

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

“Elaboración de bolsas biodegradables a partir del Almidón de papa y
pepa de palta (persea americana) con fines de Aceptabilidad”

Línea de Investigación:

Diseño y fabricación de productos

Autores:

Br. Rentería García, Paola Geraldine

Br. Quiñones Obregón, Gerardo Alberto

Jurado Evaluador:

Presidente: Dra. Landeras Pilco, María Isabel

Secretario: Ms. De la Rosa Anhuaman, Filiberto

Vocal: Ms. Neciosup Guibert, Robert Alejandro

Asesor:

Dr. Alfredo Ludeña Gutierrez

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5674-5886>

**PIURA – PERÚ
2022**

Fecha de sustentación: 19 de noviembre del 2022

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

“Elaboración de bolsas biodegradables a partir del Almidón de papa y
pepa de palta (persea americana) con fines de Aceptabilidad”

APROBADA EN CONTENIDO Y ESTILO POR:

PRESIDENTE: Dra. Landeras Pilco, María Isabel
CIP: 44282

SECRETARIO: Ms. De la Rosa Anhuaman, Filiberto
CIP: 90991

Vocal: Ms. Neciosup Guibert, Robert Alejandro
CIP: 44864

Asesor:
Dr. Alfredo Ludeña Gutiérrez
CIP: 38159

PIURA – PERÚ 2022

DEDICATORIA

Le dedico esta tesis a mis padres Gerardo y Ana, que han estado junto a mi durante todo el proceso de mi carrera universitaria, a mis abuelos quienes han celebrado cada logro conmigo, y a Dios por permitirme tener buena salud para seguir creciendo.

Rentería García, Paola

La presente Tesis, está dedicada a toda la comunidad interesada en tener un mundo con una conciencia verde, para aquellos que utilizarán nuestra investigación.

A mis familiares, docentes y personas que me han apoyado en la tesis, teniendo en especial énfasis a Dios.

Quiñones Obregon, Gerardo

AGRADECIMIENTO

Al concluir una de las mejores etapas de nuestras vidas, queremos expresar especial agradecimiento a todas las personas involucradas en el proceso, en especial a nuestros padres y familiares que nos han brindado ese apoyo incondicional, en momentos de victorias y fracasos.

Se expresa gratitud a los docentes que nos transmitieron sus conocimientos, en especial a la escuela de Ingeniería Industrial de la universidad.

Resumen

En la presente investigación se logró elaborar láminas biodegradables, a partir del almidón de la papa (*Solanum Tuberosum*) en una concentración de 4.38% p/v y harina de pepa de palta en concentraciones de 3%, 6% y 9% en función del almidón. De las muestras obtenidas se determinaron las características fisicoquímicas, las cuales fueron pH 5.49, acidez 2.6 y porcentaje de humedad 11.30%, así mismo se evaluó la solubilidad en agua de las mismas, obteniendo valores de 28.74%, 26.03% y 21.44% para el primer, segundo y tercer tratamiento, respectivamente. Se establecieron las propiedades mecánicas (Estrés y deformación) de las diferentes formulaciones, las cuales mostraron una resistencia de 22.68 MPa, 27.01 MPa y 32 MPa, para las muestras de 3%, 6% y 9% de pepa de palta, respectivamente, en cuanto a elongación se obtuvo valores de 29.06%, 16.29% y 28.43% para la muestra 1, 2 y 3 correspondientemente. Se observó que a mayor cantidad de harina de pepa de palta menor era la solubilidad de la lámina, así mismo la harina influye en la resistencia de producto final, puesto que a mayor pepa mayor la resistencia.

Palabras Clave: Láminas Biodegradables, almidón de papa, pepa de palta, propiedades mecánicas, propiedades fisicoquímicas.

Abstract

In the present research it was possible to elaborate biodegradable sheets, from the starch of the potato (*Solanum Tuberosum*) in a concentration of 4.38% w / v and avocado seed flour in concentrations of 3%, 6% and 9% depending on the starch. From the samples obtained, the physicochemical characteristics were determined, which were pH 5.49, acidity 2.6 and humidity percentage 11.30%, likewise the solubility in water of the same was evaluated, obtaining values of 28.74%, 26.03% and 21.44% for the first, second and third treatment, respectively. The mechanical properties (Stress and deformation) of the different formulations were established, which showed a resistance of 22.68 MPa, 27.01 MPa and 32 MPa, for the samples of 3%, 6% and 9% of avocado seed, respectively, in terms of elongation values of 29.06%, 16.29% and 28.43% were obtained for sample 1, 2 and 3 correspondingly. It was observed that the greater the amount of avocado seed flour, the lower the solubility of the sheet, likewise the flour influences the resistance of the final product, since the greater the seed, the greater the resistance.

Keywords: Biodegradable sheets, potato starch, avocado seed, mechanical properties, physicochemical properties.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Carrera Profesional de Ingeniería Industrial para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial, ponemos a vuestra disposición el presente trabajo de Tesis titulado: “ELABORACIÓN DE BOLSAS BIODEGRADABLES A PARTIR DEL ALMIDÓN DE PAPA Y PEPA DE PALTA (PERSEA AMERICANA) CON FINES DE ACEPTABILIDAD”; a fin de ser evaluado.

Este trabajo, es el resultado de la aplicación de los conocimientos adquiridos en la formación profesional en la Universidad, aplicados para solucionar una problemática observada que es el uso excesivo del plástico dañino para el medioambiente, esto mediante la elaboración de bolsas biodegradables amigables con el medio ambiente.

Confiamos que el presente trabajo logre cubrir las expectativas que tienen al respecto, excusándonos anticipadamente de los posibles errores involuntarios cometidos en su desarrollo.

Piura, mayo de 2022.

Br. Rentería García, Paola Geraldine

Br. Quiñones Obregón, Gerardo Alberto

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

PRESENTACIÓN

ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de Investigación	1
1.1.1. Descripción del problema	3
1.1.2. Formulación del problema	4
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo General	5
1.2.2. Objetivos Específicos.....	5
1.3. Justificación.....	5
II. MARCO DE REFERENCIA.....	8
2.1. Antecedentes del Estudio	8
2.1.1. Internacional.....	8
2.1.2. Nacional	9
2.1.3. Regional.....	9
2.2. Marco teórico	11
2.2.1. Definición de plástico.....	11
2.2.1.1. Plástico:	11
2.2.2. Propiedades y Características.....	11
2.2.2.1. Propiedades y características	11
2.2.2.2. Clasificación de los plásticos.....	12
2.2.2.3. Tiempo de degradación del plástico:.....	16
2.2.2.4. Impacto ambiental:	16
2.2.3. Bioplástico.....	17
2.2.3.1. Definición:	17
2.2.3.2. Características	17
2.2.3.3. Aplicación de los bioplásticos	17
2.2.4. Materia Prima escogida (palta)	18

2.2.5.	Almidón.....	21
2.2.6.	Almidón de Papa.....	22
2.2.7.	Obtención del almidón de papa.....	23
2.2.8.	Propiedades del almidón:	23
2.3.	Marco Conceptual.....	24
2.3.1.	Alternativa de Utilización	24
2.4.	Sistema de Hipótesis.....	27
2.4.1.	Hipótesis.....	27
2.4.2.	Variables	28
2.4.2.1.	Variable Independiente:	28
2.4.2.2.	Variable Dependiente	28
	La aceptabilidad de las biobolsas en función de su resistencia.....	28
	Para estas variables se ha definido los siguientes indicadores:	28
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA	1
3.1.	Tipo y Nivel de Investigación.....	1
3.1.1.	Tipo de Investigación	1
3.1.1.1.	De acuerdo con la orientación o finalidad:	1
	Aplicada	1
3.1.1.2.	De acuerdo con la técnica de contrastación:.....	1
	Descriptiva.	1
3.1.2.	Nivel de Investigación	1
3.2.	Población y Muestra de Estudio.....	1
3.2.1.	Población.....	1
3.2.2.	Muestra	1
3.3.	Diseño de Investigación.....	2
3.4.	Técnicas e instrumentos de Investigación.....	2
3.4.1.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	2
	Análisis fisicoquímico de las bolsas.....	3
	Solubilidad en agua	3
	Propiedades Mecánicas (fuerza y estrés).....	4
3.4.2.	Diseño de contrastación	5
3.4.2.1.	Diseño Experimental	5
3.5.	Procesamiento y análisis de datos	5
3.5.1.	Materiales e insumos.....	5
3.5.2.	Obtención de harina a partir de pepa de palta	7
3.5.3.	Elaboración de Láminas biodegradables a partir del almidón de papa y la pepa de palta.....	8

IV. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	10
4.1. Análisis e interpretación de Resultados	10
4.1.1. Flujograma para la elaboración de bolsas biodegradables a partir del almidón de papa y pepa de palta	10
4.1.2. Análisis de la extracción del almidón	11
4.1.3. Análisis físico químico de las láminas	11
4.1.4. Solubilidad en agua de las láminas biodegradables	12
4.1.5. Análisis de las propiedades mecánicas de la película	13
4.2. Docimasia de hipótesis	17
4.2.1. Análisis de varianza de la solubilidad en agua de las láminas.	17
4.2.2. Análisis de varianza del estrés para las muestras	18
4.2.3. Análisis de varianza de la deformación alcanzada al momento de ruptura en los tratamientos	19
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	20
5.1. Extracción de almidón de papa mediante el método húmedo	20
5.2. Porcentaje de humedad de las láminas	20
5.3. Solubilidad en agua de las láminas	20
5.4. Propiedades Mecánicas (Estrés y Deformación)	21
CONCLUSIONES	21
RECOMENDACIONES	23
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
ANEXOS	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Bromatología de cinco Variedades de aguacates/paltas	20
Tabla 2. Formulaciones de la Pepa de Palta con Otros Ingredientes	8
Tabla 3. Formulaciones de la Pepa de Palta con Otros Ingredientes en Porcentaje Total	8
Tabla 4. Variables de Operación y sus Dimensiones	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5. Variable Dependiente Y sus Indicadores;	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6. Operacionalización de Variables	29
Tabla 7. Lista de Materiales e Insumos	5

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1. Bromatología de tres tipos de aguacates/paltas.....	19
Figura 2. Diagrama de Obtención de Almidón de Papa	23
Figura 3. Diagrama de Bloques de la extracción del almidón de la papa a través del método húmedo	7
Figura 4. Diagrama de Elaboración de Láminas biodegradables a partir del almidón de papa y la pepa de palta	9
Figura 5. Flujograma de Elaboración de Bolsas biodegradables a partir del almidón de papa y la pepa de palta	10

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de Investigación

Análisis del macro entorno

Al cierre del año 2019 el PBI del sector agricultura representó el 5,4% del PBI nacional, marcando un crecimiento del 2.60% con respecto al obtenido al cierre del año 2018, debido al repunte en la producción de mango, palta, arándano, palta, plátano, mandarina, sandía, piña, yuca y papa (Gestión, 2019).

La cosecha y producción de frutos y otros alimentos de agroexportación, han presentado un incremento en los últimos años y se estima que este crecimiento será constante, a pesar de la pandemia actual por el COVID19, debido a que el mercado peruano, viene catalogando una tendencia de adquisición de productos naturales y saludables, caracterizada por la búsqueda de nuevas alternativas en productos orgánicos por parte del consumidor peruano. Según un estudio realizado por Nielsen (2016), el 68% de peruanos prefiere productos naturales y el 62% elige alimentos bajos en azúcares y grasas. Esta tendencia de consumo es relevante en importantes conjuntos de mercado, que están dispuestos a gastar un 123% más en la adquisición de productos naturales.

Es importante citar a una publicación de la FAO que, está basada en los estudios realizados entre agosto de 2010 y enero de 2011 por el Instituto sueco de Alimentos y Biotecnología (SIK) a petición de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y otro informe actual sobre el índice de desperdicio de alimentos 2021, publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la organización asociada WRAP, concluyen que pueden afirmar que se

puede estimar que 931 millones de toneladas de alimentos, o 17% del total de alimentos disponibles para los consumidores en 2019, terminaron en los basureros de hogares, minoristas, restaurantes y otros servicios alimentarios, sus resultados del estudio sugieren que alrededor de un tercio de la producción de los alimentos destinados al consumo humano se pierde o desperdicia en todo el mundo, lo que equivale, aproximadamente 1 300 millones de toneladas al año.

Otro estudio , según Scidev.Net, que es el líder mundial en noticias, opiniones y análisis confiables y autorizados sobre ciencia y tecnología para el desarrollo global, siendo administrado actualmente por el Centro de Agricultura y Biociencias Internacional, concluye que en el caso peruano, los autores del estudio estimaron que cada consumidor desecha 67,34 kilos de comida al año, solo en frutas y vegetales se pierden 5,6 millones de toneladas al año y que en Perú, 12,8 millones de toneladas de alimentos, casi la mitad del suministro total del país andino, se pierden o desperdician a lo largo de la cadena que se inicia con la producción y culmina con el consumidor final.

