



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TEMA:**

**Obtención de sorbetes a base de bioplástico derivado de  
corona de piña (*Ananas comosus* L.).**

**AUTOR**

**Galvez Wilches, Felix Salomón**

**Componente práctico del examen complejo previo a la  
obtención del título de INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**TUTOR**

**Ing. Velásquez Rivera, Jorge Ruperto, Ph. D.**

**Guayaquil, Ecuador**

**16 de septiembre del 2021**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente **componente práctico del examen complejo**, fue realizado en su totalidad por **Galvez Wilches Felix Salomón** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial**

**TUTOR**

f. \_\_\_\_\_  
**Ing. Velásquez Rivera Jorge Ruperto, Ph. D.**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

f. \_\_\_\_\_  
**Ing. John Eloy Franco Rodríguez, Ph. D.**

**Guayaquil, a los 16 días del mes de septiembre del año 2021**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL  
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Galvez Wilches, Felix Salomón**

**DECLARO QUE:**

El componente práctico del examen complejo, **Obtención de sorbetes a base de bioplástico obtenido de corona de piña (*Ananas comosus* L.)** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 16 días del mes de septiembre del año 2021**

**EL AUTOR**

f. \_\_\_\_\_  
**Galvez Wilches, Felix Salomón**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Galvez Wilches, Felix Salomón**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución el **componente práctico del examen complejo Obtención de sorbetes a base de bioplástico obtenido de corona de piña (*Ananas comosus* L.)**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 16 días del mes de septiembre del año 2021**

**EL AUTOR:**

f. \_\_\_\_\_  
**Galvez Wilches, Felix Salomón**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**CERTIFICADO URKUND**

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Componente Práctico del Examen Complexivo, **Obtención de sorbetes a base de bioplástico obtenido de corona de piña (*Ananas comosus* L.)** presentado por el estudiante **Galvez Wilches, Felix Salomón**, de la carrera de **Ingeniería Agroindustrial**, donde obtuvo del programa URKUND, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.

URKUND	
Documento	<a href="#">Félix Galvez. Titulación. 11-08.2021 Revisión Redacción Técnica final.docx</a> (D112140846)
Presentado	2021-09-06 13:08 (-05:00)
Presentado por	felixgalvez93@hotmail.com
Recibido	noelia.caicedo.ucsg@analysis.urkund.com
	0% de estas 35 páginas, se componen de texto presente en 0 fuentes.

Fuente: URKUND-Usuario Caicedo Coello, 2021

Certifican,

---

**Ing. John Franco Rodríguez, Ph. D.**  
Director Carreras Agropecuarias  
UCSG-FETD

---

**Ing. Noelia Caicedo Coello, M. Sc.**  
Revisora - URKUND

## **AGRADECIMIENTO**

Me gustaría comenzar agradeciendo a quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el camino correcto, a Dios, por permitirme vivir y disfrutar de cada etapa en la universidad.

Gracias también a mi universidad, por haberme dado las herramientas necesarias para formarme en la parte estudiantil, con los docentes de calidad que goza dicha institución, a mis profesores en este proceso, de manera especial a mi tutor Ing. Jorge Velásquez Ph. D., que con su conocimiento profesional me ayudó muchísimo en este proyecto, a la paciencia infinita que tuvo conmigo tanto como tutor y como profesor en varias materias.

Gracias a mis padres por que han sido un motor constante en este proyecto, nunca dejaron que me rindiera en el proceso. A mi hermana por siempre darme la motivación necesaria cuando me costaba continuar.

No me ha sido sencillo el camino, pero gracias a sus aportes, consejos, amor, a su inmensa bondad, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos compleja; Les agradezco inmensamente a todos los que aportaron a este proyecto y en el transcurso de hasta llegar al mismo.

## DEDICATORIA

Dedico este proyecto a cada uno de mis seres queridos, quienes, con su paciencia y su ayuda, fueron pilares fundamentales para culminar esta etapa de mi vida. Es una satisfacción poder dedicársela a ellos, que con mucho esfuerzo, trabajo y dedicación me lo he ganado.

Quiero agradecer a mis padres, Magda Wilches y Félix Gálvez, ya que ellos fueron los primeros motores de este proceso profesional, impulsándome a continuarlo.

A mi hermana Magda, porque nunca dejo que me rindiera y siempre confió en mí. Y por último y la persona más importante, me gustaría dedicar a mi abuela Elcira. Sé que en el cielo está orgullosa de mi por culminar este proyecto.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Velásquez Rivera Jorge Ruperto, Ph. D.**

TUTOR

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Franco Rodríguez John Eloy, Ph. D.**

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Caicedo Coello Noelia, M. Sc.**

COORDINADOR DE UTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**CALIFICACIÓN**

---

**Ing. Velásquez Rivera Jorge Ruperto, Ph. D.**

TUTOR

## ÍNDICE GENERAL

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
1.1	Objetivos	3
1.1.1	Objetivo General	3
1.1.2	Objetivos específicos	3
<b>2</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>4</b>
2.1	Generalidades de la piña ( <i>Ananas comosus</i> L.)	4
2.1.1	Descripción botánica	4
2.1.2	Taxonomía	5
2.1.3	Principales variedades de piñas cultivadas en Ecuador	5
2.1.4	Composición Nutricional	7
2.1.5	Propiedades físicas y químicas de la corona de piña	8
2.1.6	Cosecha	9
2.1.7	Postcosecha	11
2.2	Plásticos	14
2.2.1	Historia del plástico	14
2.2.2	Características de los plásticos	15
2.2.3	Clasificación de los plásticos	16
2.2.4	Tipos de reacciones de los plásticos	16
2.2.5	Termoplásticos	17
2.2.6	Polímeros de cristal líquido termotrópico	17
2.2.7	Tereftalato de polietileno	18
2.2.8	Reciclaje de plásticos	19
2.2.9	Código de resina	20
2.3	Bioplásticos	21
2.3.1	Origen	21
2.3.2	El reutilizamiento de plásticos	22
2.3.3	Plásticos degradables	24
2.3.4	Biodegradación de polímeros	25
2.3.5	Residuos pecuarios	25
2.3.6	Recipientes biodegradables	26
2.3.7	Propiedades físicas	26

2.3.8	Ventajas de los bioplásticos.....	28
2.3.9	Desventajas de los bioplásticos.....	28
2.4	Relación Costo/Beneficio .....	29
2.4.1	Habilitación de la gestión de beneficios.....	29
2.4.2	Contabilidad rural.....	29
2.4.3	Contabilidad pecuaria. ....	30
2.4.4	Análisis costo-beneficio. ....	30
2.4.5	Salarios y sueldos en Ecuador. ....	31
<b>3</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>33</b>
3.1	Lugar del proyecto .....	33
3.2	Duración del proyecto .....	33
3.3	Insumos, equipos, materiales y reactivos .....	33
3.3.1	Insumos. ....	33
3.3.2	Equipos.....	34
3.3.3	Materiales. ....	34
3.4	Diseño de la investigación .....	34
3.4.1	Unidades experimentales. ....	37
3.4.2	Esquema del experimento. ....	37
3.4.3	Procedimiento.....	39
3.4.4	Elaboración del bioplástico. ....	40
3.4.5	Variables a evaluarse de la materia prima.....	45
3.4.6	Variables a evaluar del bioplástico. ....	47
3.4.7	Variables físicas y químicas del utensilio biodegradable. .	49
3.4.8	Análisis estadístico. ....	52
3.4.9	Análisis Costo/Beneficio. ....	53
<b>4</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>58</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS ESPERADOS .....</b>	<b>61</b>
5.1	Académico .....	61
5.2	Técnico .....	61
5.3	Económico .....	61
5.4	Participación Ciudadana.....	61
5.5	Científico .....	62
5.6	Tecnológico.....	62

5.7	Social .....	62
5.8	Ambientales .....	62
5.9	Cultural.....	62
5.10	Contemporáneo.....	63
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>64</b>
6.1	Conclusiones .....	64
6.2	Recomendaciones .....	64
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 .</b> Taxonomía de la piña (Ananas comosus. L.) .....	5
<b>Tabla 2.</b> Composición Químicas de la piña (Ananas comosus L.).....	7
<b>Tabla 3.</b> Características físicas y químicas de la piña.....	8
<b>Tabla 4.</b> Tipo de empaque y distribución de las piñas.....	14
<b>Tabla 5.</b> Características generales de los plásticos.....	16
<b>Tabla 6.</b> Característica de los diferentes tipos de plástico.....	19
<b>Tabla 7.</b> Tipos de plásticos y sus aplicaciones de reciclado.....	21
<b>Tabla 8.</b> Fórmula de referencia para el bioplástico.....	37
<b>Tabla 9</b> Restricciones. ....	38
<b>Tabla 10.</b> Diseño de mezclas para la obtención del bioplástico. ....	39
<b>Tabla 11.</b> Rendimiento para obtener 500 g de bioplástico. ....	40
<b>Tabla 12.</b> Cantidades necesarias cada tratamiento.....	41
<b>Tabla 13.</b> Bioplástico finalizado convertido en un utensilio.....	49
<b>Tabla 14.</b> Esquema ANDEVA.....	52
<b>Tabla 15.</b> Precio por unidad de los ingredientes del bioplástico.....	55
<b>Tabla 16.</b> Cantidades del tratamiento 11.....	56

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Etapas de madurez de las piñas. ....	7
<b>Gráfico 2.</b> Caja para el empacado de la piña. ....	13
<b>Gráfico 3.</b> Formación de los polímeros. ....	15
<b>Gráfico 4.</b> Clasificación de los plásticos según su número. ....	20
<b>Gráfico 5.</b> Plásticos siendo reusados. ....	23
<b>Gráfico 6.</b> Resistencia a punción. ....	28
<b>Gráfico 7.</b> Ubicación del proyecto. ....	33

## RESUMEN

Uno de los materiales más usado en mundo es el plástico, el cual forma parte de la producción de un sinnúmero de productos alimenticios y no alimenticios ha producido efectos negativos en el medio ambiente a escala mundial, lo cual ha generado un alto porcentaje de contaminación por residuos. Los plásticos de un solo uso se utilizan a diario para situaciones del día a día, reuniones, cenas y convivencias en general, por lo cual se acumula basura no degradable o degradable a largo plazo. Con estos antecedentes el objetivo del presente trabajo es la búsqueda de una alternativa óptima y eficaz para generar un bioplástico con características similares a los plásticos convencionales con materiales biodegradables. Para la formulación de este producto se utilizará corona de piña (*Ananas comosus* L.) que contiene grandes cantidades de celulosa, la cual es sometida a un proceso de trituración y mezcla con diferentes componentes naturales como maicena, glicerina y otros para finalmente obtener un producto con una reducida humedad. Se obtendrá un material biodegradable flexible que permitirá moldear determinados envases.

