad del Alginato de Sodio.	2.2.1. Propiedades Químicas y Físicas del Alginato.	<p>2.2.1.1. Propiedades Físicas del Alginato.</p> <p>2.2.1.2. Propiedades Químicas del Alginato.</p> <p>2.2.1.3. Estabilizantes.</p> <p>2.2.1.4. Retención de Agua.</p> <p>2.2.1.5. Mecanismo de Gelificación.</p> <p>2.2.1.6. Gelificación Externa.</p> <p>2.2.1.7. Gelificación Interna.</p>
		2.2.2. Formadores de Películas.	<p>2.2.2.1. Películas solubles en agua</p> <p>2.2.2.2. Películas solubles en aceite.</p>
		2.2.3. Selección de las Tecnologías para Obtención del Alginato.	<p>2.2.2.1. Biorreacción.</p> <p>2.2.2.2. Centrifugación.</p> <p>2.2.2.3. Extracción líquido – líquido.</p> <p>2.2.2.4. Mezclado.</p> <p>2.2.2.5. Lixiviación.</p> <p>2.2.2.6. Reducción de Tamaño.</p> <p>2.2.2.7. Secado por Aspersión.</p>

Fuente: (Vinueza & León, 2017)

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Algas Rhodophytas en las costas de Capaces

2.1.1. Algas en los Ecosistemas Costeros de Ecuador.

En la serie de cadenas alimentarias o tróficas íntimamente relacionadas por las que circulan energía y materiales del ecosistema costero, se encuentran las algas como iniciadoras de esta cadena junto con las plantas verdes. Por otra parte, dentro de los organismos utilizados como indicadores biológicos, se encuentran los protozoos, los que incluyen a las algas (CENAMET, 2010).

2.1.1.1. Algas Rhodophytas.

Las algas rojas presentan un color rojo más o menos neto debido a la presencia en su plasto de r-ficoeritrina siempre asociada a una pequeña cantidad de r-ficocianina (Guiry, 2000).

Son comunes en mares tropicales pudiendo llegar hasta grandes profundidades (200 metros), los arrecifes de coral se forman en mares tropicales, con temperaturas superiores a los 18°C. Su desarrollo óptimo se da cuando la media anual asciende a 23-25°C. Crecen continuamente y no están formados solo por corales sino también por algas rojas calcáreas, las cuales tienen tanta importancia en el desarrollo de los arrecifes como los corales. Al depender, en parte, el desarrollo del arrecife del proceso fotosintético de las algas rojas, se desarrollan en aguas poco profundas (Asociación Civil Alihuen, 1998).

Ciertas algas rojas también representan una importante fuente de alimentos entre los pueblos orientales. Asimismo, de algunas de ellas (gelidiaceas y gracilariaceas), se obtiene el agar-agar, que si se extrae del primer grupo de algas es de gran dureza y, si es producido por las segundas, posee gran elasticidad.

2.1.1.2. Características Generales.

- Presencia de pigmentos ficobilínicos.
- Material de reserva almidón de florídeas (alfa glucano).
- Ausencia de estados flagelados.
- Reproducción sexual por exogamia, con células especializadas: carpogonios y espermacios.
- Frecuentes en aguas cálidas o templadas, grupo dominante en la flora ficológica del mar Mediterráneo (Guiry, 2000).

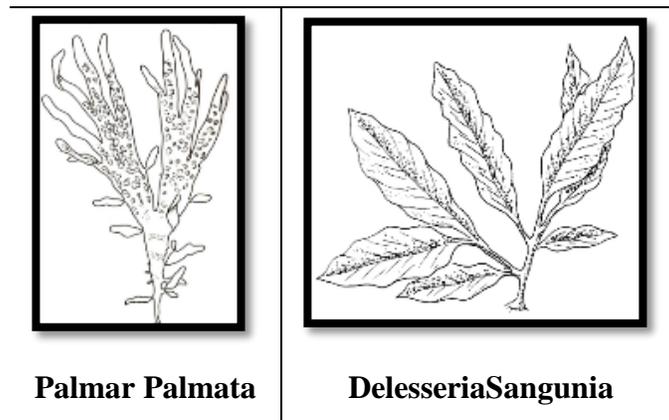
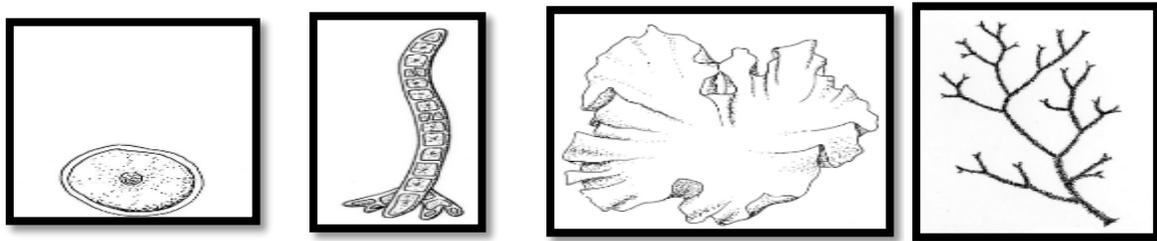


Figura #1. Características de Rhodophytas.

Fuente:(Molina, 2014)

2.1.1.3. Morfología, Tipos de Tallo.

- Unicelulares: Sólo se reproducen por bipartición.
- Puede formar agregados de células por fusión de sus paredes.
- Filamentos: Pueden ser heterótricos, Erythrotrichia, uniseriado.
- Pueden formarse rizoides multiseriados: Bangia.
- Talos laminares, todas las células se dividen: Porphyra.
- Talos pseudoparenquimáticos, filamentos multiseriados, ramificados, con un crecimiento apical o a veces intercalar: Corallinaceae.



Porphyridium

Erythrotrichia

Porphyra

Batrachospermum

**Figura #2. Tipos de Talos de las Algas Rhodophytas.
Fuente: (Molina, 2014)**

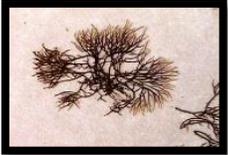
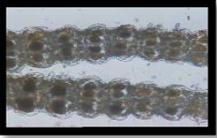
Tabla #3.

Clasificación de Algas Rhodophytas con Ficobiliproteínas.

	Cyanidiophyceae		Cyanidium
	Rhodellophyceae		Glaucosphaera
	Porphyridiophyceae		Porphyridium
	Bangiophyceae		Bangia, Porphyra
Florideophyceae	Hildenbrandiophycidae	Hildenbrandiales	Hildenbrandia
	Nemaliophycidae	Palmariales	Halosaccion
		Batrachospermales	Batrachospermum
	Corallinophycidae	Corallinales	Lithothamnion, Corallina, Lithotrix
	Rhodymeniophycidae	Gigartinales	Eucheuma, Mastocarpus, Chondrus, Mazaella, Gymnogongrus
		Gelidiales	Gelidium, Pterocladia
		Gracilariales	Gracilaria
		Rhodymeniales	Rhodymenia, Botryocladia
Ceramiales	Ceramium, Polysiphonia, Caloglossa		

Fuente: (Molina R. T., 2014)

Figura #3. Algas Rhodophytas con Ficobiliproteínas.

		
Asparagopisarmata	Chondruscrispus	Calliblepharisciliata
		
Caulacanthusustulatus	Gymnogongruspatens	Sphaerococcuscoronopifolius
		
Ceramiumrubrum	Coralina mediterranea	Janiarubens
		
Lithophyllumincrustans	Lithophyllumtortuosum	Porphyraumbilicalis

Fuente: (Molina R. T., 2014)

2.1.2. Especies identificadas en la estación de Ballenita en Ecuador.

Familia: Rhodophytas.

Especies: a) *Gelidium pusillum*, b) *Gracilariatextorii*, c) *Gracilariopsis* spp.

2.1.2.1. *GelidiumPusilum*.

Tabla #4.

Característica del alga *GelidiumPusilum*

Reino:	Protoctista
División:	Rhodophyta Subfilum Eurhodophytina
Clase:	Florideophyceae
Subclase:	Rhodymeniophycidae
Orden:	Gelidiales
Familia:	Gelidiaceae

Fuente: (Molina R. T., 2014)

Tallo de forma variable, de hasta 20 cm de longitud, de contorno irregular, erecto o postrado y muy ramificado. Los ejes son planos, de 1 - 5 mm de ancho, que se ramifican 1 - 3 veces, de forma opuesta o alterna y dística, siendo el ápice de las ramas a veces puntiagudo. Fronde de contorno irregular. Color rojo, pardo rojizo o verdoso (asturnatura, 2004).

2.1.2.2. *GracilariaTextorii*.

Tabla #5.

Característica del Alga *GracilariaTextorii*

Reino:	Protoctista
División:	Rhodophyta
Subfilum:	Eurhodophytina
Clase:	Florideophyceae
Subclase:	Rhodymeniophycidae
Orden:	Gracilariales
Familia:	Gelidiaceae

Fuente: (Molina R. T., 2014)

2.1.2.3. *GracilariaopsisSpp.*

En las especies del género *Gracilaria* se observa un ciclo de vida haplodiploide típico de las algas rojas, incluyendo dos estados de vida libre, el tetrasporofito (diploide) y el gametofito

(haploide), y las unidades de dispersión, esporas y gametos respectivamente, se caracteriza por la presencia de cistocarpos sésiles, presencia de células filamentosas (Salgado & Peña, 2011). Varias especies han sido consideradas de importancia económica, dado que son fuentes importantes de agar, el principal ficocoloide del mercado mundial.

2.1.3 Clasificación de las Algas.

Las algas son organismos pertenecientes al Reino Protocistas, formados por células eucariotas y podemos encontrar individuos unicelulares o pluricelulares según (López & Saz, S.f). Todas son autótrofas, forman materia orgánica a partir de materia inorgánica, utilizando la luz como fuente de energía, este proceso se llama fotosíntesis.

Las algas son talófitos (organismos que carecen de raíz, tallo, hojas); tienen clorofila a junto a otros pigmentos acompañantes y carecen de estructuras estériles rodeando a las células reproductoras.

Las algas pueden clasificarse de acuerdo con su color, el cual depende de la profundidad del mar, las radiaciones luminosas que reciben según las cuales se establece todo su metabolismo (CENAMET, 2010).

2.1.3.1. Algas Pluricelulares.

Son seres formados por muchas células, que no se agrupan formando tejidos, como en seres vivos más complejos., por lo que las células no se reparten el trabajo, sino que todas deben realizar todas las funciones. Si observamos su color, podemos clasificarlas en tres tipos: Verdes, Pardas, Rojas.

2.1.3.2. Algas Verdes.

Su color es debido a que tienen clorofila, que es una molécula que sirve para realizar la fotosíntesis. La clorofila es de color verde, viven en aguas dulces y saladas a poca profundidad.

Tienen uso biotecnológico destaca Spirulina que se emplea como alimento por su alto contenido en proteínas (hasta el 70% del peso seco). Muchos de estos organismos tienen capacidad de fijar nitrógeno atmosférico al tener el sistema enzimático nitrogenado (Marilia, 2011).

2.1.3.3. Algas Pardas.

Las algas pardas, con sus más de 1.500 especies, son casi exclusivamente marinas, constituyen las algas más complejas en desarrollo morfológico y anatómico (Pontes, 1996).