El uso excesivo de plástico en los últimos años ha llamado la atención, por su efecto negativo hacia el medio ambiente, el plástico se ha convertido en un material popular y puede utilizarse de muchas maneras diferentes. En la actualidad, se está utilizando para fabricar muchos de los productos que consumimos y compramos, pero eso no es el problema, el problema llega cuando ya no lo necesitamos, y eso ocurre con el plástico desechable, o también lo podemos llamar plástico de un solo uso, éste se utiliza ya que es fácil y barato de fabricar, también su tiempo de vida es mucho tiempo; para tener una idea de cuánto demora, una bolsa de plástico demora en deteriorarse aproximadamente 150 años, lamentablemente estas mismas ventajas hacen que se convierta en el primer aliado de la contaminación, el bajo precio que tienen, hace que una persona se deshaga rápidamente de él (Fundación Robert Wood Johnson, 2018).

Un Bioplástico es una de las últimas tendencias de la industria para poder hacer frente a la demanda; la base de la innovación de este producto que estamos presentando radica por un lado en el desarrollo de nuevos materiales con propiedades biodegradables, y usar al 100% nuestra materia prima que tenemos en nuestro país; que a su vez seguirán cumpliendo con su función básica de acarreo y envase, Además de sus funciones básicas, presentar el diseño, que sea sostenible, atractivo para el consumidor, etc. Estos requerimientos hacen que las tendencias hayan tomado importancia en este tipo de productos a nivel mundial. Los fines de aceptabilidad del consumidor serían aceptar el producto con sus funciones como: Un producto respetuoso con el medio ambiente; va a cubrir las mismas exigencias del consumidor, pero derivarlo hacia un consumo más ecológico y medioambientalmente más sostenible que proceden de fuentes naturales y residuos de agricultura.

1.1.1. Descripción del problema

“Empezamos analizando las estadísticas que hemos obtenido; La situación se vuelve alarmante si se considera que la producción mundial de este insumo alcanzó los 229 millones de toneladas al cierre de 2013” (PlasticsEurope, Observatorio de Noticias Redue, 2013).

En la actualidad tenemos aún una continua persistencia en el medio ambiente de los productos hechos a base de petroquímicos, específicamente lo que venimos mencionando, los plásticos, se convierte en una gran problemática para la sociedad moderna, hablando de los plásticos desechables, que son a lo que le damos un uso más frecuente, como ejemplo más notorio y común, tenemos el uso excesivo de bolsas plásticas que pedimos en los centros comerciales , y en algunas ocasiones pedimos doble para llevarlas a casa.

“El problema de los plásticos en el país va más allá del uso indiscriminado de productos de un solo uso. Al ser todos ellos elementos que tardan hasta 500 años en biodegradarse, su inadecuado

manejo y disposición final también preocupa” (PlasticsEurope, Observatorio de Noticias Redue, 2013).

“Cifras estimadas para el año 2014 en el Perú de solo el uso de bolsas plásticas para ese año fue de 500 millones de bolsas” (Minam, 2016).

“Según (Minam, 2016), Los peruanos aproximadamente compramos alrededor de 947 mil toneladas de plástico en general de manera anual, del cual el 56% de residuos son trasladados a un relleno sanitario, solo el 0.3% del total del plástico se recupera para ser reciclado”.

“Mientras que el 43.7%, equivalente a 309 mil toneladas, termina en un descampado o botadero, quemado, o arrojado a los ríos y por consecuencia matando a nuestras especies” (Minam, 2016).

1.1.2. Formulación del problema.

¿Cómo elaborar bolsas biodegradables a partir del Almidón de papa y pepa de palta con fines de Aceptabilidad?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Obtención de bolsas biodegradables a base de almidón de papa y pepa de palta

1.2.2. Objetivos Específicos

- Elaborar el flujograma para la elaboración de bolsas biodegradables a partir del almidón de papa y pepa de palta.
- Establecer las propiedades fisicoquímico de las bolsas (PH, acidez y % humedad)
- Determinar la solubilidad en agua de la lámina elaborada a partir de almidón de papa y pepa de palta.
- Establecer las propiedades Mecánicas (estrés y elongación) de las bolsas biodegradables.

1.3. Justificación.

1.3.1. Justificación teórica

Debido a los múltiples estudios sobre los residuos plásticos y el problema por el tiempo de degradación, hoy en día es necesario investigar, crear alternativas ecológicas, es así como surge la idea de crear un "BIOPLÁSTICO" a partir de la harina de pepa de la palta y almidón de papa que desempeñarán un papel importante para un futuro social ya que esto de tener todo reciclable o echo de productos naturales se ha convertido en un boom.

En ese sentido la investigación constituirá con el enriquecimiento de información valiosa sobre este nuevo concepto, sobre todo al aplicarse en la sociedad.

1.3.2. Justificación práctica

De acuerdo con los objetivos de la investigación/estudio propuesto mediante la aplicación de la teoría tendremos resultados, que nos permitirá brindar soluciones a corto plazo a la sociedad, reducir las cifras de contaminación, reducir enfermedades, mejora a la flora y fauna, y lo más importante es que se mejora el aprovechamiento del recurso, teniendo una reducción de desperdicio.

1.3.3. Justificación metodológica

Para lograr los objetivos del estudio se acudió y se tomó de ejemplo investigaciones, metodología de laboratorio según la norma española y el procedimiento internacional de elaboración de láminas de bioplásticos que se realizaron en países desarrollados.

Con ello se pretende conocer el efecto que tendría la aceptación, producción del producto que definiría una mejoría en el ecosistema, los resultados de la investigación se apoyan en teorías y procedimientos de investigaciones válidas.

1.3.4. Justificación Social

A medida que incrementan los centros comerciales tanto pequeños como grandes, así mismo aumenta el uso de bolsas plásticas para el traslado de productos, este producto se desecha luego de ser utilizado por única vez (Cordova Ojeda R. O., 2018).

“Anualmente en Perú a nivel nacional se generan 6.8 millones de toneladas de desechos sólidos” (Minam, 2016), siendo Lima, quien produce la mitad de los desechos a nivel país. De acuerdo a los desechos generados, el 53% son orgánicos seguido del plástico con un 11% (3600 toneladas por año).

Los micro plásticos, que son producto de residuos plásticos pueden ser ingeridos por los seres vivos, siendo afectado mayormente la fauna marina. “En 2017 el Instituto del Mar halló en la playa costa azul 473 fragmentos de plástico por cada metro cuadrado”.

Otra razón por la realización de este proyecto es que se requiere dar una propuesta llamativa, para poder contribuir a la reducción de desechos plásticos.

Y finalmente y no menos importante, es que En Perú contamos con la materia prima para poder realizar el proyecto. Ya no se desperdiciaría nada de este alimento, y lo utilizamos para un fin que favorece a todos.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del Estudio

2.1.1. Internacional

“En el Tecnológico de Monterrey (México) se ha elaborado bioplástico implementando un proceso de producción innovador utilizando semilla de palta. Este nuevo material creado es de rápida degradación a comparación del plástico convencional, y además no proviene de una fuente alimenticia como los bioplásticos que son elaborados a partir del Maíz” (Biofase, 2016).

Autor: Scott Munguía

Título del Proyecto: Biofase

Objetivo: Munguía estaba buscando un producto que fuera sustentable y que proviniera de una fuente que no tuviera uso alimentario

Resultados: Diseñó un proceso viable para la industria, Fundó Biofase, una empresa que se dedica a desarrollar tecnologías para generar plásticos biodegradables, hoy en día Biofase exporta a más de 11 países en Latinoamérica.

Ricardo Salazar Reyes en su tesis titulada “Obtención de un complemento nutricional granulado para consumo humano a partir de la semilla de aguacate” logró obtener a partir de la semilla de aguacate un complemento nutricional granulado, para la elaboración de este producto analizo física y bromatológicamente la semilla, En dicha investigación Salazar concluye que el producto terminado es un complemento nutricional puesto que cumple con los requisitos técnicos según norma, en cuanto al análisis bromatológico se determinó un contenido proteico de 11,61%, 1,43% de lípidos, 78,22% de carbohidratos y 17,08% de fibra (Reyes, 2017).

Autor: Ricardo Salazar Reyes

Título del proyecto: Obtención de un complemento nutricional para consumo humano a partir de la semilla de aguacate

Objetivo: Crear un complemento nutricional

Resultado: Este producto fue investigado y cumple con los requisitos, ya que tiene un contenido proteico del 11,61%.

2.1.2. Nacional

Rímac justifica la producción de bioplástico como una acción para reducir la contaminación que producen los plásticos elaborados de hidrocarburos, así también logra ver un nicho de mercado en el cual hay oportunidad de negocio por la creciente demanda de productos ecológicos. En tal sentido, implementar un proyecto como este, es una alternativa para reducir el impacto medioambiental que ejercen los plásticos, puesto que los bioplásticos al ser biodegradables no contaminarían mares ni ríos y como consecuencia se reduciría el efecto invernadero (Rímac Landa, 2010).

Investigadores de la Universidad Católica han desarrollado un plástico a partir de la papa, dicho producto es biodegradable y biocompostable, lo que significa que puede ser una alternativa para disminuir la contaminación y a la vez dar un valor agregado a uno de los recursos naturales que más abunda en Perú (Universia, 2010).

Autor: Angela Rímac Landa

Título del proyecto: Estudio de Prefactibilidad para la producción y comercialización de bolsas oxobiodegradables

Conclusión del proyecto: se concluyó mediante diversos estudios que el proyecto es viable de manera económica y financieramente el cual consta en valores de rentabilidad tales como: VPN, cuyo valor es de 1.52, La TIR de 34% > 18%, siendo el 18% el costo de oportunidad.

2.1.3. Regional

(Zapata Criollo, 2019) en su investigación logra obtener laminas biodegradables utilizando el método casting, realizando formulaciones de almidón de banano verde y yuca en concentraciones de 3% y 4%, con quitosano al 1%. Zapata, concluye que el grosor de la lámina tiene una relación directa con la concentración del almidón, así mismo las muestras

obtenidas a partir del almidón de yuca mostraron tener una mayor solubilidad en agua que las de banano verde. En su trabajo también demostró que el quitosano provee propiedades de barrera y elasticidad a las láminas puesto se logra asociar fácilmente a las moléculas de almidón.

Autor: Danixa Marilyn Zapata Criollo

Título del proyecto: Evaluación de biopelículas formuladas a partir de almidón de banano verde (Musa paradisiaca) y yuca (Manihot esculenta) con gel de sábila (Aloe vera)

Objetivo: Evaluar las características de las biopelículas formuladas a partir de almidón de banano verde (Musa paradisiaca) y yuca (Manihot esculenta) con gel de sábila (Aloe Vera)

Resultado: Las láminas elaboradas a partir del almidón de banano verde presentaron una elongación de entre 1.65 y 2.47%, mientras que las del almidón de yuca lograron una elasticidad de entre 0.95 y 2.92%. Las láminas con quitosano presentaron una menor permeabilidad al vapor de agua, lo que indica que este le proporciona propiedades de barrera al biofilm.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Definición de plástico

2.2.1.1. Plástico:

Es un material que puede estar compuesto por resinas, proteínas y otras sustancias, son moldeables fácilmente y pueden cambiar su forma de manera permanente aplicando cierta compresión y temperatura; Este posee características diferentes a un objeto elástico” (Jack, 2018).

2.2.2. Propiedades y Características

2.2.2.1. Propiedades y características:

Están compuestos por largas cadenas de monómeros (Es un polímero), lo cual da lugar a moléculas de gran tamaño, son moldeables al ser sometidos a calor o presión, su principal componente es el carbono (Iglesias, 2018).

Posen características únicas que no tienen otros materiales, como el de ser de diferentes colores, agradable al tacto, liviano, resistencia a la degradación en el medio ambiente” (Iglesias, 2018).

La mayoría de los plásticos presentan las siguientes propiedades y características:

- Fácil de trabajar y moldear
- Bajo costo de producción
- Baja densidad
- Son impermeables
- Resistentes a la corrosión

2.2.2.2. Clasificación de los plásticos:

Según el monómero base:

- **Naturales:** Aquellos plásticos cuya estructura molecular es de origen natural, como celulosa, caseína y caucho.
- **Sintéticos:** “Son plásticos provenientes de los derivados del petróleo como las bolsas de polietileno” (Jack, 2018).

Según su comportamiento frente al calor:

- **Termoplásticos:** “Se caracterizan porque pueden formar otros objetos luego de ser recalentados, es decir podemos cambiar su forma aplicando calor” (Mundoplastiko, 2018).
- **Termoestables:** Son materiales rígidos una vez formados son estables, es decir luego de haber pasado por el proceso de calentamiento-fusión y formación-solidificación, no pueden ser fundidos para formar nuevos materiales. Generalmente son obtenidos de un aldehído (Mundoplastiko, 2018).

Según la reacción de síntesis:

Según la reacción que produjo el polímero, los plásticos pueden clasificarse en:

- **Polímeros de adición:** Durante el proceso de formación del polímero existe una ruptura o apertura de una unión del monómero (Jessica, 2015).

- **Polímeros de condensación:** Los monómeros tienen como mínimo, dos grupos reactivos por monómero para poder dar continuidad a la cadena” (Jessica, 2015) .
- **Polímeros formados por etapas:** “La molécula del polímero va aumentando progresivamente utilizando todos los monómeros aprovechables, agregando un monómero cada vez” (Jessica, 2015).