**Palabras Clave:** piña, celulosa, biodegradable, sintético, contaminación

## ABSTRACT

One of the most widely used materials in the world is plastic, which is part of the production of countless food and non-food products has produced negative effects on the environment worldwide, which has generated a high percentage of waste pollution. Single-use plastics are used daily for everyday situations, meetings, dinners and coexistences in general, so non-degradable or degradable long-term garbage accumulates. With this background the objective of this work is the search for an optimal and effective alternative to generate a bioplastic with characteristics similar to conventional plastics with biodegradable materials. For the formulation of this product pineapple crown (*Ananas comosus* L.) containing large amounts of cellulose will be used, which is subjected to a crushing and mixing process with different natural components such as cornstarch, glycerin and others to finally obtain a product with a low humidity. A flexible biodegradable material will be obtained that will allow to mold certain containers.

**Keywords:** pineapple, cellulose, biodegradable, synthetic, pollution

## **1 INTRODUCCIÓN**

Actualmente, el plástico es uno de los materiales manufacturados y utilizados de manera masiva en el mundo. Es parte del día a día de las personas, su evolución se la ha analizado por varios años debido a su facilidad de producción y se ha conseguido que hasta el día de hoy se examine y mejore cada vez su composición.

Por su alta producción, ha producido efectos negativos en el medio ambiente a una magnitud mundial, lo cual ha ocasionado un alto porcentaje de contaminación por sus residuos. Los plásticos sintéticos de un solo uso, no sólo incluyen a las fundas que permiten llevar los productos o alimentos, sino también otros tipos de plásticos como sorbetes, envases de poliestireno, botellas, tapas, envoltorios de comida, entre otros, los cuales son usados y luego desechados y convertidos a residuos que tienen dos destinos, uno de ellos es el reciclaje en el cual se reutiliza para contener otros productos y el otro es como desecho común provocando la contaminación del medio ambiente e incluso tardan demasiado tiempo en ser degradados.

Por lo anteriormente mencionado, en Ecuador existen muy pocos planes de reciclaje en todo el país. El uso de plásticos de un solo uso, se utiliza a diario para situaciones del día a día, reuniones, cenas y convivencias en general, por lo cual se acumula mucha basura no degradable o degradable a largo plazo. De esta basura la mayoría es plástico, aparte de ser causante de problemas de salud y estética en ciertos barrios, éstos crean altos grados de contaminación ambiental.

Con este problema es necesaria la búsqueda de una alternativa óptima y eficaz mediante el uso de bioplásticos con características similares

a los plásticos, pero con la ventaja de ser biodegradable en un menor tiempo posible.

Se pretende obtener un bioplástico a base de corona de piña (*Ananas comosus* L.), la cual es una fruta altamente producida. Además, la corona de la piña contiene grandes cantidades de celulosa, lo que permitiría procesarla como base principal del bioplástico con las mismas aplicaciones de uso diario del plástico sintético y que además se convertiría en un material degradable a corto o mediano plazo transformándose en un material amigable con el ecosistema.

Con estos antecedentes la investigación busca cumplir los siguientes objetivos.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general.**

Desarrollar sorbetes a base de bioplástico derivado de corona de piña (*Ananas comosus* L.), para reducir la utilización de plásticos sintéticos de un solo uso.

### **1.1.2 Objetivos específicos.**

- Caracterizar física, química, microbiológica y sensorialmente la corona de piña (*Ananas comosus* L.)
- Elaborar el bioplástico a base de la corona de piña (*Ananas comosus* L.).
- Caracterizar física, química, microbiológicamente y sensorialmente del bioplástico obtenido.
- Determinar el estado y biodegradabilidad del bioplástico a base de la corona de la piña madura (*Ananas comosus* L.).
- Establecer el beneficio/costo en la obtención del bioplástico.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Generalidades de la piña (*Ananas comosus* L.)

#### 2.1.1 Descripción botánica.

En Ecuador se produce piña (*Ananas comosus* L.) con diferentes variedades, pero con las mismas características y condiciones:

Es una planta herbácea, la planta varía en altura de 0.8-2 m con un rango similar en anchura, dependiendo principalmente de la longitud de la hoja. Las principales estructuras morfológicas son las raíces, el tallo, los brotes, las hojas, el pedúnculo, el fruto múltiple compuesto y la corona que puede alcanzar hasta 1.20 m de altura, formada por un tallo el cual se encuentra revestida por alrededor de 80 hojas puntiagudas que miden alrededor de 30-100 cm de largo y dependiendo de la variedad pueden o no estar provistas de espinas; crece verticalmente desde la base hasta su extremo apical. (Lobo y Paull, 2017, p. 50)

El fruto de la piña tiene su propia estructura y varía dependiendo de su variedad. El cambio climático puede provocar cambios fisiológicos en el cultivo de la piña, afectando el desarrollo uniforme del peso y tamaño del fruto:

Son una amalgama de flores fusionadas alrededor de un núcleo central. Cada drupa puede ser reconocida como "ojo", el patrón espinoso irregular en el exterior. La parte carnosa fibrosa de la piña se ve de color amarillento. La parte base de la zona frutal es más rica en azúcar, por lo tanto, tiene un sabor azucarado. Los frutos requieren unos seis meses desde el cultivo hasta la cosecha. El tiempo total de producción es de

aproximadamente 15 a 18 meses desde el trasplante o alrededor de 12 meses para un cultivo (Pandit et al., 2020, p. 8)

### 2.1.2 Taxonomía.

La clasificación taxonómica de la piña se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1 . Taxonomía de la piña (*Ananas comosus*. L.)**  
**PIÑA (*Ananas comosus* L.)**

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Liliopsida
<b>Orden</b>	Poales
<b>Género</b>	Ananas
<b>Familia</b>	Bromeliaceae
<b>Especie</b>	<i>Ananas comosus</i> (L.)

**Fuente:** Jiménez Díaz (2019)

**Elaborado por:** El Autor

### 2.1.3 Principales variedades de piñas cultivadas en Ecuador.

#### 2.1.3.1 *Perolera*.

Siendo perolera la variedad de piña (*Ananas comosus* L.), la más común en los mercados del Ecuador, por poseer un gran color, sabor y precio. Su pulpa es muy atractiva al ser jugosa, carnosa y con un color amarillo, de acuerdo con Hurtado, de Feria, Veitía, y Pérez :

Es la más cultivada para el consumo en fresco del Ecuador. Este cultivo posee crías sin espinas, el fruto fresco a punto de estar maduro para su cosecha es de forma cilíndrica, de color amarillo anaranjado y con pulpa de color amarillo, con una sola corona. La pulpa es regularmente fibrosa y con 13 a 16 grados Brix. (2016, p. 28)

### **2.1.3.2 Cayena lisa.**

Al igual que la perolera, Sabando-Ávila, Molina-Atiencia, y Garcés-Fiallos informaron diversas características propias de este fruto con sus respectivas diferencias:

Este fruto no contiene espinas, se cultiva en menor proporción que la Perolera; el fruto es cilíndrico y alargado de color amarillo naranja con un peso promedio de 2.5 kg. El contenido de fibra es bajo y el porcentaje de jugo alto; la pulpa puede adquirir un color amarillento a dorado y tiene un alto contenido de sacarosas, es firme y resistente, con la que cuenta con una excelente duración de postcosecha. La desventaja de este cultivar es que emite un bajo número de crías. (2017, p. 15)

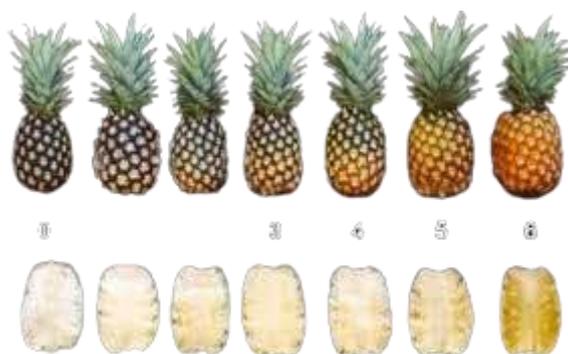
### **2.1.3.3 MD-2.**

Para Ratti, Ascunce, Landivar, y Goss, el MD-2 es el fruto más atractivo y la variedad más conocida a nivel mundial por su peculiar sabor jugoso y su atractivo color:

Es cultivada exclusivamente con fines de exportación, a pesar de que la fruta que no cumple con los estándares de calidad se la comercializa para mercado local. Es un híbrido, el cual se caracteriza por alcanzar aproximadamente cinco veces más de contenido de ácido ascórbico y sacarosa que las demás variedades. Su pulpa es de color amarillo a dorado la cual se debe por su alta presencia de azúcares, al igual que las otras variedades presenta una corona delgada, con la diferencia que es muy corta o medianamente pequeña. La MD-2 es preferida para exportación, debido a su dulzura y su tamaño consistente. (2018, p. 35)

En el Gráfico 1 se encuentran las diferentes etapas de madurez de la piña.