El pigmento que utilizan para realizar la fotosíntesis es de color marrón amarillento, esta molécula es más sensible a la luz que la clorofila (Marilia, 2011), por eso, las algas pardas pueden vivir a mayor profundidad, todas las algas pardas tienen células reproductoras móviles (biflageladas) en algún momento de su desarrollo.

2.1.3.4. Algas Rojas.

El pigmento que utilizan para hacer la fotosíntesis es de color rojo. Es el pigmento más sensible a la luz, por lo que estas algas pueden vivir a profundidades donde la luz que llega es muy tenue (López & Saz, S.f). Son la única fuente de donde se extraen dos carbohidratos polisacáridos de gran importancia económica.



Figura #4. Clasificación de las Algas por su Color.

Fuente:(Biósfera)

2.1.3.5. Algas MacrocytisPyriferas.

Es una macro alga, de color marrón, habitante de las aguas frías tanto del océano Pacífico como del Atlántico. Puede medir entre 50 y 70 metros de longitud, razón por la cual es común que forme verdaderos bosques marinos.

La *MacrocystisPyrifera* posee un rico y completo contenido en nutrientes, hasta el punto de considerada uno de los alimentos vegetales más ricos en:

- Minerales: calcio, yodo, hierro, azufre y sodio.
- Vitaminas: A, B, C, y E.
- Otras sustancias: ácido algínico, almidón, grasas, aceites, carbohidratos y fibra.

Según (Gutiérrez, Civera, & etall, 2007) el alga marina Kelp (*Macrocystis Pyrifera*) en alimentos para camarones, se han enfocado en evaluar su uso en forma de harina, en niveles de inclusión desde el 1 hasta el 20%; con el propósito de establecer primordialmente su potencial sobre la ingesta alimenticia, el crecimiento y la digestibilidad de los nutrientes.

2.1.3.6. Algas *GracilariaTextorii*.

Según (Kurt & Abel, 2009) describe al Alga *GracilariaTextorii* con sinónimo de *Gracilariacilíndrica* posee un tallo erecto, hasta 14 cm de altura, textura suave, sustancia Gomoso, rojo oscuro a rosado in situ.

Ramificación irregular, en más de un plano, secundario o alterno en algunas partes, ejes y ramas Terete (Mendoza & Elena, 1996)habita sobre rocas.

2.1.4. Tipos de Muestreo para recolección de las algas.

2.1.4.1. Transepto de la zona a muestrear.

Según (Mostacedo & Fredericksen, 2000)el método de los transeptos es ampliamente utilizado por la rapidez con se mide y por la mayor heterogeneidad con que se muestrea la vegetación. Un transepto es un rectángulo situado en un lugar para medir ciertos parámetros de un determinado tipo de vegetación. El tamaño de los transeptos puede ser variable y depende del grupo de plantas a medirse.

2.1.4.2. Cuadrante.

El método de los cuadrantes es una de las formas más comunes de muestreo de vegetación, estos hacen muestreos más homogéneos y tienen menos impacto de borde en comparación a los transeptos. El método consiste en colocar un cuadrado sobre la vegetación, para determinar la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas(García, 2014)

2.1.4.3. Muestreo.

Según(García, 2014)es la parte que requiere mayor cuidado, ya que éste determina el éxito potencial de un experimento, y de éste depende el tipo de análisis e interpretación a realizarse. Para que un muestreo sea lo suficientemente representativo y confiable, debe estar bien diseñado, esto quiere decir que la muestra a tomarse debe considerar la mayor variabilidad existente en toda una población estadística.

La unidad de muestreo puede estar constituida por el área en la que se toma la muestra compuesta. El sistema de clasificación de suelos Taxonomía de Suelos (Staff, 1975), entonces se define como la unidad de muestreo a el sitio más pequeño que puede ser usada para describir y muestrear.

2.1.4.4. Objetivo del Muestreo.

Podemos mostrar que la finalidad que tiene toda muestra es la revelar información sobre la población que representa, de tal forma que se puedan hacer recomendaciones adecuadas con un determinado nivel de confianza (Burrough, 1991), es decir que el muestreo ayuda a enfocarnos a un lugar para la investigación, contribuye a delimitar el lugar donde se realiza la investigación.

Se puede obtener una precisa y mejor información sobre las especies tanto vegetal como animal ya que se tiene un lugar específico.

2.1.4.5. Muestreo por Conveniencia.

Consiste en la selección por métodos no aleatorios de una muestra cuyas características sean similares a la de la población objeto. En este tipo de muestreo la “representatividad” la determina el investigador de modo subjetivo (Carrasco, 2011).

2.1.4.6. Muestreo Aleatorio.

Según (Carrasco, 2011) en el muestreo aleatorio todos los elementos tienen la misma probabilidad de ser elegidos. Los individuos que formarán parte de la muestra se elegirán al azar mediante números aleatorios:

Muestreo Aleatorio Simple: Consiste en extraer todos los individuos al azar de una lista.

Muestreo Sistemático: En este caso se elige el primer individuo al azar y el resto viene condicionado por aquél.

Muestreo Aleatorio Estratificado: Se divide la población en grupos en función de un carácter determinado y después se muestra cada grupo aleatoriamente, para obtener la parte proporcional de la muestra.

Muestreo Aleatorio por Conglomerados: Se divide la población en varios grupos de características parecidas entre ellos y luego se analizan completamente algunas de los grupos, descartando los demás.

2.1.5. Usos Generales de las Algas.

2.1.5.1. Usos Industriales.

Ficocoloides; de las paredes de algas rojas se extraen los polisacáridos agar y carragenatos, mientras que de la de algas pardas se extraen además los alginatos utilizan en la industria alimentaria como espesantes de mermeladas y salsas según Centro Nacional de Medicina Tradicional y Nutricional (CENAMET, 2010).

2.1.5.2. Uso en la Cosmética.

Se utilizan en la elaboración de dentífricos, geles de baños, cremas faciales, corporales, del cabello y jabones para adultos y niños (Miranda & Peralta, 2008).

2.1.5.3. Usos Biológicos.

Muchos de estos organismos tienen capacidad de fijar nitrógeno atmosférico al tener el sistema enzimático de la nitrogenasa.

2.1.5.4. Usos Agropecuarios.

Los arribazones de algas han constituido una fuente de abono para las tierras de cultivo. Aparte de abonar, las algas mejoran las características nutritivas del suelo e impiden el crecimiento de malas hierbas.

Se emplean también como complemento en la dieta del ganado, fabrican harinas de algas para ser suministradas al ganado.

2.1.5.5. Usos Farmacológicos.

En la industria farmacológica su uso está relacionado con su poder gelificante, sin embargo también se ha encontrado actividad antitumoral, antioxidante y antiúlceras entre otras.

2.1.5.6. Usos Terapéuticos.

La utilización terapéutica de las algas está extendida en homeopatía; contra el estreñimiento crónico, extractos de laminaria (*Laminariasp.*) que dilata los conductos del organismo (cuello del útero) y el sargazo vejigoso (*Sargassumsp.*, y *Fucusvesiculosus*) que combaten las paperas, gota y la obesidad.

2.2. Evaluación del Rendimiento y Calidad del Alginato de Sodio.

Alginato

El alginato es un polisacárido que se obtiene de algunas algas marrones, algas de gran tamaño, todas estas algas contienen entre el 20% y el 30% de alginato sobre su peso seco (Calvo, 2004).

La producción comercial de alginato se inició en los Estados Unidos en la década de 1920, por la empresa "Kelco", aún activa. El alginato se utiliza extensamente en la industria alimentaria desde mediados del siglo XX.



Figura#5. Algas Rhodophytas.- Gracilaria Textorii,

Fuente: (Blue & Algae and Inverts, s.f.)

2.2.1. Propiedades Químicas y Físicas del Alginato.

2.2.1.1. Propiedades Físicas del Alginato.

El alginato está formado por dos tipos de monosacáridos, los dos con un grupo ácido, el ácido gulurónico y el ácido manurónico.

Las algas más jóvenes tienen menor contenido de alginato, y con menor viscosidad y capacidad gelificante, que las algas maduras. El alginato puede tener un peso molecular de hasta 100.000, dependiendo del tipo de alga. A veces se hidroliza también para su comercialización a distintos tamaños, dependiendo de la aplicación a la que se destine (Calvo, 2004).

Durante el almacenamiento de las algas secas antes de su procesado, o incluso del producto en polvo, el alginato se degrada con facilidad en presencia de oxígeno, disminuyendo su viscosidad. La forma ácida es la menos estable, y la sal sódica la más estable. En disolución, es estable entre pH 5,5 y pH 10.

2.2.1.2. Propiedades Químicas del Alginato.

El alginato, en forma de sal sódica, potásica o magnésica, es soluble en soluciones acuosas a pH por encima de 3,5. También es soluble en mezclas de agua y solventes orgánicos miscibles con ella, como el alcohol, pero es insoluble en leche, por la presencia de calcio. La viscosidad de las soluciones de alginato depende de la concentración, elevándose mucho a partir del 2%, y de la temperatura, disminuyendo al aumentar ésta. Las soluciones de alginato tienen un comportamiento no newtoniano, con una viscosidad que disminuye mucho al aumentar la velocidad del movimiento. En ausencia de calcio, el alginato se pliega formando cada uno de los bloques constituyentes hélices mantenidas por puentes de hidrógeno.

Diversas investigaciones demuestran que al ser un material natural disponible con múltiples ventajas y de fácil obtención, su aplicación para elaborar diferentes productos alimenticios es amplia y variada (Avendaño; Romero et al, 2013).

2.2.1.3. Estabilizantes.

- La capacidad como estabilizante se mide en función de su grado de polimerización (GP).
- Los alginatos con mayor GP son menos estables que los que tienen un menor GP.
- Para que los alginatos sean más estables necesitan un pH entre 5 y 9, pequeñas cantidades de calcio aumentan la estabilidad.
- Una condición que se debe tomar en cuenta para alginatos comerciales.
- Almacenaren lugar fresco a 25 °C, ya que temperaturas elevadas causan la despolimerización, afectando la viscosidad y resistencia del gel.

2.2.1.4. Retención de Agua.

Con la creación de retículos poliméricos tridimensionales que tienen grupos hidrófilos capaces de absorber grandes volúmenes de agua o fluidos biológicos de 10 hasta 1000 veces su propio peso y retenerlos bajo presión(Castro & Flores, 2007).

2.2.1.5. Mecanismo de Gelificación.

2.2.1.6. Gelificación Externa.

Difusión del ion calcio hacia la solución de alginato de pH neutro.

2.2.1.7. Gelificación Interna.

Consiste en la liberación del ion calcio desde una fuente interna de sal de calcio insoluble o parcialmente soluble.

2.2.2. Formadores de Películas.

2.2.2.1. Películas solubles en agua: utilizando alginato de sodio.

2.2.2.2. Películas solubles en aceite: utilizando alginato de calcio.

Tabla #6.

Usos de los Alginatos en las Diferentes Industrias.

INDUSTRIA	USO
Textil	Como espesante en colorantes
Alimentaria	Utilizado como espesante en salsas, jarabes y helados. Forma emulsiones estables con saborizantes volátiles. Se utiliza como estabilizante de suspensiones
Farmacéutica y usos médicos	Elaboración de impresiones dentales. Interrumpe hemorragias, ayuda a la cicatrización rápida. Para la encapsulación de pastillas y cápsulas, es agente fijador y emulsificador
Cosméticos	Como estabilizante de espumas e hidratante del cabello, como suavizante en jabones, champúes (“shampoos”) y cremas de afeitar
Biotecnología	Utilizado en técnicas para la inmovilización de células, en la micro encapsulación de células

Fuente: (Vinueza & León, 2017)

En la Tabla #6 constan las principales aplicaciones al producir alginato de sodio en la industria.