Según su estructura molecular:

- **Amorfos:** Los plásticos son disformes cuando las moléculas están ubicadas desorganizadamente. Al ser inexistente el orden entre cadenas se producen huecos por los que pasa la luz, por lo cual estos materiales son transparentes” (Jessica, 2015).
- **Semicristalinos:** En su estructura existen zonas con moléculas ordenadas y otras amorfas, razón por la que existen menos huecos entre cadenas, a menos que sean materiales con espesor pequeño” (Jessica, 2015).
- **Cristalizables:** De acuerdo a la rapidez en que se enfría, se puede aumentar (enfriamiento lento) o disminuir (enfriamiento rápido) la proporción de cristalinidad de un polímero semicristalino, por otro lado, un polímero amorfo, aunque su velocidad de enfriamiento sea extremadamente lenta nunca lograra presentar cristalinidad.
- **Comodities:** Estos no solicitan grandes procesos para su fabricación y procesamiento, tienen una fabricación, disponibilidad y demanda mundial, además poseen un rango de precios internacional” (Jessica, 2015).

- **De ingeniería:** Son materiales específicos, diseñados para cumplir una función determinada; demandan tecnología especializada para su elaboración y su precio es alto” (Jessica, 2015).
- **Elastómeros o cauchos:** Poseen gran flexibilidad y capacidad de estiramiento y retroceso, por lo que vuelven a su forma original luego de retirar la fuerza que los deforma. Aquí tenemos a los cauchos naturales a base del látex natural y los sintéticos(Como el neopreno y el polibutadieno) (Jessica, 2015).

Plásticos commodities:

Se caracterizan por ser producidos en grandes cantidades, debido a los múltiples usos que tienen, estos plásticos poseen un código con el que podemos identificarlos, facilitando su separación para poder reciclarlos después.

- a) “Polietileno tereftalato (PETE): utilizado mayormente en la elaboración de botellas para bebidas, luego de ser reciclado es procesado para obtener fibras para rellenos de bolsas de dormir, alfombras cuerdas y almohadas” (El blog Verde, 2018).
- b) Polietileno de alta densidad (HDPE): es un material maleable de baja permeabilidad y alta resistencia química, física y térmica. Este tipo de plástico es un polímero, cuya estructura molecular está conformada por varias moléculas de etileno unidas; Este material es usado para elaborar envases plásticos desechables (Nef, 2019).
- c) Cloruro de polivinilo (PVC o V): Es el más versátil de todos los plásticos. Se utiliza para fabricar perfiles, tubos, envases (Materiales duros), así como para elaborar juguetes, zapatos (Material blanco). Se obtienen a través de cuatro procesos

diferentes: suspensión, emulsión, masa y solución; Es un material blanco que empieza a ablandarse a una temperatura de 80°C aproximadamente y logra su descomposición sobre los 140°C, posee muy buen aguante a la electricidad y a la llama (Jimenez Guirado, 2016).

- d) Polietileno de baja densidad (LDPE): Es un termoplástico translucido, presenta buena resistencia térmica y química, es muy flexible. Se utiliza para la elaboración de bolsas, embalaje, empaquetados, entre otros” (Nef, 2019).
- e) Polipropileno (PP): Es un termoplástico cristalino, resistente a temperaturas elevadas, al impacto y al aislamiento. Se utiliza para la producción de popotes, envases de agua, etc.” (Jimenez Guirado, 2016).
- f) Poliestireno (PS): Termoplástico, flexible con gran aguante mecánico, térmico y eléctrico. Hay cuatro tipos principales:
- PS cristal: Transparente, rígido y quebradizo
 - Poliestireno de alto impacto: Resistente y opaco
 - Poliestireno expandido: Muy ligero
 - Poliestireno extrusionado: Más denso e impermeable que el expandido (Jimenez Guirado, 2016).
- g) Otros: Aquí tenemos los policarbonatos, los poliuretanos, las poliamidas, entre muchas más variedades de plásticos (Jimenez Guirado, 2016).

Los tipos de plásticos en base a nuestro estudio de proyecto de investigación serán el polietileno de baja densidad, polipropileno y el poliestireno.

2.2.2.3. Tiempo de degradación del plástico:

Los diferentes tipos de plásticos tienen un tiempo específico para degradarse, en nuestro caso de estudio, el polipropileno, el mismo material de las cañitas demora 100 años en degradarse, por otro lado, las bolsas plásticas tienen un tiempo de degradarse de 150 años; el polipropileno, que en este caso serían, los vasos o platos de Tecnopor, demoran 1000 años en degradarse (Jack, 2018).

2.2.2.4. Impacto ambiental:

La contaminación de los océanos causado por las bolsas de plástico ocasiona que miles de peces y otros animales como cetáceos, tortugas y aves mueran.

El plástico se obtiene utilizando grandes cantidades de energía para su fabricación, es elaborado a partir de derivados del petróleo, este material puede tardar más de medio siglo en degradarse. Asimismo, las bolsas Seri grafiadas pueden contener residuos metálicos tóxicos.

El plástico después de su uso es generalmente desechado sin control, generando contaminación tanto en las ciudades como los ecosistemas naturales; El impacto que tiene en el mar es letal para animales como tortugas, ballenas o delfines, puesto que estos mueren luego de ingerir este material o enredándose con él, Por ello es que podemos decir que, el impacto de las bolsas de plástico en el medio ambiente es mucho peor de lo que puede parecer en un principio (Jack, 2018).

2.2.3. Bioplástico

2.2.3.1. Definición:

Recibe el nombre de bioplástico aquellos que son derivados de productos vegetales, como el aceite de soja, el maíz , la fécula de patata, entre otros, mientras que se denomina plástico convencional (polietileno, polipropileno, ABS, PET, entre otros) a aquellos derivados del petróleo. El hecho de que el plástico convencional se elabore a partir de este combustible fósil, que es un recurso natural que, tarde o temprano se acabará, ha llevado a la búsqueda de alternativas, El poliácido láctico, sintetizado a partir del maíz, es una de las más prometedoras (Jack, 2018).

2.2.3.2. Características:

Los bioplásticos cuentan con las siguientes características:

- Flexibilidad
- Fácilmente moldeables.
- Resistentes.
- Buena capacidad de barrera a la humedad,

La diferencia que podemos encontrar entre el plástico convencional y los bioplásticos, es que los bioplásticos son biodegradables y compostables, mientras que el plástico convencional no lo es.

2.2.3.3. Aplicación de los bioplásticos

La tecnología en cuanto a los biopolímeros ha avanzado considerablemente, mejorando las características de este para poder tener más aplicaciones en diversas áreas, Actualmente el uso que se le da a este material son los siguientes:

- Bolsas de plástico común, como las de supermercados.
- Accesorios de telefonía celular
- En Chile se están utilizando en la agroindustria.
- Plásticos comunes (botellas, unicel, tapas, cubetas, bolsas etc.)
- Industria automotriz (pequeñas partes de los autos
(Jack, 2018).

2.2.4. Materia Prima escogida (palta)

Hoy en día existen bioplásticos fabricados a partir de diversos materiales orgánicos, como el elaborado con cáscaras de camarón, desechos de yuca, maíz, Palta, Este último destaca por no ser obtenido de una fuente alimenticia; Para producir este bioplástico se extrajo el biopolímero de la semilla del aguacate, el cual posteriormente es modificado químicamente para convertirse en insumo principal para la elaboración de plástico biodegradable. Este material posee dos características elementales: que se consigue de fuentes vegetales y que es biodegradable, pero además se comporta igual que el plástico convencional. Este bioplástico tiene un tiempo de degradación de 240 días, o un poco más, dependiendo de las condiciones ambientales y la presencia de bacterias, Su corta vida útil a comparación del plástico convencional es que hace que consideremos a este bioplástico como viable (Biofase, 2016).

Características de la palta:

- **Bromatología:** Es la ciencia que estudia la composición química de los alimentos, su acción en el organismo, su valor alimenticio y calórico, así como sus propiedades físicas, químicas y toxicológicas.
- **Bromatología de la semilla de aguacate:**

Actualmente se tiene muy poca información de la semilla de palta, puesto que son escasos los estudios bromatológicos de la

semilla, además en la literatura no se registra información sobre el valor nutritivo de la semilla. Las dos publicaciones más relevantes provienen de Colombia y Guatemala, como se muestra en la Figura 1 y Tabla 1 con los siguientes resultados respectivamente:

Figura 1

Bromatología de tres tipos de aguacates/paltas

Tabla 1. Bromatología de tres tipos de aguacates. [8]

Análisis Bromatológico																		
Componente	Booth8						Trinidad						Papelillo					
	Cáscara		Pulpa		Semilla		Cáscara		Pulpa		Semilla		Cáscara		Pulpa		Semilla	
	MF	MC	MF	MC	MF	MC	MF	MC	MF	MC	MF	MC	MF	MC	MF	MC	MF	MC
Humedad total %	70,79	64,30	75,83	79,77	75,08	65,39	73,36	66,31	79,67	81,24	65,25	66,09	86,68	82,06	79,24	80,16	73,88	70,05
Materia Seca %	29,21	35,70	24,17	20,23	24,92	34,61	26,64	33,69	20,33	18,76	34,75	33,91	13,32	17,94	20,76	19,84	26,12	29,95
Nitrógeno Total %	0,93	0,60	1,15	0,97	0,67	0,72	0,93	0,51	1,16	0,97	0,78	0,99	1,48	0,74	0,91	0,83	1,02	0,91
Proteína Bruta %	5,81	3,75	7,19	6,06	4,18	4,50	5,81	3,19	7,25	6,06	4,88	6,18	9,25	4,63	5,69	5,19	6,63	5,68
Grasa Total %	4,24	3,88	50,18	57,78	4,33	3,01	10,14	2,26	49,81	53,80	3,28	1,91	8,67	2,29	40,03	59,39	3,28	3,31
Fibra Bruta%	53,40	51,49	21,87	18,93	2,96	2,67	57,13	71,68	30,28	20,08	8,03	3,96	17,21	32,34	12,34	14,54	3,45	4,99
Cenizas Totales %	3,69	4,41	6,40	7,97	3,62	3,19	3,86	2,60	4,50	6,31	2,32	3,09	9,93	9,16	4,93	6,15	3,24	3,03

Fuente: Huaman Perez, 2014 (Huaman Perez, 2014)

Tabla 1*Bromatología de cinco Variedades de aguacates/paltas*

Variedades	Humedad	Proteína	Grasa	Cenizas	Fibra Cruda	Carbohidratos	Humedad *
Hass	7.66 ± 0.53	3.44 ± 0.03	5.52 ± 0.00	3.85 ± 0.03	3.98 ± 0.45	79.54 ± 0.56	60.14 ± 0.31
Utz	9.44 ± 0.73	3.09 ± 0.02	6.32 ± 0.28	2.79 ± 0.19	4.24 ± 0.54	78.37 ± 0.78	67.20 ± 0.24
Booth 8	12.78 ± 1.48	4.90 ± 0.17	6.70 ± 0.00	3.48 ± 0.21	4.06 ± 0.21	72.14 ± 1.56	53.85 ± 0.69
Panchoy	5.83 ± 0.34	3.86 ± 0.18	6.00 ± 0.00	2.73 ± 0.12	2.67 ± 0.86	81.58 ± 0.30	50.15 ± 2.18
Shupte	8.04 ± 0.61	9.63 ± 0.57	4.05 ± 0.94	4.30 ± 0.26	2.19 ± 0.30	42.45 ± 1.09	62.72 ± 0
Promedio	8.75	4.98	5.72	3.43	3.43	62.82	58.82

Nota. Recuperada de Huaman Perez, 2014 (Huaman Perez, 2014)

- **Toxicidad de la semilla de aguacate:**

En cualquier producto se determinan dos tipos de toxicidad, la aguda y la genotoxicidad. Para la semilla de palta tenemos lo siguiente:

-Toxicidad aguda:

La dosis letal media (LD50) deducido para el extracto etanólico fue de 1200,75 mg/kg, resultando toxico. Mientras que, para el extracto acuoso, el LD50 calculado fue de 10 g/kg. La toxicidad difiere por los componentes químicos obtenidos a través de los diferentes métodos de extracción (Huaman Perez, 2014).

-Genotoxicidad:

A concentraciones de 250 mg/kg de extracto etanolito no se presentaron células significativamente dañadas, resultando actividad nula de genotoxicidad” (Homero, 2017).

2.2.5. Almidón

La fécula como el almidón son materias primas de origen vegetal, sólidas y generalmente en polvo, son usadas para describir en esencia la misma sustancia genérica, esta es un glúcido abundante en el reino vegetal, ya que su función es de reserva energética para el posterior desarrollo de la planta, Esta molécula se encuentra presente en diversas partes de la planta (tallos, granos y tubérculos), dependiendo del lugar donde se extrae es que existe diferencia entre estos dos términos, es decir se nombra como almidón cuando se extrae de cereales (granos), de lo contrario se denomina fécula (HOLGUIN CARDONA J. S., 2019).

