



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Aprovechamiento de *Macrocystis pyrifera* para la elaboración  
de bioplástico, Lima, 2020

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
Ingeniera Ambiental

**AUTORES:**

Bernedo Galdos, Karol Graciela (ORCID: 0000-0002-1419-1122)

Palomino Aguilar, Nataly Lesly (ORCID: 0000-0003-1763-1987)

**ASESOR:**

Dr. Benites Alfaro, Elmer (ORCID: 0000-0003-1504-2089)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LIMA – PERÚ**

**2020**

## **Dedicatoria**

El presente trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, por darme la fuerza necesaria para continuar con el proyecto a pesar de las adversidades del año presente.

A mi familia y las personas que me ha brindado el apoyo necesario para seguir luchando por mis sueños y ser una mejor persona cada día.

Por último, a la madre Tierra que nos acoge en su casa y permite que disfrutemos todo lo que nos ofrece.

**Bernedo Galdos, Karol**

Este trabajo va dedicado a las personas que me han brindado apoyo de diferentes maneras, nuestro esfuerzo se ve reflejado en este proyecto y es por esto por lo que dedicárselo a aquellos de los que he recibido comprensión y fuerza, es necesario, ellos me recordaban que tenía que seguir adelante, porque sólo así se prospera y se cumplen metas.

**Palomino Aguilar, Nataly**

### **Agradecimiento**

Agradecemos a nuestras familias por el apoyo económico que nos han brindado y la paciencia que han tenido con nosotras.

Agradecemos también a nuestros asesores, los Doctores Jiménez y Benites, que nos han apoyado en este largo camino, por sus enseñanzas y consejos para desarrollar nuestro proyecto.

## Índice De Contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice De Contenido.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras .....	vi
Índice de gráficos .....	vii
Resumen.....	viii
Abstract .....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	23
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	23
3.2. Variables y Operacionalización .....	23
3.3. Población, muestra y muestreo .....	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.6. Método de análisis de datos .....	38
3.7. Aspectos éticos .....	38
IV. RESULTADOS.....	40
V. DISCUSIÓN.....	47
VI. CONCLUSIONES.....	49
VII. RECOMENDACIONES .....	50
REFERENCIAS .....	51
ANEXOS .....	66

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Tipos de Biopolímeros</i> .....	20
<b>Tabla 2.</b> Resultados de la obtención del alga <i>Macrocystis Pyrifera</i> (método invernadero) .....	40
<b>Tabla 3.</b> Parámetros químicos de la <i>Macrocystis pyrifera</i> (Método potenciómetro) .....	41
<b>Tabla 4.</b> Parámetros físicos de la <i>Macrocystis pyrifera</i> (Método potenciómetro) .....	41
<b>Tabla 5.</b> Carga de almidón de yuca .....	42
<b>Tabla 6.</b> Porcentaje de pérdida de peso .....	46
<b>Tabla 7.</b> Matriz de operacionalización .....	66
<b>Tabla 8.</b> Matriz de consistencia .....	65

## Índice de figuras

Figura 1. Mapa de playa los Pingüinos, Marcona .....	26
Figura 2: Recolección de la <i>Macrocystis pyrifera</i> .....	27
Figura 3: Pelado de yuca .....	27
Figura 4: Lavado de yuca.....	27
Figura 5. Tamizado de la yuca Malla N°50 .....	28
Figura 6. Materiales del laboratorio .....	29
Figura 7. Secado por el método invernadero.....	31
Figura 8. Equipo rotacional con muestra de yuca y <i>Macrocystis Pyrifera</i> .....	32
Figura 9. Vertimiento del almidón de yuca .....	34
Figura 10. Medición del pH de la mezcla.....	34
Figura 11. Mezcla de ingredientes para el bioplástico .....	34
Figura 12. Dosis de los bioplásticos .....	35
Figura 13: Mezcla extendida a 22 cm .....	35
Figura 14. Medición del espesor .....	37
Figura 15. Prueba de alargamiento .....	37
Figura 16. Degradación del bioplástico en tierra de chacra .....	38

## Índice de gráficos

Gráfico 1: Gráfico Dosis/ Espesor.....	42
Gráfico 2: Grafico de alargamiento/Fuerza de la Dosis 1 (20 g).....	43
Gráfico 3: Grafico de alargamiento/Fuerza de la Dosis 2 (30 g).....	44
Gráfico 4. Gráfico de alargamiento/ Fuerza de la Dosis 3 (40 g) .....	45
Gráfico 5: Biodegradación del bioplástico en gramos .....	46

## Resumen

Los plásticos se han vuelto una necesidad constante en la sociedad, la excesiva producción y el desmesurado empleo en diversas actividades dejan toneladas de residuos, sumándose a la pila de desechos debido su baja degradabilidad. Debido a este problema se buscan soluciones que permiten reducir el uso de plásticos con propiedades degradables. En el presente proyecto se elaboró bioplástico a partir de algas *Macrocystis pyrifera*, poniendo en evidencia que sus propiedades son funcionalmente óptimas gracias a que posee pectina y alginato, polímeros biológicos muy similares a los convencionales. Para elaborar biopelículas se utilizó la harina de alga *Macrocystis pyrifera* en dosis de 20 g, 30 g y 40 g, añadiendo almidón de yuca y sorbitol. Como resultado se obtuvieron tres biopelículas color marrón pardo, siendo la tercera dosis la más óptima en cuanto a las propiedades de tracción y alargamiento con 0.032Mpa y 20% respectivamente. Así mismo las muestras de biopelículas también fueron sometidas a pruebas de solubilidad y biodegradación, siendo nuevamente la segunda dosis la óptima, diluyéndose (en 2 litros de aguas domestica) en un plazo de 5 días, y degradándose (en 2 Kg de tierra de cultivo) en un plazo de 20 días, respectivamente.

**Palabras clave:** *Macrocystis pyrifera*, *bioplástico*, *biodegradación*, *pectina*, *alginato*

## Abstract

As it is known, plastics have become a constant need in society, excessive production and excessive use in various activities leave tons of waste, adding to the waste pile due to its low degradability. Due to this problem, solutions are being sought to reduce the use of plastics with degradable properties. In the present project, bioplastic was elaborated from *Macrocystis pyrifera* algae, showing that its properties are functionally optimal thanks to the fact that it has pectin and alginate, biological polymers very similar to conventional ones. *Macrocystis pyrifera* seaweed flour in doses of 20 g, 30 g and 40 g, was used to make biofilms, add cassava starch and sorbitol. As a result, three brown-brown biofilms were obtained, with the third dose being the most optimal in terms of tensile and elongation properties with 0.032Mpa and 20% respectively. Likewise, the biofilm samples were also sometimes tests of solubility and biodegradation, with the second dose being the optimal one, diluting (in 2 liters of domestic water) within a period of 5 days, and degrading (in 2 Kg of farmland) within 20 days, respectively.

**Keywords:** *Macrocystis pyrifera*, *bioplastic*, *biodegradation*, *pectin*, *alginate*

## I. INTRODUCCIÓN

Los plásticos han surgido desde finales del siglo XIX (CUSA J., 1979), con el objetivo de reemplazar materiales hechos a base de materia prima natural. A partir del siglo XX, se descubren nuevos métodos de síntesis de polímeros (MIRAVETE A., 1995) debido a su producción masiva y el bajo costo que presentaban. Las aplicaciones que presentan son diversas y se han empleado en el mundo de la medicina, agricultura y otros; como principal mercado se centraron en la fabricación de envases y embalajes. Por un lado, el plástico brinda facilidades; a la vez genera una serie de problemas a nivel mundial. A nivel global la producción de plástico alcanzó 348 millones de toneladas en el año 2018, siendo el 50% de dicha cantidad productos desechables (Plastic Europe, 2018). Gran parte del plástico elaborado es a través del procesamiento de combustibles fósiles; siendo un tema alarmante, por su rápido agotamiento y los impactos ambientales negativos que genera su extracción (MORILLAS, et. al, 2015).

Otro factor es la disposición final de los plásticos, porque terminan en vertederos; generando problemas por su poca degradabilidad.

El bioplástico se introduce como una alternativa de solución frente al excesivo uso de plástico sintético, debido a que presenta propiedades biológicas y biodegradables. Hasta el año 2017, la producción a nivel global de los bioplásticos es de aproximadamente 2,05 millones de toneladas y para el año 2022 será de 2,44 millones de toneladas (European Bioplastic, 2017).

Una de las alternativas que se da es elaborar bioplástico en base a material biológico que el ecosistema acuático brinda, como es el caso de la *Macrocystis pyrifera* (sargazo gigante), una macroalga parda que presenta alginatos, siendo este un polisacárido que está presente en las algas y tiene propiedad de formar biopelículas con la ayuda de iones de calcio (TANG, et al., 2012).

La gran cantidad de plástico que hoy en día se produce, y se debe a su fabricación que es de derivados de petróleo, teniendo como problema principal el tiempo de degradabilidad que oscila entre los 100 a 1000 años. (MALDONADO A., 2012).

El tiempo de uso de los plásticos es menor a un minuto en muchos casos y es ahí donde su uso desmesurado causa residuos que en un futuro genera un impacto negativo (Organización de las Naciones Unidas, 2018). El Programa de Naciones para el Medio Ambiente (2013) calcula que más de 55.000 millones de euros es el coste del capital natural del uso de plástico en la industria de bienes de consumo.

La Organización de las Naciones Unidas (2018) sostiene que solo 9% de los nueve mil millones de plástico nuevo que se han venido produciendo hasta la actualidad han sido reciclados. Solamente los productores de bebidas generan 500 mil millones de botellas de plástico de un solo uso anualmente (Greenpeace International, 2019).

El Ministerio del Ambiente sostiene que en el Perú se utilizan tres mil millones de plásticos de un solo uso, casi seis mil bolsas por minuto; y cada ciudadano usa 30 kilos de plástico por año. Por otro lado, en Lima y la provincia constitucional del Callao se utilizan 886 toneladas de residuos plásticos por día, que equivalen al 46% de los residuos nacionales. También se viene realizando estudios de gestión ambiental desde el año 2015, donde señalan que el porcentaje de plástico es equivalente al 10% del total de residuos del Perú (Ministerio del Ambiente del Perú, 2018). Una de las hipótesis que se propusieron frente a esto, es que los plásticos han superado a la mayoría de los materiales hechos por el hombre y durante mucho tiempo han estado bajo el análisis exacto y minucioso a nivel ambiental (Geyer, Jambeck y Law, 2017).

Debido a esto se formularon los siguientes problemas; el **problema general** ¿De qué manera se lograra elaborar bioplástico a partir del aprovechamiento de la *Macrocystis Pyrifera?*; y como **problemas específicos** se tuvieron los siguientes: i) ¿Cuál será la cantidad necesaria en gramos de almidón de yuca que se requiere para la elaboración del bioplástico a partir del aprovechamiento de la *Macrocystis*

*pyrifer*?, ii) ¿Cuáles serán las propiedades físico-mecánicas del bioplástico elaborado a partir del aprovechamiento de la *Macrocystis Pyrifera*, iii) ¿Cuál será el tiempo de biodegradabilidad del bioplástico elaborado a partir del aprovechamiento de la *Macrocystis pyrifer*?

De acuerdo con el problema de investigación planteamos la **justificación ambiental** del problema es la siguiente: en los últimos años el incremento de las temperaturas en el ambiente ha generado desordenes en los ecosistemas acuáticos, terrestres y aéreos; esto se hace notar viéndose afectados el equilibrio de la flora y fauna, sumándole la contaminación por residuos de plásticos sintéticos que llegan a parar en el océano, debido a que la mayor parte de estos es de un solo uso. La naturaleza nos hace saber que esto repercute negativamente en el ambiente mediante cambios radicales; vulnerando las actividades terciarias de los pobladores, como la pesca, el paisajismo, el turismo y recreación (Chapa Balcorta, 2014).

La **Justificación Económica** se basa en lo siguiente: En el presente se gastan cantidades enormes de dinero para elaborar polímeros de un solo uso, generando impactos negativos dentro del entorno que los utiliza, porque, no tienen más que una sola finalidad y no pueden ser reutilizados (Greenpeace, 2016), estos son desechados y acumulados en pilas inmensas sin poder degradarse en poco tiempo, la alternativa de solución con mayor rentabilidad es la elaboración de bioplástico a base de *Macrocystis Pyrifera*, pues este bioplástico contará con características biodegradables y su elaboración es de bajo costo ya que la materia prima nos la brinda periódicamente el mismo océano, debido a los motivos planteados el proyecto posee justificación económica y es viable.

La **Justificación Social**; En la actualidad no solo los desperdicios de las actividades antropogénicas están flotando en el mar, existen residuos dentro de cualquier ecosistema que son generados por la misma naturaleza luego de que ya no tienen ninguna otra finalidad o uso (Ministerio del Ambiente, 2019), es por ello que al aprovechar los residuos disminuirémos este problema, generando productos para uso y cumpliendo con las necesidades actuales de la población, tal es el

caso del bioplástico en base a *Macrocystis Pyrifera*, de esta manera utilizamos residuos naturalmente desechados para generar utensilios similares al plástico sintético de necesidad diaria en el entorno para que de esta manera se disminuya el consumo desmesurado de plásticos generales.

El **objetivo general** fue: elaborar bioplástico a partir del aprovechamiento de la *Macrocystis pyrifera*. Los **objetivos específicos** del presente proyecto de investigación fueron: i) Determinar la cantidad necesario en gramos de almidón de yuca para elaborar bioplástico a partir del aprovechamiento de la *Macrocystis pyrifera*, ii) Determinar las propiedades físicomecánicas del bioplástico elaborado partir del aprovechamiento de la *Macrocystis Pyrifera*, iii) Determinar el tiempo de biodegradabilidad del bioplástico elaborado a partir del aprovechamiento de la *Macrocystis pyrifera*.

Como siguiente punto tenemos las hipótesis y las dividimos en dos que son la **Hipótesis general**: Si se elaborará bioplástico a partir de la *Macrocystis Pyrifera*; y las **Hipótesis específicas**: i) Si existe una cantidad necesaria en gramos de almidón de yuca para la elaboración del bioplástico a partir del aprovechamiento de la *Macrocystis Pyrifera*, ii) Si se lograran determinar las propiedades físicomecánicas del bioplástico elaborado de la *Macrocystis Pyrifera*, iii) Si se lograra determinar el tiempo de biodegradabilidad del bioplástico elaborado a partir del aprovechamiento de la *Macrocystis pyrifera*

## II. MARCO TEÓRICO

Con el objetivo de generar mayores alternativas que sean biodegradables y puedan remplazar el plástico; se detallan los siguientes trabajos previos a nivel internacional : LÓPEZ, et al (2020) logró desarrollar bioplásticos por medio de un consorcio de micro algas a partir de aguas residuales; se tuvo como objetivo evaluar materiales de micro algas usando como referencia la especie *Arthrospira* (AM). Se elaboró mediante el moldeo por inyección de mezclas, que lograron desarrollar luego de mezclar diferentes cantidades de glicerol y para finalizar se caracterizaron por el análisis dinámico mecánico térmico, inmersión en agua y pruebas de tracción. Como resultado obtuvieron lo siguiente: los bioplásticos tuvieron una temperatura de transición vitria de 60°C; lo cual implica una mayor resistencia térmica en bioplásticos elaborados por medio de biomasa cosechada en aguas residuales. Por otro lado, se lograron observar una menor capacidad de absorción de agua cuando se sumergen, esto sucede por la menor deformabilidad obtenidas en las pruebas de tracción. En conclusión, las propiedades mecánicas de las muestras mejoran cuando la presencia de biomasa es mayor.

El siguiente proyecto de investigación busco las propiedades a base de almidón de yuca (TAMARA, et al., 2020.) El objetivo fue caracterizar y sintetizar las propiedades del almidón y los bioplásticos hechos de almidón/CMC, y determinar el efecto del sorbitol en los bioplásticos elaborados. Los resultados mostraron que la síntesis de almidón y almidón fue exitosa en el bioplástico y su superficie fue uniforme, menos el bioplástico de almidón puro. Los bioplásticos a base de almidón/CMC fueron más delgados con  $106,67 \pm 5,13$   $\mu\text{m}$ , tuvieron una resistencia a la tracción menor que fue de 8,95 N, se degradaron fácilmente con el agua en 33 horas y en acido 15 horas, pero lograron más elongación en las roturas de 48,15%, que fue mayor que el almidón-bioplástico. La concentración de sorbitol fue proporcional al nivel de alargamiento en la rotura y la concentración optima que se agrega al bioplástico a base de almidón fue de 15mg/20 g de almidón

ZHANG, C., et al. (2020). El presente artículo realizó la producción de una película bioplástica ecológica por medio de residuos de *Spirulina* sp. Se

propuso un procedimiento ecológico y sencillo con el objetivo de convertir residuos peligrosos de microalgas con alto contenido de sal en una película bioplástica. Las propiedades de las películas bioplásticas fueron la resistencia a la tracción con 22 MPa en condiciones alcalinas y un alargamiento a la rotura en 77% en condiciones ácidas. Las sales inorgánicas de las microalgas demostraron que sirven como relleno en forma de láminas en condiciones alcalinas y en condiciones ácidas como reticulante, mejorando su viabilidad.

El siguiente artículo titulado el lado ambiental y económico del uso de biotecnologías. Estudio de caso, síntesis de algunos bioplásticos de algas NAESA, A, et al. (2019). El objetivo fue llegar a la industria del plástico biodegradable como alternativa frente a los plásticos no biodegradables. Para la elaboración del producto se adiciono almidón de maíz. Se usaron algas marinas como materia prima debido a sus propiedades únicas para realizar el bioplástico. En conclusión, se obtuvo muestras y analizaron el tiempo de biodegradación; las algas se descompusieron en un promedio de 26 días en agua alcalina y dulce(fresca).

XAVIER N., et al. (2019). En el proyecto efecto de la mezcla de polímeros en el desarrollo de bioplásticos a partir de residuos de pescado, su objetivo principal fue hacer películas biodegradables a base de mezcla de gelatina y proteínas de pescado miofibrilar. Lograron extraer proteínas (gelatina y miofibrilar) del fileteado del pez Rey débil; se compararon las propiedades de las películas mezcladas con las de las proteínas individuales y se descubrieron con la microscopia electrónica de barrido que resultaron ser compatibles entre los dos polímeros. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: las películas de proteínas miofibrilares eran las más resistentes a la tracción y a la vez fueron menos flexibles, y con la gelatina sucedió lo contrario; y al mezclar las películas obtuvieron lo siguiente: permeabilidad baja al vapor de agua y solubilidad fueron transparentes, también son fuertes y flexibles en términos mecánicos, lo cual demuestra que la mezcla entre polímeros mejoró las propiedades de las películas biodegradables.