- Capacidad espesante genera aumento en la viscosidad de solución en la que se disuelve.
- Capacidad de retener agua.
- Formadores de gel a partir de reacciones químicas.
- Formador de películas (Castro & Flores, 2007)

2.2.3. Selección de las Tecnologías para Obtención del Alginato.

La selección de las tecnologías que se utilizarían en la producción depende de la estabilidad del producto a lo largo del proceso, así como también del grado de pureza deseada. Así mismo, estas tecnologías repercuten directamente en el costo de los equipos, en la inversión inicial y en los costos indirectos de operación (Miranda & Peralta, 2008).

2.2.2.1. Biorreacción.

El biorreactor presenta un modo de operación por lote, en el cual el biorreactor se carga al inicio del ciclo con medio de cultivo y se inocula con el microorganismo. A partir de este momento la biorreacción procede sin reemplazo del medio fermentado y en principio sin la entrada de ninguna otra corriente de medio fresco, por un periodo definido, característico para la biorreacción en cuestión, al término del cual se detiene la operación para vaciar el contenido completo del reactor.

2.2.2.2. Centrifugación.

La centrífuga elegida para la separación del caldo y biomasa es una centrífuga de discos. Éstas son las más utilizadas para caldos biológicos donde el diferencial de densidades suele ser bajo y la viscosidad alta. En este caso, debido a que es un producto muy viscoso por ser una goma, este tipo de centrífuga resulta ser la más adecuada para el proceso (Felt, 1995).

2.2.2.3. Extracción líquido – líquido.

Después de haber concluido la centrifugación para la separación de la biomasa del sobrenadante, se lleva a cabo una extracción líquido-líquido ya que el producto de interés es extracelular. Esta operación se realiza mediante la adición de dos volúmenes de etanol al 95% por un volumen de sobrenadante para lograr la precipitación o separación del ácido algínico (Geankoplis, 1998).

2.2.2.4. Mezclado.

El diseño de la fase de mezclado es necesario para las etapas en los tanques de precipitación de los diferentes tipos de alginatos.

2.2.2.5. Lixiviación.

Cambio de fase del soluto al disolverse en el disolvente.

Difusión a través del disolvente existente en los poros del sólido hacia el exterior de la partícula.

Transferencia del soluto desde el disolvente en contacto con la partícula hacia la masa principal del disolvente.

2.2.2.6. Reducción de Tamaño.

Una vez que se obtiene la torta del precipitado del ácido algínico y de los alginatos de sodio, potasio y de propilenglicol, se procede a la reducción de tamaño. El contenido de humedad de los materiales puede jugar un papel importante en la evolución del proceso de pulverización cuando excede del 5% ya que hay un incremento en la adhesividad del material, fijándose en distintas zonas del molino y formando aglomerados, con la consiguiente reducción de la efectividad o eficacia del proceso. Para llevar a cabo la modalidad de pulverización húmeda el material debe presentar (Gacesa, 1998).

- Consistencia pastosa
- Obliga a la adición de cantidades importantes de agua, generalmente mayor del 50% de la masa del producto.

2.2.7. Secado por Aspersión.

Por medio del secado por aspersión se retirará de la torta la humedad para obtener la biomasa ya completamente seca. En esta etapa de proceso se utiliza el secado por aspersión ya que es el método más ampliamente usado en alimentos para consumo humano y es el más económico. La distribución del tamaño de las partículas obtenidas por este método es en general menor a 100 μm . Una de las grandes ventajas de este proceso, además de su simplicidad, es que es apropiado para materiales sensibles al calor, ya que el tiempo de exposición a temperaturas elevadas es muy corto (5 a 30 s) (Geankoplis, 1998).

CAPÍTULO 3

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la Investigación.

El presente proyecto se realizó a través de dos tipos de diseños estructurales:

3.1.1. Investigación Bibliográfica.

Mediante la respectiva revisión bibliográfica en libros, revistas, artículos relacionados a los tipos de algas y obtención de alginato.

3.1.2. Investigación Experimental.

En esta investigación se realizó la síntesis de una materia prima, con el fin de obtener un producto de alta calidad que será utilizado como recurso viable, aplicando variables en condiciones controladas.

3.2. Métodos y Técnicas.

3.2.1. Métodos Teóricos.

Los métodos teóricos que se utilizarán permitirán la recolección de información técnica y bibliográfica para desarrollar el marco teórico, así como para la formulación de la hipótesis a demostrar en la investigación. Los mismos permitirán contar con los elementos que servirán para confirmar y validar los resultados de la tesis.

Entre estos tenemos:

- Método Histórico
- Método sintético
- Método Lógico

3.2.2. Métodos Empíricos.

Para la fase experimental se orientará en la obtención del Alginato de Sodio de las algas Rhodophytas, así como la evaluación de sus parámetros de calidad y rendimiento.

3.2.3. Métodos Estadísticos.

Se utilizara métodos estadísticos descriptivos para:

- Tabla Aminoacídica
- Analizar los resultados obtenidos.
- Presentar resultados en forma de tablas.

3.2.4. Métodos Analíticos.

Se utilizara para la determinación y recopilación de cada uno de los datos obtenidos dentro de la fase experimentación.

Los métodos Analíticos a emplearse son:

- Viscosidad.
- Humedad.
- Aminoácidos presentes.

3.3. Recursos

3.3.1. Reactivos.

Tabla #7.

Detalle de los Reactivos Empleados.

Reactivos y/o Insumos		
Descripción	Unidad	Cantidad
Formaldehido 36.6%	ml	40
Ácido Clorhídrico 0.2N	ml	1500
Ácido Clorhídrico 0.1N	ml	170
Carbonato de Sodio 0.7%	ml	2500
Alcohol potable	ml	500
Hidróxido de Sodio 4%	ml	40

Elaborado por:(Vinueza & León, 2017)

3.3.2. Equipos

- Reactor de mezcla semi-continua
- Licuadora
- Vibrador o Tamiz
- Indicador de Ph (citotest – test paper)
- Picnómetro de 10ml
- Viscosímetro rotatorio, marca Ha

3.3.3. Materiales

Tabla #8.

Detalles de los Materiales utilizado en el proceso.

Materiales	Unidad	Cantidad
Estufa	unidad	1
Mortero	unidad	2
Vasos de precipitación	unidad	4
Botellas de almacenamiento(vidrio) de 1litro	unidad	2
Papel filtro	m	1
Malla No. 40	unidad	1
Malla No. 100	unidad	1
Matraz aforado de 500ml	unidad	2
Papel aluminio	unidad	-
Fundas Ziploc	unidad	4

Elaborado por:(Vinueza & León, 2017)

3.4. Muestreo del Alga Rhodophytas- Gracilaria Textorii.

3.4.1 Área de Muestreo.

La zona de estudio se encuentra ubicada en la provincia de Santa Elena, en la Ruta Spondylus, parroquia Ballenita – Playa Capaes, distanciada a Guayaquil, 120 km. Aproximadamente; Geográficamente se encuentra en la provincia de Santa Elena a Latitud $2^{\circ} 09' 27.74''$ S y Longitud: $80^{\circ} 48' 52.54''$ O.

La Playa de Capaes posee 1.200 m de longitud total de la playa con una zona de roca de 1000m. Sus aguas son Claras, color verde, temperatura media de 28°C entre diciembre y abril, el ancho de sus Playas es zona activa (30m aproximadamente) y zona pasiva (15m aproximadamente), la comunidad se dedica a la pesca, presenta precipitaciones de 125/250 mm.

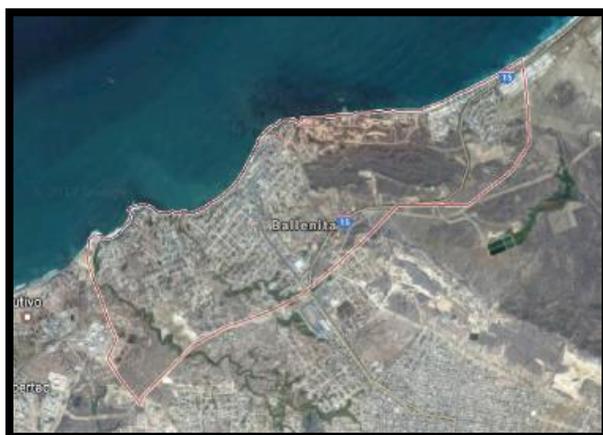


Figura #6. Cantón Ballenita; Playa Capaes.

Fuente:(Google, s.f.)

3.4.2. Técnica de muestreo empleo para recolección del alga Rhodophytas GracilariaTextorii.

Una vez identificado el sitio se realizó el reconocimiento del lugar para determinar la zona más idónea para delimitar y realizar un transepto aleatorio simple para recolectar la muestra necesaria para la caracterización proximal del alga.

Como primer paso, se realizó el marcado de los puntos a seguir que consistieron en definir un transepto en las dimensiones de 1 m de longitud por 2 m de ancho, para lo cual se utilizó

una malla, con una estaca para la respectiva marcación, donde se identificaron las especies de algas. Este procedimiento se realizó 3 veces (ver Anexo A, fotografía 1-3).

Tabla #9.

Muestreo de Alga Rhodophyta – Gracilaria Textorii.

Tiempo de muestreo	10 minutos por muestreo
Cantidad de muestreos realizados	3
En el transepto realizado se consiguió 302.12 gr de algas Gracilaria Textorii	

Elaborado por:(Vinueza & León, 2017)

3.4.3. Identificación de las Algas Rojas en el Cantón Ballenitas Sector Capaes.

Para identificar las especies Rhodophytas en cada transepto se realizó un inventario de las especies presentes, el cual inicialmente fue obtenido su nombre (s) común e información relevante de las mismas, basado en el conocimiento local de los comuneros de la Playa Capaes. Para cada especie y con base a los nombres comunes dados por los habitantes del sitio, se fueron descartando las especies ajenas a la familia Rhodophytas.

Posteriormente cada transepto fue referenciado, para tener conocimiento en qué lugar se encontraban más especies de algas; fotografiar y recolectar muestras.

Para el reconocimiento de los nombres científicos y familias de las algas encontradas se tomó como referencia la literatura de (Rubira, 2012).

Tabla #10.

Método taxonómico, fichas y claves para identificaciones de especies de algas.