**Gráfico 1.** Etapas de madurez de las piñas.



**Fuente:** Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) (2016)

#### 2.1.4 Composición Nutricional.

La composición química de la piña se presenta en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Composición Químicas de la piña (*Ananas comosus* L.)

Parámetro	Unidad	Contenido
Agua	%	85.1
Proteínas	%	0.1
Grasas	%	13.5
Calcio	mg	21
Fósforo	mg	10
Hierro	mg	0.4
Vitamina C	mg	12
Calorías	mg	51

**Fuente:** Lobo y Paull (2017)

**Elaborado por:** El Autor

En la Tabla 3 se presenta las características físicas y químicas de la piña.

**Tabla 3.** Características físicas y químicas de la piña.

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Variedad</b>	
		<b>Cayena Lisa</b>	<b>Perolera</b>
<b>Característica</b>			
Peso estándar	kg	1.97	2.02
Diámetro Apical	cm	9.68	10.68
Diámetro medio	cm	13.13	14.28
Diámetro basal	cm	10.43	11.08
Longitud	cm	16.58	15.30
Longitud corona	cm	1.68	16.28
Corteza	%	31.88	34.05
Jugo	%	50.13	49.60
Solidos Solubles	% Brix	15.95	13.25
Acidez	%	0.58	0.52
Fibra	%	0.49	0.51
Color de Pulpa	color	Amarillo	Amarillo

**Fuente:** Colombo et al. (2017)

**Elaborado por:** El Autor

### **2.1.5 Propiedades físicas y químicas de la corona de piña.**

Las propiedades de las coronas de las piñas varían según la variedad y las condiciones climáticas y el suelo donde fueron sembradas, según Pereira, Ornaghi Jr, Arantes, y Cioffi : “la corona debe ser recolectada apenas esté a punto de piña fresca. Lo cual permite que sea un producto fresco y sus propiedades químicas se presenten intactas” (2021, p. 19)

#### **2.1.5.1 Extracción de la corona para ser estudiada.**

Un proceso delicado, es la extracción de la corona, ya que puede provocar daños al fruto si no se hace correctamente. Este procedimiento puede ser utilizado para obtención de muestras y proceder a ser analizadas para determinar la cantidad de celulosa:

Una vez obtenida la piña, se procede a limpiarla y eliminar cualquier rastro de desechos orgánicos y tierra. Se corta sin

dañar la corteza de la piña delicadamente con un cuchillo pequeño para que el corte sea muy preciso. Se aísla la corona y se la trocea en pequeños cubitos se la licua con una relación de corona de piña a agua purificada. El extracto se filtra con papel y tela para radicar la mayor cantidad de agua, luego se centrifuga a 360 x g por 10 minutos. (Murai, Chen, y Paull, 2021, p. 24)

### ***Determinación física y química.***

Pandit et al., afirman que la determinación física y química son esencialmente primordiales para cualquier estudio de extracción de celulosa, cumpliendo ciertas condiciones óptimas:

El porcentaje de pulpa del extracto de corona de piña se determina mediante el método centrífugo. El pH se determina a temperatura ambiente utilizando el medidor de pH después de ser estandarizado con tampón de pH 4 y pH 7. El TSS es determinado usando un refractómetro de Abbe. La acidez titulable total es determinada por método de titulación. La cantidad de sacarosa se determina mediante una cromatografía líquida analítica de alto rendimiento (HPLC). El acetonitrilo y el agua destilada purificada (90: 10; v/v) son utilizados como fase móvil. El azúcar en la muestra se mide comparando las áreas pico de las muestras con las de los estándares de azúcar como la fructosa, la glucosa y la sacarosa. (2020, pp. 24–26)

## **2.1.6 Cosecha.**

### **2.1.6.1 Calidad del fruto.**

Los estándares de calidad de la piña y sus cualidades físicas y químicas determinan su clasificación y categorización para su

comercialización: “Uniformidad de tamaño y forma; firmeza; libre de pudriciones; ausencia de quemaduras de sol, agrietamientos, magulladuras, deterioro interno, manchado pardo interno, gomosis y daños por insectos. Hojas de la corona: color verde, longitud media y erguida”(Jaime Vera, Rodríguez Castro, y Díaz Ocampo, 2020, p. 22)

#### **2.1.6.2 Índice de madurez.**

La fruta fresca alcanza un grado de madurez idóneo para su cosecha y según Tröger, Lelea, Hensel, y Kaufmann ésta se puede descomponer sin el tratamiento adecuado:

Con el cambio radical de color de la fruta, la cual comienza a tornar una concentración más clara y algunas variedades emiten un aroma particular. El fruto de la piña recién recolectado no continúa con su proceso de maduración, es un fruto no climatérico, por lo tanto, la cosecha debe hacerse mínimo con un cuarto de madurez, cuando el mercado es de forma distante. Cuando las piñas se cosechan en una etapa tardía de la madurez, hay una mayor probabilidad de daño durante el transporte. Los daños durante el almacenamiento generalmente se deben a que se almacenaron durante demasiado tiempo debido a las dificultades en la venta de frutas. (2020, p. 54)

#### **2.1.6.3 Recolección.**

Para Vargas-Tierras et al., la recolección es un proceso con alto nivel de cuidado, de forma tradicional y principal para procesado de cualquier fruto: “Se lo realiza tradicionalmente y de forma delicada, manualmente con un cuchillo cortando a un costado del tallo a unos 10 a 15 cm, utilizando canastillas que el cosechero carga en sus espaldas” (2018, p. 27).

## **2.1.7 Postcosecha.**

### **2.1.7.1 Criterios de calidad.**

El tratamiento apropiado para mantener fresco e intacto un fruto desde que se cosecha hasta que se comercializa es el control de calidad, el cual consta de criterios y estándares muy precisos, los cuales tienen que ser ejecutados en la área de postcosecha que determina la calidad del producto listo para su comercialización y según Jenjob, Uthairatanakij, Jitareerat, Wongs-Aree, y Aiamla-Or este proceso debe cumplir con ciertos parámetros iniciales: “El producto debe presentarse fresco (0–52°Brix) y sano, sin elementos extraños, en estado pintón y textura firme; sin deformaciones y con una sola corona. El pedúnculo debe de poseer entre 2 y 3 cm” (2017, p. 21).

Se pueden presentar varios daños o problemas al cosechar y al trasladar la fruta recién cosechada hasta su almacenado y empaçado:

Los frutos maduros son más sensibles que los verdes a sufrir estos daños. Los indicios incluyen un color verde más apagado, un ablandamiento e inundado de la pulpa, un color aún más oscuro de la zona afectada, incluyendo el ser propenso a los deterioros por caídas y golpes. (2021, p. 17)

### **2.1.7.2 Empaque.**

Para Molina, “La finalidad del empaque es proteger el producto y evitar en cierto grado el deterioro. Existen varios tipos de empaque para las frutas y para su destino o almacenamiento” (2018, p.13).

La fruta depende de su empaque en cierto grado de protección y determinación de calidad:

La pérdida de agua se puede reducir eficazmente colocando una barrera alrededor de los productos que impide el movimiento del aire superficial. Los métodos simples son empaquetar los productos en bolsas o cajas y cubrir pilas de productos con lonas. El embalaje cercano de los productos en sí mismo restringe el paso de aire alrededor de los artículos individuales y, por lo tanto, reduce la pérdida de agua. Por lo tanto, incluso la colocación de productos en bolsas de malla puede ser beneficiosa porque el embalaje más cercano conducirá a capas límite no agitadas más gruesas alrededor de los productos internos. (Wills y Golding, 2016, p. 104)

#### *Tipos de empaques de las piñas.*

- *Sacos.*

El saco es el empaque común y tradicional dentro del campo, definitivo para la cosecha rápida y de apilada de fruto directo a ser comercializado: “Este cumple con la función de contener la fruta, para pesaje general y para traslado de piñas que estén consideradas de baja categoría o estándar básico” (Fortunati, Mazzaglia, y Balestra, 2019, p. 17).