El siguiente proyecto busco extraer alginato de algas de agua dulce para emplearlo como agente gelatificante (NARANJO GUAMANÍ, D.R, 2019), el proyecto se ejecutó a nivel de laboratorio con el objetivo de determinar el

rendimiento por gramos del alga, la experimentación se basó en la metodología ya conocida de pre-extracción, extracción, precipitación y conversión, purificación y secado del alginato, los resultados que obtuvieron fueron 6.08% de rendimiento y 18.12 cP de viscosidad, estos resultados fueron comparados con el alginato que se obtiene de *Macrocystis pyrifera* y aunque la diferencia es significativamente mayor el uso y aprovechamiento de esta alga es justificable pues su presencia en el agua perjudica el medio del que hace uso la población.

Según LIM, et al. (2018), en el artículo se elaboró una película bioplástica mediante el extracto de Sargassum J. Agardh; el objetivo fue extraer el alginato de las algas pardas Sargassum para obtener películas de bioplástico. Se utilizó un diseño factorial en dos niveles y un diseño compuesto central aumentado. Para la elaboración se mezcló 20g de polvo de alginato, 15% p/p de sorbitol y adicionalmente un tratamiento con 75% p/p de CaCl<sub>2</sub>. Como resultado de las propiedades físicomecánicas, se obtuvo una resistencia de 33.90 Mpa, la permeabilidad al vapor de agua fue de  $2.63 \times 10^{-16}$  g Pa<sup>-1</sup> s y la solubilidad en agua fue de 33,73%.

En el siguiente artículo se realizó la elaboración de hidrogeles a partir de biopolímeros con el fin de que al sintetizarse el hidrogel, los materiales se biodegraden aportando y complementando con CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, O, estos materiales son subproductos no tóxicos para los microorganismos del suelo (KRAISIG, et al. 2018), el poliéster se modificó y se hizo a base de polímero de butirato, esto fue para evaluar el comportamiento de la síntesis de ambos hidrogeles; luego de la evaluación el hidrogel con poliéster biodegradable mostro una diferencia en el comportamiento del equilibrio del agua, este aumentaba cuando la masa molar disminuía.

ZAVALA M., et al. (2017) el presente proyecto de investigación tuvo como objetivo evaluar las propiedades mecánicas y la permeabilidad del vapor de agua de películas a base de quitosano; para esto se elaboraron películas de bajo (LMW) y medio (MMW) peso molecular al 2 y 1%, las propiedades mecánicas que se hallaron fueron fuerza de rompimiento y tensión, permeabilidad de vapor de agua (Norma ASTM-E96/E96M-05), grosor y la microestructura para observar la uniformidad de la membrana. Los resultados

fueron los siguientes; la permeabilidad de vapor de agua para la película LMW fue  $2.0912 \pm 0.0424$  gmm/hm<sup>2</sup>kpa y para la película MMW fue  $2.3004 \pm 0.0659$ . En conclusión, se determinó que las películas de quitosano presentan buenas propiedades mecánicas similares a la de los empaques sintéticos como el polipropileno.

KUSWANDI (2017) La nano tecnología se hace presente en esta búsqueda de mejorar la calidad de vida y el ambiente esta vez mediante el nano envasado agregados a los envasados de origen biológico, haciendo biocompatible y de mayor biodegradabilidad el embalaje. se da a conocer toda una línea de nano embalaje para la sostenibilidad de los productos, los nanos materiales empleados son arcilla, Sio<sub>2</sub>, Tio<sub>2</sub>, Ag; y en base a estos se producen películas para usar como material de embalaje con capacidades antimicrobianas, absorbentes de rayos uv y de eliminación de oxígeno.

MORENO B., et al (2017) Con la finalidad de disminuir la contaminación por plásticos sintéticos, reaprovechando los desechos de papa y haciendo uso del mucílago de nopal y sábila se plantea una nueva manera de elaborar bioplástico, se extrajo el almidón mediante un proceso manual de nivel laboratorio y se determinó la pureza, de igual manera se extrajo el mucílago del nopal y la sábila que se convirtieron en polvillo para proceder a elaborar el bioplástico mezclando los tres productos obtenidos y se le adicionó glicerina y agua, se homogenizó y se llevó a la parrilla de calentamiento a 90°C durante 30 minutos para secar y precedentemente ser moldeada, el grosor dependerá del diseño del moldeado.

El siguiente artículo muestra que la creación de un biopolímero puede incrementar la eficiencia del nitrógeno que se emplea en la agricultura de la producción del trigo, el objetivo de este trabajo fue la determinación del comportamiento y los aportes del hidrogel con biopolímeros, el desarrollo de la evaluación se llevó a cabo durante un año de condiciones agrícolas normales, y lo que se observó fue que el hidrogel de biopolímero incrementa la eficiencia del nitrógeno que necesita la producción de trigo y avena, sin embargo, la producción de hidrogeles de biopolímeros cuesta casi el triple que los convencionales, pero la retención de agua la produce por el triple de tiempo alcanzando los 3 años (SCREMIN, et al. 2017).

En el siguiente artículo estudió el comportamiento de la degradación del bioplástico comparado con los plásticos convencionales bajo los mismos parámetros climáticos (HARDING, GOUNDEN Y PRETORIUS, 2017), el objetivo principal del artículo era probar si en verdad los biopolímeros cumplían la finalidad de biodegradarse en menos tiempo que sus homólogos, y mostrando su contribución de sostenibilidad; se tomaron muestras de embaces de plástico y bioplástico de una fábrica de yogurt para el análisis de biodegradación, este duró 10 semanas de observación bajo condiciones de incremento de temperatura y enterradas en compost, los resultados mostraron que el contraste de degradación no era significativo, esto porque el bioplástico aun poseía aun base de petróleo, es por esto que las recomendaciones sugieren que si se desea generar un producto de la línea bio que sea respetuoso con el ambiente se genere de base biológica para que las finalidades del término se cumplan y no solo sea parte del marketing de una marca.

Como siguiente antecedente se expone el proyecto de MOORE Y AKHOO (2017), que estudio la manera de incluir los lípidos en el recubrimiento de productos de base biológica que forman las películas comestibles. Agregar lípidos a las películas mejora la capacidad de permeabilidad dejando así una barrera para el agua, las grasas insaturadas atribuyen tensión superficial a la película compuesta, el objetivo de este proyecto fue fusionar e Inter esterificar aceite de coco con aceite de girasol para hacer una película comestible con fines nutricionales deportivos, el proyecto tuvo éxito con la elaboración de un producto con enzimas que ayudan a prevenir las enfermedades cardiovasculares esto se debe a que el agregado de los lípidos brindaron ácido oleico a la película.

RAHMAN V, et al. (2017) El siguiente estudio reflejo como dos residuos orgánicos sin otra finalidad de uso pueden ser empleados para la elaboración de una película de bioplástico que alargará la vida de la carne cruda; el presente estudio empleo, residuos orgánicos de extracto de té verde y quitosano que fueron incorporados en una olla para un proceso de simple sintetizado, el procedimiento simple y ecológico consto de la disolución de 2g de las escamas de quitosano en 100ml de ácido acético acuoso al 2%, todo esto a temperatura ambiente, se adiciono a la mezcla de agua destilada con GTE y por consiguiente

se puso en el agitador magnético por 1 hora para tener homogénea la muestra; luego se vertieron en platos llanos y placas Petri para ser secadas a temperatura ambiente, obteniendo así películas de 25mm por 25mm visualmente lisas y homogéneas.

RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ Y VAN TUSSENBROEK (2017) La siguiente investigación muestra como la actividad antropogénica cerca a las costas mexicanas generan afluencia masiva de macro algas, y es debido a este fenómeno costero que las principales actividades económicas se ven afectadas así como la alteración del propio ecosistema, la flora y la fauna propiamente; en un principio se le dio uso para crear dunas artificiales pero la cantidad era innumerable así que la medida y acción luego fue una limpieza de playa a 1 Km de la orilla, luego de descubrir sus propiedades y que a su vez estos podrían ser empleados en productos se consiguieron fundadores para las futuras limpiezas de toda la costa generando un doble beneficio y una afectación mínima.

MARQUES DE SOUZA, et al. (2016) En el presente artículo hablan comparativamente de la biodegradabilidad del bioplástico en el suelo, el estudio mostró que la biodegradación libera y brinda beneficios en el suelo enriqueciéndolo y a su vez muestra que el clima es un factor importante para esta acción, debido a que los resultados del estudio dice que en temperaturas más altas y épocas de verano el proceso de biodegradación emplea menos días que en temperaturas menores que demora el doble de tiempo, dejando como resultado final que la degradación del bioplástico se generó en 30 días en total con un avance de descomposición de 39%.

En la siguiente revista un estudio muestra que debido a la problemática del deterioro de la calidad de sus semillas por los fungicidas que se les aplican se planteó el recubrimiento de estas mismas con un líquido plastificante de base biológica (ACCINELLI et al. 2016); las semillas de canola fueron recubiertas con películas de agar ácido de papa, las semillas fueron evaluadas in vitro en cámaras condicionadas adecuadamente para su germinación, la evaluación mostro que las semillas fueron amigables al recubrimiento líquido que se les aplico y se secó en estas mismas, los indicadores visuales fueron evidentes, pues, las plántulas crecieron de manera normal sin inconvenientes, las recomendaciones del presente trabajo nos dicen que es conveniente recubrir

las semillas pero si en caso estas fueran diferentes a las del estudio se evalúe primero el líquido que se va crear para aplicar pues se tiene que verificar que al menos el 18% del oxígeno sea captado por la semilla, también que al momento de la liberación del polvo de semilla pues la adhesión podría afectar la cosecha y hacer una pérdida agroeconómica del producto.

KAEWPRACHU P., et al (2016) Se elaboró un estudio comparativo de las películas basadas en proteínas biodegradables y sus propiedades. Para esto se realizó una investigación de películas a base de proteínas biodegradables elaboradas a partir de diferentes fuentes de proteínas: gelatina bovina comercial, gelatina de piel de bagre gigante, aislados de proteínas de soja, proteína fibrilar de pescado y concentrado de proteínas de suero, debido a sus propiedades mecánicas, químicas, térmicas, de barrera y físicas. Los resultados fueron: las películas de gelatina de piel de bagre gigante fueron las que tenían la resistencia a la tracción y el alargamiento más altas; las películas de concentrado de proteína de suero tenían la solubilidad más baja, la transmisión en el rango UV de 200 a 800 nm, la transparencia y la permeabilidad al vapor de agua. En conclusión, las películas biodegradables producidas por distintos tipos de fuentes de proteínas lograron notar diferencias en sus propiedades.

MUSTAFA, et al (2015) se elaboró plástico biodegradable a partir de residuos agrícolas; la preparación fue de acetato de celulosa natural a base de fibras de lino o linters de algodón, mediante el proceso de acetilación catalizado usando ácido sulfúrico y se tuvo como características el uso de técnicas instrumentales variadas y pruebas de propiedades ambientales. Se obtuvo como resultados que el acetato de celulosa tuvo un rendimiento de producción a partir de fibras de lino con un 81%, el cual era mayor al de las linters de algodón con un 54%; también se descubrió que las fibras de lino pudieron biodegradarse en un promedio del 41 a 44% después de 14 días; también se observó que el acetato de celulosa producido pudo ser comparado con el polietileno y el polipropileno, con respecto a la resistencia al 30% de ácido sulfúrico y 40% de NaOH. Se recomienda usar este material para la fabricación de paquetes, recipientes de sal, fibra y herramientas de plástico.

El siguiente artículo científico buscó experimentar mediante diferentes métodos el aprovechamiento de la *Macrocystis Pyrifera* para su aplicación biotecnológica

(CERVANTES, 2015), el trabajo tuvo como objetivo comprar la extracción de alginato por 3 diferentes métodos, la muestra de algas se molió y se redujo a 2mm de tamaño mediante el tamizado, el primer método de extracción se refirió al tratamiento convencional de ácido base con  $H_2SO_4$  0.5 N como agente extractivo, y fue agitado por 15 horas; luego, el tratamiento isotérmico con microondas, que trataba de llevar la muestra con agua a 172°C de calor para luego precipitarla con  $CaCl_2$ , el ultimo tratamiento alternativo fue mediante microondas pero no isotérmico esto quiere decir que la muestra fue llevada a 172°C de calor pero sin tiempo de mantenimiento, luego de las pruebas de rendimiento, en ellas se vio que el método convencional hace que el alginato obtenido presente un mejor porcentaje de rendimiento, pero las muestras de obtenidas de la extracción por microondas poseían azúcares fenoles y actividad antioxidante.

CHARIGUAMAN, J.A. (2015) se caracterizó el bioplástico de almidón elaborado por el método de casting reforzado con alberado de maracuyá (*Passiflora edulis* spp.); el objetivo fue evaluar el efecto de las propiedades físicas y su degradación. Se usaron ocho puntos factoriales, seis puntos axiales y seis repeticiones del punto central. La adición de harina de maracuyá tuvo un efecto positivo en las propiedades mecánicas y ópticas; y afecto a las propiedades de barrera. Se obtuvo con una combinación de 2.83% harina de maracuyá, 49.5% de glicerol y una relación de 50/50 de almidón de maíz/ yuca; optimizar las variables físicas del bioplástico.

CASTILLO R. et al (2015) El presente proyecto muestra una alternativa sencilla de la elaboración de bioplástico a partir del almidón del endocarpio de la piel de plátano; los materiales utilizados para la realización fueron 10g de almidón de cascara de plátano, agua 60 ml, jugo de naranja agria para evitar que se oxide la extracción, vinagre 5ml y glicerina 5ml. En el procedimiento el endocarpio se extrajo mediante rayado que luego fue deshidratado, se genera un polvo fino luego de triturar y moler que debe ser tamizado, luego de obtener el almidón se elaboró el bioplástico utilizando los demás insumos, por cada 4 cucharadas de agua una del almidón obtenido, una de vinagre y una de glicerina, se homogeniza la masa y se pasa a secado de temperatura ambiente, el resultado es una película corrugada debido a la temperatura inestable, se recomienda secar a temperatura constante para obtener una muestra homogénea.

En el artículo expuesto en la revista venezolana por MÉNDEZ REYES, et.al. (2015) se expone, que el rendimiento del alginato de sodio para la industria alimentaria como para otros fines de producción de biomaterial es óptimo, las estadísticas de este trabajo muestran las pruebas de gelificación de diferentes polímeros con bio compuestos, todo esto con la finalidad de obtener un biomaterial innovador de uno de los materiales más comerciales en la industria del empaquetado, la conclusión fue que los estudios realizados a las películas comestibles que se obtuvieron del alginato de sodio y sus derivados muestran un sinfín de aplicaciones como empaques activos.

CORTÉS, J.F., et al. (2014) en el proyecto se tuvo como objetivo evaluar las propiedades mecánicas, ópticas y de barrera en las películas elaboradas de almidón de yuca. Las pruebas mecánicas, ópticas y de barrera se realizaron a un tiempo de 0,30,60,90 y 120 días teniendo como materia prima el almidón de yuca nativo. Se obtuvo el material en tres etapas: la primera fue producción de almidón termoplástico (TPS) con 75% de almidón, 24.5% de glicerol y 0.5% de capsaicina; la segunda fue la mezcla binaria (MB) con 66.63% de ácido poliláctico (PLA), 29.41% de Policaprolactona (PCL), 1.96% de anhídrido maleico y 1% de colorante y la tercera fue la extrusión soplado de la mezcla ternaria. 75% de TPS y 25% MB. Los resultados fueron que las propiedades cambiaron respecto al tiempo, y se hicieron notar en películas a base de almidón nativo con una diferencia significativa, por el proceso de retrogradación y un posible caso de no formarse una fase homogénea en el material y por lo tanto los componentes se distribuyeron en fases separadas y distintas.

MACHMUD, et al. (2013) En este trabajo se utilizaron algas rojas de indonesia para la elaboración de bioplástico, se utilizaron 50 libras de eucheuma cottonii que se lavaron y remojaron durante 24horas, luego se picaron para ser hervidas a 120°C, se filtró el resultado y se mezcló con látex de Calotropis gigantea; Se agregó glicerol para disminuir su opacidad en la elaboración del bioplástico, nuestra muestra tuvo 210 mm x 297 mm de dimensiones, las propiedades del producto, como la tracción y resistencia fueron probados y este arrojó una capacidad significativa para ambas características y eso se debe a la adición de látex en la muestra.

En el siguiente trabajo de investigación se brinda un análisis de los biopolímeros

más destacados y comerciales del mercado. El objetivo fue el análisis del desarrollo y los avances de los biopolímeros más presentes en el mercado, los polímeros basados en recursos renovables, los polímeros biodegradables con base de monómeros derivados y los biopolímeros sintetizados por microorganismos; en cuanto al contraste de la rentabilidad para la elaboración de estos tres subproductos, se llegó a la conclusión de que es indispensable evaluar bien el costo de materia prima y de la energía, para una unidad de producción industrial de polímeros elaborados de materia prima de recursos renovables, y para la producción de PHA será indispensable mejorar el proceso operacional de esta manera se reducirán costos y se incrementará la producción además que la biodegradabilidad del producto será más óptima los, en cuanto a la producción de los biopolímeros de almidón tienes un proceso más sencillo por tanto más económico. VALERO-VALDIVIESO, ORTEGÓN Y USCATEGUI (2013).

Este proyecto prueba los ácidos alginicos en el campo de la medicina para beneficios del tracto gastrointestinal (LÓPEZ, 2013), la propuesta es generar la microencapsulación de la bacteria *L. Acidophilus*, esto con el objetivo de hacer que la bacteria llegue a los intestinos pues contrarresta los síntomas de la intolerancia a la lactosa y que a su vez ejerza su función pro biótica, los materiales que se utilizaron fueron alginato de sodio y partes de almidón en diferentes dosis y se elaboró mediante la técnica de extrusión, determinaron las propiedades de la micro capsula y descubrieron que la que poseía menor dosis de almidón era más viable y mejor asimilada por los jugos gástricos, sin embargo esta experimentación no fue del todo exitosa, la micro encapsulación es viable pero no en la cantidad necesaria para colonizar los intestinos e incrementar la mucosa intestinal porque los jugos gástricos y las sales biliares impiden la llegada de la capsula.