CLASIFICACION TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES		
REINO PROTISTA		
División: Chlorophytas Clase: Chorophyceae Orden: Ulvales Familia: Ulvaceae Género: Ulva Especie: Ulvalactuca Ulva fasciata	División: Chlorophytas Clase: Chorophyceae Orden: Cladophoralescladales Familia: Cladophoraceae Género: Cladophora Especie: Cladophora prolifera	División: Chlorophytas Clase: Chorophyceae Orden: Siphonocladales Familia: Siphonales Género: Codium Especie: CodiumcapitatumP .C.
División: Heterocontonphytas Clase: Chorophyceae Orden: Isogeneratae Familia: Dictytaceae Género: Padina Especie: Padinadurvillaei	División: Heterocontonphytas Clase: Cyclosporeae Orden: Fucales Familia: Sargassaceae Género: Sargassum Especie: Sargassumecuadoreanu m	División: Rhodophytas Clase: Bangiophyceae Orden: Gelidiales Familia: Gelidiaceae Género: Gelidium Especie: GelidiumpusillumS tackhouse
División: Rhodophytas Orden: Gigartinales Familia: Gracilariaceae Género: Gracilaria Especie: Gracilariaveleroae	División: Rhodophytas Orden: Ceramiales Familia: Ceramiaceae Género: Ceramium Especie: Ceramiumpacificum	División: Rhodophytas Orden: Rhodymeniales Familia: Lomentariaceae Género: Champia Especie: Champia compressa
División: Rhodophytas Género: Phyllophora Especie: Phyllophoraspp		

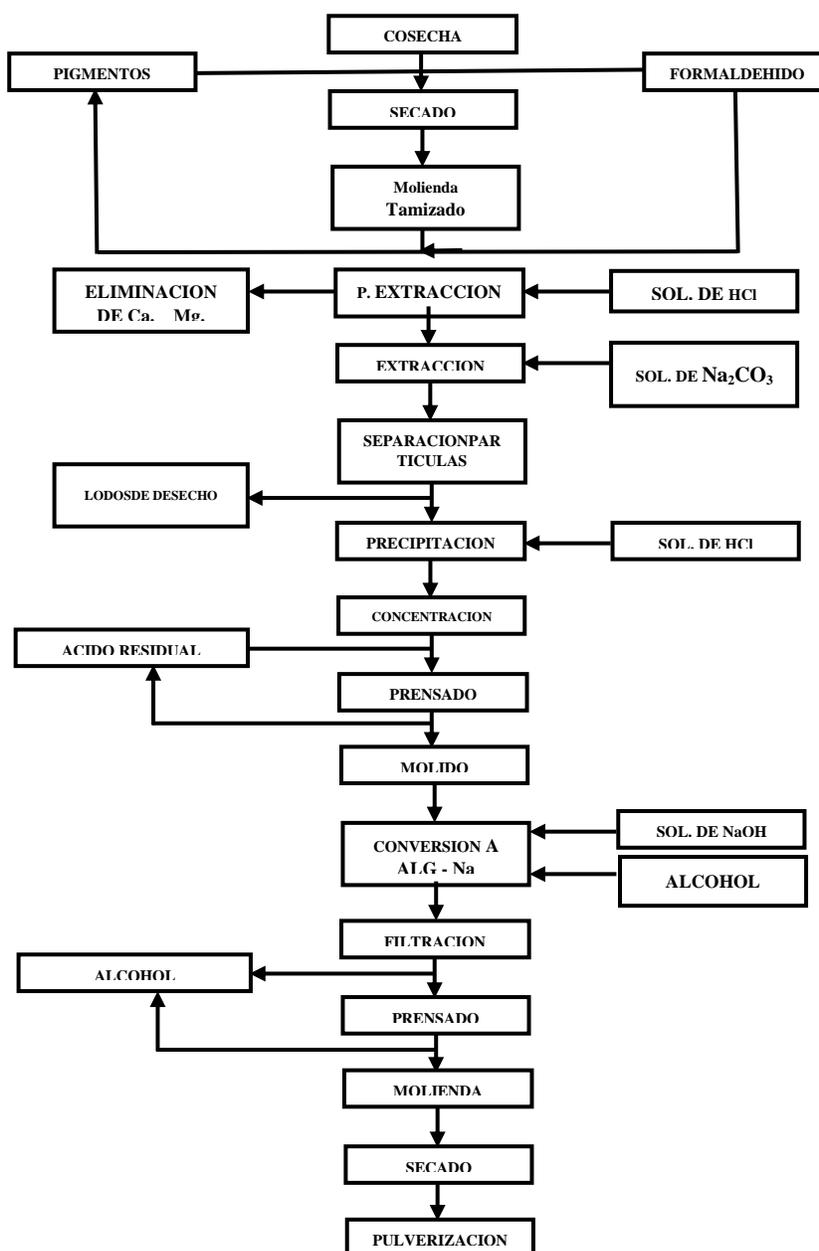
Fuente: (Base, s.f.)

3.5. Procedimiento Experimental

3.5.1. Obtención del alginato de sodio a partir de la Alga Gracilaria Textorii.

A continuación se describen cada una de las etapas del proceso que se desarrolló para la obtención de alginato de sodio basado en la literatura de (Carmona, 1991).

3.5.1.1. Diagrama de flujo para la obtención del Alginato de Sodio a partir de las Algas Gracilaria Textorii.



Fuente:(Carmona, 1991)

3.5.2. Tratamiento Previo.

Para realizar este tratamiento el equipo de trabajo se debe trasladar hasta el laboratorio de química, con la asistencia del docente a cargo ejecutar la primera fase del tratamiento que debe tener la muestra, para eliminar todo rastro de agua presente en la muestra a una temperatura de 50°C en una estufa donde se tomó la pérdida de agua de nuestra materia prima en un intervalo de 30 minutos:

Se separa la materia prima en 4 muestras con diferente peso, con la finalidad de observar cuanto peso perdía en el transcurso del secado.

Luego de haber secado nuestra materia prima en su totalidad se va a proceder a triturar cada muestra con la ayuda de un mortero y licuadora para conseguir un polvo fino que cumpla con la metodología implementada, posteriormente se tamizo la muestra inicial.

Una vez tamizada la muestra se utilizó la cantidad de alga que paso la malla de 400 micrones y se le agrego 40ml de Formaldehido al 36.6% con constante agitación mecánica durante 6 horas con la finalidad de humedecer la alga y decolorarla (ver Anexo A, fotografía 4-12).

3.5.3 Pre-extracción Acida.

Luego del tratamiento previo con el formaldehido se va a llevar las algas a un reactor de mezcla semi-continua de 4 entradas para ingresar la muestra y otro para ingresar la solución de HCl al 0,2N con un flujo continuo de ácido a una velocidad de 50 ml de ácido por minuto, este flujo debe ser constante durante 30 minutos con agitación constante dentro del reactor a una velocidad de mezcla de 800 rpm.

Para conocer cuanta cantidad de ácido clorhídrico al 0.2N se necesitaba suministrar una proporción de ácido: alga seca utilizada (30:1) (ver Anexo A, ver fotografía 13-14).

3.5.4. Extracción Alcalina.

Las algas pre tratadas son conducidas nuevamente al reactor de mezcla semi-continua con una agitación constante de 600 a 800rpm, se suministra una solución de carbonato de Sodio al 0,7%. En este caso se usó una proporción de carbonato de sodio, algas secas (50:1) durante un período de 60 minutos (ver Anexo A, fotografía 15).

3.5.5. Separación de Partículas.

Se realiza en dos etapas:

a) Una vez recolectada la muestra después de la extracción alcalina se filtra con la ayuda de un tamiz (malla 40), separando hasta un 20% de sólidos totales en suspensión (ver Anexo A, fotografía 16-17).

b) Se emplea una centrifuga de tipo continuo para clarificar totalmente la solución, trabajándose a una velocidad de 3.500 rpm, posee bajo contenido de sólidos y su pequeño tamaño evita que se sature en poco tiempo y se tapone, obteniendo una velocidad de clarificación muy efectiva (ver Anexo A, fotografía 18-19).

Al momento de extraer el líquido clarificado se realizó con cuidado, ya que la muestra sedimentada es tan fina que al usar una pipeta se perdían pequeñas porciones.

3.5.6. Precipitación.

La precipitación se efectúa en el reactor con la muestra previamente centrifugada y con una solución de Ácido clorhídrico al 1N, controlando valores de pH que oscilan de 1 a 2.

La cantidad de HCl al 1N suministrada fue de 170ml con una agitación constante durante una hora, se procedió a drenar nuestra solución con la ayuda de una malla resistente al ácido de tamaño 100 o equivalente a 149 micrones; en estas condiciones el ácido algínico se separa fácilmente al ácido y se procede a prensar el ácido algínico hasta eliminar un 70% de agua acidulada (ver Anexo A, fotografía 20-21).

3.5.7. Conversión del ácido algínico a alginato de sodio.

Una vez prensado el ácido algínico se procede a desmenuzar con el objetivo de facilitar la siguiente reacción:

Las fibras de ácido algínico se colocan en el reactor de mezcla semi-continua, se adiciona alcohol potable una cantidad de 500ml y se comienza agitar hasta tener una mezcla, luego se agrega Hidróxido de sodio al 4% con la finalidad de neutralizar nuestro ácido algínico que posee un pH de 4 hasta alcanzar un pH entre 7 a 8 en solución.

Es un proceso es lento por lo que se realizó una velocidad de mezcla de 100 rpm durante un tiempo aproximado de 30 minutos.

La cantidad de Hidróxido de sodio que fue suministrado hasta que llegue a un pH 8 fue de 40ml (ver Anexo A, fotografía 22-24).

3.5.8. Secado.

Terminada la reacción de conversión, el producto se filtra y el alginato de sodio se prensa para eliminar el excedente de alcohol. Las fibras de alginato de sodio prensadas se separan manualmente y finalmente se secan con aire caliente a 60°C (ver Anexo A, fotografía 25-26).

3.5.9 Molienda.

Esta etapa de molienda es para mejorar la presentación comercial del producto, el alginato de sodio seco se pulveriza hasta que las partículas pasen por una malla de malla No. 100 ó 149 micrones (ver Anexo A, fotografía 27).

3.5.10. Determinación de Rendimientos.

Rendimiento Base seca= Peso de Alginato seco/Peso muestra de alga seca*100 [Ec. 1]

Rendimiento Base Húmeda= Peso de Alginato húmedo/Peso muestra de alga húmeda*100 [Ec. 2]

Rendimiento Teórico = Peso de Alginato/Peso de muestra de alga húmeda*100 [Ec.3]

3.5.11. Determinación de Humedad.

$$\% H = \frac{\text{Pesoinicialdelamuestrahumedad} - \text{Pesodelamuestraseca}}{\text{Pesoinicialdelamuestrahumedad}} * 100 [\text{Ec. 4}]$$

$$\% H = \frac{155 \text{ gramos} - 24,1 \text{ gramos}}{155 \text{ gramos}} * 100 = 84,46\%$$

$$\% \text{ muestra seca} = 100 - 84,46 = 15,54\%$$

3.5.12. Determinación Viscosidad.

Se realizó una solución de alginato de sodio al 5% a temperatura ambiente 25°C, la cual se la deposito en un vaso de precipitado (ver Anexo A, fotografía 29-30).

Procedimiento:

- Ensamble el viscosímetro conjunto a un soporte universal.

- Ajuste el nivel del viscosímetro utilizando los tornillos del soporte universal y el indicador de burbuja del viscosímetro.
- Dada la viscosidad del alginato comercial, se usará la aguja número 3 disponibles en el Modelo RVT.
- Acople al motor del viscosímetro la Aguja No. 1, observe que la aguja tiene cuerda izquierda.
- Coloque la aguja en el centro del vaso de precipitado que contiene la glicerina, procurando que el menisco de la misma coincida con la marca el nivel de la muestra en la aguja.
- Para medir la viscosidad de la muestra encienda el motor del viscosímetro y espere un momento hasta que la carátula con la escala de medida de par (% de torque) se estabilice.
- El tiempo requerido para que se estabilice la carátula depende de la velocidad de rotación de la aguja y de las características del fluido bajo estudio.
- La viscosidad del fluido se obtiene en la lectura dada por el viscosímetro en poises.