- *Cajas.*

Tradicionalmente el tipo de empaque para comercializar productos al extranjero por su tipo de apilado y agrupamiento son las cajas de cartón y de madera:

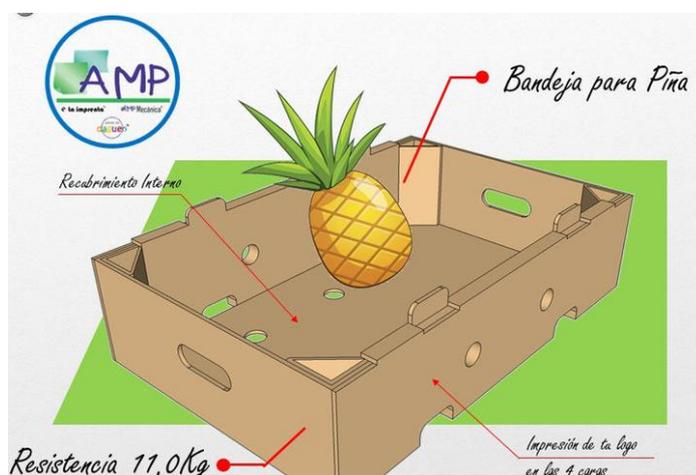
El cartón se compone de múltiples capas de fibra de celulosa. Su principal cualidad es que se puede decorar, que se corta, se repuja (para facilitar el plegado), se pre corta (para facilitar la apertura), se recubre (para mejorar sus propiedades de barrera), se hace impermeable al aceite o la grasa (a prueba de grasa), se trata con antifúngicos, entre otros. (Jeantet, Croguennec, Schuck, y Brulé, 2016, p. 296)

Empaque de celdas de cartón es el método tradicional de separación de frutas, estas divisiones se las emplea para mayor resistencia al embalaje:

Las cajas de cartón, son las que usan para almacenado y venta local y exportación. Se usan para piñas grandes y estándar medio y por lo general se podrecen almacenar en cámaras frías y cuartos semi fríos, para mayor control de calidad de los frutos. Permiten una mayor facilidad, el estibado y apilado de cajas y se pueden mantener la calidad de piña y mantener la temperatura ideal y no atrae plagas o provoca daños como las cajas de madera. (Siroli et al., 2017, p. 14)

En el Gráfico 2 se presenta el tipo de empaque en caja de las piñas.

**Gráfico 2.** Caja para el empaque de la piña.



**Fuente:** AMP Sistemas y Soluciones (AMP SAS) (2021)

Tipo de empaque y distribución de la piña por caja se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Tipo de empaque y distribución de las piñas.

<b>Caja</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>	<b>Estiba</b>	<b>Distribución de piñas por caja</b>
Madera	120 x 80	Europeo	7 a 8
Cartón	120x100	Americana	8 a 10
Cartón	120x 80	Americana	12
Cartón	120 x 100	Europeo	5 a 8
Cartón	120 x 100	Asiática	18 a 20

**Fuente:** Borrero (2017)

**Elaborado por:** El Autor

## **2.2 Plásticos**

### **2.2.1 Historia del plástico.**

El hombre ha ido implementando el uso de recursos naturales como materiales de construcción y transporte, los cuales fueron procesados en su base de polímeros:

Cada día y la vida industrial se han transformado por la introducción de un gran grupo de sustancias muy diferentes de los metales y no metales en uso a lo largo de los siglos. Tienen en común cierto tipo de estructura química compleja, en la que las moléculas grandes se forman uniendo pequeños grupos de átomos en cadenas largas, conocidas como polímeros. (McNeil, 2016, p. 216)

#### **2.2.1.1 Estudio de polímeros.**

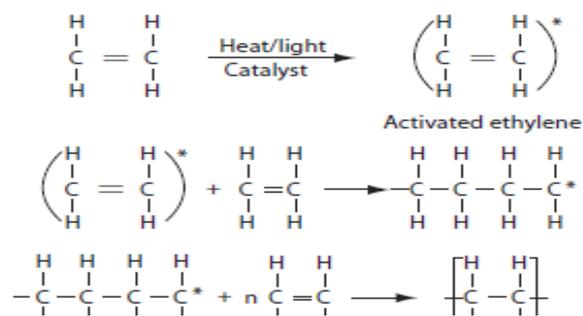
Los polímeros ofrecen varias flexibilidades y cambios en temperaturas altas y bajas, con cualidades y características a diferentes tipos de polímeros:

Los polímeros contienen de miles a millones de átomos en una molécula que es grande; también se llaman macromoléculas.

Los polímeros se preparan uniendo un gran número de moléculas pequeñas llamadas monómeros. Los monómeros son generalmente moléculas orgánicas simples que contienen un doble enlace o un mínimo de dos grupos funcionales activos. La presencia del doble enlace o grupos funcionales activos actúa como la fuerza impulsora para añadir una molécula de monómero sobre la otra repetidamente para hacer una molécula de polímero. (Manas y Sail, 2018, p. 35)

En el Gráfico 3, se aprecia la formación de los polímeros

**Gráfico 3.** Formación de los polímeros.



**Fuente:** Manas y Sail (2018)

### 2.2.2 Características de los plásticos.

Según su flexibilidad y características físicas, los plásticos han logrado evolucionar y adaptarse a diferentes superficies:

El problema de la unión insuficiente entre la fibra y la matriz puede reducirse drásticamente si se utilizan los llamados compuestos moleculares. Estos materiales son dispersiones de moléculas de polímero semiflexibles (en forma de varilla) con unidades misóginas en matrices poliméricas químicamente similares. (Barbara, 2016, p. 78)

Las características generales de los plásticos se presentan en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Características generales de los plásticos.

<b>Variables</b>	<b>Rangos y condiciones</b>
<b>Resistencia a la tensión</b>	8 750 a 9 700 lb/pulg <sup>2</sup>
<b>Resistencia a flexión</b>	13 350 a 18 200 lb/pulg <sup>2</sup>
<b>Densidad</b>	970 kg/m <sup>3</sup>
<b>Resistencia calórica</b>	50-100 °C
<b>Tiempo de degradación</b>	No es biodegradable, a partir de 100 años

**Fuente:** Barbara (2016)

**Elaborado por:** El Autor

### **2.2.3 Clasificación de los plásticos.**

#### **2.2.3.1 Plásticos sintéticos.**

Para Alshehrei, los plásticos sintéticos han sido la transformación y adaptación de los polímeros de forma industrial, para producción a mayor escala: "Existen varios tipos de plásticos, clasificados según sus propiedades y estructura química. Son diferentes tipos como polietileno (PE), tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP), poliestireno (PS), cloruro de polivinilo (PVC) y poliuretano (PUR)" (2017, p. 3).

### **2.2.4 Tipos de reacciones de los plásticos.**

Existen dos tipos de reacciones en de polimerización de acuerdo con Chanda:

Hay dos reacciones fundamentales de polimerización. Clásicamente, se han diferenciado como polimerización de adición y polimerización por condensación. En el proceso de adición, no se evoluciona ningún subproducto, como en la polimerización del cloruro de vinilo; mientras que, en el proceso de condensación, al igual que en varias reacciones de

condensación de química orgánica, se ha desarrollado un subproducto de bajo peso molecular (por ejemplo, H<sub>2</sub>O, HCl, entre otros.). Los polímeros formados por polimerización de adición lo hacen por la adición sucesiva de unidades monoméricas insaturadas en una reacción en cadena promovida por el centro activo. (2018, p. 53)

### **2.2.5 Termoplásticos.**

Actualmente los plásticos han sido mejorados cada vez para aumentar su resistencia a grandes temperaturas y optimizar sus condiciones:

Los termoplásticos son polímeros que no pueden cambiar en su composición química cuando se calientan, y por lo tanto pueden someterse a moldeo varias veces. Estos polímeros son de diferentes tipos como polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), cloruro de polivinilo (PVC) y politetrafluoroetileno (PTFE). También se conocen como plásticos comunes, varían de 20 000 a 500 000 UMA en peso molecular y tienen diferentes números de unidades de repetición derivadas de una unidad de monómero simple. (Alshehrei, 2017, p. 4)

### **2.2.6 Polímeros de cristal líquido termotrópico.**

Los cristales líquidos termotrópicos o LCP son una variedad de los termoplásticos, que poseen una gran propiedad de expansión de altas temperaturas:

El uso de espaciadores flexibles es un enfoque popular para producir cristales líquidos de polímeros de cadena principal termotrópicos. La mitad mesógena consiste en dos unidades cíclicas, normalmente unidas por un grupo de puente rígido

corto. Estos se unen a través de grupos funcionales a espaciadores flexibles de longitud variable que separan los mesogenos a lo largo de la cadena y, por lo tanto, reducen la rigidez general. (Manas y Sail, 2018, p. 190)

### **2.2.7 Tereftalato de polietileno.**

El PET es uno de los plásticos más resistentes y flexibles con una alta aplicación industrial:

El PET es un miembro de la familia del poliéster de ingeniería. Es un polímero semicristalino con aplicaciones industriales de fibras sintéticas y envases de bebidas y alimentos. En el campo médico, el PET es ampliamente utilizado como injertos vasculares prostéticos, sutura, y vendaje de la herida en forma de la fibra o de la tela. A pesar de la presencia de enlace de éster hidrológicamente escindible, PET es relativamente estable in vivo en gran parte debido a la alta cristalinidad e hidrofobicidad. (Kutz, 2017, p. 155)

En la Tabla 6 se presenta las características de cada tipo de plástico.