HERNÁNDEZ-CARMONA, et al. (2012). El siguiente proyecto describe la extracción y producción del alginato en una planta piloto, utilizaron HCl con pH 4 para tratar las algas, ejecutaron la extracción de alginato usando  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  con pH 10 que se calentó a  $80^\circ\text{C}$ , diluyeron y se dividieron las partículas insolubles de la pasta obtenida puesta en un filtro rotatorio al vacío. Se inició el proceso con la reducción del tamaño de las algas para que de esta manera las

reacciones químicas del tratamiento sean favorables y sea más fácil transportarlas, el proceso continuo con la hidratación del material algal adicionando formaldehído a 0.1% durante 15 minutos para que la reacción con los fenoles propios de la *Macrocystis pyrifera* se hagan insolubles, se elabora la pre extracción o tratamiento ácido donde se elimina la sal exterior, la extracción consta en remover el alginato de las algas, la dilución y filtración de la pasta de algas, la precipitación, conversión y precipitación de alginato de calcio, prensado y la conversión de ácido alginico a alginato de sodio para pasar a secar y moler, tamizar y mezclar finalmente, si bien este fue solo un prototipo, los costos de producción fueron muy elevados ellos recomiendan reducir en caso de que se lleve a nivel industrial.

QUIÑONEZ (2011), buscó la elaboración de bioplástico a base de almidón de maíz de 5 maneras diferentes, los prototipos variaban las cantidades de los insumos y de esta forma pudieron llegar al material más eco amigable y con tiempo óptimo de biodegradabilidad; desarrollaron este proyecto en fases para poder determinar no solo cual era la fórmula correcta de elaboración si no cuál era la que resistía los parámetros físico mecánicos, la más adecuada fue la quinta fórmula utilizando 19.60% almidón de maíz, 65.32% agua destilada, 6.86% ácido acético y 8.23% de glicerina; bajo las condiciones de secado a 100°C por 2 horas, y 4 días a 27.1°C y 82% de humedad relativa, esta fórmula les generó un bioplástico de espesor 0.51 mm y una resistencia a la tracción de 0.25 Mpa, se comprobó que la biopelícula de la muestra con la fórmula especificada se biodegradó en 4 meses.

En el siguiente proyecto se propuso la una técnica de encapsulación para productos bioactivos para su preservación («ENCAPSULACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS CON ALGINATOS PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS» 2011). Las propiedades naturales aun presentes en los polímeros a base de alginato hacen notar que su uso puede diversificarse y tal es el caso que para poder ayudar a preservar las propiedades antioxidantes de la yerba mate y con una capa de quitosano, el alginato de sodio es mezclado con el extracto de la yerba y recubierta por una capa de quitosano creando una matriz para preservar la esencia de la yerba.

El siguiente artículo muestra un estudio de los residuos sólidos municipales siendo la recaudación más alta la de los envases y embalajes, pues su uso

único los hace desechables en poco tiempo y se generan en mayor cantidad (KALE et al. 2007), el objetivo de este estudio tuvo la finalidad de evaluar el comportamiento de los residuos de envasado compostables en comparación con los que se generan y únicamente terminan en un relleno sanitario, una vez más nos demuestran que los biomateriales y su plus de compostabilidad nos brindan mayores alternativas de fabricación de envases y embalajes en variadas industrias, que no solo ayudan al suelo en donde se degradan si no que a su vez parte de su eficiencia es la reducción de residuos sólidos.

El siguiente proyecto es un contraste de la producción y la evaluación de las propiedades del alginato extraído de dos algas pardas *Sargassum Sinicola* y el más comercial que es *Macrocystis pyrifera* (YABUR, 2005), la producción del alginato tenía como finalidad servir de envoltorio biológico para semillas de tomate, se buscaba inocularlas e inmovilizarlas del crecimiento bacteriano en fuentes de agua, se caracterizaron y evaluaron los compuestos fenólicos de ambos alginatos y además de evaluar el color, viscosidad, los rendimientos y costos de ambos. Los resultados no mostraron diferencias significativas por lo cual concluyeron que ambos tipos de alginatos tuvieron crecimientos uniformes de la semilla y que ambos alginatos que inocularon la semilla de tomate cumplieron su función de inmovilización celular evitando la generación de aguas residuales, por lo cual, sirve como tratamiento alternativo de aguas residuales y de ayuda en el campo agrícola para impulsar y optimizar el crecimiento de plantas.

DE ALMEIDA et al. (2004). La revista química revela un estudio caracterizado de los bioplásticos y su baja rentabilidad debido a que los componentes poseen un costo más elevado en comparación de los polímeros derivados del petróleo. Los polihidroxiclcanoatos (PHA) son polímeros sintetizables por varias especies bacterianas y son empleables para la elaboración de bioplástico conjunto a recursos renovables con grandes propiedades biodegradables debido a su capacidad de sintetizarse y biodegradarse por completo, siendo el reemplazo de los plásticos comunes a base de hidrocarburos.

Así mismo se exponen trabajos previos a nivel nacional tal como se muestra; en el siguiente trabajo realizaron la producción de bioplástico de las cascarras de plátano bellaco verde debido a que es uno de los principales residuos de la

producción de chifles en el norte del Perú. Los investigadores buscaron la obtención de bioplástico en base a la extracción del endocarpio de las cascavas del fruto, luego estas pasaron por un proceso de deshidratación cítica y posteriormente fueron pulverizadas, para obtener el almidón, este bioplástico utilizo como materiales el almidón extraído, pegamento de plátano, glicerina, vinagre y agua destilada (PIZÁ H., et al., 2017).

Este trabajo brinda una adición de insumo para tomar en cuenta dentro de la elaboración de bioplástico, consta en la adición de plastificante a las proteínas extraídas del sachá *Plukenetia volubilis* (sachá inchi), elaboraron biopelículas partiendo de la obtención, por medio de la extracción, las proteínas del sachá inchi, este proceso empezó con moliendo la semilla, esto les facilitó la extracción de la proteína, generaron un aislado de la proteína liofilizada y adicionaron sorbitol como plastificante potencia, además se completó la mezcla con agua y se adiciono NaOH y luego se llevó a 70°C de calor para homogenizar los componentes, enfriaron a 35 °C; concluyeron con el análisis de la muestra de biopelícula obtenida a pH 12 y obtuvieron un bioplástico con baja permeabilidad y solubilidad lo que comprueba que es aprovechar las proteínas de sachá inchi para elaborar películas comestibles (GONZÁLEZ-LINARES et al., 2017).

El siguiente artículo estudio las propiedades químicas y mecánicas del bioplástico que elaboraron a base de almidón de papa modificado, esto claro, con el objetivo de poder atribuir una mejora en cuanto a su mecanismo, es por esto que la modificación del almidón con ácido acético al 5% muestran mejoras en un 4% en la elongación y tracción propiamente, a su vez la transmitancia que más adelante ayudara a la biodegradación del material se muestra en un 87% del espectroscopia infrarroja ALARCÓN, et. al (2016).

En el presente artículo se elaboró bioplásticos en base a una nueva metodología para la extracción de almidón de los residuos del proceso de pelado de papa Yungay y se determinó su capacidad de biodegradabilidad por medio del compost (MEZA, et al., 2016); la investigación conto con tres etapas, en la primera etapa se evaluó el comportamiento del metabisulfito de sodio al 3% en temperatura ambiente porque se obtiene mayor extracción de almidón de esa manera, 26.21/73.79 de amilasa/amilopectina; en la segunda etapa se realizó la elaboración del bioplástico adicionando agua y glicerol a la hidrolisis química del almidón, y obtuvieron que la muestra con más capacidad de

resistencia fue la que contenía 3ml de ácido acético y 5ml de glicerina; para concluir esta investigación pusieron a prueba la capacidad de biodegradabilidad del plástico producido en un medio de compost, mediante un grupo de control científico, tanto negativo como positivo.

El siguiente proyecto de investigación buscó estudiar la extracción del alginato de la *Macrocystis* sp. (Ayarza, J. 2015), el tratamiento contaba con 3 fases, en la primera fase se ubicaba el pre tratamiento que era un lavado óptimo de las algas durante 30 minutos en una solución acuosa de hipoclorito de sodio, la fase de extracción se realizó mediante una solución acuosa de carbonato de sodio de proporción 1:1 molar durante 2 horas a una temperatura de 80°C, y por último como propuesta plantearon un método de purificación, que fue la precipitación del extracto crudo de alginato mezclado con 2-propanol, este se centrifugó y precipitó en una membrana y se secó.

El siguiente trabajo evalúa el rendimiento del ácido alginico de las macro algas extraídas de la bahía de Ilo en el departamento de Moquegua («OBTENCIÓN DE ÁCIDO ALGÍNICO A PARTIR DEL ALGA LESSONIA TRABECULADA» 2004), el proyecto buscó generar un reaprovechamiento de estas mediante el pretratamiento que constaba en enjuagar 20gr de las muestras para eliminar las sales solubles que luego se dejaron remojando, esto generó un incremento de tamaño en las algas, en la fase lavado de la muestra se realizan enjuagues cortos con HCl 0.2 N para luego cortar la muestra en pequeños pedazos y se lleva a calentar a 45°C con agua destilada, seguido de esto se le agrega Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, se agita y se lleva a 70°C, se extrae y se filtra para obtener la alginato y luego se blanquea el resultado con hipoclorito de sodio para obtener el ácido alginico que como proceso final será deshidratado, como resultado de obtuvieron mayor rendimiento de los tallos en vez de las hojas, y la recomendación fue llevar a nivel industrial esta prueba piloto obtenida en un laboratorio.

Para realizar el presente proyecto de investigación se debe tener en cuenta las teorías relacionadas al tema; como primer punto se tiene la *Macrocystis Pyrifera* o también llamada con el nombre de Sargazo Gigante (LEURING, et al 1969). Es un alga color marrón pardo y se localiza en el extenso océano pacífico; logran alcanzar una altura de 50m o mayor a esta. Su formación consta de

cuerdas extensas de hasta 100 metros de ancho en zonas de oleaje protegido. En cuanto a su crecimiento, se desarrolla 14.7 cm/día en la época de primavera y 23.3 cm/ día en el invierno y suelen habitar en aguas frías con una temperatura de 15°C o menores a esta (IMARPE, 2002). Según McHugh (2003) se denominan ficocoloides a los compuestos que son extraídos de las algas que presentan la propiedad de formar geles o soluciones viscosas. El alginato es uno de los principales ficocoloides, el cual es extraído de las algas cafés y el agar.

El alginato de Sodio son aquellas sales que se encuentran en el ácido alginico, y vienen siendo parte estructural de la pared celular y las regiones intercelulares de las feofitas. El alginato, es un polímero binario lineal que está constituido de dos ácidos urónicos: ácido L- gulurónico y B-D- manurónico. Es un ciclo coloide que puede ser extraído de las algas pardas para formar películas bioplásticas (figura 1). La función del alginato es de brindar fuerza y flexibilidad al tejido de la *Macrocystis Pyrifera* (HERNANDEZ, et al., 2012).

Las aplicaciones del alginato según AVENDAÑO, et al. (2013) se basa en cuatro propiedades: En primer lugar, la habilidad que presenta como espesante al momento de ser disueltos en contacto con el agua, lo cual genera un alza de viscosidad de la solución en la que se disuelve. La siguiente es la capacidad que tiene para retener agua. La tercera es la habilidad que tiene para formar un gel a partir de una larga serie de reacciones químicas de intercambio iónico que logran formar enlaces entre cadenas adyacentes del polímero de alginato. Y finalmente la capacidad de formar películas.

En cuanto al rendimiento de la *Macrocystis pyrifera*, se denomina así a dos compuestos reaccionan químicamente entre ellos para formar un nuevo producto. Por otro lado, es la relación entre la cantidad de producto obtenido entre la reacción y la cantidad máxima de producto que se han podido obtener si los reactivos se consumieran por completa.

La viscosidad es la característica de los fluidos en movimiento, y muestra una tendencia de oposición hacia su flujo ante la aplicación de una fuerza.

El pH o potencial de hidrógeno es el nivel que expresa el grado de alcalinidad o acidez en una disolución (Real Academia Española, 2019).

La conductividad eléctrica es la capacidad que presenta una sustancia para conducir corriente eléctrica. Esta propiedad depende de la cantidad de las sales

disueltas en un líquido. Mientras mayor sea la salinidad mayor será la conductividad.

La temperatura es una propiedad física que determina la cantidad o ausencia de calor; es la magnitud más usada para describir el estado de la atmosfera. Para el informe se usará la unidad de medición es el °C.

La Humedad se refiere a la cantidad de agua que se impregna en un cuerpo o el agua en forma de vapor presente en el aire. es Las algas pueden contener huna humedad de hasta un 94% sobre el peso total (HOLDT Y KRAAN, 2011).

Como segundo punto importante tenemos el Bioplástico; se denomina así a aquellos plásticos que se degradan por medio de microorganismos, tales como bacterias, hongos y algas; teniendo como origen las materias orgánicas (recursos forestales, agrícolas y animales). La Universidad Politécnica de Madrid (2008) sostiene que, para que el material se considere bioplástico, debe tener como origen netamente los recursos vegetales (yuca, algodón, tabaco, etc.). Se debe tener en cuenta que se cuenta con cuatro tipos de plásticos biodegradables: biodegradables sintéticos, fotodegradables, semi biodegradables y los biodegradables naturales completos (Segura, et al., 2007). En la actualidad el uso de los bioplásticos es diverso y viene creciendo en el mercado, siendo desde envases, agricultura, productos catering, embalajes, entre otros (Tabla 1) Siendo el embalaje el más usado en el campo de aplicación con aproximadamente 60% en el mercado total de bioplástico hasta el año 2017.

**Tabla 1. Tipos de Biopolímeros**

CATEGORÍA	EJEMPLOS	OBTENCION	BIODEGRADABILIDAD
POLÍMEROS BIOQUIMIOSINTÉTICOS	Poli (ácido láctico) (PLA)	Síntesis del monómero biológica y polimerización química	Degradación hidrolítica
	Poli (succinato de butileno)		Excepciones
	Alcohol polivinílico		PLA cristalino
	Poli (ácido glicólico)		Poliésteres
	Poliésteres		
POLÍMEROS BIOSINTÉTICOS	Polihidroxicanoatos	Biosíntesis del polímero por microorganismos	Degradación enzimática y/o hidrolítica

POLÍMEROS NATURALES MODIFICADOS	Polímeros a base de almidón	Modificación química del polímero natural	Degradación enzimática
	Derivados de celulosa		Excepciones: Derivados de celulosa
	Proteínas		

Fuente: Universidad de Sevilla

Para la elaboración del bioplástico constara de una carga extra de sorbitol y almidón. Debemos tener en cuenta que el Sorbitol se usa en diferentes tipos de productos, con el objetivo de establecer protección ante la pérdida del contenido de humedad. Se usa como plastificante tal como el glicerol. (Calorie Control Council, 2006).

El Almidón de yuca, es un polisacárido derivado de la molienda de yuca, y se usa como materia prima para las películas biodegradables, debido a que es versátil y puede lograr una eficiencia en todas sus aplicaciones (Gontard,1992).

Las propiedades físico-mecánicas del bioplástico son las siguientes: Porcentaje de solubilidad en agua se refiere a la medición de la capacidad de determinada sustancia, la cual se disuelve en agua. Se expresa en porcentaje de soluto o también en unidades (Brown, et.Al, 2004). La resistencia a la tracción es el máximo esfuerzo al cual se somete un cuerpo mediante la aplicación de dos fuerzas opuestas y lo estiran (Ortiz, 2007). El alargamiento en reposo es el aumento de la longitud de un material cuando se encuentra sometido a un esfuerzo de tracción; se expresa con el cociente entre el aumento de longitud.

La biodegradabilidad es nuestro objetivo principal y para esto necesitamos saber en qué consiste; European Plastic Converters(2009) sostiene que es la propiedad que presentan algunos polímeros de reintegrarse a la tierra por medio de microorganismos vivos (bacterias, hongos), estos mismos convierten al bioplásticos en dióxido de carbono, metano, biomasa y agua.

El proceso de biodegradación presenta dos categorías: Biodegradación primaria: En este proceso se altera la estructura molecular original, es decir pierde sus propiedades físicos-químicas; y la Biodegradación secundaria: también llamada biodegradación total; en este proceso los microorganismos

realizan el proceso de metabolización a la sustancia química y los transforma en fuentes de energía y carbono, para obtener como producto final compuestos inorgánicos.

El tiempo es la magnitud que medirá la duración de la degradación del bioplástico.

La pérdida de peso será la cantidad expresada en porcentaje que el bioplástico perderá en el tiempo de degradación en el suelo.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### A. Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada. Según TAM, et al. (2008) este tipo de investigación tiene como objetivo crear nuevas tecnologías por medio de conocimientos adquiridos en el proyecto de investigación, y además la información debe ser difundida de una manera significativa.

La investigación tiene un enfoque cuantitativo. Hernández, R, et al. (2010) sostiene que el enfoque es cuantitativo cuando se juntan datos para comprobar la hipótesis, y llegar a una conclusión basándose en las mediciones a nivel numérico y estadístico

##### B. Diseño de Investigación

Es de diseño experimental puro; Gama (2007) sostiene que este diseño se basa en realizar cambios en ciertos factores con el objetivo de comprender el efecto que tienen las variables sobre el objeto estudiado; y es comúnmente aplicado en laboratorio o campo.

##### C. Nivel de Investigación

Es de nivel correlacional, debido a que se tuvo como finalidad elaborar bioplástico a partir de *Macrocystis pyrifera*, Según Hernández, et al. (2014) el alcance correlacional tiene como objetivo saber el grado de asociación entre dos o más variables en un determinado contexto y debido a esto se mide cada una de las variables (dependiente e independiente) que procederán a ser sometidas a hipótesis de prueba.

#### 3.2. Variables y Operacionalización

Variable Independiente: *Macrocystis Pырifera*

Variable dependiente: Elaboración de bioplástico

En la tabla 8 podremos observar la matriz de operacionalización del

proyecto de investigación.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### **Población**

En el presente proyecto de investigación la población de estudio serán las macroalgas *Macrocystis pyrifera* ubicadas en la playa los Pingüinos, Marcona.

#### **Muestra**

Para este estudio se utilizó una muestra representativa de 30 kg en peso seco de *Macrocystis pyrifera*.

#### **Muestreo**

El muestreo fue no probabilístico, porque las muestras se obtuvieron al azar. Se recolecto *Macrocystis Pырifera*, macroalga parda de apariencia viscosa.

#### **Unidad de análisis**

La unidad de análisis fue de 30 kg en peso seco de *Macrocystis Pырifera*.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica del proyecto de investigación fue la observación experimental.

El instrumento que se utilizó fue la ficha de registro de datos diseñada de acuerdo con el proyecto de investigación y se completaran a medida que se hagan los análisis.