3.5.13. Determinación Densidad.

Para determinar la densidad de las soluciones, se emplea un picnómetro previamente limpio y seco. En este se toma un volumen de 5ml de la solución y se mantiene a temperatura constante de 25°C.

Previo a la toma de la muestra, se pesa en conjunto el picnómetro vacío y se vuelve a pesar cuando esta con la solución. Por diferencias de peso y en relación al volumen conocido se obtiene el valor de la densidad (ver Anexo A, fotografía 31-33).

3.5.14. Determinación de pH.

En el proceso de extracción se emplean bajas concentraciones de carbonato de sodio (generalmente una solución de carbonato de sodio al 0.7%), teniendo como ventaja menor consumo de reactivo y la obtención de pH menores a 10 en la solución, evitando la degradación alcalina del producto y aumentando su calidad. En la que llevamos a cabo un consumo de 21ml de carbonato de sodio al 0.7% para establecer un pH óptimo (8), el cual está dentro de las especificaciones de control de calidad del alginato de sodio que se establece en un rango de 7 a 8 en pH(ver Anexo A, fotografía 23).

CAPÍTULO 4

RESULTADO Y ANÁLISIS

4.1. Resultados.

Tabla #11.

Muestreo del Alga Gracilaria Textorii.

Descripción	Intercepto en 2m²
Unidad de Masa	(g)
Primer muestreo	226,79
Segundo muestreo	226,79
Tercer muestreo	402,62
Suma Total	856,20

Elaborado por: (Vinueza & León, 2017)

La tabla #11, indica el peso de la muestra recolectada en cada uno de los tres muestreos realizados por cada intercepto de 2 m². Entre el primer y segundo muestreo se ha recolectado el 53% de muestra, el tercer muestreo representa el 47%, recolectándose un total de 856,67 g de GracilariaTextorii en la Playa de Capaes.

Tabla #12.

Proceso de secado del Alga GracilariaTextorii.

Recipientes	Peso del alga húmeda (g)	Peso del alga seca (g)	Pérdida de humedad (g)
Recipiente 1	155	24,10	130,90
Recipiente 2	189,70	32,30	157,50
Recipiente 3	269,30	37,70	231,60
Recipiente 4	242,20	34,30	207,90
Total de muestra	856,20	128,40	727,80

Elaborado por: (Vinueza & León, 2017)

La tabla #12, indica los pesos obtenidos luego del proceso de secado. Se distribuyó la muestra inicial húmeda de 856, 20g de alga Gracilariatextorii, en cuatro recipientes a fin de facilitar el proceso de secado obteniéndose finalmente una muestra de 128,40 g con 15,55% de humedad, siendo la máxima cantidad de agua extraída 727,80 g.

Tabla #13.**Control del proceso de secado.**

Hora	Tiempo (min)	Muestra Recipiente No.1 (g)	Humedad (%)	Secado (%)
8:20	0	155,00	84,46	15,54
8:50	30	138,30	80,32	19,68
9:20	60	129,00	76,55	23,45
9:50	90	119,40	72,46	27,54
10:20	120	109,20	67,65	32,35
10:50	150	97,70	63,03	36,97
11:20	180	88,90	57,35	42,65
11:50	210	78,40	50,58	49,42
12:20	240	68,00	43,87	56,13
12:50	270	59,80	38,58	61,42
13:20	300	51,60	33,29	66,71
13:50	330	44,20	28,52	71,48
14:20	360	37,70	24,32	75,68
14:50	390	32,10	20,71	79,29
15:20	420	28,50	18,39	81,61
15:50	450	26,30	16,97	83,03
16:20	480	24,10	15,55	84,45
16:50	510	24,10	15,55	84,45
17:20	540	24,10	15,55	84,45
17:50	570	24,10	15,55	84,45

Elaborado por: (Vinueza & León, 2017)

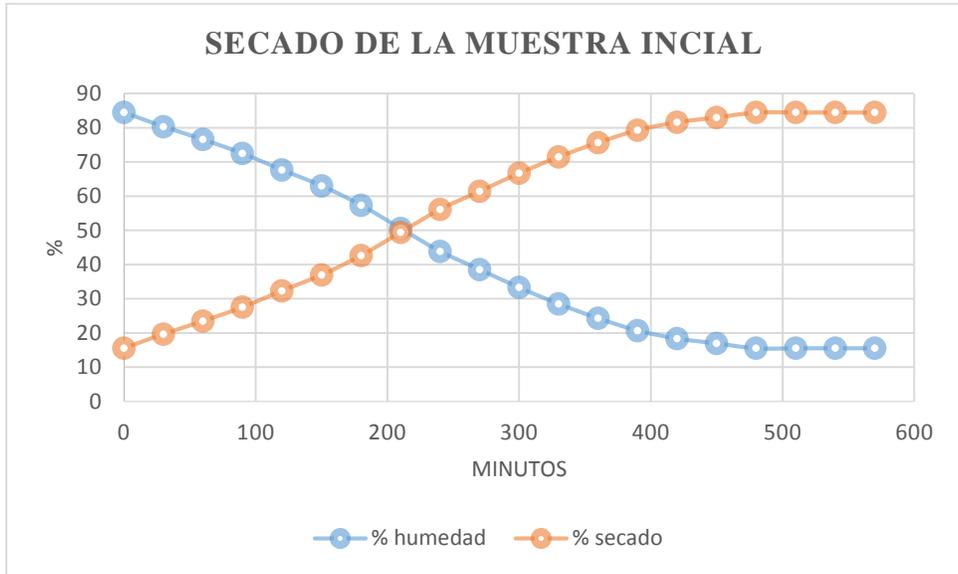


Figura #7. Secado de la muestra inicial del alga Gracilaria Textorii.

En la tabla #13, se indica el control del proceso de secado que se realizó a la muestra inicial del recipiente #1 de 155 g de alga con 85% de humedad, durante un período de 9 horas a 60°C y 1 atm, donde se finalizó con un peso de 24,10 g y 15,55% de humedad. El mismo proceso se llevó a cabo con cada una de las muestras distribuidas en los cuatro recipientes. Obteniéndose una muestra total de alga seca de 128,40 g lo cual se indica en la tabla #12.

Tabla #14.

Determinación de Rendimientos de Alginato a partir del alga GracilariaTextorii

Prueba #1		Prueba #2	
Rendimiento (%)	Rendimiento (%)	Rendimiento (%)	Rendimiento (%)
base seca	base húmeda	base seca	base húmeda
[Ec. 1]	[Ec. 2]	[Ec. 1]	[Ec. 2]
11,82	8,92	5,18	3,90

Elaborado por: (Vinueza & León, 2017)

En la tabla #14, se observan los rendimientos obtenidos de Alginato a partir del alga GracilariaTextorii. Cabe indicar que las muestras de la prueba #1 fueron recolectadas en época invernal en las costas de la Playa de Capes, mientras que las muestras de la prueba #2 fueron recolectadas en mar abierto en la misma playa. Ambas muestras fueron caracterizadas inicialmente y procesadas bajo las mismas condiciones. El alga de la prueba #1 en su perfil aminoacídico presentó 850 mg de Arginina/ 100 g de alga, mientras que el alga de la prueba #2 presentó 370 mg de Arginina/ 100 g de alga. Con los rendimientos obtenidos en base seca se observa que la prueba #1 alcanzó un rendimiento del 11,89% mientras que la prueba #2 sólo un 5,18%, analizando la procedencia y el tiempo de recolección del alga en cada prueba, resulta vital considerar que las algas más jóvenes tienen menor contenido de Alginato, con menor viscosidad y capacidad gelificante, que las algas maduras. Además de que en el almacenamiento de las algas secas durante su proceso de extracción, el ácido algínico se degrada con facilidad en presencia de oxígeno, disminuyendo su viscosidad y así mismo su rendimiento. Por lo tanto la diferencia de rendimientos alcanzados, pese que fueron procesadas de igual forma, resulta de su diferencia de maduración respecto al contenido de Arginina presente en el alga para la formación de Alginato y la calidad del mismo.

Tabla #15.

**Comparación de la Calidad de Alginato proveniente de alga GracilariaTextorii y alga
MacrosystisPyrifera (ver anexo H)**

Parámetros de calidad	Prueba #1	Prueba #2	Alginato comercial*
Peso del producto (g)	15,27	39,04	-
Rendimiento en base seca (%)	11,82	5,18	20-30
Viscosidad (centipoise)	45 ,00	60 ,00	300
pH	7,00	8,00	7,00
Contenido de humedad (%)	8,39	8,39	10 – 12
Densidad (g/ml)	1,02	1,08	1,46
*Datos bibliográfico			

Elaborado por: (Vinueza & León, 2017)

En la tabla #15, se presenta la comparación de los parámetros de calidad del Alginato a partir del alga GracilariaTextorii y el Alginato comercial del alga MacrosystisPyrifera , pese que el proceso de obtención de alginato en ambas pruebas fue el mismo que el empleado en el comercial, es evidente la diferencia en el parámetro de viscosidad, el mismo que disminuye debido a la oxidación del ácido algínico en el proceso de extracción y la variación en la madurez del alga en su recolección, por lo que influye directamente en obtener un 8% de rendimiento inferior al obtenido generalmente en el alginato comercial.

Tabla #16.**Aprovechamiento del alga *Gracilaria Textorii* para la obtención de Alginato.**

Muestreo realizado el 19 de abril del 2017	
Hora (am)	11:23
Tipo de muestreo	Aleatorio
Equipo usado	Malla
Tamaño de la red (m ²)	2
Tiempo de muestreo (min)	10
Cantidad de muestreos realizados	3
Descripción	Gracilaria Textori
Cantidad recolectada en el primer muestreo (g)	226,79
Cantidad recolectada en el segundo muestreo (g)	226,79
Cantidad recolectada en el tercer muestreo (g)	402,62
Promedio (g)	285,4
Superficie Costa de Capaes (m ²)	180000
Cantidad aproximada de alga G. Textorii húmeda en la Costa (Ton)	25,68
Cantidad aproximada de alga G. Textorii seca (Ton)	3,96
Producción aproximada de Alginato /día (Kg)	458,100
Producción aproximada de Alginato en la estación invernal (Ton)	82,43
Rendimiento de alga G. Textorii (%)	15,41

Elaborado por: (Vinueza & León, 2017)

La tabla 16, indica el peso promedio recolectado por metro cuadro de Alga *Gracilaria Textorii* en las Costas de Capaes, determinándose un aproximado de 25, 68 Ton en su extensión durante la época invernal, con lo cual sería factible una producción aproximada de 82,43 Ton de Alginato con un rendimiento del 15,41 %.

CONCLUSIONES.