**Tabla 6.** Característica de los diferentes tipos de plástico.

<b>Polímero</b>	<b>Rotura (MPa)</b>	<b>Elasticidad (GPa)</b>	<b>Densidad (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Temperatura deficiencia de calor a 455 kPa</b>	<b>Aplicaciones</b>
Polietileno (PE)	8 a 21	0.1 a 0.28	0.92	42	Embalaje, aislantes eléctricos, artículos del hogar, botellas
Policloruro de vinilo (PVC)	34 a 62	2.10 a 4.10	1.40	0	Tuberías, válvulas, revestimientos de suelos, aislantes,
Polipropileno (PP)	28 a 24	1.1 a 1.5	0.90	115	Tanques, embalaje, fibras para ropa y envolturas
Poliestireno (PS)	22 a 25	2.6 a 3.1	1.06	82	Embalaje y espumas aislantes, revestimientos de automóviles, electrodomésticos y utensilios de cocina
Policloruro de vinilideno (PVPS)	24 a 34	0.3 a 0.55	1.15	60	Embalaje, tuberías, chubasqueros
Politetrafluor-etileno (PTFE)	14 a 28	0.41	2.17	120	Cierres, juntas, válvulas, anillos de estancamiento

**Fuente:** Manas y Sail (2018)

**Elaborado por:** El Autor.

### **2.2.8 Reciclaje de plásticos.**

La fabricación de plásticos sintéticos ha provocado una contaminación global del medio ambiente, la cual se ha ideado como solución temporal la reutilización de este material:

Los polímeros están diseñados para exhibir durabilidad y resistencia, sin embargo, una consecuencia desafortunada es que crean contaminación ambiental después de su uso, es decir, los polímeros sintéticos no se degradan fácilmente en el ambiente exterior y se acumulan en los vertederos causando basura. Las propiedades requeridas para el uso final de los polímeros sintéticos resultan en su resistencia relativa a la

degradación ambiental, que incluye la biodegradación. El procesamiento de residuos plásticos requiere métodos de eliminación que rastree el flujo de material, ya que es esencial evaluar cuantitativamente si el método de reciclaje empleado es factible o no. (Subramanian, 2016, p. 78)

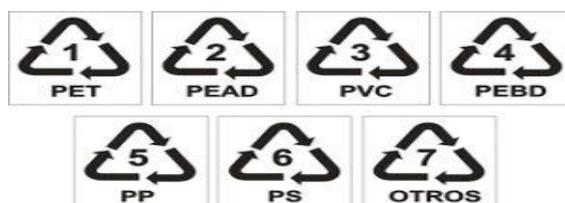
### 2.2.9 Código de resina.

La contaminación del plástico en el medio ambiente ha provocado una serie de investigaciones, para obtener temporales soluciones tales como el reciclaje y reuso de estos materiales:

Actualmente, la abundancia de tipos de plástico en combinación con contaminaciones (otros materiales) en el material de entrada plantea restricciones técnicas, especialmente en términos de clasificación de los materiales. Estos piden un mejor diseño para el reciclaje. Además, ciertos tipos de plástico son comparativamente difíciles de reciclar, como con los tipos flexibles y de película, PVC, PS y LDPE, lo que provoca mejoras en la tecnología de clasificación para ofrecer mayores cantidades con una mayor eficiencia. (Schönmayr, 2017, p. 71)

En el Gráfico 4 se muestra la clasificación de los plásticos según su número y función de reciclaje.

**Gráfico 4.** Clasificación de los plásticos según su número.



**Fuente:** Serna, Rodríguez, y Albán (2011)

En la Tabla 7 se presentan los tipos de plásticos y sus aplicaciones de reciclado.

**Tabla 7.** Tipos de plásticos y sus aplicaciones de reciclado

Resina	Código identificador de resina	Aplicaciones de reciclado
PET		Fibra, películas, botellas, envases de cosméticos y envases de alimentos
HDPE		Recipientes no alimentarios, madera plástica, tuberías, macetas, contenedores de reciclaje y baldosas para pisos.
PVC		Alfombras, conos para tráfico, mangueras
LDPE		Sobres, papel film, contenedores de botellas, masetas
PP		Carcasas de celulares, protectores de baterías, cobertores de carpas
PS		Termómetros, interruptores de luces, reglas, contenedores de comida para microondas.
Otros		Policarbonato, nylon, televisores, plásticos para carros, empaques de plásticos reusados

**Fuente:** Kutz (2017)

**Elaborado por:** El Autor

## 2.3 Bioplásticos

### 2.3.1 Origen.

Con características similares a los plástico, se han elaborado bioplásticos, para remplazar a los plásticos sintéticos y disminuir contaminación ,advierten Urbanek, Rymowicz, y Mirończuk:

Los bioplásticos se están convirtiendo en el material de elección para un número cada vez mayor de compañías en

todo el mundo, son polímeros de alto contenido molecular de origen natural proveniente de fuentes renovables como los hidrocoloides con carácter biodegradable. (2018, p. 18)

Para Ruiloba, Quintero, y Correa, mejorar y producir un remplazo de los plásticos sintéticos, se ha elaborado un sucesor con las mismas cualidades y características, las cuales se diferencian en que se han adquirido la degradabilidad:

El prefijo bio puede significar que el polímero es derivado de la biomasa que se obtiene de la materia orgánica susceptible de ser utilizada como fuente de energía y se puede clasificar como:

Biomasa natural: se produce en la naturaleza sin la intervención humana como el almidón, celulosa, entre otras.  
Biomasa residual: residuos orgánicos producidos a partir de las personas.  
Biomasa producida: son los cultivos energéticos, es decir, campos de cultivo donde se producen un tipo de especie específica con la única finalidad de su aprovechamiento energético. (2018, p. 11)

La producción de productos Bio, son aquellos que proceden de un organismo vivo: “Bio-basados que no provienen de fuentes fósiles, reduciendo la huella de carbono, como a su vez mejorando el medio ambiente. Algunos ejemplos de estos materiales son: ácido poliláctico (PLA), bio-polietileno (bio-PE), bio poliamida (bio-PA), entre otras” (Ivanov y Stabnikov, 2017, p. 21).

### **2.3.2 El reutilizamiento de plásticos.**

La contaminación es un gran problema, el cual se ha planteado como posible solución la reutilización de plástico sintético, para minimizar la

contaminación : “Es una de las estrategias que se ha venido utilizando para deshacerse de los plásticos derivados del petróleo es la incineración, pero la quema de plásticos es altamente contaminante y causa efectos negativos en el ambiente” (Schönmayr, 2017, p. 12).

Para Rudolph, Kiesel, y Aumnate, al acceder al reciclamiento en procesamiento industriales, estos envases de plásticos sintéticos deben ser tratados y retratados :

Los derivados de los plásticos no pueden ser reciclados, sólo se pueden reciclar tantas veces como lo permitan las condiciones físicas y químicas después de su reproceso. Adicionalmente, no todos los plásticos son reciclables. Los termoplásticos en general sí los son, mientras que los plásticos termoestables no lo son. (2017, p. 108)

En el Gráfico 5 se presentan ejemplos de plásticos reusados

**Gráfico 5.** Plásticos siendo reusados



**Fuente:** Schönmayr (2017)

### **2.3.3 Plásticos degradables.**

El problema formado por el uso constante de los plásticos sintéticos y su gran impacto en el medio ambiente, se ha generado una serie de investigaciones para la obtención de un material similar:

El desarrollo de nuevos materiales y métodos de producción que permitan generar plásticos que presenten las mismas propiedades y características que contengan una etapa de degradación. Se han diseñado cuatro tipos de plásticos óptimos a ser degradables: los fotodegradables, los semi-biodegradables, los biodegradables sintéticos y los completamente biodegradables naturales. (Subramanian, 2016, p. 125)

La sensibilidad a la luz en plásticos a determinado ser un factor que ha podido degradar y deteriorar sus moléculas, advierte Katiyar:

Plásticos que poseen polímeros sensibles a la luz incorporadas directamente a su esqueleto, este polímero se vuelve degradables. Al momento de la exposición a la luz, la estructura polimérica puede desintegrarse en una estructura abierta que le permite ser descompuesta. La ausencia de luz hace que duren como material no degradable. (2017, p. 16)

Las sustancias solubles o sensibles al contacto al agua han provocado un interés en someter las partículas de los polímeros sean solubles y se disuelvan en el medio ambiente:

La presencia de grupos hidroxilo (-OH) en este polímero lo hacen hidrofílico y, por lo tanto, soluble en agua. Por último, el cuarto tipo de plásticos son los completamente degradables

naturales, entre los que se encuentran los ácidos poliácidos, los poliésteres alifáticos, los polisacáridos y copolímeros derivados de ellos, y los polihidroxialcanoatos (PHA). (Subramanian, 2016, p. 38)

#### **2.3.4 Biodegradación de polímeros.**

La rápida liberación de CO<sub>2</sub>, permite que las moléculas del polímero sean descompuestas y cumplan una fase de degradación con un compuesto orgánico:

Un polímero biodegradable a un material que puede descomponerse aeróbica o anaeróbica, a la producción de CO<sub>2</sub>, metano y agua; los minerales o biomasa al exponerse a bacterias, hongos y algas, son degradados por una acción enzimática de los microorganismos bajo condiciones normales en el medio ambiente. (Katiyar, 2017, pp. 7–8)

#### **2.3.5 Residuos pecuarios.**

La producción de productos agrícolas, pueden producir varios residuos al momento del descarte de producto no válido para exportación, también como fruto dañado o con plagas, afirma Foster:

Puede definirse como los residuos del cultivo y primer procesamiento de productos agrícolas crudos como frutas, verduras, carne, aves de corral, productos lácteos y cultivos. Este término incluye tanto los desechos naturales (orgánicos) como los no naturales producidos a través de diversas actividades agrícolas, como la ganadería lechera, la horticultura, el cultivo de semillas, la cría de ganado, las tierras de pastoreo, los huertos comerciales, las parcelas de viveros e incluso los bosques. puede ser en forma de sólido, líquido o lodos dependiendo de la naturaleza de las actividades

agrícolas. Los residuos y desechos de la industria agrícola y alimentaria constituyen una proporción significativa de la productividad agrícola mundial. (2016, p. 7)

### **2.3.6 Recipientes biodegradables.**

Un empaque puede servir de transporte y de envoltorio de un producto, de acuerdo con Grumezescu,: “Son una alternativa a los materiales derivados del petróleo, ya que se descomponen de forma natural o por la acción de microorganismos naturales destrozando las estructuras inocuas para el medioambiente; este tipo de recipientes están compuesto de ácido poliláctico (PLA)” (2017, p. 37).