Fuentes de obtención: El almidón lo podemos encontrar en todo el reino vegetal puesto que forma parte de la reserva energética de las plantas, reservas que hacen que estas crezcan a medida pase el tiempo, En la industria tenemos como principales fuentes de obtención de almidón a la yuca, maíz, trigo y papa (HOLGUIN CARDONA J. , 2019).

- A nivel mundial se producen cerca de 821 mil millones de toneladas de almidón de maíz (Producto del cual se extrae la mayor cantidad de almidón) en donde China y Estados Unidos manejan el 60% de la producción, luego tenemos al almidón de papa con una producción mundial cercana a los 300 mil millones de toneladas siendo sus principales productores son china, Rusia y la unión europea (HOLGUIN CARDONA J. , 2019).

2.2.6. Almidón de Papa

“La papa es uno de los alimentos más consumidos en el mundo, ya sea en sus diversas formas, derivados, y presentaciones, este tubérculo tiene origen en los andes peruanos” (Yaipen, 2019). El almidón, en la papa, es su principal fuente de almacenamiento de energía y el contenido de este varía según la variedad y etapa en la que se encuentra la planta, el contenido de almidón varía de 66 a 80% en base seca, además es el derivado más importante puesto que se utiliza a nivel industrial y doméstico (Vargas, Martinez, & Velezmoro).

Este tipo de almidón es multifuncional puesto que posee propiedades como, una fácil dispersión en agua fría, viscosidad relativamente alta, pobre estabilidad de cizallamiento, buena estabilidad de retrogradación, alta claridad en la pasta, características que pueden utilizarse en diferentes aplicaciones de alimentos y métodos de fabricación de agentes texturizantes, formadores de películas, aglutinantes de agua, materiales de relleno y espesantes (HOLGUIN CARDONA J. , 2019).

“Este polisacárido es muy utilizado en la industria alimentaria gracias a sus propiedades como su baja temperatura de gelatinización y su baja tendencia a la retrogradación” (Vargas, Martinez, & Velezmoro).

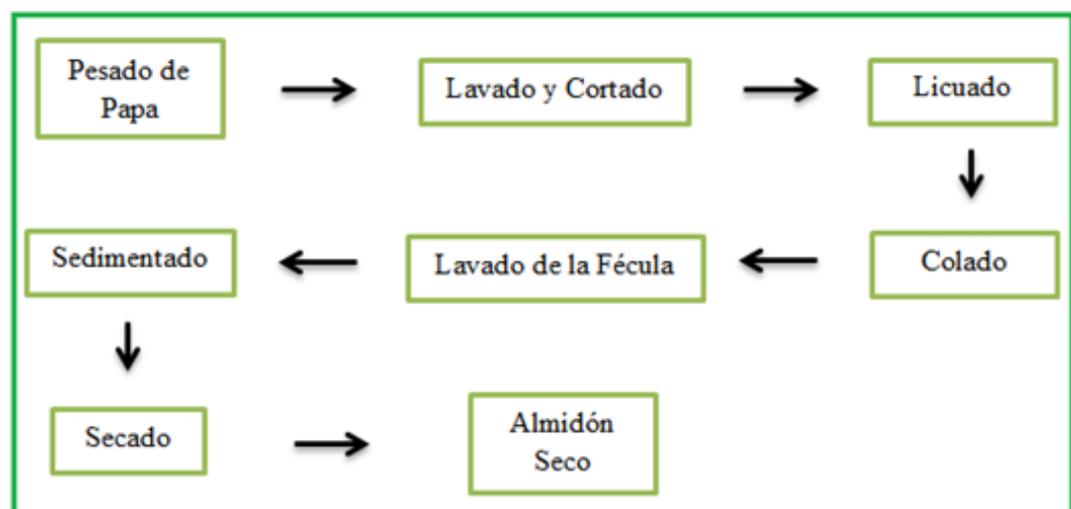
Este producto tiene una gran variedad de forma y tamaño de partículas que van desde 0.5 a 100 μm , esto afecta sus propiedades funcionales, puesto que al someter el almidón a una mezcla con agua se forma una suspensión temporal, lo cual no permite formar una solución (HOLGUIN CARDONA J. , 2019).

2.2.7. Obtención del almidón de papa

Para lograr obtener almidón de papa, el tubérculo es lavado para retirar la tierra, polvo o cualquier impureza presente, una vez limpió el producto, se procede retirar la corteza y se lava nuevamente; El producto descortezado se corta en cuadros y se mezcla con agua para someterlo a un licuado obteniendo así una mezcla la cual pasará por una tela obteniéndose un filtrado, Este filtrado se decanta, se obtiene un sobrenadante el cual se debe eliminar, el sedimento se lava con agua y se vuelve a filtrar, por último, se seca el almidón en un horno, la papa es considerado el cuarto alimento más importante y de más alto consumo por su alto contenido de almidón el cual oscila entre el 16 y 20% según la variedad del tubérculo (HOLGUIN CARDONA J. , 2019). Tal y como se muestra a continuación en la Figura 2.

Figura 2

Diagrama de Obtención de Almidón de Papa



Fuente: Elaboracion propia

2.2.8. Propiedades del almidón:

Del almidón podemos analizar diferentes propiedades, las cuales dan a conocer su aplicabilidad en diferentes procesos” (HOLGUIN CARDONA J. , 2019).

- **PH:** Es una propiedad muy importante para poder caracterizar el almidón puesto que esta propiedad le da una predisposición de ceder o aceptar hidrogeniones, siendo los de pH: 7 - 7.5, los más utilizados para procesos de transformación” (HOLGUIN CARDONA J. , 2019).
- **Solubilidad:** De acuerdo a la relación entre amilosa y amilopectina los almidones tienen “cierta capacidad de disolverse en agua, esto ocurre cuando están por encima de la temperatura de gelatinización” (HOLGUIN CARDONA J. , 2019, pág. 29).
- **Absorción de agua:** Es la capacidad del gránulo de almidón de absorber y retener agua y está ligado directamente con la temperatura de gelatinización ya que entre más aumenta la temperatura su capacidad de retención de agua es mayor” (HOLGUIN CARDONA J. , 2019).
- **Poder de hinchamiento:** Los gránulos de almidón poseen esta propiedad irreversible que consiste en absorber agua debido al incremento de la temperatura de gelatinización” (HOLGUIN CARDONA J. , 2019).
- **Sinéresis:** Se conoce así a la propiedad que tiene el almidón de liberar agua del granulo, esta acción genera un reagrupamiento molecular” (HOLGUIN CARDONA J. , 2019).

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Alternativa de Utilización

Propuesta. - “Propuesta se define como proposición o idea que se manifiesta y ofrece a alguien para un fin” (Española, 2018).

Sustitución. – “Un reemplazo es una sustitución, un cambio, un relevo o una permuta, el termino puede referirse a una persona, una cosa o algo simbólico según el contexto, que por lo que su aplicación es bastante amplia” (Española, 2018).

Plásticos. - Son polímeros que se forman utilizando presión y el calor. Una vez obtenidos los podemos caracterizar por ser bastante resistentes a la degradación y además son livianos. Características que son aprovechadas para crear una amplia gama de productos (Gardey, 2013).

Productos desechables. - Los productos desechables son aquellos que están concebido para ser utilizados a lo largo de un corto plazo de tiempo, sacrificando una mayor durabilidad por comodidad de uso y un precio menor. En muchos casos, se trata de productos de un solo uso, o de usar y tirar, El principal inconveniente de esta clase de productos es su mayor impacto ambiental al tener un ciclo de vida más corto que los productos duraderos, El uso de este tipo de productos va en contra de las políticas de minimización de residuos (Jack, 2018).

Contaminación. - Es el efecto que se tiene luego de alterar nocivamente la pureza o las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes físicos, químicos y/o biológicos. (Española, 2018) “El plástico desde su fabricación hasta el final de su vida útil contamina, en el caso de cubiertos, y platos de Tecnopor que se demoran en degradar cientos de años afectan directa en indirectamente el medio ambiente”, ya sea afectando a los seres vivos o afectando la tierra en donde se desechan.

Contaminación ambiental: Se nombra así a la presencia de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en el medio ambiente. Esta dependiendo del lugar, forma y concentración puede ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, también pueden impedir el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos.

Producto Biodegradable. - Se le dice biodegradable al producto que puede ser degradado por acción de un agente biológico. La degradación supone que el material en cuestión se descompone en elementos químicos que la formaban. Esta etapa puede desarrollarse por vía anaerobia (sin el uso de oxígeno) o por vía aerobia (con oxígeno). El proceso de degradación es muy importante para la ecología, puesto que los materiales que no son biodegradables pueden permanecer como residuos hasta millones de años, acumulándose y contaminando el medio ambiente (Merino, 2016).

Pepa de palta. - La semilla de esta fruta contiene beneficios como: ayudar a la regeneración natural de la piel, contribuir a la pérdida de peso, e incluso poder elaborar productos biodegradables a partir de esta puesto que contiene un biopolímero que puede ser extraído y convertido en bioplástico (Biofase, 2016).

Bioplástico. - Son aquellos que tienen características similares al plástico, pero provienen de derivados de productos vegetales, como el aceite de soja, maíz, papas, etc., (Wikipedia, 2018).

Bioplástico de aguacate: algunas de sus características principales:

- Se degrada en 180 días (Biofase, 2016).
- Tienen una vida útil cercana a los cuatro años
- El proceso no genera residuos peligrosos.
- La huella de carbono es sustancialmente que en el plástico derivado del petróleo, debido al proceso de extracción de los polímeros.
- Es un producto sostenible y devuelve parte sus beneficios a la sociedad.

Amilopectina: Constituye entre el 70-75 % del almidón, está formada por α -D-glucopiranosas, pero conforma una cadena altamente ramificada en la

que hay uniones α -(1 \rightarrow 4) y muchos enlaces α -(1 \rightarrow 6) que originan zonas de ramificación cada doce monómeros. El peso de esta molécula es muy elevado, puesto que cada molécula suele tener entre 2000 a 200 000 unidades de glucosa.

Amilosa: Es una molécula constituida por α -D-glucopiranosas unidas por centenares o miles (normalmente de 300 a 3000 unidades de glucosa) a través de enlaces α -(1 \rightarrow 4) en una cadena sin ramificar, o muy escasamente ramificada mediante enlaces α -(1 \rightarrow 6). Esta cadena adopta una disposición helicoidal y tiene seis monómeros por cada vuelta de hélice. Suele constituir del 25 al 30 % del almidón.

Materia Prima. - (Polimeli, Fabozzi, & Adelberg, 1997), “Es todo aquel elemento que puede convertirse en productos terminados con mano de obra y costos indirectos de fabricación.

Demanda. - Según (Kotler, Bloom, & Hayes, 2004), la demanda es “el deseo por un determinado bien o producto que se encuentra respaldado por una capacidad de pago”.

Mercado. - (Jose, 2009) “Se denomina así a cualquier persona o grupo de personas con los que un individuo u organización pueda tener o tenga una relación de intercambio”.

2.4. Sistema de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis

La obtención de bolsas biodegradables a partir de la pepa de la palta y almidón de papa será de alta resistencia (MPa), según NORMA IRAM 13610.

Variable Independiente

Harina de Pepa de palta



“X”

Variable Dependiente

Resistencia de la lámina Biodegradable



“Y”

H_0 : “X” será de alta resistencia

H_1 : “X” no será de alta resistencia

2.4.2. Variables

2.4.2.1. Variable Independiente:

Las Formulaciones- formulación de la pepa de la palta con otros ingredientes para la producción de bioplástico.

2.4.2.2. Variable Dependiente:

La aceptabilidad de las biobolsas en función de su resistencia.

Para estas variables se ha definido los siguientes indicadores:

- Resistencia del Bioplástico
- Elongación del Bioplástico
- Tiempo de Biodegradarse
- Aceptabilidad del usuario

Tabla 2.
Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Harina de pepa de palta	Producto obtenido a partir de la deshidratación y molienda de la pepa de palta.	La cantidad agregada a la mezcla será responsable de la resistencia que se obtenga en la lámina.	Gr	Lo que muestra la balanza gramera.	Nominal
Temperatura	Magnitud referida a la noción de calor medible mediante un termómetro	De la temperatura adecuada la cual se aplique a la mezcla dependerá la gelatinización y posterior reestructuración de la molécula del almidón.	°C	Cantidad mostrada en el termómetro.	Grados Celsius
Ácido acético	Líquido incoloro de olor fuerte similar al vinagre. Se utiliza en la elaboración de fármacos, tintes, plásticos, aditivos alimentarios e insecticidas.	Producto el cuál hará que las moléculas de amilopectina presentes en el almidón se rompan aumentando la amilosa, convirtiendo al producto final una lámina más elongable.	ml	Cantidad medida con la pipeta	Nominal
Glicerina	Es un compuesto orgánico a base de alcohol de azúcar de consistencia viscosa y carente de color que se encuentra presente en todas las grasas	Triol el cual será la responsable de dar propiedades plastificantes (Flexibilidad) a la lámina.	ml	Cantidad medida con la pipeta	Nominal

Fuente: Elaboración Propia

D e p e n d i e n t e	Resistencia a la ruptura	También denominada tenacidad de rotura o resistencia al agrietamiento, es la medida de la resistencia que opone un material a una grieta que se abre.	Fuerza de tracción que presentará la lámina al momento de su ruptura.	MPa	Estrés de la lámina calculado a través del texturometro	Mpa (mega pascales)
	PH	Es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución acuosa. El pH indica la concentración de iones de hidrógeno presentes en una solución	Porcentaje de hidrogeniones que nos mostrará que tan ácido básico es nuestro producto	pH	Cantidad mostrada por el pH metro	Nominal
	% Humedad	Es la cantidad de humedad de la muestra presentada como un porcentaje del peso original (con humedad) de la muestra	Porcentaje de agua que presenta nuestra lámina a nivel molecular	%H	Porcentaje el cual se calculó con el analizador de humedad	Porcentaje

Fuente: *Elaboración Propia*

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y Nivel de Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

3.1.1.1. De acuerdo con la orientación o finalidad:

Aplicada.