- Una vez realizada la experimentación a partir del alga *GracilariaTextorii*, se obtuvo como máximo rendimiento un 11,82% de Alginato en la primera prueba y un máximo de 5,18% en la segunda prueba, pese que se llevaron a cabo bajo las mismas condiciones de proceso, las variación de dichos rendimientos se vio influenciada por los siguientes factores: el estado de maduración del alga según la estación climática y el tiempo de almacenamiento, cabe recalcar que el alga mientras más tiempo esté almacenada, menor será la concentración de arginina para la formación de alginato. Razón por la cual no se ha podido alcanzar rendimientos similares al obtenido por el alga *MacrocystisPyrifera* usada para la elaboración de Alginato tipo comercial.
- Con los resultados obtenidos en esta investigación es posible concluir que el alga *GracilariaTextorii* puede considerarse como un recurso viable para la obtención de Alginato, dado que las cantidades de alga recolectadas en la Playa Capaes en época invernal (enero-mayo) permitiría una producción aproximada de 82,5 ton, lo cual sugiera que es posible utilizarla como un recurso alternativo para la producción comercial de Alginato.
- Mediante la caracterización aminoacídica del alga *GracilariaTextorii* (alga de estudio) y el alga *MacrocystisPyrifera* (comercial) se determinó que existe mayor contenido de Arginina en el alga comercial. Así como la diferencias existentes entre la misma alga de estudio, de acuerdo a su lugar de recolección y la estación climática de recolección, condiciones que influenciaron en el rendimiento y calidad de Alginato obtenidos, siendo la viscosidad el parámetro mayormente influenciado.

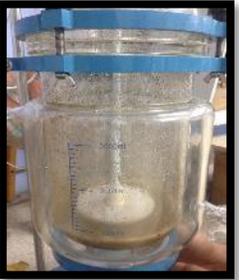
RECOMENDACIONES

- El rendimiento y calidad del Alginato obtenido a partir del alga *GracilariaTextorii* mostraron diferencias en el contenido aminoacídica entre las recolectadas en la costa (invierno) y mar abierto (verano) de la playa de Capaes. Por lo que se recomienda realizar un estudio referente al perfil aminoacídica durante la maduración del alga *GracilariaTextorii* en las diferentes estaciones del año en el País, de tal forma que se permita obtener mejores rendimiento en la producción de Alginato.
- De acuerdo a la experimentación realizada bajo los parámetros de procesos establecidos por Carmona, (1991) para la obtención de Alginato comercial y la diferencia entre los parámetros de calidad y rendimiento del alga comercial y el alga *GracilariaTextorii*, se recomienda el máximo control de proceso, específicamente en el proceso de extracción debido a la oxidación que sufre el ácido Algínico, lo cual va a repercutir en la disminución de la viscosidad del producto. Así como también es importante el control en las proporciones y concentraciones de hidróxido de sodio empleadas para el control de pH en cada etapa del proceso, ya que el mismo tiende a inestabilizarse rápidamente.
- Aunque se ha tomado como referencia el proceso establecido por Carmona, (1991) como el mecanismo más óptimo para obtención de Alginato comercial a partir del alga *MacrocystisPyrifera*, se recomienda la investigación de las variantes del proceso para el alga *GracilariaTextorii* de tal forma que permitan obtener mejores rendimientos.

ANEXOS

ANEXO A: Registro Fotográfico

		
Fotografía #1: Transecto	Fotografía #2: Cosecha	Fotografía #:Recolección
		
Fotografía #4:Clasificación	Fotografía #5: Lavado	Fotografía #6: Masa Húmeda
		
Fotografía #7:Masa Seca	Fotografía #8: Masa Seca Pesada	Fotografía #9: Trituración
		
Fotografía #10:Tritutación	Fotografía #11: Tamizado	Fotografía #12: Tratamiento Previo, adhesión del formalehido

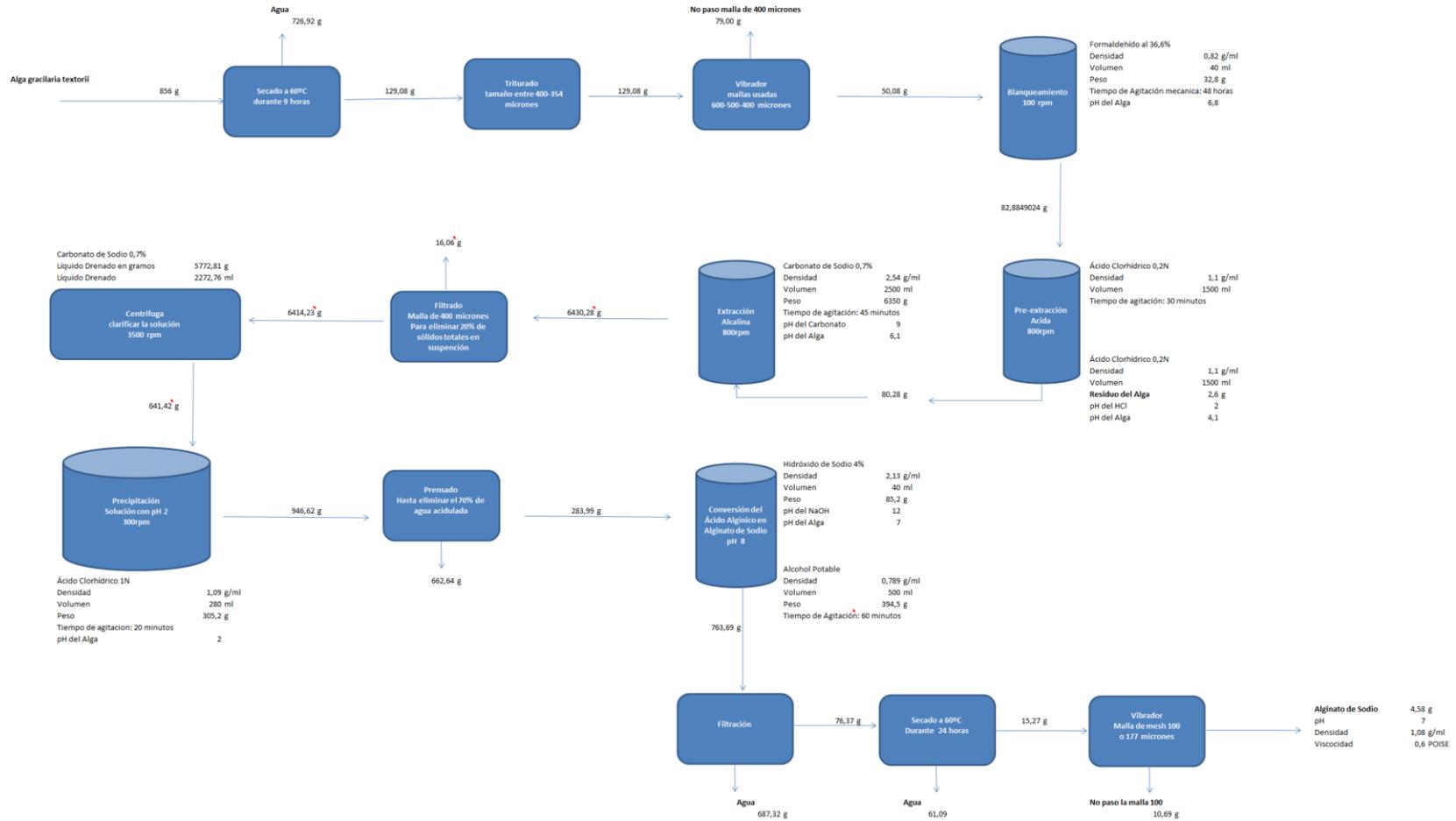
		
<p>Fotografía #13: Pre-Extracción Acida</p>	<p>Fotografía #14: Drenado de HCL al 0.2N</p>	<p>Fotografía #15: Extracción Alcalina</p>
		
<p>Fotografía #16: Separación de partículas, masa que no paso la malla</p>	<p>Fotografía #17: Liquido previo a la centrifugación</p>	<p>Fotografía #18: Liquido Centrifugado</p>
		
<p>Fotografía #19: Separación de Partículas después de la Centrifugación</p>	<p>Fotografía #20: Precipitación de HCL al 1N</p>	<p>Fotografía #21: Drenado del HCL al 1N</p>

		
<p>Fotografía #22: Conversión del Acidoalgínico a Alginato de Sodio.</p>	<p>Fotografía #23: Control del pH.</p>	<p>Fotografía #24: Filtración del alcohol con Hidróxido de Sodio.</p>
		
<p>Fotografía #25: Alginato de Sodio húmedo.</p>	<p>Fotografía #26: Alginato de Sodio seco.</p>	<p>Fotografía #27: Alginato de Sodio.</p>
		
<p>Fotografía #28: Alginato de Sodio experimental para análisis de calidad.</p>	<p>Fotografía #30: Obtención de la viscosidad de nuestro producto en Viscosímetro rotatorio.</p>	<p>Fotografía31: Peso de la solución del alginato de sodio para la densidad en el picnómetro.</p>

ANEXO B: Balance de Materia.

PRUEBA #1

Balance de Materia



ANEXO C: Cálculos de pérdida de humedad.