#### **A. Validez**

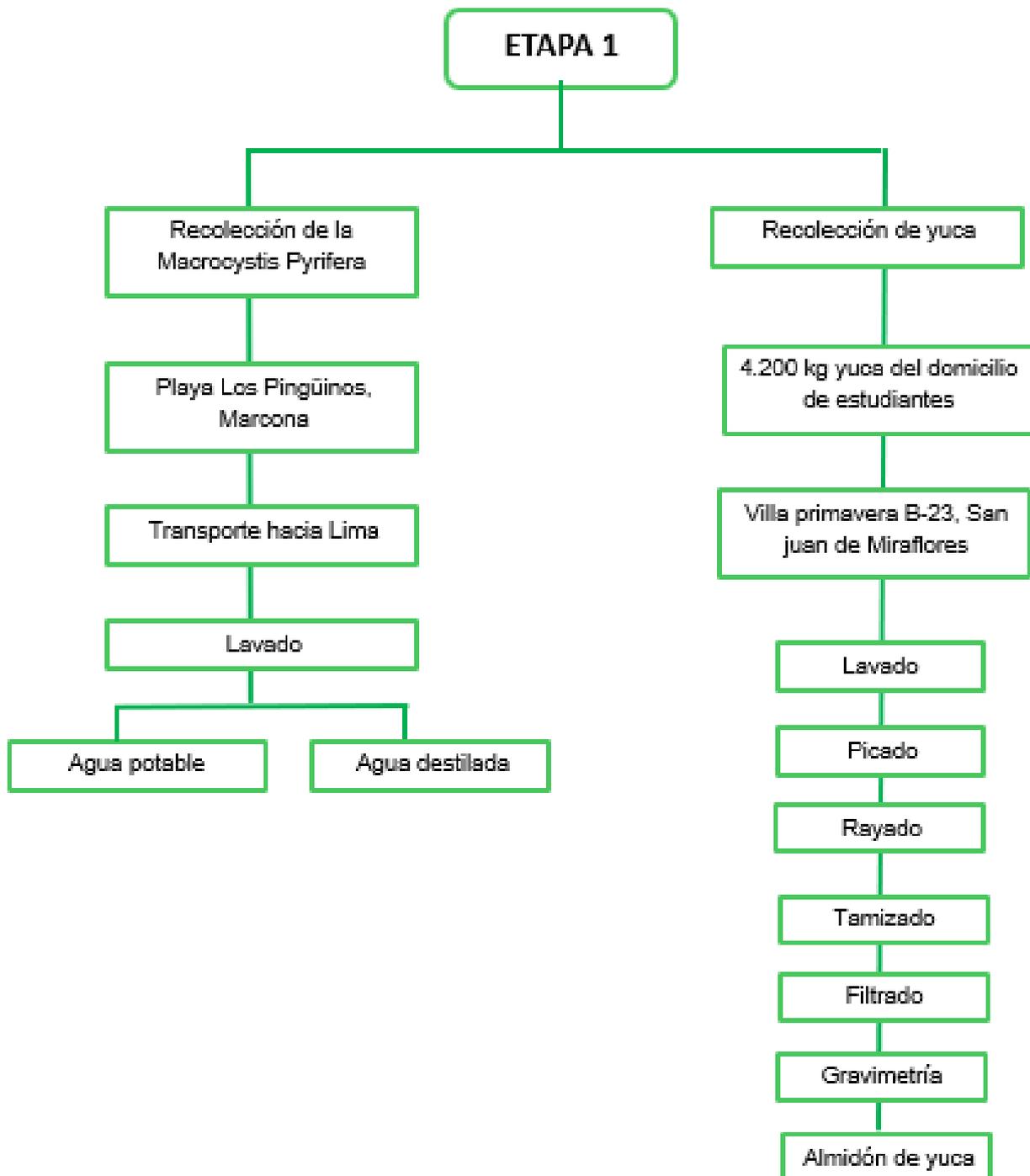
Los instrumentos que se utilizaron validados por tres profesionales relacionados al tema. por este motivo se pidió que evaluaran los ítems de los instrumentos de investigación por separados.

## B. Confiabilidad del instrumento

Los instrumentos son de confiabilidad debido a que son firmados por los profesionales relacionados con el tema.

### 3.5. Procedimiento

#### ETAPA 1: RECOLECCION DE *Macrocystis pyrifera* y *Manihot esculenta*



### 1.1. Ubicación de la recolección de la *Macrocystis pyrifera*

La ubicación de estudio para recolectar el alga *Macrocystis pyrifera* fue la playa los Pingüinos ubicada en Marcona (Figura 1) y se trasladó a Lima en un cooler para que no pierda las propiedades fisicoquímicas (Figura 2).

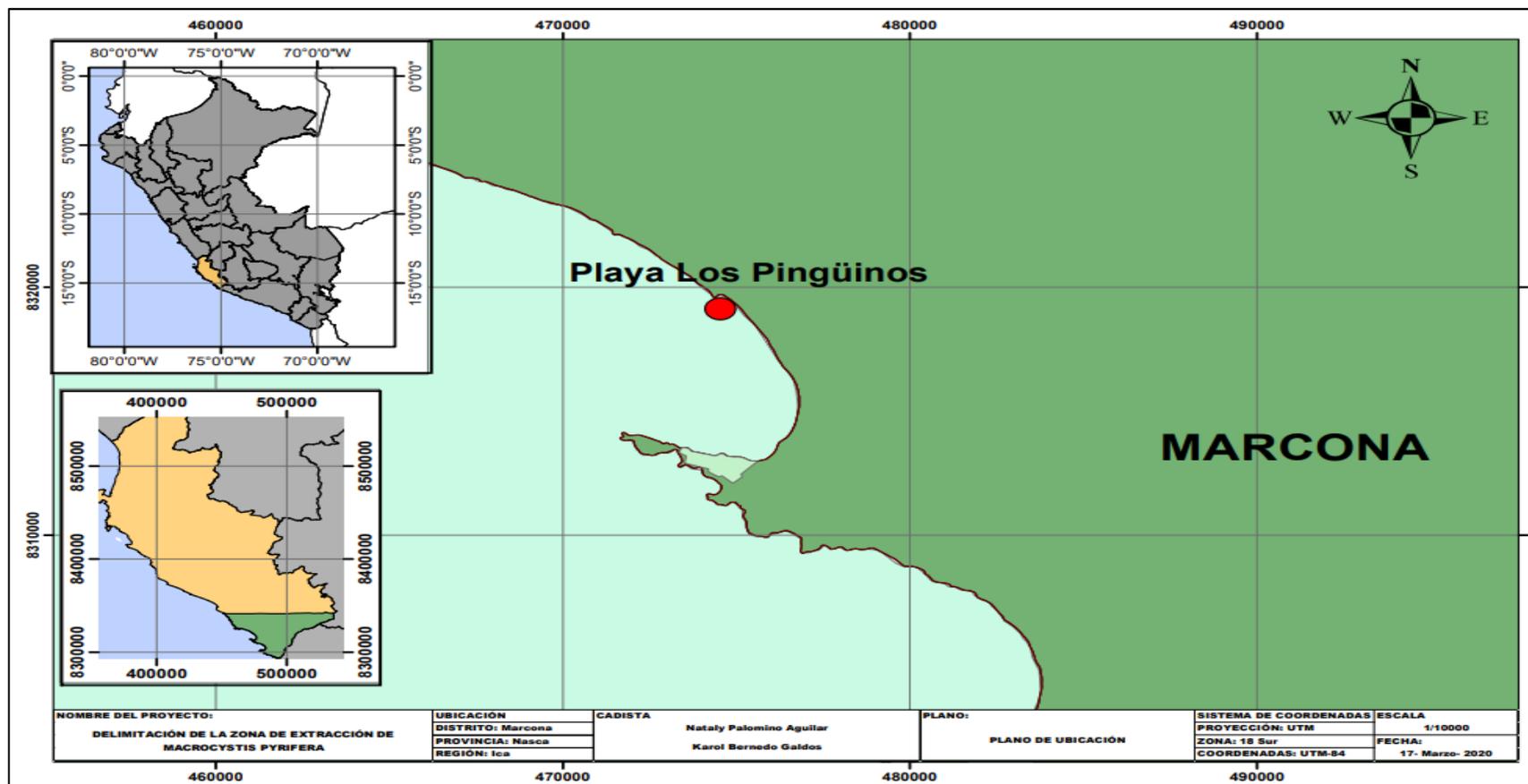


Figura 1. Mapa de playa los Pingüinos, Marcona



*Figura 2. Recolección de la *Macrocystis pyrifera**

## 1.2. Recolección de yuca

Se recolectó yuca de las viviendas de las autoras, donde la muestra fue de 4.200 kg.

### **Acondicionamiento de yuca**

En primer lugar, se quitó la cascara la yuca con un la ayuda de un cuchillo (Figura 3) y se cortó en trozos pequeños para lavarla. Luego se realizó el lavado con agua potable, para después lavarla con 500 ml de agua destilada para eliminar todo el cloro del agua con que se lavó al principio y así no ser perjudicial para la elaboración del bioplástico. (Figura 4)



*Figura 3. Pelado de yuca*



*Figura 4. Lavado de yuca*

Se pesó la yuca molida en una balanza analítica, obteniéndose 2,317 kg; después de esto se homogenizó la yuca con agua destilada en concentración de 1:1, es decir se agregó la yuca en un balde con 2,317 ml de agua destilada y se le llevó a un agitador a 500 revoluciones por 15 minutos.

Luego de 15 minutos, se tamizó la yuca bajo el método ASTM-D422 con una Tamizador de malla N°50 (0.3mm), y luego de 12 horas por el método de gravimetría se filtró la yuca tamizada para obtener el almidón. (Figura 5)



Figura 5. Tamizado de la yuca Malla N°50

## ETAPA 2: MATERIALES Y EQUIPOS

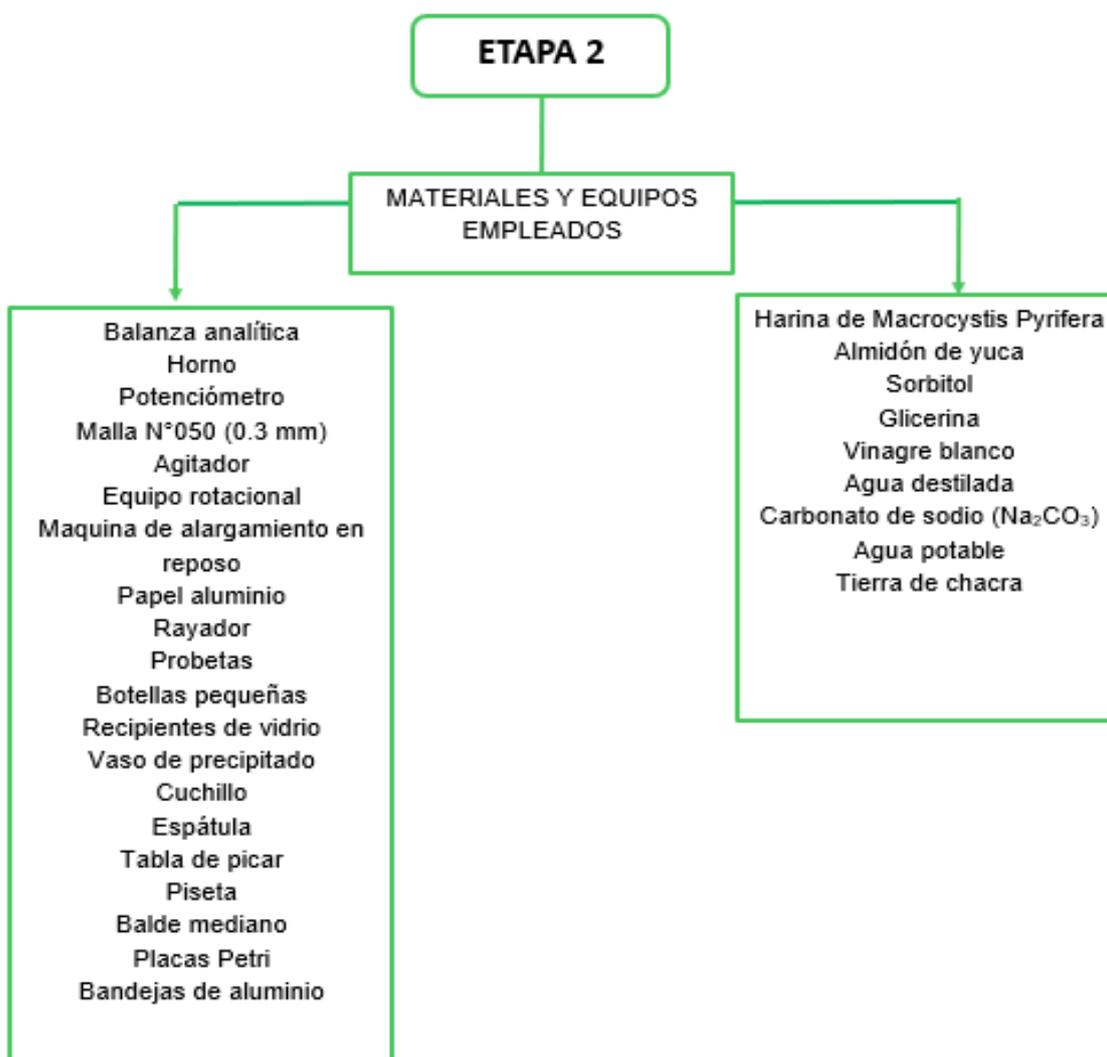
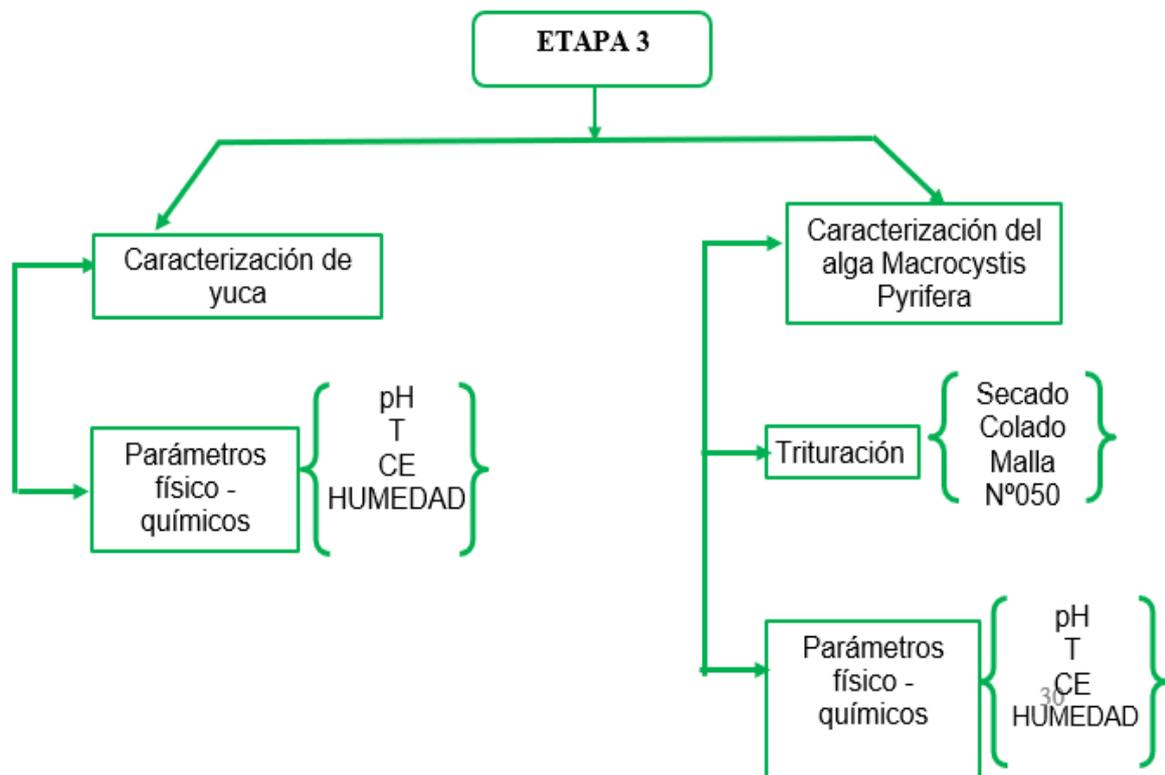


Figura 6. Materiales del laboratorio

En la Etapa 2 se detalla los materiales y equipos usados en el laboratorio.

### ETAPA 3: CARACTERIZACIÓN DE YUCA Y DE LA *Macrocystis pyrifera*



#### ***Macrocystis pyrifera***

##### Trituración

En primer lugar, se lavaron los 30 kg de alga con 30 litros de agua potable, esto se hace para eliminar el exceso de sal; y después se volvió a lavar con 30 litros de agua destilada para eliminar el cloro que quedo del lavado de agua potable; Para el secado se realizó el método invernadero por 15 días (Figura 7), este consiste en colocar las algas sobre una base y cubirlas superficialmente con una malla delgada, así evitamos que entre el polvo o afecte algún parámetro del alga.

Luego se molieron las algas con un molidor eléctrico para obtener la *Macrocystis pyrifera* en polvo, después de esto se tamizo con una malla N°50(0.3 mm) para obtener una granulometría, al final se obtuvieron 500 g de algas en polvo.



Figura 7. Secado por el método invernadero

### Parámetros fisicoquímicos

Empezamos agregando 50 g de alga seca con 50 ml de agua destilada en una botella y se puso en el equipo rotacional por 30 minutos para que se forme una solución. Se sacó el potenciómetro para calibrarlo, después se utilizó la muestra que obtuvimos, colocamos los sensores y empezamos a medir el pH, la temperatura y la conductividad eléctrica. Se recolectaron los datos en la tabla 4.

Para hallar el porcentaje de humedad, se pesaron 13 g del alga *Macrocystis Pyrifera* y se puso en el horno a 105° C, se usó el método ASTM D 2216.

Fórmula:

$$\% H = \frac{W_{MH} - W_{MS}}{W_{MH}} \times 100$$

H: humedad

$W_{MH}$ : peso de *Macrocystis pyrifera* húmeda

$W_{MS}$ : peso de *Macrocystis pyrifera* seca

## LA YUCA

### Parámetros fisicoquímicos

Empezamos agregando 50 g de yuca rayada con 50 ml de agua destilada en una botella y se puso en el equipo rotacional por 30 minutos para que se forme una solución. Luego de que pasaron los 30 minutos se realizó el método de gravimetría por 12 horas y con la muestra obtenida se hallaron los parámetros fisicoquímicos. (Figura 8)

Se sacó el potenciómetro para calibrarlo, después se utilizó la muestra que obtuvimos, colocamos los sensores y empezamos a medir el ph, la temperatura y la conductividad eléctrica.