3.1.1.2. De acuerdo con la técnica de contrastación:

Descriptiva.

3.1.2. Nivel de Investigación

El nivel de la investigación es descriptivo de acuerdo con el diseño de control.

3.2. Población y Muestra de Estudio

3.2.1. Población

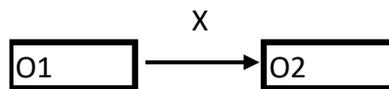
Cantidad de láminas realizadas por formulación.

3.2.2. Muestra

No probabilística, se utiliza para estudios exploratorios, determinamos nuestra población objetivo.

3.3. Diseño de Investigación

En esta investigación se aplicó un diseño Experimental, ya que nos centramos en la manipulación de una o más variables, las alteramos para poder obtener los resultados esperados, tomando medidas para que otros factores no intervengan.



O1: Formulaciones para la producción del bioplástico

X: Desarrollo del trabajo (mezcla y análisis de formulaciones (mecánicas, fisicoquímicas))

O2: Producción del Bioplástico e indicadores fisicoquímicos y ambientales.

3.4. Técnicas e instrumentos de Investigación

3.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En el estudio se utilizaron las técnicas de análisis documental, siendo los instrumentos los: Archivos, informes y documentos.

Se realizaron pruebas destructivas a las diferentes formulaciones para lograr determinar sus características fisicoquímicas (pH, acidez, %Humedad), mecánicas (Estrés y Deformación), solubilidad de agua entre otras.

Así mismo, se usaron herramientas de recolección de datos y análisis de los mismos.

Análisis fisicoquímico de las bolsas

- **Determinación de pH**

Para lograr determinar el pH de las diferentes muestras se usó el método descrito por la AOAC (1975), con modificaciones, el cual consiste en disolver 1 gr de la lámina con 9 ml de agua destilada y con ayuda de un pH metro previamente calibrado se tomó lectura del instrumento. El procedimiento se realizó por triplicado para cada muestra, tomando como resultado el promedio.

- **Determinación de acidez**

La metodología empleada fue la descrita por la AOAC (2005), con ciertas modificaciones. De la muestra se tomó una alícuota de 2,5 gr y con ayuda de una fiola se aforo hasta los 25 ml, se agito hasta lograr una disolución, se tomó 10 ml de esta mezcla a la cual se le adicionaron 4 gotas de fenolftaleína, se tituló con hidróxido de sodio a 0,1 N y se registró el gasto en todas las muestras.

- **Determinación de % Humedad**

Para la determinación de humedad se utilizó la termo balanza MX 50, donde se colocaron 2 gramos de cada muestra. El equipo funciona con flujo de aire caliente a 110°C y por diferencia de peso nos muestra el porcentaje de humedad. Se realizaron tres repeticiones por cada formulación.

Solubilidad en agua

Se realizó la metodología descrita por (Vanegas Hinojosa, 2014, p. 40), con algunas modificaciones adaptadas de (Rivera Castro, 2019, p. 21),

donde las láminas se recortaron en muestras de 2cm x 2cm y se introdujeron en un vaso precipitado de 250ml con 100 ml de agua. Esto se llevó a un agitador magnético, el cual estuvo girando a 60 rpm por un tiempo de 30 min. Se pesaron las películas antes de la prueba y al término se secaron en la estufa a 80°C por un espacio de 4 horas determinándose el porcentaje de solubilidad:

$$\% \text{Solubilidad} = [(PI - PF) / (PI)] \times 100$$

Propiedades Mecánicas (fuerza y estrés)

Con ayuda del Analizador de Textura TA. XT Plus, se logró determinar el estrés o resistencia a la tracción y elongación de las películas de los diferentes tratamientos. Este equipo ejecuta un software que aplica para plásticos, según lo descrito por la ASTM D882 (Ensayo de Resistencia a la Tracción de láminas de plástico delgado).

En el programa se introduce el dato del grosor de la lámina, el cual se midió con un micrómetro digital y después del ensayo nos da el resultado.

La prueba consiste en cortar muestras de 20 mm de ancho, con una longitud de 100 mm de largo y colocar 25 mm de película en cada pinza, para que la longitud de agarre, es decir el espacio entre cada pinza sea 50 mm. Se utilizó una velocidad de separación de agarre de 500 mm/min. Esto se realizó por triplicado para cada tipo de muestra.

El tamaño de la lámina y la longitud de agarre están establecidos por el programa, puesto que los resultados los ejecuta con medidas establecidas.

3.4.2. Diseño de contrastación

3.4.2.1. Diseño Experimental

La investigación fue de diseño experimental puesto que se manipuló directamente las variables para dar una posible solución a un problema. Y cuantitativa porque se establecieron las características de medibles del estudio.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Se utilizaron los siguientes insumos y materiales, como los procedimientos descritos a continuación:

3.5.1. Materiales e insumos

Tabla 3

Lista de Materiales e Insumos

Materiales	Insumos
<ul style="list-style-type: none">• Licuadora• Vaso precipitado• Cuchillo• Cocina eléctrica• Probeta• Cuchara• Estufa• Agitador magnético• Moldes• Organza• Tabla de picar.	<ul style="list-style-type: none">• Papa• Pepa de palta• Alcohol• Agua destilada• Glicerina• Ácido acético

Fuente: Elaboración Propia.

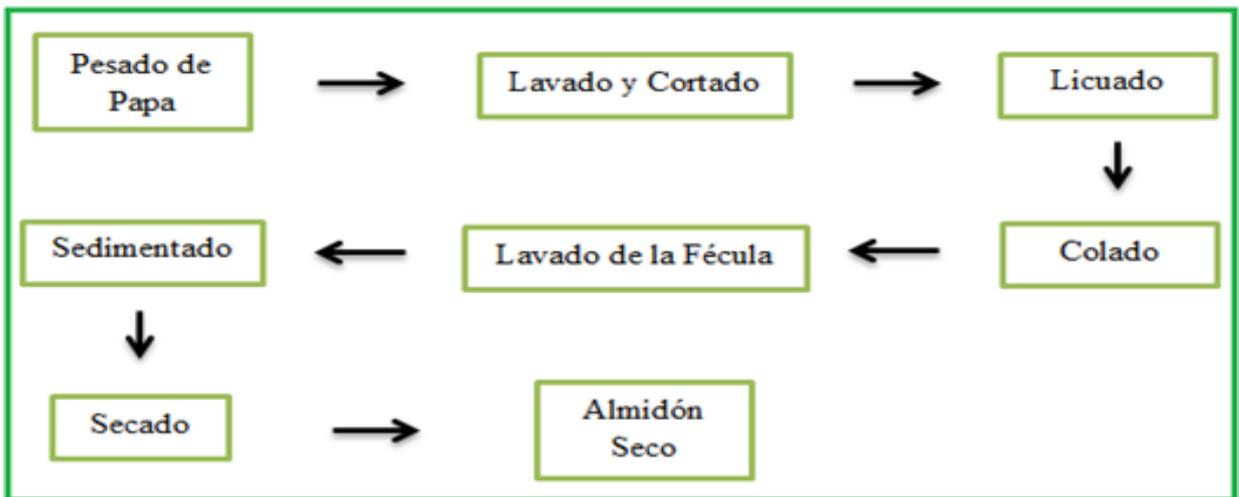
Extracción del almidón de la papa a través del método húmedo

- Se pesó la papa a utilizar para fines de rendimiento.
- Se lavó y cortó la papa en trozos
- Los trozos son licuados con agua destilada hasta que la mezcla este bien triturada.
- Con ayuda de una organza se procede a colar el licuado.
- Se extrajo la parte residual, dejando la parte líquida reposando.
- Al sólido restante se le adicionó agua destilada y nuevamente colamos, con la finalidad de seguir extraer el almidón que se haya quedado en la parte sólida
- Se puede seguir lavando el mosto de la papa con la finalidad de optimizar la extracción del almidón.
- Finalmente nos quedamos con el agua, dejando sedimentar toda la fécula durante dos horas.
- Luego de esto, se ven dos fases encima obtenemos agua con proteína, y al fondo del recipiente el almidón.
- Se desecha el agua con proteína, y se deja al almidón, al cual se le adiciona agua destilada y se sigue dejando sedimentar. Esto se repite dos veces, con la finalidad de tener un almidón de mayor calidad.

- Teniendo el último sedimento, se lleva a la estufa por un tiempo de 8 horas, a 40°C.
- El producto obtenido es un almidón seco.

Figura 3

Diagrama de Bloques de la extracción del almidón de la papa a través del método húmedo



Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Obtención de harina a partir de pepa de palta

- Se procede a lavar las pepas de palta
- Se cortan las pepas en trozos pequeños y se colocan en moldes
- Se secan en la estufa por 24 horas a una temperatura de 45° C
- Después de eso procedemos a realizar el molino para hacerlo harina
- Con ayuda de tamices logramos separar las partículas de mayor tamaño, quedando solo las menores a 22.6 mm.

3.5.3. Elaboración de Láminas biodegradables a partir del almidón de papa y la pepa de palta

Para la elaboración de las láminas biodegradables se realizaron 3 formulaciones diferentes, cambiando la cantidad de harina de pepa de palta en cada muestra en función al almidón, para el F1 es el 3% del almidón es decir 0.135 gr, para el F2 el 6% y para el F3 el 9%

Tabla 4

Formulaciones para la Producción de Bioplástico en cantidades

	P. Palta	Almidón	Solución de A. Acético al 10%	H2O	Solución de Glicerina al 10%
F1	0.135 gr	4.5 gr	3 ml	80 ml	15 ml
F2	0.270 gr	4.5 gr	3 ml	80 ml	15 ml
F3	0.405 gr	4.5 gr	3 ml	80 ml	15 ml

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5

Formulaciones en Porcentaje Total

	P. Palta	Almidón	Solución de A. Acético al 10%	H2O	Solución de Glicerina al 10%	Total
F1	0.13%	4.38%	2.92%	77.95%	14.62%	100%
F2	0.26%	4.38%	2.92%	77.84%	14.60%	100%
F3	0.39%	4.37%	2.92%	77.74%	14.58%	100%

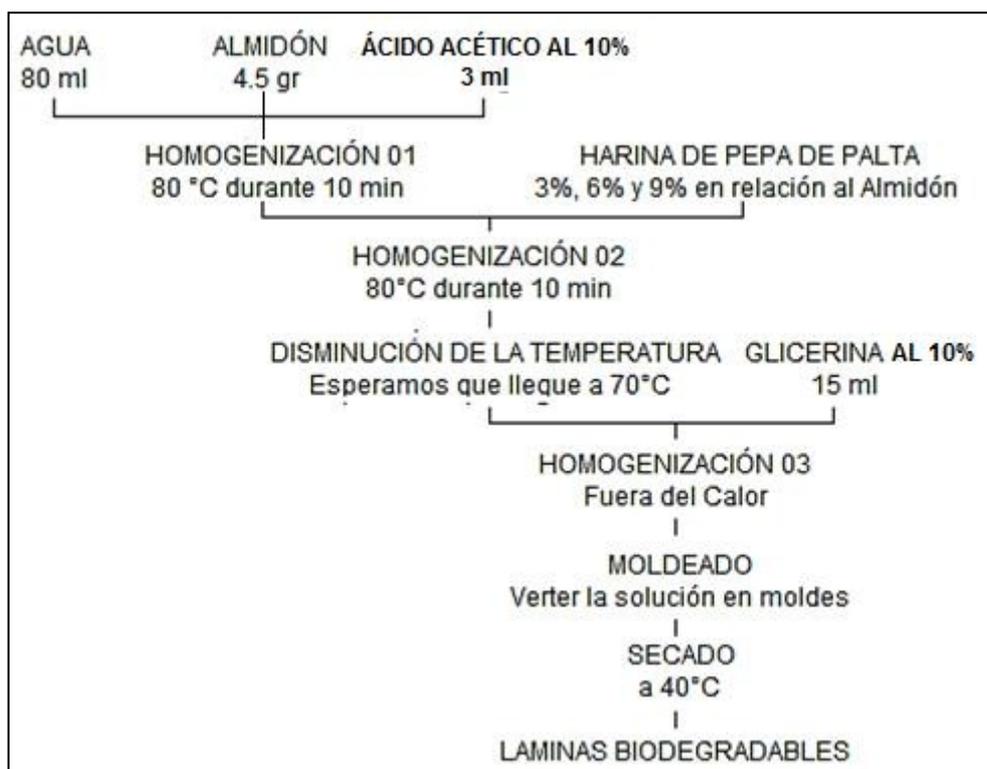
Fuente: Elaboración Propia

- Se diluyeron 4.5 gr de almidón con 80 ml de agua destilada en un vaso precipitado y 3 ml de Ácido acético al 10% v/v.