PRUEBA #1

Rendimiento Porcentual= Peso de la Alga seca/Peso muestra de alga*100

Rendimiento 11,83 %

Rendimiento Teórico = Peso de la Alga seca/Peso de alga al inicio*100

R.T 1,78 %

Humedad después del Secado a 60°C

Humedad=(Peso inicial-peso final /Peso inicial)*100

Humedad Perdida 84,92 %

Humedad 15,08 %

Humedad después Blanqueamiento

Humedad=(Peso inicial-peso final /Peso inicial)*100

Humedad Perdida 35,79 %

Humedad 64,21 %

Humedad después Pre-extracción Acida

Humedad=(Peso inicial-peso final /Peso inicial)*100

Humedad Perdida 37,80 %

Humedad 62,20 %

Humedad Final

Humedad=(Peso inicial-peso final /Peso inicial)*100

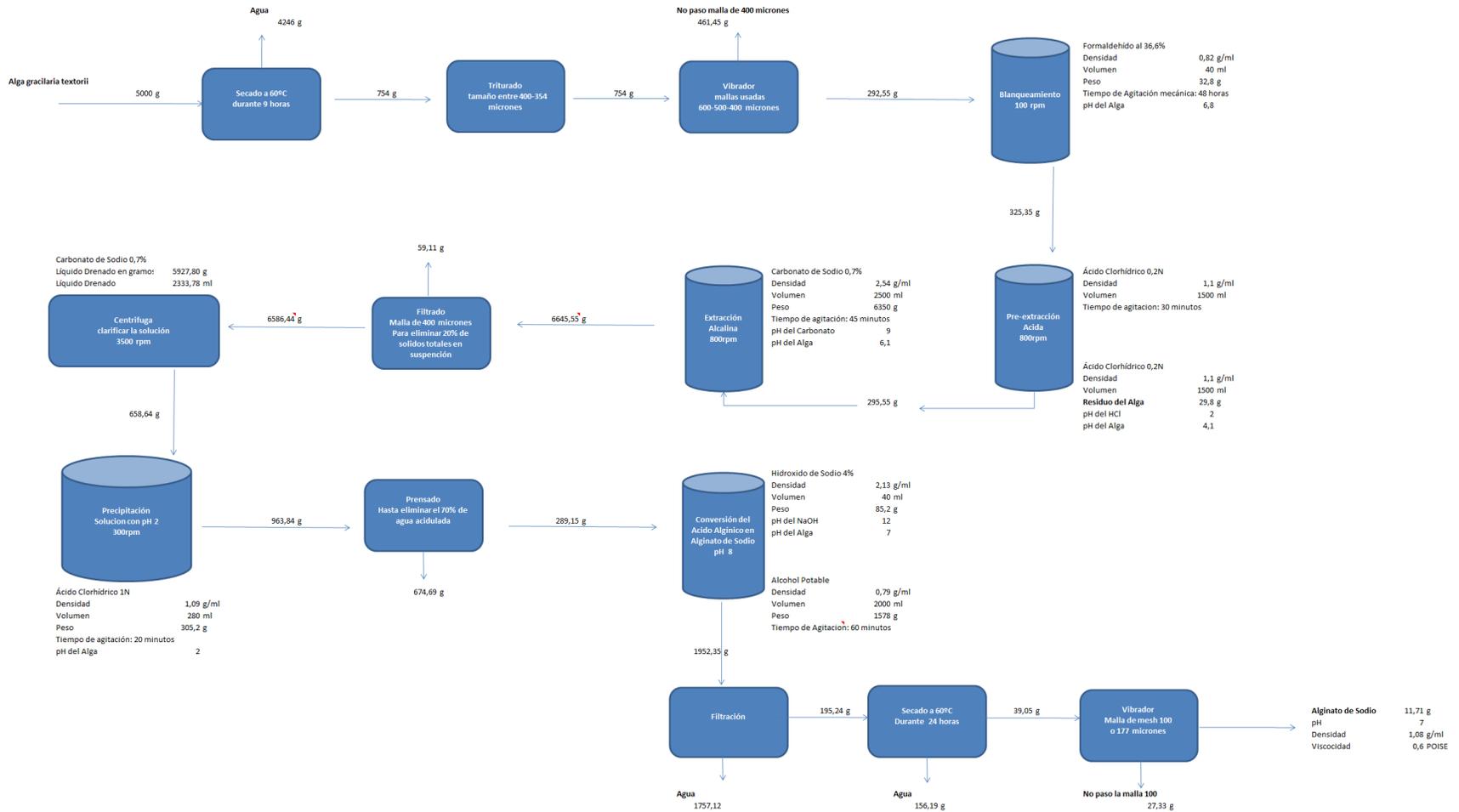
Humedad Perdida 88,17 %

Humedad 11,83 %

ANEXO D: Balance de Materia.

PRUEBA #2

Balance de Materia



ANEXO E: Cálculos de pérdida de humedad

Prueba #2

Rendimiento Porcentual= $\text{Peso de la Alga seca} / \text{Peso muestra de alga} * 100$

Rendimiento 5,18 %

Rendimiento Teórico = $\text{Peso de la Alga seca} / \text{Peso de alga al inicio} * 100$

R.T 0,78 %

Humedad después del Secado a 60°C

Humedad= $(\text{Peso inicial}-\text{peso final} / \text{Peso inicial}) * 100$

Humedad Perdida 84,92 %

Humedad 15,08 %

Humedad después Blanqueamiento

Humedad= $(\text{Peso inicial}-\text{peso final} / \text{Peso inicial}) * 100$

Humedad Perdida 56,85 %

Humedad 43,15 %

Humedad después Pre-extracción Acida

Humedad= $(\text{Peso inicial}-\text{peso final} / \text{Peso inicial}) * 100$

Humedad Perdida 60,80 %

Humedad 39,20 %

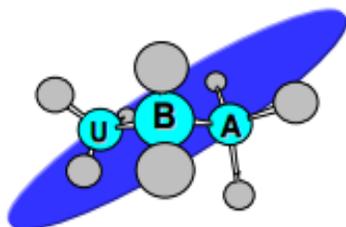
Humedad Final

Humedad= $(\text{Peso inicial}-\text{peso final} / \text{Peso inicial}) * 100$

Humedad Perdida 94,82 %

Humedad 5,18 %

ANEXO F: Perfil de aminoácidos del alga Gracilaria Textorii recolectada en la costa de Capaes (Alga madura).



**Analytical
Laboratories**
Testing & Consulting

WWW.UBA-LAB.COM

**INFORME DE RESULTADOS
IDR 16892-2017**

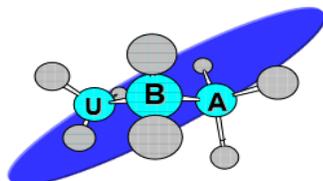
Fecha: 08 de Marzo del 2017

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	FABRICIO VINUEZA MONCADA					
Dirección	O Connor y Washington Barrio del Seguro					
Teléfono	0984522444					
Contacto	Sr. Fabricio Vinueza Moncada					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Algas	Cantidad	Aprox. 200 g			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	N/A			
Presentación	Tarrina plástica	Fecha de recepción	01 de Marzo del 2017			
Colecta de muestra	Realizado por CLIENTE	Fecha colecta de muestra	N.A.			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	24.0	Humedad (%)	58.0			
Fecha de Inicio de Análisis			02 de Marzo del 2017			
Fecha de Finalización del análisis			03 de Marzo del 2017			
RESULTADOS						
PERFIL DE AMINOACIDOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Limite Detección
Algas Rodhyfitas	UBA-16892-1	Acido Aparico	Burbach, Rudolph Institute	1.16	gAA/100g muestra base Seca	50 ppb
		Acido Glutámico		0.95		
		Serina		0.15		
		Histidina		1.52		
		Treonina		0.57		
		Glicina		0.35		
		Arginina		0.85		
		Alanine		0.68		
		Tirosina		0.42		
		Valina		0.54		
		Metionina		0.30		
		Fenil alanina		0.58		
		Isoleucina		0.47		
		Leucina		0.63		
Lisina	0.56					
Proteina verdadera (%)	9.73					
Observaciones:						
1. Los resultados emitidos en este informe. corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.						
2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente. excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio.						
3. Nomenclatura: N.E. = No Estimado; N.A. = No aplica; AA = Aminoácidos. B.S.= Base Seca.						

CERTIFICACIÓN ELECTRÓNICA

FUENTE: (Laboratorio UBA, 2017)

ANEXO G: Análisis proximales del alga Gracilaria Textorii recolectada en el lecho marino de Capaes (Alga joven).



**Analytical
Laboratories**
Testing & Consulting

WWW.UBA-LAB.COM

**INFORME DE RESULTADOS
IDR 17742-2017**

Fecha: 04 de Julio del 2017

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	JORGE LUIS LEON PERALTA					
Dirección	Santa Monica Mz 13 villa 2					
Teléfono	0981637927					
Contacto	Sr. Jorge Leon Peralta					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Alga	Cantidad	Aprox. 150 g			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	N/A			
Presentación	Tarrina plástica	Fecha de recepción	26 de Junio del 2017			
Colecta de muestra	Realizado por el Cliente	Fecha de colecta de muestra	N.A.			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	23.4	Humedad (%)	55.2			
Fecha de Inicio de Análisis	26 de Junio del 2017					
Fecha de Finalización del análisis	27 de Junio del 2017					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Limite Cuantificación (ppm)
Gracilaria Textorii	UBA-17742-1	Proteína	POE-UBA-01 Basado en:AOAC 17th 954.01	1.63	g/100g	-
		Grasa	Folch Modificado 1957	0.06	g/100g	-
		Humedad	POE-UBA-02 Basado en:AOAC 930.15	84.52	g/100g	-
		Ceniza	POE-UBA-03 Basado en:AOAC 17th 942.05	6.60	g/100g	-
		Carbohidratos Totales	Clegg-Antrone	0.16	g/100g	100
PERFIL DE AMINOACIDOS						
Gracilaria Textorii	UBA-17742-1	Acido Apartico	Burbach. Rudolph Institute	0.58	gAA/100 g muestra Base Seca	2.00 ppb
		Acido Glutamico		0.35		
		Serina		0.50		
		Histidina		0.11		
		Treonina		0.29		
		Glicina		0.18		
		Arginina		0.37		
		Alanine		0.32		
		Tirosina		0.17		
		Valina		0.23		
		Metionina		0.14		
		Fenil alanina		0.29		
		Isoleucina		0.22		
Leucina	0.52					
Lisina	0.43					

FOR ADM. 04 R01

Página 1 de 2

CONTROL DE CALIDAD

ALIMENTOS

FARMACEUTICOS

AMBIENTALES

COSMETICOS

Av. Carlos L. Plaza Dañin, Cda. La FAE, Mz 20 Solar 12 (Frente al primer bloque de la Atarazana)
PBX: 2288-578, 601-7745 Cel.: 0992737500 / 0984780671
e.mail: nmontoya@uba-lab.com
nmontoya@mail.com
Guayaquil.ECUADOR

FUENTE: (Laboratorio UBA, 2017)

ANEXO H: Análisis de calidad del alginato de Sodio obtenido.

	LA-IIT-UG LABORATORIO DE ALIMENTOS Universidad de Guayaquil	INFORME DE ENSAYOS REALIZADOS
	Cda. Universitaria, Ave. Kennedy y Francisco Bolfofa - Teléfono y Fax (593)(04) 2292456 Guayaquil, Ecuador	

Nº 17120 PÁGINA 1 DE 1

FECHA DE RECEPCIÓN: 22 de mayo de 2017

SOLICITANTE: Sr. Jorge Luis León Peralta

DIRECCION DEL SOLICITANTE: Sta. Mónica Mz. 13 Villa 2

CIUDAD: Guayaquil

MUESTRA: Solución de alginato de sodio

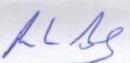
CÓDIGO: 17120E

FECHA DE INICIO/FINAL DEL ENSAYO: 22/05/2017 - 22/05/2017

ENSAYOS	UNIDADES	VALORES	CONDICIONES AMBIENTALES	MÉTODO	OBSERVACIONES
Viscosidad	centipoise	60,0	25°C	Viscosímetro rotatorio	-----
Densidad	g/cm ³	1,08	25°C	Picnómetro	-----

La muestra fue tomada por el cliente

Guayaquil, 22 de mayo de 2017


Ing. Radium Avilés Chonillo
Jefe de Laboratorio LA-IIT-UG

El contenido de este informe solo afecta al objeto sometido a ensayo.
Este informe solo puede ser reproducido en su totalidad y con autorización del LA-IIT-UG

FUENTE: (LA-IIT-UG Laboratorios de alimentos Universidad de Guayaquil, 2017)

ANEXO I: Composición química del Alga *Macrocystis Pyrifera* en base seca.

	<i>Macrocystis Pyrifera 1</i>	<i>Macrocystis pyrifera 2</i>	<i>Macrocystis pyrifera 3</i>	<i>Ascophyllum nodosum 4</i>	<i>Ascophyllum nodosum 5</i>
Composición bromatológica (%)					
Humedad	5.46-8.07				
Proteína cruda*	5.13-12.72	9.41	5-14	5-10	5-10
Grasa	0.52-1.14	0.85	0.5-2	2-4	2-7
Cenizas	31.03-41.43	31	38.96±6.24	17-20	15-25
Fibra cruda	4.45-8.86	7.15		8	
Carbohidratos	46.27-50.60	39.59		45-60	
Energía bruta (kcal/g)	2.03-2.20				
Dig. <i>in vitro</i> materia seca (%) para rumiantes **	81.24-90.08				
Dig. <i>in vitro</i> materia orgánica	77.66				
Dig. <i>in situ</i> materia seca (%)	83.24				
Polisacáridos complejos					
Alginato de sodio (%)	18.9-26.5		15.7±2.56	20-26	15-30
Viscosidad (cps)	132-99				
PH en sol. al 1.25%	9.55-10.82				
Manitol	2.06-15.03		6-22	5-8	5-10
Laminarin			1-2	2-5	0-10
Fuoidan			0.5-2	10	4-10
Celulosicos			3-8		
Compuestos antinutricionales					
Xantofilas (mg/kg)	41.2				
Saponinas	Ndetectado				
Acido tánico (mg/g)	0.55-34.3				2-10%
Glucósidos	Nd				
cianogénicos					
Alcaloides	Presencia moderada				
Hemaaglutininas	Nd.				