Figura 8. Equipo rotacional con muestra de yuca y *Macrocystis Pyrifera*

Para hallar el porcentaje de la humedad de yuca, se pesaron 71 g de yuca picada y se puso en el horno a 105° C, se usó el método ASTM D 2216.

Fórmula:

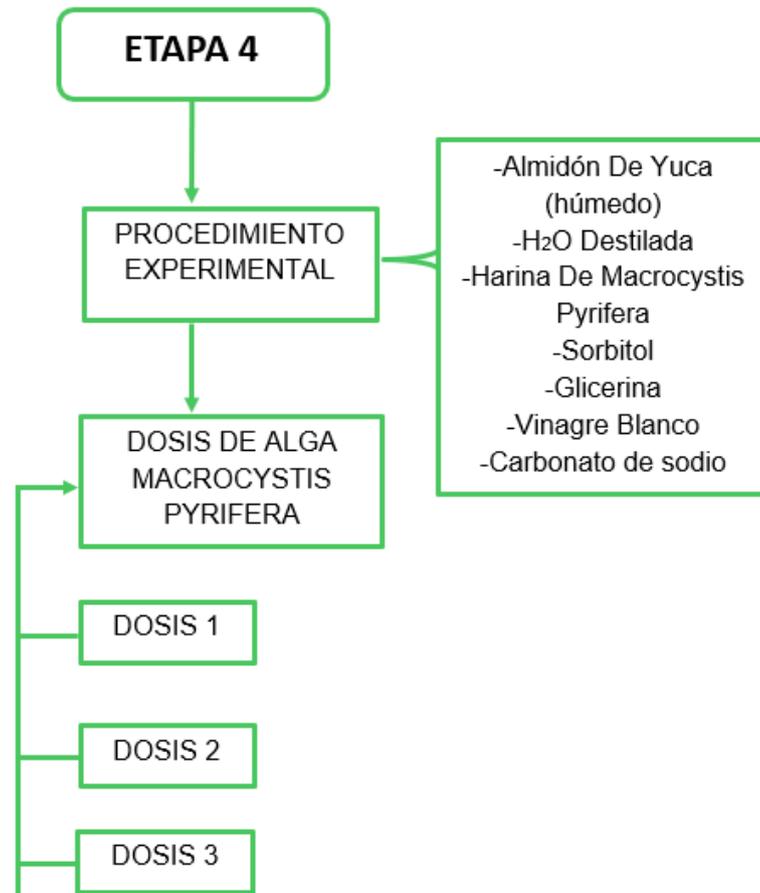
$$\% H = \frac{W_{YH} - W_{YS}}{W_{YH}} \times 100$$

H: humedad

$W_{YH}$ : peso de yuca húmeda

$W_{YS}$ : peso de yuca seca

## ETAPA 4: ELABORACIÓN DEL BIOPLÁSTICO



Para la elaboración del bioplástico se hicieron tres dosis, donde solo varió la harina de *Macrocystis pyrifera* y le agregamos los demás compuestos para llevarlo a una hornilla por 150°C por 15 minutos, se echó Carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) para equilibrar el pH, seguido de esto agregamos almidón de yuca compuesto debido a que estando seca se perdía la pectina, finalmente se vació sorbitol líquido en la mezcla.

**Dosis 1(D1):** En un recipiente se agregó 200 ml de agua destilada, 40 ml de vinagre blanco, 40 ml de glicerina, 20 ml de sorbitol, 20 g de harina de *Macrocystis pyrifera* y 20 g de almidón de yuca (Figura 9); finalmente agregamos 10 g de Carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) para equilibrar el pH, que fue de 7.5 (Figura 10). Movemos esta mezcla a 150°C hasta que tome una apariencia viscosa por 15 minutos. Vaciamos todo esto a un

recipiente de aluminio y lo dejamos secar por 4 días.

**Dosis 2(D2):** En un recipiente se agregó 200 ml de agua destilada, 40 ml de vinagre blanco, 40 ml de glicerina, 20 ml de sorbitol, 30 g de harina de *Macrocystis pyrifera* y 20 g de almidón de yuca, finalmente agregamos 10 g de Carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) para equilibrar el pH, que fue de 7.5. Movemos esta mezcla a  $150^\circ\text{C}$  (Figura 11) hasta que tome una apariencia viscosa por 15 minutos. Vaciamos todo esto a un recipiente de aluminio y lo dejamos secar por 4 días.

**Dosis 3 (D3):** En un recipiente se agregó 200 ml de agua destilada, 40 ml de vinagre blanco, 40 ml de glicerina, 20 ml de sorbitol, 40 g de harina de *Macrocystis pyrifera* y 20 g de almidón de yuca, finalmente agregamos 10 g de Carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) para equilibrar el pH, que fue de 7.5. Movemos esta mezcla a  $150^\circ\text{C}$  hasta que tome una apariencia viscosa por 15 minutos. Vaciamos todo esto a un recipiente de aluminio y lo dejamos secar por 4 días. (Figura 12)



Figura 9. Vertimiento del almidón de yuca

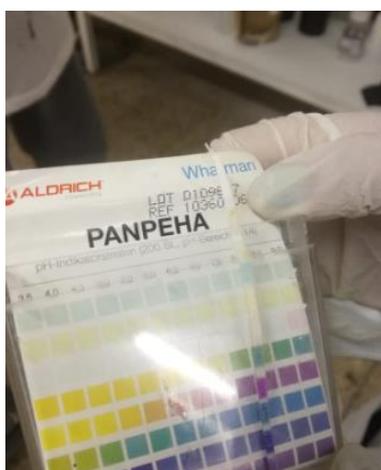


Figura 10. Medición del pH de la mezcla



Figura 11. Mezcla de ingredientes para el bioplástico



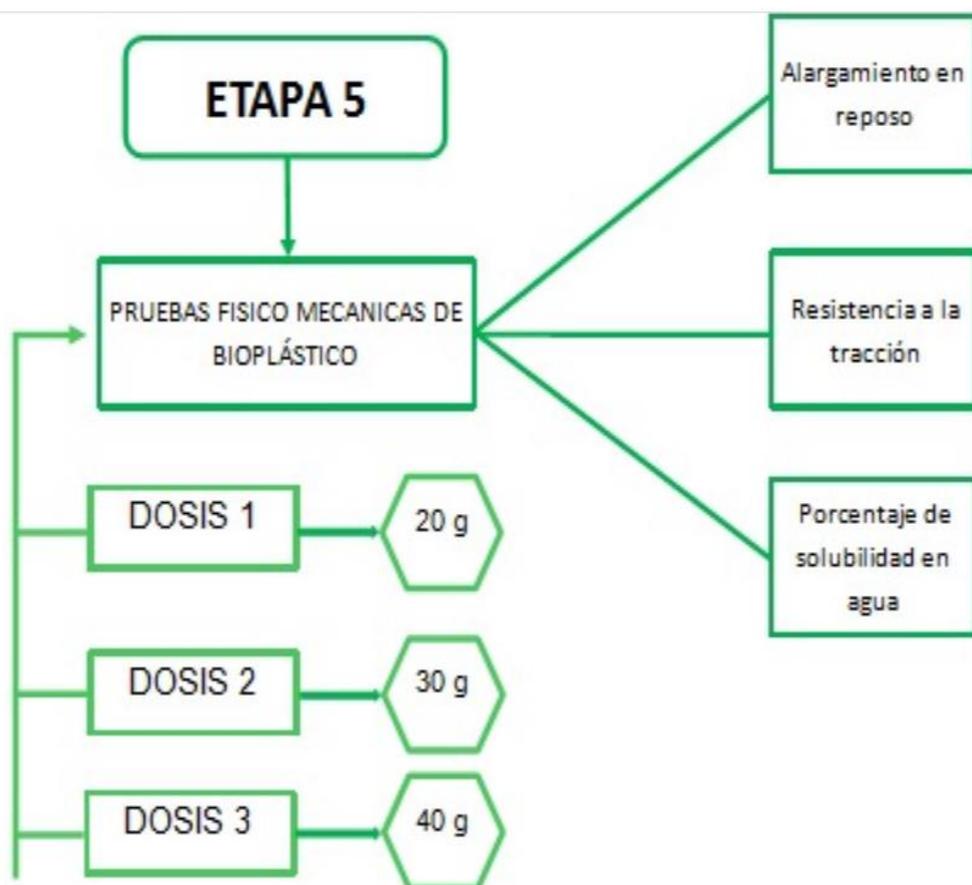
*Figura 12. Dosis de los bioplásticos*

Antes de pasar a la siguiente etapa, se halló la viscosidad del bioplástico con la dosis dos (30g) bajo el método de la ley de Newton; para ello usamos una fuente de aluminio inclinada a 45°C con la base, donde vaciamos la mezcla (caliente), que se extendió 22 cm de largo a un tiempo de 90 segundos. Una vez hecho esto determinamos el área total donde se esparce la mezcla y conjuntamente el espesor en centímetros. Esto con el fin de saber que tan viscosa es la muestra.



*Figura 13. Mezcla extendida a 22 cm*

## ETAPA 5: PRUEBAS FISICOMECAÑICAS



Luego de elaborar el bioplástico de *Macrocystis pyrifera*, se cortó en tiras de 2.50 cm de ancho para las tres dosis (20 g, 30 g y 40 g) y se halló el espesor con el pie de rey (Figura 13).

Después de realizar las mediciones, se corta tiras de bioplástico de la Dosis 1 (20 g) a un tamaño de 14 cm de largo x 2.5 cm de ancho; de la Dosis 2 (30 g) a un tamaño de 16 cm de largo x 2.5 cm de largo y la Dosis 3 (40 g) a un tamaño de 14 cm de largo x 2.5 cm de ancho. Con estas medidas hallamos el peso promedio de cada tira cortada.

Luego se procedió a hallar las pruebas fisicomecánicas: fuerza máxima de tracción y el alargamiento en reposo para las tres dosis del bioplástico elaborado, para esto se utilizó el medidor de tracción, el análisis se replicó de la misma manera para las tres dosis.



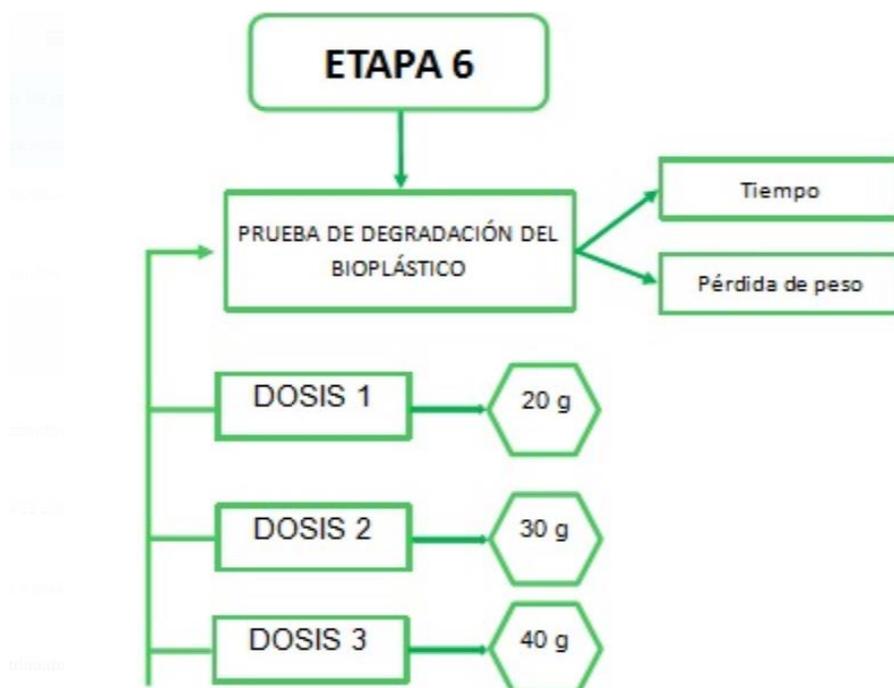
Figura 14. Medición del espesor



Figura 15. Prueba de alargamiento

Para hallar el porcentaje de solubilidad en agua se introdujeron las tres dosis en diferentes repositorios con 2 litros de agua potable rotuladas. En cinco días las muestras se solubilizaron por completo.

### ETAPA 6: PRUEBA DE DEGRADACION DEL BIOPLÁSTICO



Para hallar la biodegradación en suelo, se colocó una muestra de cada dosis (20 g, 30 g y 40 g) en tres recipientes con 2.5 Kg de tierra de chacra en cada uno. Las muestras se biodegradaron a los veinte días.



*Figura 16.* Degradación del bioplástico en tierra de chacra

### 3.6. Método de análisis de datos

Se utilizaron los siguientes programas:

- SPSS VERSIÓN 24: Nos permite realizar el procesamiento de los datos obtenidos.
- MICROSOFT EXCEL: Se logrará desarrollar cronogramas, cuadros comparativos y gráficos del presente proyecto de investigación.

### 3.7. Aspectos éticos

La presente investigación contiene referencias bibliográficas y fuentes debidamente citadas, se respetaron los resultados obtenidos de cada uno de los trabajos aquí existentes debido a que se hizo uso de dicha información y sirvieron de guía constante para el desarrollo de todo este proyecto, por tanto, podemos afirmar que la información utilizada posee credibilidad; la autenticidad de los proyectos que se utilizaron de referencia se refleja en los resultados únicos. Como otro punto importante se respetaron los siguientes aspectos: El Reglamento N°0089-2019 de la Universidad César Vallejo, que nos indica las pautas para la elaboración del trabajo de investigación; Resolución de Consejo Universitario N° 0200-2018 de la Universidad César Vallejo, guiándonos de las líneas de investigación de la facultad; Resolución

de Consejo Universitario N° 0126-2017 de la Universidad Cesar Vallejo, el cual es el Código de Ética en Investigación de la UCV y por último el Turnitin, que nos señala que no se debe exceder el 24% del software.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Resultados de la extracción de la *Macrocystis Pyrifera* en polvo

Para la obtención de la harina de *Macrocystis pyrifera* se usó 30 kg de muestra inicial, se secaron por 15 días y se obtuvieron 6 kg de peso seco de alga; la cantidad en polvo de harina de alga fue de 500 g, tal como se observa en la tabla 3.

**Tabla 2.** Resultados de la obtención del alga *Macrocystis Pyrifera* (método invernadero)

Código	Peso del alga Inicial	Tiempo de secado al ambiente	Alga seca	Cantidad de alga en polvo
AM – SA	30000 g	15 días	6000 g	500 g

Fuente: elaboración propia

AM-SA: Alga *Macrocystis* secado al ambiente

### 4.2. Rendimiento de la *Macrocystis pyrifera*

En la siguiente ecuación podemos resaltar el rendimiento del alga, el cual se realizó usando los datos del peso de alga de seca molida sobre el peso de alga seca, se obtuvo 8.3% de rendimiento del alga

$$\% \text{ Rendimiento de la MP} = \frac{\text{peso del alga seca molida}}{\text{peso del alga seca}} * 100$$

$$\% \text{ rendimiento de la MP} = \frac{500g}{6000g} * 100 = 8.3 \%$$

### 4.3. Viscosidad de la *Macrocystis pyrifera*

$$\text{Viscosidad} = \frac{\text{masa} \times \sin(45^\circ) \times \text{espesor}}{\text{área} \times \text{velocidad}} = \frac{405 \text{ g} \times 0.71 \times 0.565 \text{ cm}^2}{176 \text{ cm}^2 \times 0.24 \text{ cm/s}}$$

$$\text{Viscosidad} = 3.84 \text{ g/ cm.s}$$

Como se observa en la formula, la viscosidad de la *Macrocystis pyrifera* fue de 3.84 g/ cm.s en un tiempo de 90 segundos, donde el área fue de 176 cm<sup>2</sup> y el espesor promedio 0.565 cm<sup>2</sup>, esto indica que a medida que la mezcla pierde temperatura, la viscosidad aumenta y la fuerza que se opone la detiene; Hernandez-Carmona (2012) sostiene que la viscosidad de este fluido es media debido a que encaja en el rango de 3.40 g/cm.s a 4.60 g/cm.s. Los resultados son óptimos en cuanto a viscosidad, dado que, si hubiera sido menos viscosa la muestra, se hubiera tenido un mayor desplazamiento y el espesor no hubiera sido el indicado para la elaboración del bioplástico.

#### 4.4. Parámetros físicos químicos de *Macrocystis pyrifera*

Para determinar los parámetros fisicoquímicos del alga, usamos el método del potenciómetro, para los químicos los resultados se muestran la tabla 3, el pH fue ligeramente neutro, lo cual es apto para elaborar el bioplástico y la conductividad fue 778 us/cm; para los parámetros físicos los resultados se muestran en la tabla 4, se encontró que la humedad inicial fue significativa (80.53%) frente a la humedad final (7.69%).

**Tabla 3.** *Parámetros químicos de la Macrocystis pyrifera (Método potenciómetro)*

Código	Potencial de hidrogeno (pH)	Conductividad eléctrica (us/cm)
MP	6.95	778

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4.** *Parámetros físicos de la Macrocystis pyrifera (Método potenciómetro)*

Código	Humedad inicial (%)	Humedad final (%)	Temperatura
MP	80.53	7.69	22°C

Fuente: Elaboración propia

MP: *Macrocystis Pырifera*

#### 4.5 Resultados de la carga del almidón de yuca

**Tabla 5.** Carga de almidón de yuca

Código	Peso Inicial	Tiempo de gravimetría	Peso de yuca húmeda rayada	Peso de almidón de yuca húmeda	Yuca húmeda que se usó
AY	4.200kg	12 Hrs	2.317 kg	1.735 kg	60 g

AY: Almidón de yuca

Fuente: elaboración propia

La carga de almidón que se obtuvo de la yuca fue 1.735 kg, demostrando que es viable para la elaboración del bioplástico, debido a que no es costoso y tiene un proceso rápido y fácil. El almidón de yuca (húmedo) que se usó para las dosis fue en total 60 g, repartido en tres (20 g cada uno).