### **2.3.7 Propiedades físicas.**

Las propiedades que determinan una característica o rasgo de un producto, las cuales pueden variar según su polímero afirman Casey y Messer, afirma: “Por lo general los analices se realizan en una probeta que deberá medir generalmente 12.7 mm x 12.7 mm y su espesor puede variar entre 1.54 y 6.35 mm, instrumento utilizado para probar la calidad del material elaborado” (2017, p. 67).

#### **2.3.7.1 Determinación de resistencia de flexión.**

Según su características, composición y punto de flexión, se determina el tipo de polímero, advierten Urbanek et al.,:

Las propiedades de flexión de un material son propiedades que definen la flexibilidad o la firmeza que un material puede soportar al ser doblado, a esto se lo denomina la flexión forzada. Se mide como la firmeza del material que se está probando a su rotura bajo una tensión de flexión aplicada en Mpa al centro de una muestra rectangular sostenida por los

extremos aplicando una carga hacia abajo en el centro entre ellas. (2018, p. 28)

### **2.3.7.2 Determinación de resistencia al impacto.**

Para Rudolph et al, la resistencia al impacto es una de las propiedades mecánicas más importantes de un polímero, y la resistencia a la rotura de un plástico: “La temperatura de tensión del polímero y la temperatura de prueba, tiene una influencia significativa en la tenacidad del polímero y cuanto mayor es la tasa de carga, más fácil es que el polímero falle como material quebradizo”(2017, p. 15).

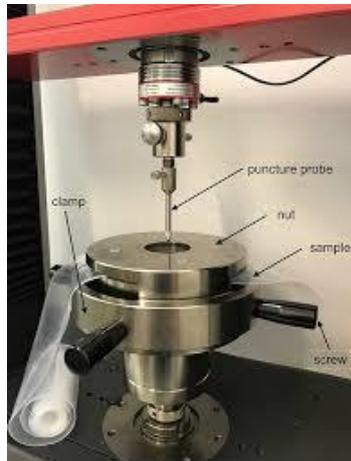
### **2.3.7.3 Resistencia a punción.**

La resistencia de un polímero determina su flexibilidad y el tipo de plástico sintético y su composición, afirman Rudolph et al.:

La resistencia de una muestra en forma de lámina o recipiente a ser perforada por un punzón. Cuanto mayor sea la energía requerida para la perforación, más fuerte será la capa a perforar y mejor se protegerá un recipiente flexible de rompimientos accidentales durante el manejo, transporte, uso final.(2017, p. 19)

En el Gráfico 6 se muestra el proceso de punción.

**Gráfico 6.** Resistencia a punción.



**Fuente:** Shah, Hasan, Hameed, y Ahmed (2017)

### **2.3.8 Ventajas de los bioplásticos.**

De acuerdo con Siroli et al. (2017, p. 23)

- Son biodegradables.
- Se pueden reutilizar.
- Proviene de materia prima renovable.
- Se puede utilizar para envasar alimentos y bebidas sin alterar sabor y olor”.

### **2.3.9 Desventajas de los bioplásticos.**

Según Katiyar (2017, p. 8), los bioplásticos también provoca ciertas desventajas:

- “Tiene un costo mayor de producción. Por otro lado, en los últimos años se ha optimizado el proceso de producción para reducir los costos y aumentar la producción.

Todavía existe inexperiencia por parte de muchos empresarios en el sector industrial”

## **2.4 Relación Costo/Beneficio**

### **2.4.1 Habilitación de la gestión de beneficios.**

La gestión de programa permite realizar un conjunto de planes enfocados en el desarrollo de capacidades que son comprometidos en la organización de un negocio:

La gestión de beneficios consiste en obtener los resultados empresariales deseados de la inversión en un proyecto. Se trata de la gestión de los objetivos de negocio que están impulsando la necesidad de un proyecto y la consecución de los resultados empresariales previstos. Una parte fundamental de la gestión de beneficios es el desarrollo de una estrategia de gestión de beneficios. (Milošević y Martinelli, 2016)

### **2.4.2 Contabilidad rural.**

La contabilidad agrícola es la implementación económica y financiera en el desarrollo de actividades dentro del campo agropecuario:

La contabilidad puede estudiarse en general o privada. Cuando se estudia genéricamente, contabilidad se llama contabilidad general o contabilidad financiera. Cuando se aplica a una rama específica, normalmente se denomina según la actividad de esa rama. Así, existe:

- Contabilidad Agrícola: es la Contabilidad General aplicada a las empresas agropecuarias.
- Contabilidad Rural: es la Contabilidad General aplicada a las empresas rurales.
- Contabilidad Zootécnica: es la Contabilidad General aplicada a las empresas que explotan Zootécnica. (Marion, 2017, p. 26)

### **2.4.3 Contabilidad pecuaria.**

En relación a producción agropecuaria se producen varias actividades que cumplen un sinnúmero diligencias en diferentes sectores que ejecutan una serie de costos y gastos, que advierten Beltrán, Córdova, y Becerra:

Contabilidad Pecuaria, no es otra cosa que una de esas ramas, en que se divide la Contabilidad General, orientada hacia la especialización del control, análisis, interpretación y presentación, de todas y cada una de las partidas de los costos requeridos e incurridos, para el cultivo del agro y la cría de los ganados; así como de todos aquellos gastos necesarios también para su cuidado, conservación y venta. en todo caso, tiene que cumplir con la función ineludible de informar con exactitud, cuáles son las partidas de costos y de gastos, en que incurre el criador, para producir y vender sus animales, a fin de que pueda saber cuáles habrán de ser sus costos totales y unitarios. (2016, p. 21)

### **2.4.4 Análisis costo-beneficio.**

El costo-beneficios es un sistema para realizar una evaluación de un proyecto recién elaborado, para comparar de una forma detallada lo que costaría la elaboración y comercialización del proyecto:

La relación del costo beneficio también definida como índice neto de rentabilidad, que representa el resultado de dividir el valor actual de los ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) y el valor actual de los cotos de inversión o costos totales (VAC) de un proyecto.

$$\text{Beneficio/Costo} = \frac{\text{VAI}}{\text{VAC}}.$$

El valor que se obtenga con la fórmula beneficio/costo se analizará

de la siguiente manera:

- Si VAI/VAC es mayor a 1, el proyecto sería rentable.
- Si VAI/VAC es igual a 1, no existe ganancia.
- Si VAI/VAC es menor a 1, el proyecto no sería rentable. (Lara y Franco, 2017, p. 4)

De acuerdo con Marion , refiere que para la elaboración de un producto se debe tomar en cuenta los materiales separando la materia prima y los consumidores principales para la elaboración del producto agropecuario. De manera fundamental tener presente los factores que intervienen en el procesamiento del producto tales como:

- Materia prima
- Mano de obra directa
- Gastos de producción

La fórmula que determinará el costo de producción es la siguiente:

$$CP= (Mp+Md+Gp)$$

Dónde:

CP= Costo de producción

Mp= Materia prima

Md= Mano de obra directa

Gp= Gasto de producción. (2017, p. 25)

#### **2.4.5 Salarios y sueldos en Ecuador.**

De acuerdo con el artículo 55 del código de trabajo, en Ecuador existen dos tipos de jornadas laborales, diurna y nocturna. El horario de jornada diurna es de 6 am a 7pm y jornada nocturna de 7pm a 6 am. El trabajo realizado en la jornada nocturna se debe pagar el 25 % de recargo. Para calcular la hora de trabajo se divide el sueldo mensual por 30 días. El resultado es el sueldo diario, el cual se lo debe dividir para el número de

horas de trabajo de la jornada, para obtener sueldo por hora de trabajo (Bies, 2020).

De acuerdo con el reporte del Ministerio de Trabajo del Ecuador: el salario básico unificado del trabajador en general será de \$ 400.00 mensuales (Pérez, 2020).

El producto interno bruto, calcula la producción total de los bienes y servicios de un país por un tiempo determinado:

El PIB real que aporta a los porcentajes de Crecimiento Económico, se estima que el cálculo del Deflactor del PIB es otra alternativa para medir la variación de los importes. La canasta básica contiene bienes y servicios alimentarios y no alimentarios, para un hogar promedio según el país, por ejemplo, en Ecuador se toma como referencia, un hogar de 4 personas, calculado a través de una encuesta de precios los primeros días de cada mes. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), 2019, p. 35)

### 3 MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Lugar del proyecto

El presente Trabajo de Titulación se llevará a cabo en el laboratorio de Química de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, coordenadas 2°10'59.81" S y 79°54'11.84" O.

En el Gráfico 7 se presenta la ubicación geográfica donde se realizará el trabajo de investigación.

**Gráfico 7.** Ubicación del proyecto.



**Fuente:** Google Earth Pro (2021)

#### 3.2 Duración del proyecto

La investigación iniciará después de ser aprobada para realizarla en tres meses.

#### 3.3 Insumos, equipos, materiales y reactivos

##### 3.3.1 Insumos.

- Corona de piña
- Almidón de maíz

- Agua destilada.
- Glicerina
- Vinagre

### **3.3.2 Equipos.**

- Plancha de calentamiento
- Balanza analítica
- Estufa
- Cuchillo
- Licuadora
- Colador
- Texturómetro

### **3.3.3 Materiales.**

- Vaso de precipitación, 50, 250 y 500 ml
- Probeta de 10 y 50 ml
- Pipeta de 10 ml
- Termómetros Fisher -10 a 260 °C
- Moldes
- Malla N° 12, 16, 30
- Vidrio reloj

## **3.4 Diseño de la investigación**

Según con el nivel del trabajo planteado, la investigación será tipo: exploratorio, experimental, descriptivo, cuantitativo y correlacional.