Fuente: (Molina R. T., 2014)

ANEXO J: Composición aminoacídica de la Alga *Macrocystis Pyrifera* en base seca.

Aminoácidos (mg/100 g b.s.)	<i>Macrocystis</i> <i>pyrifera</i>	<i>Durvillaea a.</i> (Cochayuyo)	<i>Durvillaea a.</i> (Hulte)
Ac. Aspártico	1338.8 ± 22.8	936.4 ± 10.2	2953.6 ± 14.1
Ac. Glutámico	1827.3 ± 15.4	1642.7 ± 29.9	1485.9 ± 8.3
Serina	830.9 ± 9.6	552.7 ± 12.4	385.6 ± 4.8
Histidina	161.9 ± 6.1	867.1 ± 9.9	1743.0 ± 10.7
Glicina	664.9 ± 8.7	715.3 ± 14.1	441.7 ± 6.3
Treonina	735.4 ± 6.9	626.9 ± 15.6	421.4 ± 9.4
Arginina	944.7 ± 10.1	225.6 ± 8.1	229.8 ± 7.5
Alanina	643.8 ± 13.7	780.0 ± 10.3	1252.9 ± 9.0
Prolina	0.8 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.3 ± 0.0
Tirosina	425.9 ± 9.4	264.0 ± 5.8	123.1 ± 3.6
Valina	1140.2 ± 12.5	274.4 ± 11.2	281.4 ± 5.1
Metionina	1111.6 ± 10.8	170.4 ± 9.7	631.7 ± 7.7
Cistina	228.1 ± 8.3	13.9 ± 4.8	148.7 ± 4.3
Isoleucina	507.0 ± 9.7	437.7 ± 5.9	241.6 ± 8.2
Leucina	339.4 ± 13.0	779.5 ± 14.0	419.7 ± 7.1
Fenilalanina	589.5 ± 6.7	478.6 ± 7.9	297.4 ± 6.5
Lisina	321.3 ± 9.2	550.1 ± 13.0	294.9 ± 9.6
Total aminoácidos esenciales	5134.4 ± 83.2	4198.6 ± 92.0	4479.8 ± 68.6

FUENTE: (Blue & Algae and Inverts, s.f.)

ANEXO K: Presupuesto y Fuentes de Financiamiento.

Recursos talento Humano

Cantidad	Designación	Función
2	Tesistas	Desarrollo del proyecto
1	Tutor	Tutoría

Gastos del desarrollo del proyecto

Tipo	Detalle	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Impresiones	Trabajo Final	5	15,00	75,00
Materia Prima	Alga	6 kilos	5,00	30,00
Insumos	Reactivos	-	-	330,00
Análisis de producto	Caracterización Microbiológico Aminoacídica	2 muestras	148,40	296,80
Transporte	6 días de pasaje	2	-	40,00
Gastos varios	Suministros para experimentación	-	-	100,00
Ante proyecto	Impresión	-	-	3,00
Total				874,80

Esta fuente de financiamiento para la elaboración del presente proyecto de investigación proviene de la aportación de los padres de los tesistas e ingresos propios.

BIBLIOGRAFIA

- ✓ Asamblea Nacional, 2008. Constitución de la República de Introducción al análisis químico. (En línea). EC. Consultado, 26 marzo de .2017. Formato PDF. Disponible en http://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf
- ✓ Asociación Civil Alihuen. (1998). alihuen. Recuperado el 28 de Abr de 2017, de <http://www.alihuen.org.ar/algas-ficologia/que-son-las-algas.html>
- ✓ Asturnatura. (2004). asturnatura. Recuperado el 28 de Mar de 2017, de <https://www.asturnatura.com/especie/gelidium-spinosum.html>
- ✓ Ayarza León, J. L. 2015. Pontifica universidad Católica (pucp). (En Línea). EC. Consultado, 26 de marzo de 2017. Formato PDF. Disponible en : <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6443>
- ✓ Boraso. (03 de Octubre de 2005). Anotrichium furcellatum en argentina. Obtenido de <http://www.scielo.org.ar/pdf/bsab/v40n3-4/v40n3-4a07.pdf>
- ✓ Burrough. (1991). Obtenido de <file:///C:/Users/Enrique/Downloads/MuestreoTipos.0.0.0.pdf>
- ✓ Calvo, M. (s,f). BIOQUIMICA DE LOS ALIMENTOS. Recuperado el 03 de Jun de 2017, de <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/alginato.html>
- ✓ Calvo, M. (2004). Bioquímica de los alimentos. Recuperado el 29 de Marzo de 2017, de <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/alginato.html>
- ✓ Camacho, O. (2012). CULTIVO EXPERIMENTAL EN EL MAR DEL ALGA ROJA. Obtenido de scielo: <http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v41n1/v41n1a02.pdf>
- ✓ Carmona, H. (1996). redalyc. Recuperado el 4 de Junio de 2017, de Ciencias Marinas: <http://www.redalyc.org/pdf/480/48022409.pdf>
- ✓ Carmona, G. H. (1991). PROCESO MEJORADO PARA LA OBTENCIÓN DE ALGINATO DE. Mexico. Recuperado el 25 de Mayo de 2017, de <http://www.bashanfoundation.org/gustavo/gustavomejorado.pdf>
- ✓ Carmona, G. H. (01 de noviembre de 2013). Rendimiento y calidad del Alginato del alga café eularia fistularia. Obtenido de <http://biblio.uabcs.mx/tesis/te3065.pdf>

- ✓ Guiry, M. (2000). The Seaweed Site: information on marine algae. Recuperado el 28 de mar de 2017, de <http://www.seaweed.ie/algae/rhodophyta.php>
- ✓ Gustavo, H.-C. (01 de mayo de 2012). Avances tecnologicos eb la produccion dealginatos en México. Obtenido de Ingenieria Investigacion: <http://www.bashanfoundation.org/gustavo/gustavoavances.pdf>
- ✓ Hernández ; Carmona et all., 2002. Cryptogamie Algologie. (En Línea).EC.Extraido, 7 de mar de 2017.Formato HTML.
- ✓ Hernández–Carmona G.1, R.–M. Y.–H.–T.–Á.–O. (1 de mayo de 2011). Avances tecnológicos en la producción de alginatos en México. Obtenido de Technological Advance for Alginate Production in Mexico: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432012000200003
- ✓ Instituto Nacional de Pesca (INP). 1994. Algas. En algas marinas del Ecuador (págs. 13-123). Ec. Consultado, 25 de Mar de 2017. http://www.ibpcorp.biz/documentos/IBPCORP_Libro%20Algas_definitivo.pdf.
- ✓ LANDA, C. (2015). repositoriodigital.ipn. Recuperado el 22 de mayo de 2017, de <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/21697/1/landaca1.pdf>
- ✓ LGSOUND. (23 de agosto de 2008). Innovation based on knowledge.Obtenido de LG SONIC: <http://www.aquagate.se/wp-content/uploads/2012/02/LG-Sonic-Aquagate-1.pdf>
- ✓ López, R. L., & Saz, A. d. (S.f). Proyecto Biosfera. Obtenido de <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/1ESO/clasica/index.htm>
- ✓ Macías, F. 2012. El constitucionalismo ambiental en la nueva contitucion del Ecuador. USFQ. (En línea). EC. Consultado, 27 de mar.2017. Formato PDF. Disponible en http://www.usfq.edu.ec/publicaciones/iurisDictio/archivo_de_contenidos/Documents/IurisDictio_14/iurisdictio_014_008.pdf
- ✓ Marilia, P. (2011). harina de algas. Recuperado el 28 de Mar de 2017, de <https://harinadealgas.wordpress.com/2011/10/15/clasificacion-de-las-algas-y-usos/>
- ✓ Miranda, A., & Peralta, L. e. (2008). Tecnol.Ciencia Ed. (IMIQ) . Recuperado el 29 de Marzo de 2017

- ✓ Miranda, A., Peralta, L., & All, E. (2008). *Tecnol.Ciencia Ed.* . Recuperado el 29 de Marzo de 2017, de *Alginic acid and alginates production from Azotobacter vinelandii: Plant processing design.*
- ✓ Mostacedo, B y Fredericksen, T. 2000. *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal.* 1 ed. Bolivia. Santa Cruz. p 13-15.
- ✓ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO). 2003. *Deposito de docuemntos de la FAO.EC.* Extraido , 04 de Marz de 2017. Formato. HTML.Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/007/y5600s/y5600s07.htm>.
- ✓ Ovalles. (1992). Obtenido de <file:///C:/Users/Enrique/Downloads/MuestreoTipos.0.0.0.pdf>
- ✓ Plan Nacional del Buen Vivir 2013. *Objetivos Nacionales para el buen vivir.* (En línea). EC. Consultado, 25 de Marzo.2017. Formato PDF. Disponible en http://issuu.com/buenvivir/docs/6_objetivo_7_fundamento_y_diagnosti/3?e=8910223/4203413.
- ✓ Pontes, M. (1996). *marenostrium.* Recuperado el 28 de Mar de 2017, de <http://marenostrium.org/vidamarina/algalia/pardas/>
- ✓ Reis, L. H.-R. (24 de abril de 2012). *Cultivation of the red algae Kappaphycus alvarezii in Brazil and its pharmacological potential.*
- ✓ Romero, Avendaño, & all, e. (2013). *Temas selectos en la Ingenieria de alieimentos.* Recuperado el Marzo de 2017, de <http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-71-Avendano-Romero-et-al-2013.pdf>
- ✓ Rubira, K. 2012. *Diversidad, abundancia y distribución de las macroalgas en la zona intermareal rocoso en las playas de salinas, la libertad y ballenita.* Repositorio Universidad de Guayaquil.EC. Consultado , 03 de Marz de 2017.Formato PDF.Disponible en:<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/1468/2/Tesis%20Katuska%20Rubira%20131212.pdf>
- ✓ Rubira, K. (2012). *Diversidad,abundancia y distribucion de las macroalgas en la zona intermareal rocoso en las playas de Salinas ,la Libertad y Ballenita.*

Recuperado el 03 de Mar de 2017, de Repositorio Universidad Estatal de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu>.

- ✓ Salgado, H., & Peña, E. (2011). CARACTERÍSTICAS HISTOLÓGICAS DE LAS FASES REPRODUCTIVAS DEL ALGA ROJA GRACILARIA BLODGETTII. Colomb. Cienc, xxxv(135), 126-129. Recuperado el 29 de Marza de 2017, de <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v35n135/v35n135a01.pdf>
- ✓ Staff, S. S. (1975). Recuperado el 29 de Marzo de 2017, de <file:///C:/Users/Enrique/Downloads/MuestreoTipos.0.0.0.pdf>
- ✓ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabi (ULEAM). 2009. Caracterización Bromatológica de Macroalgas Marinas de la división “Rodofitas, Clorofitas y Feofitas” en la Zona Intermareal Rocosa del puerto de Manta Repositorio de la ULEAM. (En Linea).Extraido , 27 de Marzo 2017.Formato PDF.
- ✓ u.ec/bitstream/redug/1468/2/Tesis%20Katiuska%20Rubira%20131212.pdf