#### 4.6. Propiedades físico-mecánicas del bioplástico

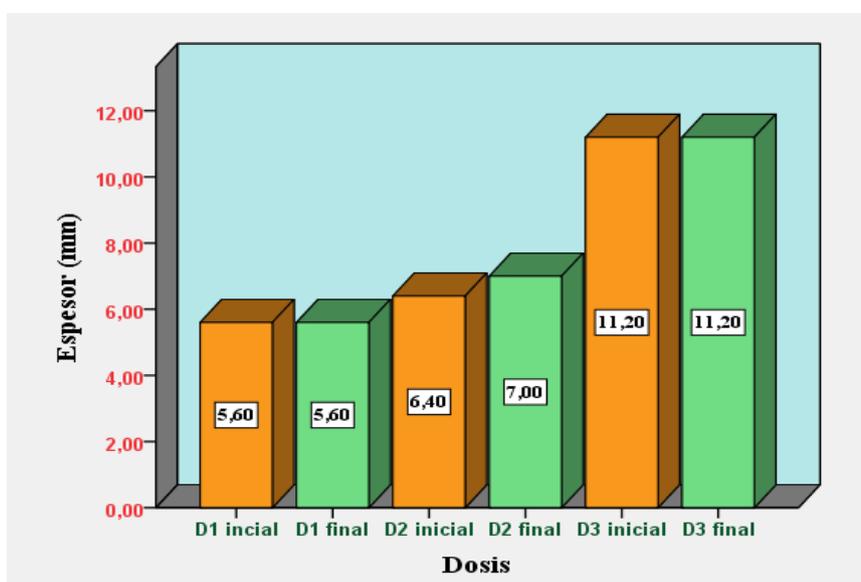


Gráfico 1: Gráfico Dosis/ Espesor

En el gráfico 1 podemos observar los datos de Dosis/ Espesor, el cual nos indica la cantidad del alga y su espesor respectivamente, con 20 g tiene un espesor de 5.6 mm, con 30 g tiene un espesor de 7 mm y con 40 g tiene un espesor de 11.2 mm; lo cual nos indica que a mayor cantidad de harina de *Macrocystis pyrifera* mayor será el espesor.

En el gráfico 2 se puede apreciar el alargamiento/fuerza de dosis 1 (20 g) el cual señala que a una fuerza máxima de 4.315 N la biopelícula llega a su punto de quiebre, se logró un alargamiento de 0.5 milímetros; estos resultados nos indican que la biopelícula no presenta un alargamiento óptimo.

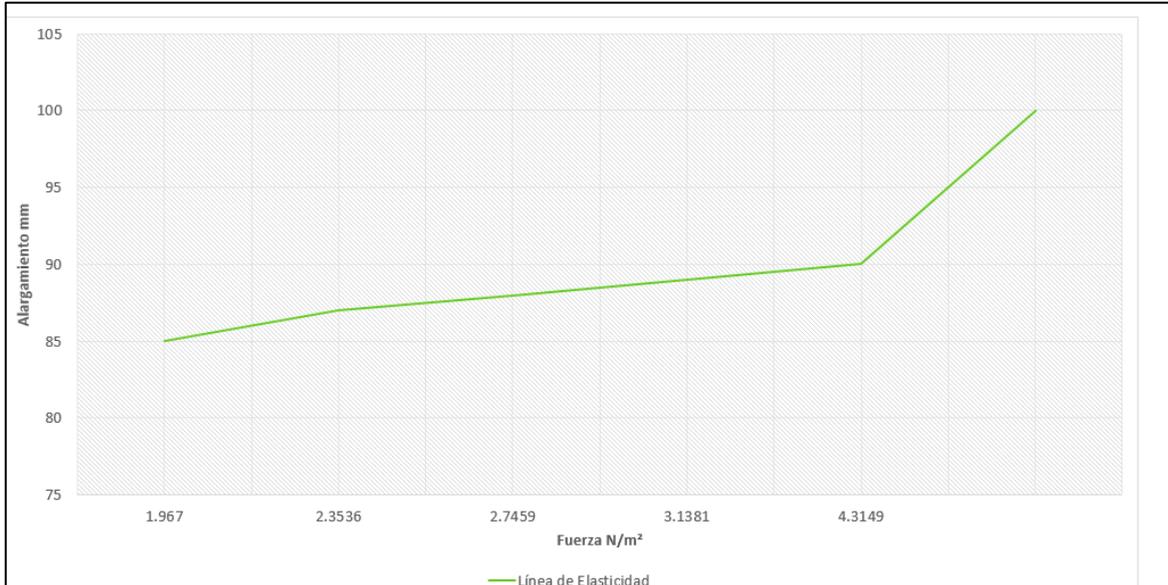


Gráfico 2: Grafico de alargamiento/Fuerza de la Dosis 1 (20 g)

Para hallar la resistencia a la tracción usaremos la siguiente fórmula:

$$RT \text{ Dosis } 1 = \frac{\text{Fuerza máxima}}{\text{Área inicial}} = \frac{4.3149 \text{ N}}{212.5 \text{ mm}} = 0.020 \text{ N/mm}^2$$

RT= Resistencia a la tracción

Interpretación: Convertimos las unidades de N/mm<sup>2</sup> a Mega pascales; donde 1 Mpa equivale a 1 N/mm<sup>2</sup>; por lo tanto 0.020 N/mm<sup>2</sup> es igual a 0.020 Mpa. Esa será la tracción en la dosis 1; esto nos indica que dicha dosis no es óptima en cuanto a la propiedad, porque es baja y no sería aplicable a ningún uso. En cuanto al alargamiento usamos la fórmula siguiente, donde necesitamos la longitud final e inicial de las probetas divididas entre 20, el resultado fue de 2.5%; lo cual es bajo en cuanto a esta propiedad y tampoco nos daría algún uso futuro.

$$\%AI. \text{ Dosis } 1 = \left( \frac{L_f - L_o}{20} \right) * 100 = \left( \frac{9 - 8.5}{20} \right) * 100 = 2.5\%$$

%AI= Porcentaje de alargamiento

En el gráfico 3 se observa de igual manera los datos de alargamiento/ fuerza

para la dosis 2 en donde se aplicó una fuerza máxima de 7.4531 N para llegar a su punto de quiebre; se llegó un alargación de 35 mm; esto indica que esta dosis es óptima en cuanto a fuerza (N/mm<sup>2</sup>).

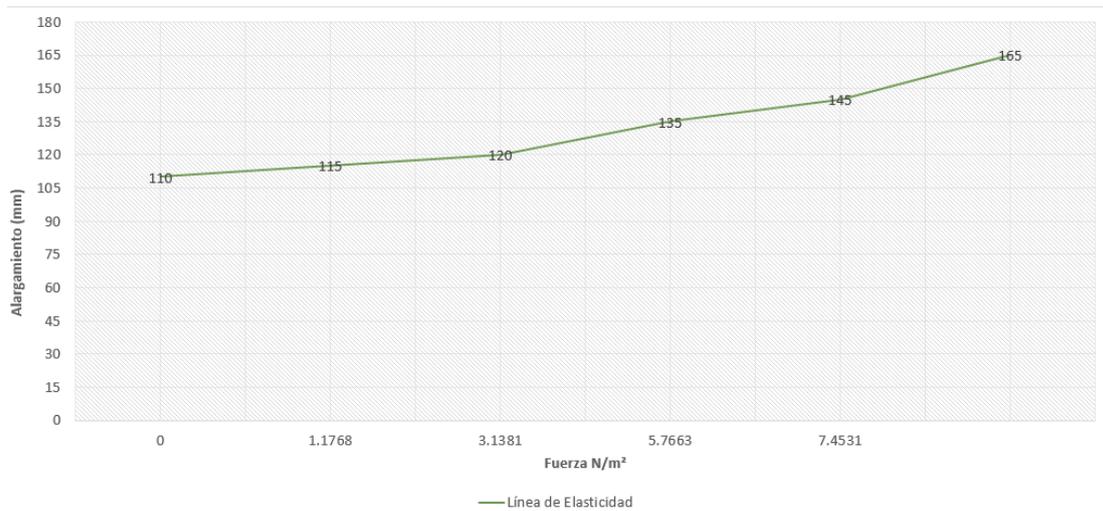


Gráfico 3: Gráfico de alargamiento/Fuerza de la Dosis 2 (30 g)

Para hallar la resistencia a la tracción usaremos la siguiente fórmula:

$$RT \text{ Dosis } 2 = \frac{\text{Fuerza máxima}}{\text{Área inicial}} = \frac{7.4531 \text{ N}}{275 \text{ mm}} = 0.027 \text{ N/mm}^2$$

RT= Resistencia a la tracción

Interpretación: Convertimos las unidades de N/mm<sup>2</sup> a Mega pascales; donde 1 Mpa equivale a 1 N/mm<sup>2</sup>; por lo tanto 0.027 N/mm<sup>2</sup> es igual a 0.027 Mpa. Esa será la tracción en la dosis 2; esto nos indica que dicha dosis es óptima en cuanto a la propiedad y se podría aplicar a algún uso. En cuanto al alargamiento usamos la fórmula siguiente, donde necesitamos la longitud final e inicial de las probetas divididas entre 20, el resultado fue de 17.5%; lo cual es intermedia, debido a la cantidad del alga que se empleó.

$$\%Al. \text{ Dosis } 2 = \left( \frac{L_f - L_o}{20} \right) * 100 = \left( \frac{14.5 - 11}{20} \right) * 100 = 17.5\%$$

%Al= Porcentaje de alargamiento

En el gráfico 4 se observa de igual manera los datos de alargamiento/ fuerza para la dosis 3 en donde se aplicó una fuerza máxima de 6.472 N para llegar a su punto de quiebre; se llegó un alargamiento de 40 mm; esto indica que esta dosis es óptima en cuanto al alargamiento.

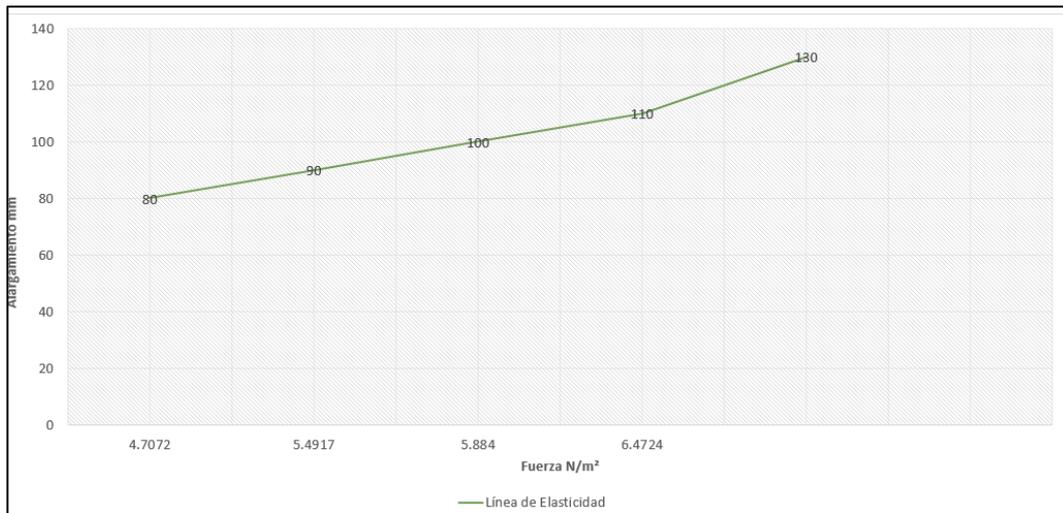


Gráfico 4. Gráfico de alargamiento/ Fuerza de la Dosis 3 (40 g)

$$RT \text{ Dosis 3} = \frac{\text{Fuerza máxima}}{\text{Área inicial}} = \frac{6.4724 \text{ N}}{200 \text{ mm}} = 0.032 \text{ N/mm}^2$$

RT= Resistencia a la tracción

Interpretación: Convertimos las unidades de N/mm<sup>2</sup> a Mega pascales; donde 1 Mpa equivale a 1 N/mm<sup>2</sup>; por lo tanto 0.032 N/mm<sup>2</sup> es igual a 0.032 Mpa. Esa será la tracción en la dosis 3; esto nos indica que dicha dosis es la óptima en cuanto a la propiedad, porque es baja y no sería aplicable a ningún uso. En cuanto al alargamiento usamos la fórmula siguiente, donde necesitamos la longitud final e inicial de las probetas divididas entre 20, el resultado fue de 20%; lo cual es la más alta en cuanto a esta propiedad.

$$\%Al. \text{ Dosis 3} = \left( \frac{L_f - L_0}{20} \right) * 100 = \left( \frac{12 - 8}{20} \right) * 100 = 20\%$$

%Al= Porcentaje de alargamiento

#### 4.7. Resultados de biodegradación del bioplástico

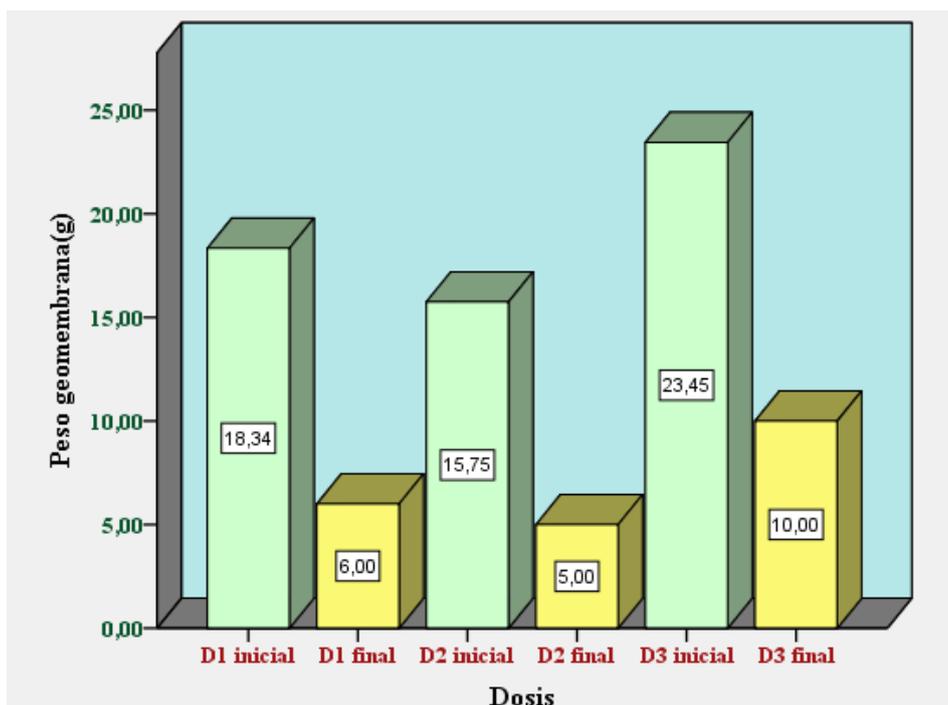


Gráfico 5: Biodegradación del bioplástico en gramos

En el gráfico 5 se muestra el peso inicial y final para las tres dosis, demostrando que las biopelículas si presentan la propiedad de biodegradación en el suelo, en donde la dosis 1, dosis 2 y dosis 3 perdieron 68%, 69% y 58% de su peso inicial respectivamente en un periodo de veinte días. Así mismo realizando las pruebas T-student en el programa SPSS 24, encontramos que la significancia bilateral es 0,004; lo cual rechaza la hipótesis nula y aprueba la hipótesis alternativa en cuanto a la biodegradación.

**Tabla 6.** Porcentaje de pérdida de peso

	Peso inicial	Peso final	Porcentaje perdido
DOSIS 1(20 g)	18.34 g	6 g	68%
DOSIS 2 (30 g)	15.74 g	5 g	69%
DOSIS 3 (40 g)	23.45 g	10 g	58%

Fuente: Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos poseen semejanza con la tesis elaborada por NARANJO, (2019) que empleó *Macrocystis pyrifera* para elaborar un gelatificante teniendo éxito, y de igual manera con el trabajo de LIM, (2018) quien busco realizar biopelículas de *Sargassum J. Agardh*, y ambas coinciden con el proyecto de investigación en cuanto a su metodología de obtención de harina de la macro alga parda pues en los dos casos anteriores se consideraron las mismas etapas para sus procedimientos.

En cuanto al almidón de yuca empleado en la elaboración de bioplástico los en el trabajo de Charihuaman (2015) se empleo 25 g de almidón mientras que en el trabajo de Tamara (2020) se usó 20 g de este; teniendo semejanza con la cantidad usada con el presente trabajo de investigación, en el cual se empleo 20 g.

Los resultados de la biodegradabilidad en el desarrollo del proyecto mostraron aportes en el suelo en el que se descompusieron, pues durante su proceso de desintegración que duro veinte días iba acondicionando el suelo y brindándole propiedades de fertilización y este mismo principio se encontró en el trabajo de Kraisig et al., (2018) que elaboro hidrogeles con poliéster biodegradable que al descomponerse complementaban el suelo con CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>, así mismo en el artículo de Scremin et al., (2017) que buscó realizar un hidrogel que al descomponerse incrementa la eficiencia del nitrógeno en el suelo donde se cultivaba trigo, ambos concluyeron con éxito.

En el proceso de elaboración se tomó en cuenta las teorías previas en las que se empleaba almidón dentro de la mezcla, el trabajo de Meza et al., (2016) elaboró bioplástico a partir de la extracción de almidón de papa Yungay mientras que en la investigación de Pizá et.al, (2017) se elaboraron biopelículas de almidón extraído de plátano verde, en los tres casos el almidón de diferentes fuentes biológicas fueron eficientes y contribuyeron en el producto final, por tanto, se resalta que la obtención y el uso de féculas biológicas aportan dentro de la elaboración de los bioplásticos.

El contraste de los resultados de las pruebas físico mecánicas del presente trabajo mostraron diferencias significativas en cuanto a la resistencia de tracción principalmente, pues en el trabajo de Lim et al., (2018), emplearon una macro alga muy similar a la de este proyecto con el que se obtuvo una biopelícula con 33.3 Mpa de resistencia, y por consiguiente en el artículo Machmud et al., (2013) en el que se utilizaron algas rojas para elaborar bioplástico tuvieron como resultado 15.6 Mpa de resistencia, sin embargo estos resultados son muy alejados en comparación al que este proyecto obtuvo, pues la resistencia no fue mayor a 0.032 Mpa, haciendo notable la diferencia por mucho; esto debido a que ellos usaron el alginato de sodio y en el presente proyecto se usó la alga molida sin ninguna modificación.

## VI. CONCLUSIONES

El aprovechamiento mediante la elaboración de bioplástico es una opción eficiente y rentable, que reduce los residuos naturales que genera la *Macrocystis pyrifera* en el litoral peruano, haciendo posible lograr el objetivo general del trabajo, además de que dicha elaboración no genera impactos negativos puesto que todos los implementos son de base biológica.

Concluyendo con el primer objetivo específico la cantidad optima de almidón de yuca para emplear fueron 20 g, debido a que el uso del almidón de yuca dentro de la mezcla fue principalmente para que los polímeros propios de la pectina que posee la fécula de este tubérculo proporcionen propiedades de consistencia a la biopelícula.