- La mezcla se llevó al agitador magnético a una temperatura de 80°C, durante 10 minutos.
- Luego, agregamos la pepa de palta según la Formulación en 3%, 6% y 9% en función al almidón, y homogenizamos por 10 minutos
- Se apagó el calentador, se vertió 15 ml de glicerina al 10% v/v, a la mezcla y se siguió homogenizando, durante 5 minutos más.
- La mezcla se procede a colocar en moldes planos y posteriormente se lleva a la estufa a 40°C por un tiempo de 12 horas.

Figura 4

Diagrama de Elaboración de Láminas biodegradables a partir del almidón de papa y la pepa de palta



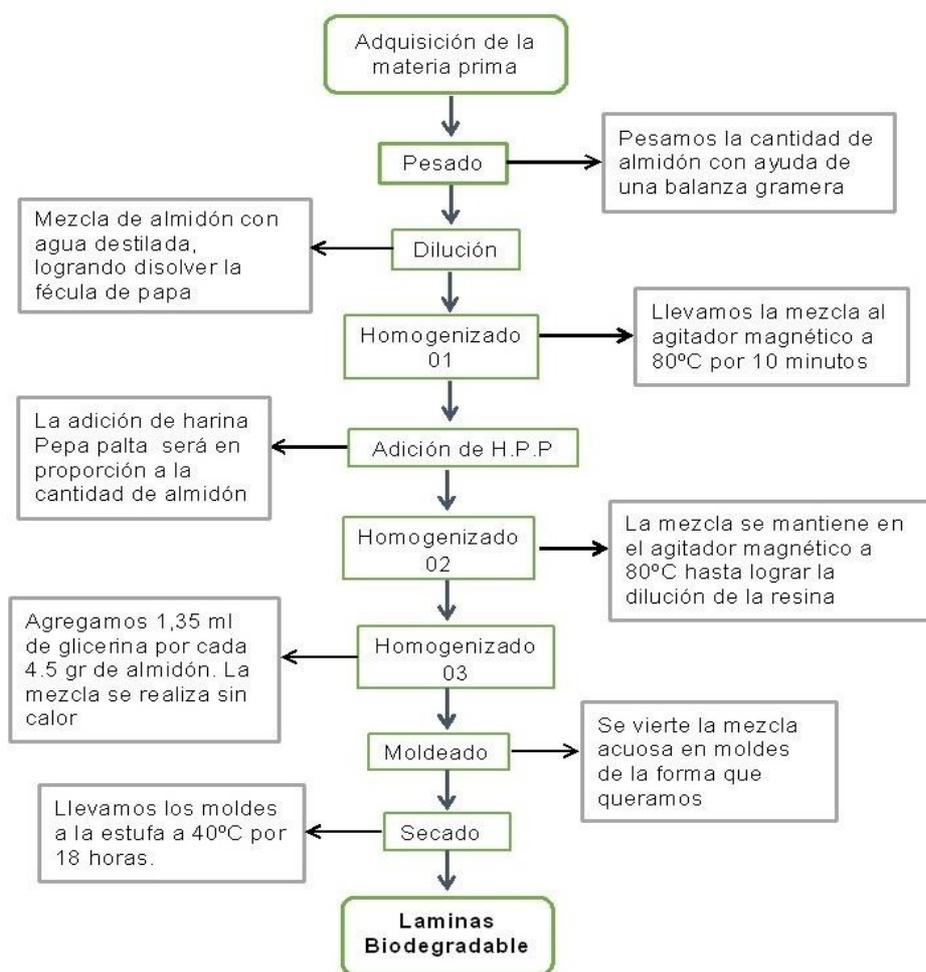
Fuente: Elaboración Propia

IV. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de Resultados

4.1.1. Flujograma para la elaboración de bolsas biodegradables a partir del almidón de papa y pepa de palta.

Figura 5 *Flujograma de Elaboración de Bolsas biodegradables a partir del almidón de papa y la pepa de palta.*



Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Análisis de la extracción del almidón

Rendimiento del almidón de Papa

En la extracción del almidón de papa (*Solanum Tuberosum*) de la variedad “Amarilla”. Se registró el peso inicial de la materia prima, luego se lavó, pelo, trozo y se procedió con la extracción del almidón a través del método húmedo, siendo:

Materia Prima Inicial = 1987,53 gr

Papa pelada = 1648 gr

Almidón obtenido = 178,43 gr

- Rendimiento = $[(\text{Almidón Obtenido}) / (\text{Materia Prima Inicial})] \times 100\%$
- Rendimiento = $[(178,43 \text{ gr}) / (1987,53\text{gr})] \times 100\% = 8,98\%$

4.1.3. Análisis físico químico de las láminas

Resultados de los análisis realizados a las muestras, estos se repitieron por duplicado, mostrando en el siguiente cuadro, los resultados promedio:

Tabla 4.1 Composición química de las láminas de los diferentes tratamientos

Tratamientos	pH	Acidez	Humedad (%)
3% Pepa	5,74	1,8%	12,35
6% Pepa	5,40	3,0%	10,89
9% Pepa	5,32	3,0%	10,67

*Los cálculos de los resultados los encontramos en los anexos

4.1.4. Solubilidad en agua de las láminas biodegradables

Resultados obtenidos luego de disolver las películas con agua, durante un periodo de 30 min a temperatura ambiente se muestra a continuación en la tabla 8:

Tabla 6

Porcentaje de Solubilidad de las láminas de bioplástico en agua de acuerdo al Porcentaje de Pepa de Palta

Tratamientos	*Solubilidad (%)			
	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
3% PEPA	32,33	25,36	28,54	28,74
6% PEPA	23,33	27,24	27,53	26,03
9% PEPA	23,48	21,40	19,44	21,44

Nota. Se muestran los resultados de 3 repeticiones con sus valores promedio.

*Datos obtenidos por diferencia de pesos de las láminas.



Gráfico 4.1. Solubilidad promedio de los tratamientos

4.1.5. Análisis de las propiedades mecánicas de la película

Resultados del texturómetro de los diferentes tratamientos

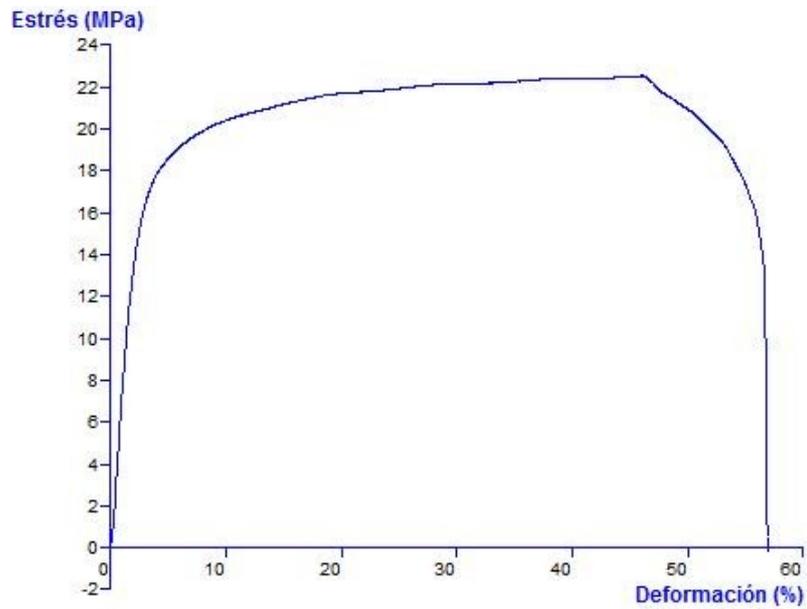


Gráfico 4.2. Estrés vs deformación de la muestra al 3% pepa

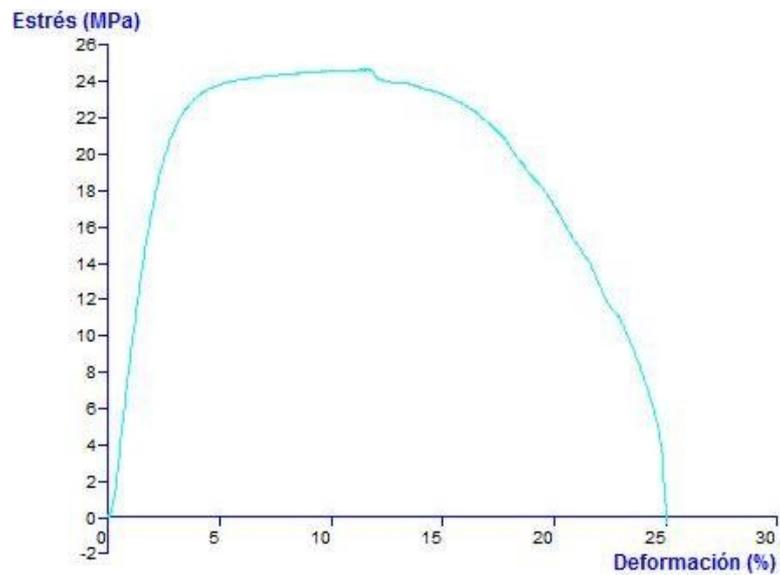


Gráfico 4.3. Estrés vs deformación de la muestra al 6% pepa

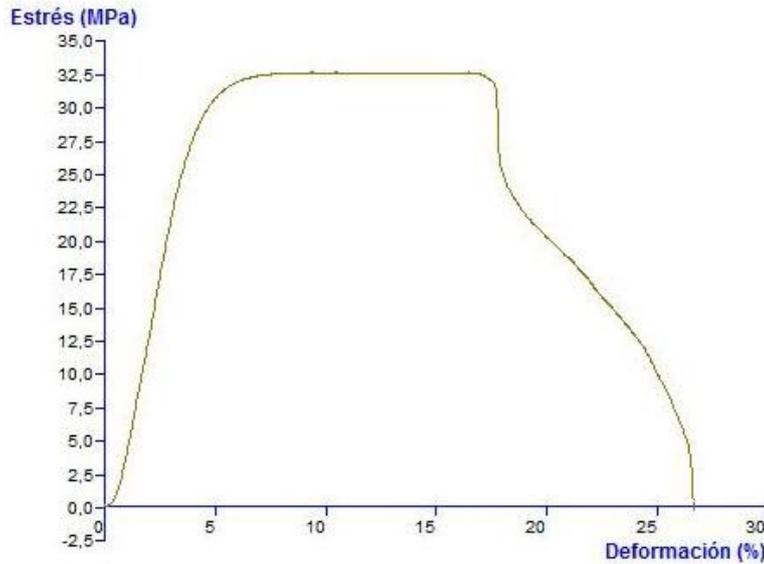


Gráfico 4.4. Estrés vs deformación de la muestra al 9% pepa

Tabla 4.4. Valores máximos alcanzados a la ruptura de los diferentes tratamientos

Tratamientos		Tiempo	Distancia	Fuerza	Estrés	Resistencia	Deformación
		Seg	Mm	g	MPa	kg/mm	%
3% Pepa	1	2,802	-23,114	3568,0	22,574	23,0191	46,228
	2	1,078	-8,800	2861,0	22,445	22,8882	17,600
	3	1,424	-11,673	3053,1	23,031	23,4851	23,346
6% Pepa	1	1,498	-12,287	3755,5	28,113	28,6677	24,574
	2	0,728	-5,894	3041,8	24,653	25,1392	11,788
	3	0,772	-6,259	3027,1	28,272	28,8296	12,518
9% Pepa	1	2,292	-18,879	4603,1	34,458	35,1381	37,758
	2	1,886	-15,509	3690,1	28,950	29,5208	31,018
	3	1,012	-8,252	4555,1	32,605	33,2487	16,504

*La data mostrada en el cuadro son los datos mostrados por el programa Exponent T.A.X.T. plus.