El programa estadístico *Design Expert* facilita herramientas para diseñar un experimento en su proceso, mezcla o combinación de factores y componentes (Stat-Ease, 2019).

Se evaluará el bioplástico procesado a partir del diseño de mezcla obtenido con la ayuda del programa *Design Expert* 11.

Al elaborar una mezcla se presentan varias formulaciones posibles, con un modelo lineal matemático para generar posibles fórmulas: “La técnica de análisis de varianza presupone un modelo para la variable respuesta. Este modelo recibe el nombre genérico de modelo lineal” (Di Rienzo et al., 2015, p. 241).

Y para el caso de la presente investigación, el software estadístico propone un modelo lineal, el cual presenta diferentes posibles combinaciones con las unidades experimentales, para la obtención del bioplástico con sus n tratamientos y n repeticiones. Basándose en el modelo con interacción de Di Rienzo et al.

Si el experimentador supone o sospecha que la respuesta a dos o más factores no se puede explicar cómo la suma de sus efectos individuales entonces el modelo para el experimento factorial deberá incluir términos de interacción que den cuenta de este hecho. Las unidades experimentales se distribuirán bajo el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_{ij} + \epsilon_{ijk} \quad (2015, p. 277)$$

Los factores que se utilizarán para la realización de las formulaciones serán:

- A: Corona de piña
- B: Almidón de maíz
- C: Vinagre
- D: Agua
- E: Glicerina

De acuerdo con esta formulación, se plantea la siguiente distribución con el modelo matemático con las unidades experimentales para la obtención del bioplástico a base de corona de piña:

Las unidades experimentales se distribuirán bajo el siguiente modelo matemático basado en lo anteriormente explicado:

$$Y_{ijkmn} = u + A_i + B_j + C_k + D_m + E_n + AB_{ij} + AC_{ik} + AD_{im} + AE_{in} + BC_{jk} + BD_{jm} + BE_{jn} + CD_{km} + CE_{kn} + DE_{mn} + EE_{ijkmn}$$

Donde:

$Y_{ijkmn}$ : valor de parámetro de determinación

u: unidad

$A_i$ : efecto de la cantidad de corona de piña

$B_j$ : efecto de la cantidad de almidón de maíz.

$C_k$ : Efecto de cantidad de vinagre.

$D_m$ : Efecto de cantidad agua.

$E_n$ : Efecto de cantidad de glicerina.

$AB_{ij}$ : Efecto de cantidad de corona de piña + almidón de maíz.

$AC_{ik}$ : Efecto de cantidad de corona de piña + vinagre

$AD_{im}$ : Efecto de cantidad de corona de piña + agua

$AE_{in}$ : Efecto de cantidad de corona de piña + glicerina

$BC_{jk}$ : Efecto de cantidad de almidón de maíz + vinagre

$BD_{jm}$ : Efecto de cantidad de almidón de maíz + agua

$BE_{jn}$ : Efecto de cantidad de almidón de maíz + glicerina

$CD_{km}$ : Efecto de cantidad de vinagre + agua

$CE_{kn}$ : Efecto de cantidad de vinagre + glicerina

$DE_{mn}$ : Efecto de cantidad de agua + glicerina

$EE_{ijkmn}$ : Efecto de cantidad de error.

**Elaborado por:** El Autor

### 3.4.1 Unidades experimentales.

Para la siguiente investigación se seleccionará la corona de la piña después de ser adquiridas en las fábricas de procesamiento de este fruto. Se procesarán 500 g del bioplástico para cada tratamiento.

### 3.4.2 Esquema del experimento.

#### 3.4.2.1 Factores de estudio.

Los factores de estudio serán considerados a partir de la fórmula de referencia propuesta Rosario y Quispe (2018), la misma que será comparada con la fórmula seleccionada. En la Tabla 8 se presenta la fórmula de referencia para el bioplástico.

**Tabla 8.** Fórmula de referencia para el bioplástico.

<b>Ingrediente</b>	<b>%</b>
Cáscara de mango	8.33
Almidón de maíz	8.33
Vinagre	8.33
Agua	33.33
Glicerina	41.67
Total	100

**Fuente:** Rosario y Quispe (2018)

**Elaborado por:** El Autor

Los factores que se utilizarán para la realización de las formulaciones serán:

A: Corona de piña

B: Almidón de maíz

C: Vinagre

D: Agua

E: Glicerina

Con base en la experiencia de Rosario y Quispe (2018) se planteó un

rango mayor de posibilidades de las cantidades a utilizar en cada uno de los ingredientes para la formulación del bioplástico tomando en cuenta a la corona de piña como material celulósico.

Las restricciones utilizadas se presentan en la Tabla 9

**Tabla 9** Restricciones.

<b>Ingredientes</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Corona de Piña	5	15
Almidón de Maíz	5	10
Vinagre	2	5
Agua	25	35
Glicerina	35	45

**Fuente:** Rosario y Quispe (2018).

**Elaborado por:** El Autor

Una vez establecidas las restricciones de la Tabla 9, las mismas fueron ingresadas en el software estadístico *Design Expert 11*, el cual estableció 25 formulaciones, cada una con las variaciones porcentuales de los diversos materiales a utilizar para la obtención del bioplástico, las cuales se presentan en la Tabla 10.

### *Tratamientos.*

El proceso estadístico de un producto proporciona los datos que pretenden demostrar el conjunto de acciones, los cuales permiten evidenciar lo diferentes distribuciones de las unidades que se pretende estudiar:

Se denomina tratamiento al conjunto de acciones que se aplican a las unidades experimentales con la finalidad de observar cómo responden a éstas. En la definición dada de tratamiento se dice que son acciones que se aplican a las unidades experimentales. El procedimiento usual es asignar aleatoriamente los tratamientos a las unidades experimentales. (Di Rienzo et al., 2015, p. 240)

**Tabla 10.** Diseño de mezclas para la obtención del bioplástico.

<b>Corona de piña</b>	<b>Almidón de maíz</b>	<b>Vinagre</b>	<b>Agua</b>	<b>Glicerina</b>	<b>Total</b>
<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
10.33	9.43	4.5	30.74	45	100
15	10	5	25	45	100
12.85	10	2	32.01	43.14	100
10.33	9.43	4.5	30.74	45	100
12.2	5.7	5	32.8	44.3	100
15	10	3.53	31.1	40.37	100
9.11	6.56	4.64	35	44.69	100
15	10	5	27.68	42.32	100
15	5.71	4.12	35	40.17	100
13.7	5	2	34.3	45	100
15	5	5	30	45	100
11.72	7.67	2.7	35	42.91	100
8.2	9.34	2.46	35	45	100
15	5.71	4.12	35	40.17	100
15	7.3	3.27	29.43	45	100
15	8.6	2	35	39.4	100
15	10	3.53	31.1	40.37	100
8.62	10	5	33.56	42.82	100
10.68	10	4.1	35	40.22	100
15	10	5	35	35	100
13.88	7.91	5	32.26	40.95	100
13.98	10	2	29.02	45	100
5	10	5	35	45	100
15	7.3	3.27	29.43	45	100
13.88	7.91	5	32.26	40.95	100

**Fuente:** *Design Expert 11*

**Elaborado por:** El Autor

### **3.4.3 Procedimiento.**

#### **3.4.3.1 Criterio de inclusión.**

Piña (*Ananas comosus* L.) recién cosechada; se consideró la variedad perolera, ya que tiene una gran longitud de corona y califica como apta para ser procesada. La corona debe ser larga, sin daños y sin plagas.

### 3.4.3.2 Criterio de exclusión.

La corona en estado de descomposición o con plagas.

### 3.4.4 Elaboración del bioplástico.

Se elaborará el bioplástico tomando en consideración los ingredientes expuestos anteriormente. Shah, Hasan, Hameed, y Ahmed afirman que: “la glicerina y el vinagre son las sustancias que proveen características de elasticidad y resistencia del bioplástico”(2017,p.35).

El rendimiento de Rosario y Quispe para la obtención de 500 gramos de bioplástico.

En la Tabla 11 se presenta los rendimientos para procesar 500 g de bioplástico.

**Tabla 11.** Rendimiento para obtener 500 g de bioplástico.

Mezcla	Cáscar a de mango g	Almidón de maíz g	Vinagre g	Agua g	Glicerina g	Total g
1	10	60	19.33	30.33	36	156.66
2	9	50	20	31	55	165
3	9.21	45.33	21.55	38.25	65	179.34
<b>Total</b>						500

**Fuente:** Rosario y Quispe (2018).

**Elaborado por:** El Autor

Usando como referencia el rendimiento de Quispe, se plantea la siguiente estructura para procesar el bioplástico se mezclarán los siguientes elementos

$$Bcp = CP + GL + H_2O + CH_3COOH + AM$$

Dónde:

Bcp: Bioplástico de corona de piña.

CP: Corona de Piña.