Los parámetros físico mecánicas del bioplástico obtenido se determinaron luego de que la mezcla secó durante 3 días con la finalidad de determinar el segundo objetivo específico, de esta manera concluimos afirmando que, el espesor tuvo un mayor volumen en la tercera dosis obteniendo 11.2 mm, en cuanto a la determinación del alargamiento y la fuerza de tracción, obtuvimos que la dosis 3 fue la óptima en ambas propiedades con 20% y 0.032 N respectivamente.

El material es un compuesto con múltiples fuentes biológicas, su biodegradación no tuvo inconveniente alguno, logrando alcanzar las expectativas del tercer objetivo específico, pues las tres muestras lograron biodegradarse al 68%, 69% y 58% en tan solo 20 días, y al mismo tiempo en el que se descomponía generaba impactos visualmente positivos en el suelo.

Las muestras fueron puestas a prueba una vez más dentro de recipientes con agua potable para medir su solubilidad, mostrando que esta capacidad también es una característica del producto, debido a que se logró disolver por completo en tan solo 5 días.

Se aprueba la hipótesis alternativa con respecto a los objetivos, y se rechaza la hipótesis nula de acuerdo a los cuadros estadísticos realizados en el programa SPSS24.

## VII. RECOMENDACIONES

Emplear el almidón de yuca futuros estudios, con una técnica en involucre el lavado y colado como mínimo 5 veces antes de desechar la pulpa, así se aprovechará todo el almidón posible; por otro lado, el almidón debe ser húmedo, puesto que si se seca pierde peso y propiedades.

Tener una mezcla bioplástica con un pH neutro o ligeramente alcalino, para esto es bueno emplear carbonato de sodio y evitar que la muestra sea acida, de esta manera en el momento en que el bioplástico se degrade no afectara al suelo.

En una futura experimentación tomar en cuenta los resultados de los parámetros presentes en este proyecto para que puedan determinar sus propias dosis de acuerdo con los resultados que quieran obtener.

Emplear el uso del bioplástico obtenido para poder reemplazar las geos membranas o como fuente de nutrientes en los diversos campos de cultivo, principalmente, debido a su rápida descomposición en el suelo y su solubilidad en superficies húmedas.

Se recomienda emplear el reaprovechamiento de residuos orgánicos y buscar nuevas finalidades para contribuir de esta manera con las diferentes problemáticas del planeta.

## REFERENCIAS

A liquid bioplastic formulation for film coating of agronomic seeds por Accinelli Cesare [et al]. Crop Protection [en línea]. Julio 2016, n°89. [Fecha de consulta: 10 de marzo del 2020]. DOI 10.1016/j.cropro.2016.07.010 .Dispñible en [.https://www.researchgate.net/publication/305844779\\_A\\_liquid\\_bioplastic\\_for\\_mulation\\_for\\_film\\_coating\\_of\\_agronomic\\_seeds](https://www.researchgate.net/publication/305844779_A_liquid_bioplastic_for_mulation_for_film_coating_of_agronomic_seeds).

ISSN: 02612194.

ACLETO, C. Y ZUÑIGA, R. Introducción a las algas. *Revista de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, (1):34-38,1998

ALARCÓN, Hugo Arturo y ARROYO, Edmundo. Evaluación de las propiedades químicas y mecánicas de biopolímeros a partir del almidón modificado de la papa. *Revista de la Sociedad Química del Perú* [en línea]. Mayo-agosto 2016, n.o3. [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2019]. DOI: 10.37761/rsqp.v82i3.92.

Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v82n3/a07v82n3.pdf>

ISSN: 1810-634X

AVENDAÑO, G., LOPEZ, A. y PALOU, E. Propiedades del Alginato y Aplicación en Alimentos. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos* [en línea]. Enero 2013, n.o7.[Fecha de consulta: 10 de septiembre del 2019]. Disponible en: [http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/acym/ALGINATOS\\_1.pdf](http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/acym/ALGINATOS_1.pdf)

AYARZA LEÓN, Jorge Luis. Extracción y caracterización de alginato de sodio procedente del alga parda *Macrocystis* sp. Tesis (Licenciado en Química). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2015. Disponible en

[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6443/AYARZA\\_JORGE\\_LUIS\\_ALGINATO\\_MACROSYSTIS.pdf?sequence=1&isAllowed=](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6443/AYARZA_JORGE_LUIS_ALGINATO_MACROSYSTIS.pdf?sequence=1&isAllowed=)

[y](#)

CATEDRA Ecoembes de Medio ambiente [en línea]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2009. [fecha de consulta 22 de marzo del 2020].

Disponible en:  
[https://www.ecoembes.com/sites/default/files/archivos\\_estudios\\_idi/proyecto\\_bioplasticos\\_-\\_resumen\\_ejecutivo.pdf](https://www.ecoembes.com/sites/default/files/archivos_estudios_idi/proyecto_bioplasticos_-_resumen_ejecutivo.pdf)

CORTES, Jose, FERNANDEZ, Amanda, MOSQUERA, Silvio y VELASCO, Reinaldo. *Evaluación De Propiedades Mecánicas, Ópticas y De Barrera En Películas Activas De Almidón De Yuca*. [en línea]. Vol. 12, nº 1, pp. 88-97. 2014 [Fecha de consulta: 22 de enero del 2020].

Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n1/v12n1a11.pdf>.

ISSN: 1692-3561

GROSSO Raimundo, CHAMBI, Hulda. Effect of surfactants on the functional properties of gelatin–polysaccharide-based films. *European Food Research and Technology* [online]. Vol. 232, nº 1, pp.63-69. 2011. [Fecha de consulta: 25 de noviembre del 2019]

Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/251088956\\_Effect\\_of\\_surfactants\\_on\\_the\\_functional\\_properties\\_of\\_gelatin-polysaccharide-based\\_films](https://www.researchgate.net/publication/251088956_Effect_of_surfactants_on_the_functional_properties_of_gelatin-polysaccharide-based_films)

ISSN: 14382377

CHAPA, Cecilia y GUERRERO, Rosalia. Eutrofización: abundancia que mata. [en línea]. México. ¿Cómo me ves?.Vol. 134. Pp 22-25. 22 de enero del 2010. [Fecha de consulta: 25 de noviembre del 2019]

Disponible en <https://bibliotecas.umar.mx/publicaciones/Eutrofizacion.pdf>

CHARIGUAM, Jimmy. Caracterización de bioplástico de almidón elaborado por el método de casting reforzado con albedo de maracuyá (*Passiflora edulis* spp.). Tesis (Licenciatura en Agroindustria Alimentaria). Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2015. Disponible en:

<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4560/1/AGI-2015-014.pdf>

CHEN, Cheng-Pei, WANG, Bu-er, WENG, Yih-Ming. Physiochemical and

antimicrobial properties of edible aloe/gelatin composite films. *International Journal of Food Science & Technology* [online]. 45 (5): 1050-1055, abril de 2010. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2020]. Disponible en DOI: [10.1111/j.1365-2621.2010.02235.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02235.x)

ISSN: 1365-2621

DE ALMEIDA, Alejandra, RUIZ, Jimena, LÓPEZ, Nancy, PETTINARI, M. Julia. Bioplásticos: una alternativa ecológica. *Revista Química Viva* [en línea], vol. 3, núm. 3, pp. 122-133, septiembre 2004. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2020].

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/863/86330305.pdf>

ISSN: 1666-7948

DE CUSA, Juan. Aplicaciones del plástico en la construcción [en línea]. 1ª Edición. Barcelona: Ed. CEAC, 1979 pp.10-11. Disponible en: <https://www.iberlibro.com/primer-edicion/Aplicaciones-Plastico-Construccion-CUSA-CEAC/889104067/bd>

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics, 2016. [Fecha de consulta: 15 de diciembre de 2020]. Disponible en <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/news/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics-infographics>

LÓPEZ, Alex, DELADINO, Lorena, NAVARRO, Alba Sofia del Rosario, MARTINO, Miriam. Encapsulación de compuestos bioactivos con alginatos para la industria de alimentos. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* [en línea] 10(1). 2011. DOI: 10.24054/16927125.v1.n1.2012.98. . [Fecha de consulta: 17 de diciembre de 2020]. Disponible en <https://www.mendeley.com/catalogue/facb3626-ec0e-3ac9-8148-3cef94d2586b/>

EUROPEAN BIOPLASTICS. Bioplastic Market Data 2017. Global production capacities of bioplastics 2017-2022. *European Bioplastics* [online], pp. 1-7. . [Fecha de consulta: 17 de diciembre de 2020]. Disponible en [docs.european-](https://docs.european-bioplastics.com/)

[bioplastics.org/publications/market\\_data/2017/Report\\_Bioplastics\\_Market\\_Data\\_2017.pdf](https://bioplastics.org/publications/market_data/2017/Report_Bioplastics_Market_Data_2017.pdf)

Evaluación de los métodos de extracción de alginato de macroalga mexicana (*Macrocystis pynifera*) con propiedades de aplicación biotecnológica y alimenticia por Daniel Cervantes-Cisneros [et al]. Universidad Autónoma de Coahuila [en línea]. Junio 2015, n.o16. [Fecha de consulta: 29 de marzo del 2020]. Disponible en:

<https://smbb.mx/congresos%20smbb/guadalajara15/PDF/XVI/trabajos/VII/VIIC-01.pdf>

GAMA, María de los Ángeles. Biología I: Un enfoque constructivista [en línea]. 3° ed. México: PEARSON. 2007. [Fecha de consulta: 28 de setiembre del 2017].

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=emvVdD5c5RkC&pg=PA24&dq=investigacion#v=onepage&q=investigacion&f=false>

ISBN: 978-970-26-0854-7

GEYER, Roland., JAMBECK, Jenna y LAW, Kara. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances* [online], vol. 3, no. 7, 19 Jul 2017. [Fecha de consulta: 17 de diciembre de 2020], DOI: 10.1126/sciadv.1700782.

ISSN: 23752548

GONZÁLEZ-LINARES, Jairo, MEDINA-VIVANCO, Mari, GARAY-MONTES, Richer y MENDIETA-TABOADA, Oscar. Desarrollo de películas comestibles a partir de proteínas extraídas de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Información Tecnológica* [online], Vol. 28(5), 115-130, octubre 2017, [Fecha de consulta: 17 de diciembre de 2020]. DOI 10.4067/s0718-07642017000500013.

Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v28n5/art13.pdf>

ISSN: 07180764

GREENPEACE INTERNATIONAL. El plástico ha inundado nuestra vida diaria [en línea]. España, 2019. Disponible en:

<https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/>

GONTARD, Nathalie, GUILBERT, Stéphane, CUQ, Jean-Louis. Edible Wheat Gluten Films: Influence of the Main Process Variables on Film Properties using Response Surface Methodology. *Journal of Food Science* [online]. v.57, n.1, p. 190-195, january 1992. [Fecha de consulta: 17 de diciembre de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1992.tb05453.x>  
ISSN: 1750-3841

HARDING, Kevin., GOUNDEN, T. y PRETORIUS, S. "Biodegradable" Plastics: A Myth of Marketing? *Procedia Manufacturing* [online], vol. 7, pp. 106-110, 2017. DOI 10.1016/j.promfg.2016.12.027. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2016.12.027>  
ISSN: 23519789.

HERNÁNDEZ-CARMONA, G., RODRÍGUEZ-MONTESINOS, ARVIZU-HIGUERA, REYES-TISNADO R, MURILLO-ÁLVAREZ, J. y OCHOA, M. Avances tecnológicos en la producción de alginatos en México. *Ingeniería Investigación y Tecnología* [en línea], Vol. XIII, Núm. 2, 2012, 155-168. [Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v13n2/v13n2a3.pdf>  
ISSN: 1405-7743

HOLDT, Susan y KRAAN, Stefan. Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. *Journal of Applied Phycology* [online], 23(3). 543-597, 9 February 2011. [Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-010-9632-5>

INSTITUTO NACIONAL DEL MAR DEL PERÚ. *Macrocystis pyrifera* (Linnaeus) C. Agardh 1820. Disponible en: [http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/macro\\_algas/arch\\_macroal/Macrocystis.pdf](http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/macro_algas/arch_macroal/Macrocystis.pdf)

KAEWPRACHU, Pimonpan, OSAKO, Kazufumi, BENJAKUL, Soottawat

TONGDEESOONTORN, Wirongrong y Rawdkuen, Saroat. Biodegradable Protein-based Films and Their Properties: A Comparative Study. *Packaging Technology and Science* [online], 15 december 2015. DOI 10.1002/pts.2183. [Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1002/pts.2183>  
ISSN: 10991522.

KALE, Gaurav, KIJCHAVENGKUL, Thitisilp, AURAS, Rafael, RUBINO, Maria, SELKE, Susan y SINGH, Sher. Compostability of Bioplastic Packaging Materials: An Overview. *Macromolecular bioscience* [online]. 7(3):255-77, march 2007. DOI: 10.1002/mabi.200600168. [Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2020]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/6437742\\_Compostability\\_of\\_Bioplastic\\_Packaging\\_Materials\\_An\\_Overview](https://www.researchgate.net/publication/6437742_Compostability_of_Bioplastic_Packaging_Materials_An_Overview)  
ISSN: 1616-5195

KRAISIG, Adriana, SCREMIN, Osmar, MANTAI, Rubia, MAROLLI, Anderson, DE MAMANN, Angela, BREZOLIN, Ana, SCREMIN, Ari y DA SILVA, José. Análise da Superfície de Resposta sobre o Uso do Biopolímero Hidrogel no Sistema Soja/Aveia. *Proceeding Series of the Brazilian Society of Applied and Computational Mathematics* [online], v. 6, n. 1, 2018. DOI 10.5540/03.2018.006.01.0316. [Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2020]. Disponible en <https://proceedings.sbmac.org.br/sbmac/article/view/2152/2169>

KUSWANDI, B. Environmental friendly food nano-packaging. *Environmental Chemistry Letters* [online]. vol. 15, pages 205–221, 28 February 2017. [Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10311-017-0613-7>

LEURING, T, HOPPE, H.A and SCHMID, O. J. Marine algae. A survey of research and utilization. *Botanica Marina Handbooks* [online], v. 1. Cram, de Gruyter and Co., Hamburg. 421 p. DM140. [Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2020]. Disponible en

<https://aslopubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.4319/lo.1969.14.6.0967>

LIM, Jia-Yee, HII, Siew-Ling, CHEE, Swee-Yong y WONG, Ching-Lee. *Sargassum siliquosum* J. Agardh extract as potential material for synthesis of bioplastic film. *Journal of Applied Phycology* [online], vol. 30, pp. 3285–3297, 17 August 2018. [Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2020]. DOI 10.1007/s10811-018-1603-2. Disponible en:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-018-1603-2>

ISSN: 15735176

LÓPEZ, César, ÁLVAREZ-CASTILLO, Estefanía, ESTRADA, Mirna, BENGOCHEA, Carlos, GUERRERO, Antonio y ORTA, María. Development of bioplastics from a microalgae consortium from wastewater. *Journal of Environmental Management* [online], volume 263, 1 June 2020. [Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2020]. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110353>

ISSN: 0301-4797

AMORÓS, Derek. Efecto del Almidón en la Viabilidad Gastrointestinal del *Lactobacillus Acidophilus* en biosoportos de Alginato/Almidón. Tesis (Magíster en Biotecnología Alimentaria). Oviedo: Universidad de Oviedo, pp. 115, 2013. Disponible en

[http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/19091/6/TFM\\_Derek%20Amoros%20Lopez.pdf](http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/19091/6/TFM_Derek%20Amoros%20Lopez.pdf)

MACHMUD, M., FAHMI, R., ABDULLAH, R. y KOKARKIN, Coco. Characteristics of Red Algae Bioplastics/Latex Blends under Tension. *International Journal of Science and Engineering* [online], 5, 81-88, 2013. [Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2020]. DOI 10.12777/ijse.5.2.81-88. Disponible en

<https://pdfs.semanticscholar.org/2e23/3ef74c4fdeeb477b61c4d41c9aa5a5ff60c7.pdf>

ISSN 2086-5023

TÉLLEZ, Alejandra. La complejidad de la problemática ambiental de los residuos plásticos: una aproximación al análisis narrativo de política pública en Bogotá. Tesis (Magister en Medio Ambiente y Desarrollo). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2012, pp. 1-120. Disponible en <https://patente-envases.webnode.com.co/files/200000103-5280b5280d/Basuralia%204.pdf>

DE SOUZA, Gustavo, NETO PAULO FORTES, P., FORTES, Nara, DA COSTA NEVES FERNANDES DE ALMEIDA DUARTE, E., CARDOSO, R. y SARAIVA, A. Polyethylene and bioplastic biodegradation in soil. *Revista Ambiente e Agua* [online], 11(5), 1172–1180, 2016. DOI: 10.4136/ambi-agua.1919. [Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://www.mendeley.com/catalogue/14bad7ae-d741-3fd1-84b4-d6ec5260ad80/>

MCHUGH, Dennis. A Guide to the Seaweed Industr. *FAO Fisheries Technical Paper* [online], Núm.441, Rome, FAO, 2003, 105 pp. [Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-y4765e.pdf>

MÉNDEZ, Daniel, QUINTERO, Juan, VÁQUIRO, Henry y SOLANILLA, José. Alginato de sodio en el desarrollo de películas comestibles. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* [en línea], 5 (2): 089-113 julio-diciembre, 2014. [Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2020]. Disponible en: <http://oaji.net/articles/2017/4924-1495547761.pdf>

ISSN 2218-4384

MEZA, Paola. Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad De Ciencias, 2016. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2016>

MINAM. Cifras del Mundo y el Perú: ¿Por qué es necesario tomar conciencia? [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2020]. Disponible en <http://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el->

[peru/](#)

MIRAVETE, A. Los nuevos materiales en la construcción. 2ª Edición. Barcelona: Editorial Reverté S.A., 1995. Pag. 35  
ISBN: 84-605-0823-4

MOORE, Maria. y AKOH, Casimir. Enzymatic Interesterification of Coconut and High Oleic Sunflower Oils for Edible Film Application. *Journal of the American Oil Chemists' Society* [online], 94, pp. 567–576, 2017. [Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2020]. DOI 10.1007/s11746-017-2969-z. Disponible en: <https://sci-hub.tw/10.1007/s11746-017-2969-z>  
ISSN 0003021X

MORENO-BUSTILLOS, Ángel, HUMARÁN-SARMIENTO, Viridiana, BÁEZ-VALDEZ, Emma, BÁEZ-HERNÁNDEZ, Grace, LEÓN-VILLANUEVA, Andrés Transformación del almidón de papa, mucílago de nopal y sábila en bioplásticos como productos de valor agregado amigables con el ambiente. *Ra Ximhai* [en línea] 13 (3), 365-382, 2017. [fecha de Consulta 7 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46154070021>  
ISSN: 1665-0441