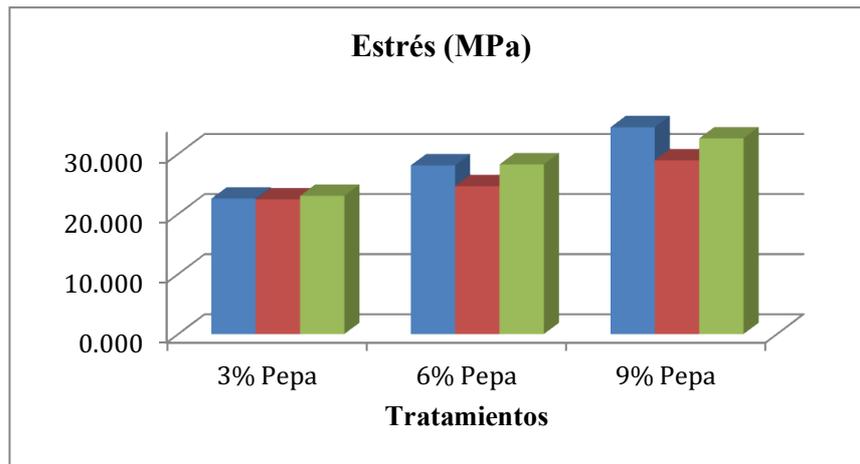


Gráfico 4.12. Comparación del estrés alcanzado en los diferentes tratamientos

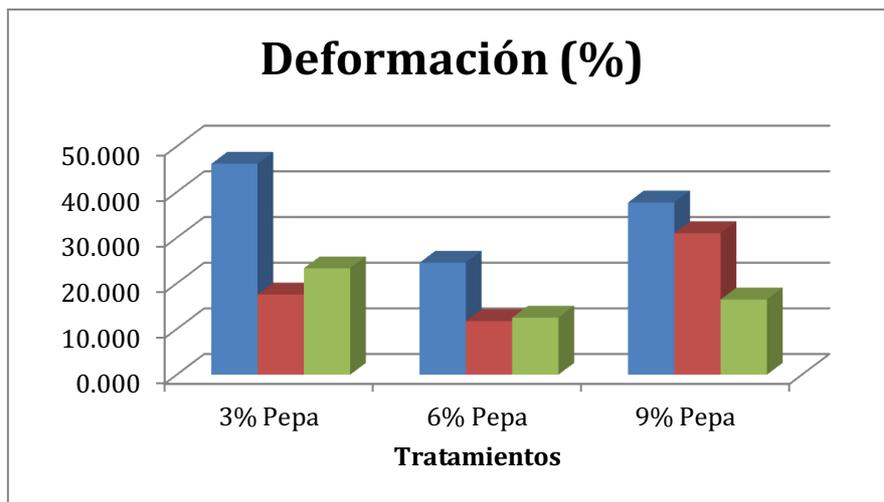


Gráfico 4.13. Comparación de la deformación alcanzada en las diferentes muestras

Estrés y deformación promedio en los diferentes tratamientos

Se promedió el estrés y la deformación de los diferentes tratamientos, dichos resultados los encontramos en el siguiente cuadro:

Tabla 4.13. Estrés y deformación promedio alcanzados en los diferentes tratamientos

Tratamientos	Estrés (MPa)	Deformación (%)
3% H. pepa palta	22,683	29,058
6% H. pepa palta	27,013	16,293
9% H. pepa palta	32,004	28,427

*Datos obtenidos a partir de los valores alcanzados a la ruptura

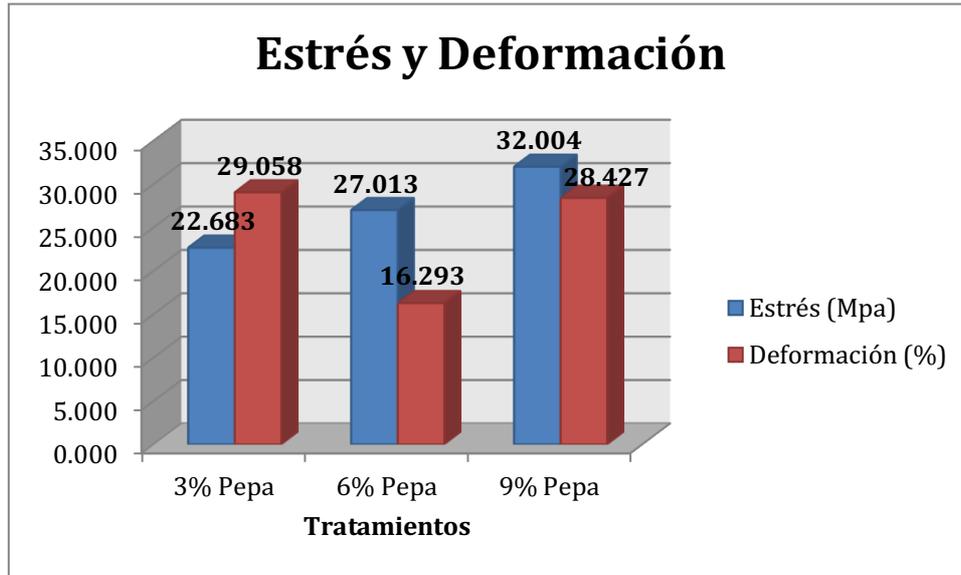


Gráfico 4.14. Estrés y deformación de las diferentes muestras

4.2. Docimasia de hipótesis

4.2.1. Análisis de varianza de la solubilidad en agua de las láminas.

Resultados obtenidos luego de disolver las películas con agua destilada, durante un periodo de 30 min a temperatura ambiente.

Tabla 4.2. Solubilidad de las láminas en Agua

Tratamientos	Solubilidad (%)		
3% H. pepa palta	32,33	25,36	28,54
6% H. pepa palta	23,33	27,24	27,53
9% H. pepa palta	23,48	21,40	19,44

*Datos obtenidos por diferencia de pesos de las láminas

Tabla 4.3. Análisis de varianza de la solubilidad en agua de los diferentes tratamientos

Origen de las Variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	Valor crítico para F5%	F Calculado	Probabilidad
Entre grupos	81,7814888	2	40,8907444	5,14325285	5,63754527	0,0418980
Dentro de los grupos	43,5197333	6	7,25328889			
Total	125,3012222	8				

*Análisis de datos realizados a los porcentajes de solubilidad obtenidos de las diferentes muestras

El F calculado mayor que el Valor crítico para F: Se rechaza la hipótesis nula, es decir existe una diferencia significativa entre las muestras. Siendo la muestra menos soluble en agua el de mayor concentración de Pepa (9%) y el menor valor mostrado fue el de 3% de Pepa.

4.2.2. Análisis de varianza del estrés para las muestras

De los resultados obtenidos del texturómetro, se recogieron los datos del estrés máximo alcanzado y se elaboró el siguiente cuadro:

Tabla 4.5. Estrés alcanzado al momento de la ruptura

Tratamientos	Estrés (MPa)		
3% Pepa	22,574	22,445	23,031
6% Pepa	28,113	24,653	28,272
9% Pepa	34,458	28,950	32,605

*Datos del estrés están expresados en MPa.

Tabla 4.6. Análisis de varianza del estrés alcanzado al momento de la ruptura

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	Valor crítico para F5%	F Calculado	Probabilidad
Entre grupos	130,540904	2	65,2704521	5,14325285	16,1397117	0,00385086
Dentro de los grupos	24,264542	6	4,04409033			
Total	154,805446	8				

*Resultados del análisis de varianza es de los datos de estrés (MPa) obtenidos por el analizador de textura de la Universidad Nacional de Piura.

El F calculado es mayor que el valor crítico para F5%. Se rechaza la hipótesis nula, lo que estadísticamente nos indica que existen diferencia significativa de estrés o resistencia a la tracción al corte entre cada uno de los diferentes tratamientos, obteniendo los valor más alto el tratamiento con 9% de Pepa y mostrando la menor resistencia el tratamiento con 3%.

4.2.3. Análisis de varianza de la deformación alcanzada al momento de ruptura en los tratamientos

Los resultados mostrados a continuación, son los que obtuvimos luego de la prueba en el texturometro. Los datos fueron proporcionados por el programa, el cual nos da la información ya calculada, en este caso la deformación máxima alcanzada en porcentaje:

Tabla 4.11. Deformación alcanzada al momento de la ruptura

Tratamientos	Deformación (%)		
3% H. pepa palta	46,228	17,600	23,346
6% H. pepa palta	24,574	11,788	12,518
9% H. pepa palta	37,758	31,018	16,504

*Datos obtenidos del cuadro IV.9. Valores alcanzados a la ruptura

Tabla 4.12. Análisis de varianza de la deformación alcanzada al momento de la ruptura

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	Valor crítico para F5%	F Calculado	Probabilidad
Entre grupos	310,553075	2	155,276537	5,14325285	1,16781327	0,37294003
Dentro de los grupos	797,780989	6	132,963498			
Total	1108,33406	8				

*Resultados del análisis de varianza es de los datos de la deformación (%) obtenidos por el analizador de textura de la Universidad Nacional de Piura

El F Calculado es menor que el valor crítico de F5%. Se acepta la hipótesis nula, es decir los valores son similares en cuanto a la deformación lograda entre cada una de las muestras con Pepa de Palta.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Extracción de almidón de papa mediante el método húmedo

(Rivera Castro, 2019), en su tesis “Elaboración de láminas biodegradables a partir de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y la resina de sábila (*Aloe vera*)” logra la extracción del almidón de papa de la variedad Yungay obteniendo un rendimiento del 9.67% de almidón. Mientras que en el presente trabajo de investigación mediante la misma técnica de extracción “Método húmedo” se logra un rendimiento de 8.98% de almidón de la variedad Amarilla, un 0.69% menos, por lo que podemos decir que el rendimiento de almidón en ambas variedades se asemeja.

5.2. Porcentaje de humedad de las láminas

(Gonzales Soto, Sotelo Bautista, & Gutiérrez Meráz, 2016, pág. 2) En su investigación de “Películas de almidón de papa obtenidas por casting y extrusión reforzadas con montmorillonita de sodio modificada”, obtuvieron laminas con 22% de humedad, mientras que las obtenidas en la presente tesis logramos valores de 12.35%, 10.89% y 10.67%, para las formulaciones de 3%, 6% y 9% respectivamente. Por lo que podemos decir que el contenido de harina de papa de palta aumenta el porcentaje de materia seca y por ende se tiene menor actividad en la lámina, así mismo un menor porcentaje de humedad hace que la proliferación de microorganismos disminuya aumentando la vida útil de la película en cuestión.

5.3. Solubilidad en agua de las láminas.

En cuanto a la solubilidad en agua se obtuvo valores promedio de 28.74%, 26.03% y 21.44%, para las muestras de 3%, 6% y 9% de papa de palta respectivamente, mientras que (Rivera Castro, 2019) en su muestra patrón obtiene una solubilidad promedio de 31.23%. De lo anterior podemos deducir que

a mayor cantidad de harina de pepa de palta menor será la solubilidad de la lámina.

5.4. Propiedades Mecánicas (Estrés y Deformación)

La NORMA IRAM 13610, del instituto argentino de normalización y certificación (2010), establece que, para las bolsas plásticas, tipo camiseta, se debe obtener una Resistencia a la tracción (Estrés) mayor igual que 30 MPa. Las muestras obtenidas tuvieron una resistencia de 22.68 MPa, 27.01 MPa y 32 MPa, para el primer, segundo y tercer tratamiento respectivamente. Según lo mencionado en dicha norma la tercera formulación estaría dentro de los parámetros para la resistencia.

La misma norma también establece que la deformación debe ser mayor o igual a 300%, mientras que en las pruebas realizadas las láminas obtuvieron una elongación promedio de 25%, lo que está muy por debajo de lo establecido por la norma.

CONCLUSIONES

El flujograma desarrollado nos muestra el procedimiento para la elaboración de películas biodegradables a partir del almidón de la papa (*Solanum Tuberosum*) y harina de pepa de palta (*Persea americana*), empleando el método Casting, siguiendo de manera secuencial, ordenada y controlada las operaciones unitarias de Pesado, Dilución, Homogenizado 01, Adición de Harina de Pepa de Palta, Homogenizado 02, Homogenizado 03, Moldeado y Secado.

El análisis fisicoquímico que se le realizó a las bolsas biodegradables (PH, acidez y % humedad) logro determinar que estas tienen un pH de promedio de 5.49, acidez titulable de 2.6 y 11,30% de humedad media. Las características fisicoquímicas que poseen las láminas elaboradas, las vuelven un material orgánico susceptible a la degradación por bacterias, lo cual las hacen biodegradables.

La solubilidad en agua promedio fue de 28.74%, 26.03% y 21.44% para la primera, segunda y tercera formulación, respectivamente. De acuerdo al ANOVA realizado, estadísticamente existe diferencia significativa entre las muestras, por lo que concluimos que la cantidad de harina de pepa de palta influye en la solubilidad de la lámina, dándose una relación inversa, es decir a mayor cantidad de pepa de palta menor solubilidad en agua.

Las propiedades mecánicas se lograron determinar mediante el uso del Texturometro, mostrando una resistencia de 22.68 MPa, 27.01 MPa y 32 MPa, para las formulaciones de 3%, 6% y 9% respectivamente, en cuanto a elongación se obtuvo valores de 29.06%, 16.29% y 28.43% para la muestra 1, 2 y 3 correspondientemente. De lo anterior se puede concluir que, a mayor cantidad de harina de pepa de palta en la muestra, mayor será su resistencia, sin embargo, la adición de la harina de pepa de palta no influye en la elongación de la lámina.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar una investigación más profunda acerca de la obtención de láminas a partir de pepa de palta y almidón de papá con la finalidad de lograr una film con una elongación mayor al 300%, esto con la finalidad de que cumpla con las especificaciones según NORMA IRAM 13610.
- ✓ Se debería de utilizar otro agente plastificante además de la glicerina, puesto que esta es un producto higroscópico, lo cual hace que las láminas cambien según el medio en el que se encuentren.
- ✓ Se sugiere elaborar un análisis de biodegradabilidad aerobia y anaerobia, teniendo como variables humedad y temperatura, calculando la pérdida de peso de acuerdo al tiempo.
- ✓ Se aconseja no usar más del 40% de glicerina en función al almidón, puesto que vuelve muy flexible la lámina y susceptible al rompimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andres, S. (2015). *Otsourcing Organizacional SAS*. Bogota: Independiente.
- Año Internacional de la Papa. (2008). Obtenido de <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/hojas.html>
- Biofase. (2016). *Semilla de aguacate*. Mexico: UANL. URL:<http://cienciauanl.uanl.mx/?p=4097>
- Blank, L., & Tarquin, A. (2012). *Ingeniería Económica* (Septima ed.). México: Mc Graw-Hill.
- Campos Donoso, P., Gonzales Gomez, S., & Reyes Najle , N. (2010). *Bioplásticos utilizados en la agroindustria Aplicacion en laminas para la germinacion de la semilla del pimienta*. Santiago: Universidad de Chile. URL:http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/100180/0701_aq-campos_p.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Carbonell, R. A. (2016). *Tercerización análisis comparativo*. Sao Paulo: XXXV Congreso Internacional de Derecho Financiero.
- Chase B, R., & Jacobs, R. (2011). *Administracion de Operaciones, Produccion y Cadena de Suministros*. México: Mc Graw Hill Education.
- Chase, R; Jacobs, R. (2014). *Administración de Operaciones Producción y Cadena Suministros*. México: Mac Graw Hill Education.
- Chávez Ramos, L. B., & Vásquez Upiachihuay, G. Plan de negocio de producción y comercialización de néctar de papaya. *Plan de negocio de producción y comercialización de néctar de papaya*. Univerisdad Científica del Perú, Iquitos.
- Cordova Ojeda, R. (2018). *Repositorio UNP*. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1152/IND-COR-OJE-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cordova Ojeda, R. O. (2018). *ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE BOLSAS BIODEGRADABLES EN LA PROVINCIA DE PIURA*. Piura: Universidad Nacional de Piura. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1152/IND-COR-OJE-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Coronado-Pais, N., & Rodríguez La Torre, C. Diseño de producto, proceso y planta para la producción industrial sostenido del néctar de Aguaymanto. *Diseño de producto, proceso y planta para la producción industrial sostenido del néctar de Aguaymanto*. Universidad de Piura, Piura.
- Diario Gestión. (2019). *Gestión*. Obtenido de www.gestión.pe
- El blog Verde*. (17 de octubre de 2018). Recuperado el 23 de Noviembre de 2018, de <https://elblogverde.com/clasificacion-plasticos/>
- Enrique, L. (2017). *Diseño Organizacional basado en Procesos*. Mexico D.F.: Cengage Learning Editores. S.A.
- Española, R. A. (2018). *Real Academia Española*. Recuperado el 22 de Diciembre de 2018, de <http://dle.rae.es/>
- Francisco, G. R. (1995). *Sistemas y Procedimientos administrativos*. Mexico: Mc Graw Gil.
- Fundación Robert Wood Johnson. (28 de Diciembre de 2018). *La Red Hispana*. URL. <https://www.laredhispana.org/actualidades/cunto-tarda-en-degradarse-el-plastico-o-el-vidrio-y-el-carton-o-el-papel>
- Gaona Velasquez, E. T. Estudio de factibilidad para instalar un centro gastronómico y recreacional en la ciudad de Tambogrande-Piura. *Estudio de factibilidad para instalar un centro gastronómico y recreacional en la ciudad de Tambogrande-Piura*. Universidad Nacional de Piura, Piura Peru.
- Gardey, J. P. (2013). *Definicion de*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2018, de <https://definicion.de/plastico/>
- Gitman, L., & Zutter, C. (2012). *Principios de la Administración Financiera* (Doceava ed.). México D.F., México: Pearson.
- Gonzales soto. (2016). Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/8/110.pdf>
- Gonzales Soto, R. A., Sotelo Bautista, M., & Gutiérrez Meráz, F. (2016). Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/8/110.pdf>
- Heizer, J; Render, B. (2013). *Principios de Administración de Operaciones*. México: Pearson Educacion.
- HOLGUIN CARDONA, J. (2019). *REPOSITORIO UNIVERSIDAD DE AMERICA*. URL:<http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7388/1/6132181-2019-1-IQ.pdf>

- HOLGUIN CARDONA, J. S. (2019). *repositorio uamerica*. Obtenido de http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7388/1/6132181-2019-1-IQ.pdf?fbclid=IwAR2HwIhxcejNgieftmZMK_-XutSd6Ooz5TUN-6UrQT0fSUYapRE1QIOP9Oc
- Homero, S. (2017). *OBTENCIÓN DE UN COMPLEMENTO NUTRICIONAL GRANULADO PARA*. ecuador.
- Huaman Perez, M. D. (2014). *EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRATAMIENTOS CON SOLVENTES ORGÁNICOS, AGUA Y EL TIEMPO DE EXTRACCIÓN EN EL RENDIMIENTO DE POLIFENOLES TOTALES DE LA HARINA DE SEMILLA DE PALTA*. Tesis de Grado, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU, Huancayo.
URL:<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2652/Huaman%20Perez.pdf?sequence>
- Idalberto, C. (1995). *Administración Teoría, proceso y práctica*. Mexico D.F.: Mc Graw Hill.
- Iglesias, L. S. (2018). *Los Plásticos*. Trabajo de Investigacion. URL. http://mestreacasa.gva.es/c/document_library/get_file?folderId=500017020418&name=DLFE-1180342.pdf
- Jack. (2018). *Bioplásticos*. URL. <http://bioplásticos-jackxter.blogspot.com/2011/11/los-bioplásticos.html>
- Jessica. (15 de Enero de 2015). *Los plásticos*. URL. <http://elmundodelplastico.blogspot.com/2010/01/segun-la-reaccion-de-sitesis-tambien.html>
- Jimenez Guirado, M. (2016). *El blog de Maria*. URL. <http://elblogdemariajg.blogspot.com/2016/12/2.html>
- Kotler, P., Bloom, P., & Hayes, T. (2004). *El Marketing de Servicios Profesionales*. México: Paidós.
- Libre de tecnopor*. (s.f.). Obtenido de <https://libredetecnopor.pe/que-es-el-tecnopor/>
- Malhotra, N. K. (2008). *Investigación de Mercados* (Quinta ed.). México: Pearson.
- Merino, J. P. (2016). *Definición de Biodegradable*. URL. <https://definicion.de/biodegradable/>
- Minam, M. d. (2016). *Balance de Plastico en el Peru*. Obtenido de <https://larepublica.pe/domingo/1199040-no-las-use>

- Mundoplastiko. (2018). URL. <https://sites.google.com/site/mundoplastiko/4-clasificacion/4-2-segun-el-comportamiento-frente-al-calor>
- Nef, P. (2019). *PLASTICOS NEF*. URL. <http://www.plasticosnef.com/polietileno/>
- Nielsen Company. (2016). *Encuesta Global sobre Confianza del Consumidor del tercer Trimestre del 2016*. Obtenido de <https://bit.ly/3cgExh4>
- PlasticsEurope. (2013).
- PlasticsEurope. (27 de Abril de 2013). *Observatorio de Noticias Redue*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2018, de <https://observatoriodenoticias.redue-alcue.org/mexico-empresa-crea-bioplastico-a-partir-de-desechos-organicos/>
- Reyes Gordillo, M. L. Estudio de pre factibilidad para producción y comercialización de nécttar de fresa con chíá enduzado con Stevia en el mercado de Lima Metropolitana. *Tesis de Pregrado*. Pontificia Universidad Católica del Perú , Lima, Perú.
- Reyes, R. S. (2017). *Obtencion de un complemento nutricional granulado para consumo humano a partir de la semilla de aguacate*. Quito: Universidad Central de Ecuador. URL. www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8155/1/T-UCE-0017-001-2017.pdf
- Rimac Landa, A. B. (2010). *ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE BOLSAS OXOBIODEGRADABLES*. Lima: Repositorio PUCP. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/8651>
- Rivera Castro, A. G. (2019). *“ELABORACIÓN DE LÁMINAS BIODEGRADABLES A PARTIR DE ALMIDÓN DE PAPA(SOLANUM TUBEROSUM) Y LA RESINA DE SÁBILA(ALOE VERA)”*. Universidad Nacional de Piura. Piura: <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2345/IAIA-RIV-CAS-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Rothery, B., & Robertson, I. (1996). *Outsourcing*. Londres: CDN.
- Sapag Chain, N. (2001). *Evaluación de proyectos de proyectos de inversión en la empresa*. Pearson Education S.A.
- Sapag Chain, N., & Sapag Chain, R. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos* (Quinta ed.). México: Mc-Graw-Hill.
- Schroeder, R. G., Goldstein, S. M., & Rungtysanatham, M. J. (2011). *Administración de operaciones*. Ciudad de Mexico: MCGRAW-HILL.

- SUNEDU. (2016). *El Modelo de Licenciamiento y su Implementación en el Sistema Universitario Peruano*. Lima: Víctor Abel Cordero Félix .
- Ucha, F. (21 de Octubre de 2010). *Definición ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/general/sustitucion.php>
- Universia, P. (2010). *PUCP: Plásticos a base de papa contra la contaminación*. Tesis de grado, Lima. Recuperado el 17 de Noviembre de 2018, de <https://noticias.universia.edu.pe/en-portada/noticia/2010/05/21/695068/pucp-plasticos-base-papa-contra-contaminacion.html>
- Vanegas Hinojosa, M. G. (2014). "*OBTENCIÓN DE PELÍCULAS BIODEGRADABLES A PARTIR DE MEZCLAS DE QUITOSANO DE CÁSCARAS DE CAMARÓN Y AGENTES PLASTIFICANTES*". Universidad Central del Ecuador-Quito: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2872>.
- Vargas, G., Martínez, P., & Velezmoro, C. (s.f.). *Scientia Agropecuaria*. URL. <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop>
- Wikipedia. (2018). *Wikipedia*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2018, de <https://es.wikipedia.org/>
- Willian, W., & Davis, K. (2008). *Administración de recursos humanos*. Mexico D.F: Mc Graw Hill.
- Yaipen, R. (12 de Junio de 2019). *Agraria*. Obtenido de <https://agraria.pe/noticias/peru-tiene-la-coleccion-mas-grande-de-variedades-de-papa-del-mundo>
- Zambrana, G. C. El libro mayor en la contabilidad financiera. *El libro mayor en la contabilidad financiera*. Universidad Peruana Union, Lima.
- Zapata Criollo, D. M. (2019). *Evaluación de Biopelículas formuladas a partir de almidón de banano verde (Musa paradisiaca) y yuca (Manihot esculenta) con Gel de sábila(Aloe Vera).Perú.2019*". Repositorio Universidad Nacional de Piura-Piura. URL. <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1586/IND-ZAP-CRI-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo 1: DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ACIDEZ

$$\%Acidez = \frac{(GB)(N)(M.eq)}{A} \times 100$$

A

Dónde:

GB = Gasto de bureta [se mide en] mL.

N = Normalidad del agente titulante.

M.eq = u.m.a. del ácido de muestra

A = Alícuota en mL de muestra (titulada)

Tratamiento	NaOH Inicial	NaOH Final	Gasto	Normalidad del NaOH	M equi.	%Acidez
3% Pepa	16,5	16,8	0,3	0,1	0,06	1,8%
6% Pepa	16	16,5	0,5	0,1	0,06	3,0%
9% Pepa	14,9	15,4	0,5	0,1	0,06	3,0%

Anexo 2: DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD PROMEDIO

Tratamientos	%Humedad 1	%Humedad 2	%Humedad 3	% Humedad Promedio
3% Pepa	12,36	12,9	11,78	12,35
6% Pepa	10,64	10,91	10,46	10,67
9% Pepa	11,17	10,88	10,63	10,89

Anexo 3: SOLUBILIDAD EN AGUA

Muestras	Peso		Pi –Pf	Solubilidad (%)	Promedio	
	Inicial (g)	Final (g)				
3% Pepa	1	0,0730	0,0494	0,0236	32,33%	28,74%
	2	0,0702	0,0524	0,0178	25,36%	
	3	0,0869	0,0621	0,0248	28,54%	
6% Pepa	1	0,0673	0,0516	0,0157	23,33%	26,03%
	2	0,0536	0,039	0,0146	27,24%	
	3	0,0563	0,0408	0,0155	27,53%	
9% Pepa	1	0,0903	0,0691	0,0212	23,48%	21,44%
	2	0,0701	0,0551	0,015	21,40%	
	3	0,0746	0,0601	0,0145	19,44%	

Anexo 4: REGISTROS FOTOGRÁFICOS DEL PROCESO DE LAMINACIÓN



Pepa de palta seca



Harina de pepa de palta



Pesado de Harina de Pepa de palta



Pesado de almidón de papa



Medición de Acido Acético



Mezcla de Acido actico, almidón, agua y Harina de pepa de palta



Medición de temperatura de la mezcla



Moldeado de laminas



Láminas obtenidas



Pruebas mecánicas en el texturómetro