VÁSQUEZ, Alethia, ESPINOSA, Rosa, BELTRÁN, Margarita, VELASCO, Maribel. Bioplásticos y plásticos degradables. Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, Asociación Nacional de Industrias del Plástico A.C., 2014. [fecha de Consulta 7 de octubre de 2020]. Disponible en [http://biblioteca.anipac.mx/wp-content/uploads/2016/10/0046\\_Bioplasticos\\_Y\\_Plasticos\\_Degradables.pdf](http://biblioteca.anipac.mx/wp-content/uploads/2016/10/0046_Bioplasticos_Y_Plasticos_Degradables.pdf)

MOSTAFA, N.A, FARAG, Awatef A., ABO-DIEF, Hala M., TAYEB, Aghareed M. Production of biodegradable plastic from agricultural wastes. *Arabian Journal of Chemistry* [online]. Volume 11, Issue 4, pp. 546-553, may 2018. [fecha de Consulta 7 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2015.04.008>  
ISSN:1878-5352

NAESA, Abeer, MONA, Reabel, KARA-ALI, Ahmad y LAIKA, Hussam. Economic and environmental side of the use of biotechnologies Case Study: Synthesis of some bioplastics from algae. *Studia Commercialia Bratislavensia* [online]. Volume 12; Number 42, pp. 131-136, February 2019. [fecha de Consulta 7 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.2478/stcb-2019-0011>

ISSN: 1339-3081

NARANJO, Danilo. Obtención de Alginato de sodio a partir de algas de agua dulce de la familia *Zygnemataceae*, mediante reacciones de intercambio iónico para ser utilizado como gelificante. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Química Industrial). Quito: Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, 2019. Disponible en <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3527/2/TESIS.pdf>

NAVIA-PORRAS, Diana, AYALA-APONTE, Alfredo y VILLADA-CASTILLO, Héctor. Efecto de la gelatinización de la harina de yuca sobre las propiedades mecánicas de bioplásticos. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [en línea] Vol. 13 No. 1 (38-44) enero - junio 2015. [fecha de Consulta 7 de octubre de 2020]. DOI 10.18684/bsaa(13)38-44. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v13n1/v13n1a05.pdf>

ISSN: 1909-9959

CAJA, Victor, SALAS, Norma, BECERRA, Elvira, BAZAN, Dora, REYNA, Leoncio, CORNEJO, Oscar y LLEELLISH, Miguel. Obtención de ácido alginico a partir del alga *Lessonia trabeculata*. *Rev. Peruana de Química e Ingeniería Química* [en línea] 7. 9-13, 2004. [fecha de Consulta 7 de octubre de 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/282349237\\_Obtencion\\_de\\_acido\\_alginico\\_a\\_partir\\_del\\_alga\\_Lessonnia\\_trabeculata](https://www.researchgate.net/publication/282349237_Obtencion_de_acido_alginico_a_partir_del_alga_Lessonnia_trabeculata)

ISSN 1609-7599

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Single-Use Plastics: A

Roadmap for Sustainability. Rev. ed., pp. vi; 6, 2018. [fecha de Consulta 7 de octubre de 2020]. Disponible en:

<https://www.unep.org/es/resources/informe/plasticos-de-un-solo-uso-una-hoja-de-ruta-para-la-sostenibilidad>

ISBN: 978-92-807-3705-9

ORTIZ, Luis. Resistencia de materiales. 3<sup>a</sup>. ed. McGraw-Hill, España: ProQuest Ebook Central, 2007. Disponible en:

[https://www.academia.edu/40898660/Resistencia\\_de\\_materiales\\_Resistencia\\_de\\_materiales](https://www.academia.edu/40898660/Resistencia_de_materiales_Resistencia_de_materiales)

MUJEEB RAHMAN, P., ABDUL MUJEEB, V.M. y MURALEEDHARAN, K. Chitosan–green tea extract powder composite pouches for extending the shelf life of raw meat. *Polym. Bull.* [online] 74, 3399–3419, 2017. [fecha de Consulta 7 de octubre de 2020]. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/s00289-016-1901-](https://doi.org/10.1007/s00289-016-1901-2)

[2](https://doi.org/10.1007/s00289-016-1901-2)

ISSN: 1436-2449

PIZÁ, Hamlet, ROLANDO, Sophia. RAMIREZ, Claudia, VILLANUEVA, Stephanie y ZAPATA, Ana. Análisis experimental de la elaboración de bioplástico a partir de la cáscara de plátano para el diseño de una línea de producción alterna para las chifleras de Piura, Perú. Tesis (Licenciatura en e Ingeniería Industrial). Piura: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2017. Disponible en:

[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3224/PYT\\_Informe\\_Final\\_Proyecto\\_Bioplastico.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3224/PYT_Informe_Final_Proyecto_Bioplastico.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

PLASTICEUROPE. Plastics- the Facts 2018: An analysis of European plastics production, demand and waste data, 2018. Disponible en [https://www.plasticseurope.org/application/files/6315/4510/9658/Plastics\\_the\\_facts\\_2018\\_AF\\_web.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/6315/4510/9658/Plastics_the_facts_2018_AF_web.pdf)

PNUMA/MAP. La 18.<sup>a</sup> reunión de las Partes Contratantes del Convenio para la protección del medio ambiente marino y la región costera del Mediterráneo y

sus Protocolos. Atenas: Plan de Acción del Mediterráneo, 2013. Disponible en: <https://wedocs.unep.org/rest/bitstreams/8162/retrieve>

Química: La ciencia central por Theodore L. Brown [et al.]. 9ª. Ed. México: Editorial Pearson Educación, 2004. 1155 pp. Disponible en: <https://academia.utp.edu.co/quimica2/files/2018/09/quc3admica-la-ciencia-central-brown.pdf>

ISSBN: 970-26-0468-0

QUIÑONEZ, Alma. Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz. 1ª ed. San Salvador, El Salvador: ITCA Editores, 2015, 49 p. Disponible en: <https://www.itca.edu.sv/wp-content/themes/elaniin-itca/docs/2015-Obtencion-de-un-polimero-biodegradable.pdf>

ISBN 9789996150210

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Sigla de Potencial de hidrógeno. [fecha de Consulta 7 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://dle.rae.es/pH>

RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, Rosa, TUSSENBROEK y Brigitta, JORDÁN-DAHLGREN, Eric. Florecimientos algales nocivos en México: Afluencia masiva de sargazo pelágico a la costa del Caribe mexicano (2014-2015). 1ª. Ed. Capítulo 5, Puerto Morelos: Universidad Nacional Autónoma de México, Editorial CICESE. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/317222216\\_Afluencia\\_masiva\\_de\\_sargazo\\_pelagico\\_a\\_la\\_costa\\_del\\_Caribe\\_mexicano\\_2014-2015](https://www.researchgate.net/publication/317222216_Afluencia_masiva_de_sargazo_pelagico_a_la_costa_del_Caribe_mexicano_2014-2015)

Bioplástico a Base De La Cáscara Del Plátano por Ruth Castillo [et al.]. *Revista de Iniciación Científica* [en línea], RIC, N°1, pp. 34-37, agosto 2015. [fecha de Consulta 7 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/346/html>

Nitrogen efficiency in oat yield through the biopolymer hydrogel por Osmar B. Scremin [et al.]. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* [online], v.21, n.6, p.379-385, 2017. [fecha de Consulta 7 de octubre de 2020].

Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662017000600379&lang=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662017000600379&lang=es)

ISSN: 1807-1929

TAMARA, T, SUMARI, Sumari, NAZRIATI, Nazriati y ARNI, S. Properties of cassava starch-based bioplastics and CMC with sorbitol as A plasticizer. IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science* [online], vol. 456, no. 1, pp. 0-7, 456:012077, April 2020. DOI: 10.1088/1755-1315/456/1/012077.

Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2s2.085083166915&doi=10.1088%2f17551315%2f456%2f1%2f012077&origin=inward&txGid=02e971b87abee25d790cf1e0f72ba11>

ISSN: 17551315

TANG, X., KUMAR, P., ALAVI, S. y SANDEEP, K.P. Recent advances in biopolymers and biopolymer-based nanocomposites for food packaging materials. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. Vol 52 (5), pp 426-42, 2012. DOI: 10.1080/10408398.2010.500508. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22369261/>

ISSN:1549-7852

VALERO-VALDIVIESO, Manuel, ORTEGÓN, Yamileth y USCATEGUI, Yomaira. Biopolímeros: Avances y perspectivas. *DYNA* [online], año 80, Nro. 181, pp. 171-180. Medellín, octubre 2013. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2020]. Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v80n181/v80n181a19.pdf>

ISSN: 00127353

Effect of polymer mixture on bioplastic development from fish waste por Eleda Xavier Neves [et al.]. *Boletim do Instituto de Pesca* [online], [S.l.], v. 45, n. 4, dec. 2019. DOI 10.20950/1678-2305.2019.45.4.518. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2020]. Disponible en:

<https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/1487>

ISSN: 00469939

YABUR, Ricardo. Producción y propiedades del alginato de *Sargassum sinicola* ( *Setchell y Gardner*) y su aplicación en inmovilización celular. Tesis (Doctorado en Ciencias Marinas). Instituto Politecnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. pp. 83. Disponible en: <http://www.biblioteca.cicimar.ipn.mx/oasis/Medios/tesis/yaburp1.pdf>

Evaluación De Propiedades Mecánicas y Permeabilidad al vapor de agua de Películas de Quitosano por Zavala Arredondo. *Jóvenes en la Ciencia, Revista de divulgación Científica* [en línea], vol. 3, no. 1, pp. 27-31, diciembre 2017. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/324475378\\_EVALUACION\\_DE\\_PROPRIEDADES\\_MECANICAS\\_Y\\_PERMEABILIDAD\\_AL\\_VAPOR\\_DE\\_AGUA\\_DE\\_PELICULAS\\_DE\\_QUITOSANO](https://www.researchgate.net/publication/324475378_EVALUACION_DE_PROPRIEDADES_MECANICAS_Y_PERMEABILIDAD_AL_VAPOR_DE_AGUA_DE_PELICULAS_DE_QUITOSANO).

ZHANG, C., WANG, C., CAO, G., WANG, D. y HO, S. A sustainable solution to plastics pollution: an eco-friendly bioplastic film production from high-salt contained *Spirulina* sp. residues. *Journal of Hazardous Materials* [online], no. November, pp. 121773, 2019. [fecha de Consulta 7 de octubre de 2020]. DOI 10.1016/j.jhazmat.2019.121773. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121773>

ISSN 0304-3894



ANEXOS

**Tabla 7.** Matriz de operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: <i>Macrocystis Pyrifera</i>	La <i>Macrocystis Pyrifera</i> es una macroalga de color café y logra una altura de 30 m de longitud. Se usa en la industria de los alginatos en el sodio, presentan propiedades espesantes, gelificantes y estabilizantes y sus usos son en Productos farmacéuticos, cosméticos, papeleros, textiles, adhesivos, entre otros (Acleta, 1986).	Se hallará la caracterización, propiedades físicas y químicas de la <i>Macrocystis pyrifera</i>	Caracterización de la <i>Macrocystis pyrifera</i>	Rendimiento de la <i>Macrocystis</i>	%
				Viscosidad	g/cm.s
			Propiedades químicas de la <i>Macrocystis pyrifera</i>	pH	0-14
				Conductividad eléctrica	us/m
			Propiedades físicas de la <i>Macrocystis pyrifera</i>	Temperatura	°C
				Humedad	%

Variable dependiente: Bioplástico	La International Standard Organization (ISO) define a los bioplásticos a aquellos plásticos que se degradan por medio de los microorganismos, tales como: bacterias, hongos y algas; y tienen como origen las materias orgánicas (recursos forestales, agrícolas y animales).	Se determinará la elaboración de bioplástico al saber sus cargas de almidón de yuca y sorbitol, propiedades físico-mecánicas y su capacidad de biodegradabilidad	Cargas de almidón de yuca y sorbitol	Carga de almidón de yuca	g
				Carga de sorbitol	ml
			Propiedades físico-mecánicas	Porcentaje de solubilidad en agua	%
				Alargamiento en reposo	%
				Resistencia a la tracción	Mpa
			Biodegradabilidad	Tiempo	días
				Pérdida de peso	%

**Tabla 8.**Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS
<p style="text-align: center;">PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿De qué manera se logrará elaborar bioplástico a partir del aprovechamiento de la <i>Macrocystis Pyrifera</i>?</p>	<p style="text-align: center;">OBJETIVO GENERAL</p> <p>Elaborar bioplástico a partir del aprovechamiento de la <i>Macrocystis Pyrifera</i>.</p>	<p style="text-align: center;">HIPÓTESIS GENERAL</p> <p><b>H1:</b> Si se elaborará bioplástico a partir de la <i>Macrocystis Pyrifera</i>.</p> <p><b>H0:</b> No se elaborará bioplástico a partir de la <i>Macrocystis Pyrifera</i>.</p>
<p style="text-align: center;">PROBLEMA ESPECÍFICO 1</p> <p>¿Cuál será la cantidad necesaria en gramos de almidón de yuca que se requiere para la elaboración del bioplástico a partir del aprovechamiento de la <i>Macrocystis piryfera</i>?</p>	<p style="text-align: center;">OBJETIVO ESPECIFÍCO 1</p> <p>Determinar la cantidad necesario en gramos de almidón de yuca para elaborar bioplástico a partir del aprovechamiento de la <i>Macrocystis pyrifera</i></p>	<p style="text-align: center;">HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1</p> <p><b>H1:</b> Si existe una cantidad necesaria en gramos de almidón de yuca para la elaboración del bioplástico a partir del aprovechamiento de la <i>Macrocystis Pyrifera</i></p> <p><b>H0:</b> No existe una cantidad necesaria en gramos de almidón de yuca para la elaboración del bioplástico a partir del aprovechamiento de la <i>Macrocystis Pyrifera</i></p>

<p style="text-align: center;"><u>PROBLEMA ESPECÍFICO 2</u></p> <p>¿Cuáles serán las propiedades físico-mecánicas del bioplástico elaborado a partir del aprovechamiento de la <i>Macrocystis Pyrifera</i></p>	<p style="text-align: center;"><u>OBJETIVO ESPECÍFICO 2</u></p> <p>Determinar las propiedades físico-mecánicas del bioplástico elaborado a partir del aprovechamiento de la <i>Macrocystis Pyrifera</i></p>	<p style="text-align: center;"><u>HIPOTESIS ESPECÍFICA 2</u></p> <p>H1: Si se lograran determinar las propiedades físico-mecánicas del bioplástico elaborado de la <i>Macrocystis Pyrifera</i>,</p> <p>H0: La cantidad en gramos de alginato de sodio si se obtendrá de 1 kg gramos de <i>Macrocystis piryfera</i> para la elaboración del bioplástico.</p>
<p style="text-align: center;"><u>PROBLEMA ESPECÍFICO 3</u></p> <p>¿Cuál será el tiempo de biodegradabilidad del bioplástico elaborado a partir del aprovechamiento de la <i>Macrocystis pyrifera</i>?</p>	<p style="text-align: center;"><u>OBJETIVO ESPECÍFICO 3</u></p> <p>Determinar el tiempo de biodegradabilidad del bioplástico elaborado a partir del aprovechamiento de la <i>Macrocystis pyrifera</i></p>	<p style="text-align: center;"><u>HIPOTESIS ESPECÍFICA 3</u></p> <p>H1: Si se lograra determinar el tiempo de biodegradabilidad del bioplástico elaborado a partir del aprovechamiento de la <i>Macrocystis pyrifera</i></p> <p>H0: No se logrará determinar el tiempo de biodegradabilidad del bioplástico elaborado a partir del aprovechamiento de la <i>Macrocystis Pyrifera</i>.</p>

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente de la UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
- 1.5. Autor(A) de Instrumento:

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la Investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-----

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----

Lima ..... del 2020

  
 Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**  
 CIP: 80072....  
 DNI No...08447308. Telf: ...5281648

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Benites Alfaro, Elmer**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente Universidad César Vallejo**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización de la *Macrocystis piryfera***
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: **Bernedo Galdos, Karol /Palomino Aguilar, Nataly**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												95%	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												95%	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												95%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95%	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95%	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95%	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95%	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95%	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												95%	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												90%	

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

 SI

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 06 de mayo del 2020



Dr. Elmer G. Benites Alfaro,  
CIP. 71998

ORCID ID: 0000-0008-1504-2089

Scopus ID de autor: 57216176765

Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

DNI No 07867259.

Telf.: 987212209

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Florencia Vanessa Güere Salazar  
 1.1. Cargo e Institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo  
 1.2. Especialidad o línea de investigación: Gestión Ambiental  
 1.2. Nombre del instrumento motivo de evaluación:  
 1.3. Autor(A) de instrumento:

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:



Lima, \_\_\_\_ de ..... Del 2020

FFIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP: 131344  
 DNI No 43 566120 . Telf.:



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : NATALY LESLY PALOMINO AGUILAR

Procedencia de muestras : Playa los Pingüinos - Marcona

Recepción de muestras : Lima, 05 de junio del 2020

Bioplástico de Alga (*Macrocystis Pyrifera*)

Parámetros Físico -Químico del Alga

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno (pH) acido/base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial Redox mv
AMPI	21.1	6.95	778	58

Humedad del Alga secado a Temperatura Ambiente

Código	Humedad inicial (%)	Humedad final (%)	Temperatura °C
MP	80.53	7.69	22

Parámetros Físico -Químico del almidón de Yuca

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno (pH) acido/base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial Redox mv
AMPI	22.2	7.17	3110	83

Código	Peso Inicial Kg	Tiempo de sedimentación Hrs	Peso de yuca húmeda Kg	Peso de almidón de yuca Kg	Yuca seca g
AY	4.200	12	2.317	1.735	60

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

### Propiedades físico mecánicas

Código	Espesor mm	Fuerza (N)	Elongación mm	Tracción N/mm <sup>2</sup>	Alargamiento %
DOSIS1(20)	5.6	4.315	0.5	0.020	2.50
DOSIS2(30)	7	7.4531	35	0.027	17.50
DOSIS3(40)	11.2	6.472	40	0.032	20.00

Biodegradación	Peso inicial g	Peso final g	Porcentaje perdido (%)	Viscosidad g/cm*s
DOSIS 1(20)	18.34	6	68	3.84
DOSIS 2 (30)	15.74	5	69	3.41
DOSIS 3 (40)	23.45	10	58	3.23

Método ASTM D 638.

Método ASTM E1820.

Método de ley de Hooke.

Lima, 30 de Junio del 2020



MSc. Atilio Mendoza A.

Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú  
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
e-mail: labespectro@uni.edu.pe