GL: Glicerina

H<sub>2</sub>O: Agua destilada

CH<sub>3</sub>COOH: Vinagre

AM: Almidón de maíz

**Elaborado por:** El Autor

En la Tabla 12 se muestra las cantidades para la obtención del bioplástico para cada una de las 25 formulaciones

**Tabla 12.** Cantidades necesarias cada tratamiento

Tratamientos	Corona de piña g	Almidón de maíz g	Vinagre g	Agua g	Glicerina g	Total g
1	51.65	47.15	22.5	153.7	225	500
2	75	50	25	125	225	500
3	64.25	50	10	160.05	215.7	500
4	51.65	47.15	22.5	153.7	225	500
5	61	28.5	25	164	221.5	500
6	75	50	17.65	155.5	201.85	500
7	45.55	32.8	23.2	175	223.45	500
8	75	50	25	138.4	211.6	500
9	75	28.55	20.6	175	200.85	500
10	68.5	25	10	171.5	225	500
11	75	25	25	150	225	500
12	58.6	38.35	13.5	175	214.55	500
13	41	46.7	12.3	175	225	500
14	75	28.55	20.6	175	200.85	500
15	75	36.5	16.35	147.15	225	500
16	75	43	10	175	197	500
17	75	50	17.65	155.5	201.85	500
18	43.1	50	25	167.8	214.1	500
19	53.4	50	20.5	175	201.1	500
20	75	50	25	175	175	500
21	69.4	39.55	25	161.3	204.75	500
22	69.9	50	10	145.1	225	500
23	25	50	25	175	225	500
24	75	36.5	16.35	147.15	225	500
25	69.4	39.55	25	161.3	204.75	500

**Fuente:** *Desing Expert 11.*

**Elaborado por:** El Autor

#### **3.4.4.1 Parte 1: obtención de la corona.**

Se planteará evaluar la mejor propuesta de los 25 tratamientos presentados por el programa *Design Expert 11*.

Para la obtención de la corona de piña siendo esta la base del bioplástico, se debe proceder a los siguientes pasos.

- Selección de la corona de piña con los criterios indicados.
- Limpieza de la corona
- Cortado y troceado de la corona con un cuchillo
- Pesado con una balanza
- Licuado con agua destilada.

#### **3.4.4.2 Parte 2: Elaboración del bioplástico.**

Para la elaboración del bioplástico se considerará la mejor combinación para la mezcla según los resultados dados por el software *Design Expert 11*.

- Pesado en vaso precipitación el almidón de maíz.
- Verter y mezclar el agua destilada en el vaso que contiene el almidón de maíz.
- añadir el vinagre y mezclar.
- Agregar y mezclar la glicerina, el cual tendrá la función de plastificante, hasta obtener una mezcla homogénea.
- Encender la plancha de calentamiento e incorporar hasta que llegue a una temperatura de 75 C°, para que se acelere la reacción entre el vinagre y la glicerina.
- Una vez evaporada la mayor cantidad de agua, se vierte a la licuadora con la corona licuada, se licua por 5 min, hasta obtener una mezcla homogénea.
- Se incorpora en un molde y se deja secar a temperatura ambiente por 1 día.

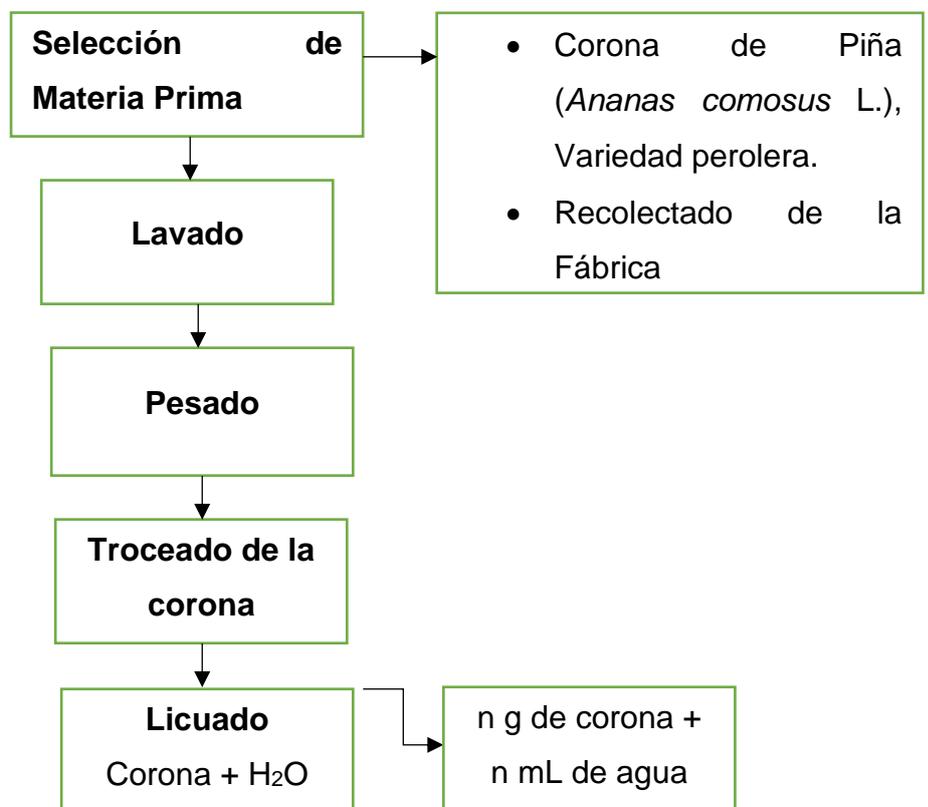
### 3.4.4.3 Elaboración del sorbete.

Una vez obtenido el bioplástico se procede a la elaboración del sorbete.

- Colocar una pipeta y enrollar dejando en la parte superior un poco al borde la pipeta.
- Dejar a secar a temperatura ambiente.
- Retirar por la parte superior la pipeta
- Pesar el sorbete
- Empacado del sorbete.

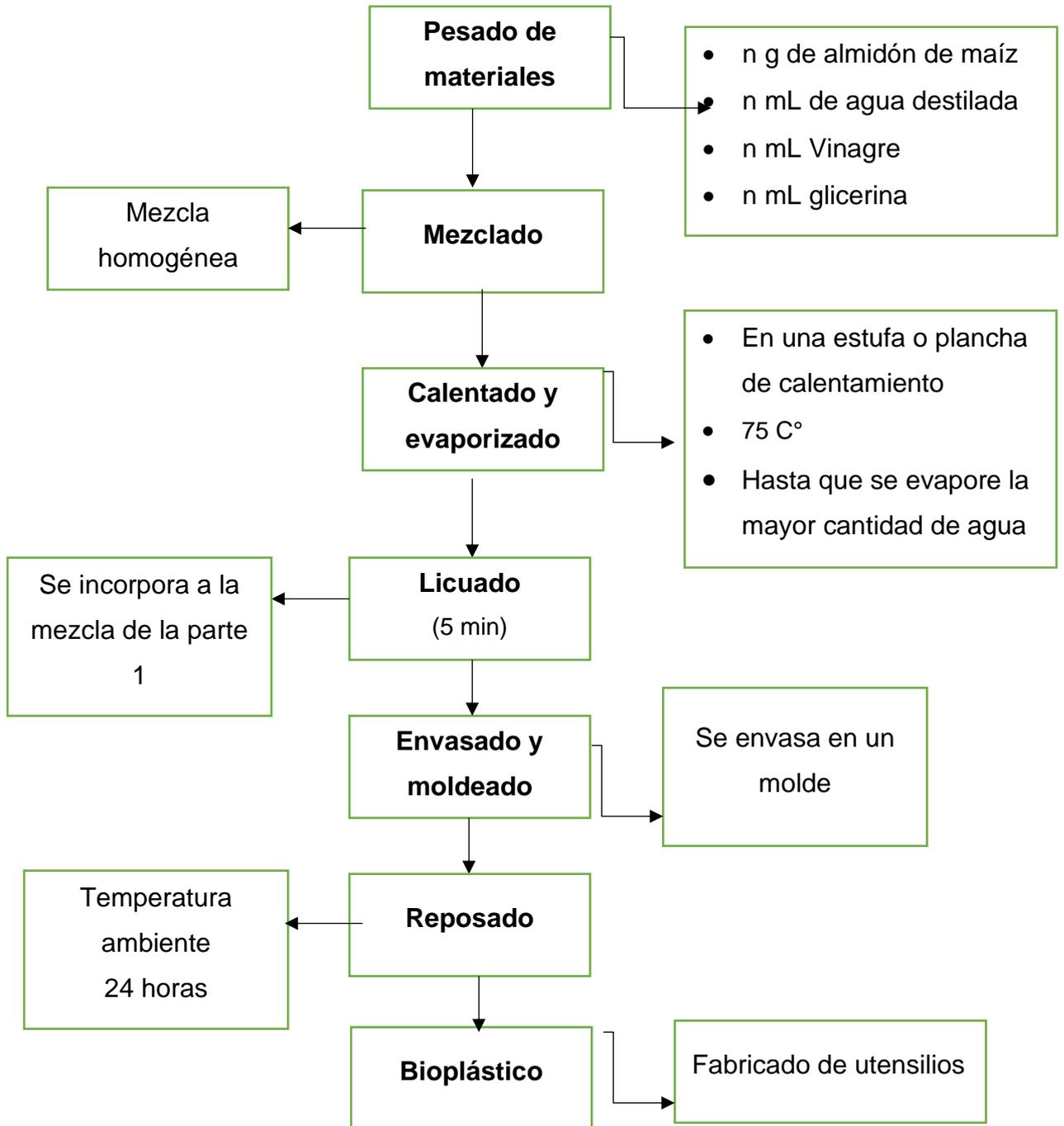
Cabe indicar que de cada tratamiento se obtendrán aproximadamente 26 sorbetes y cada uno con 20 g de la mezcla.

### 3.4.4.4 Flujoograma del bioplástico Parte 1.



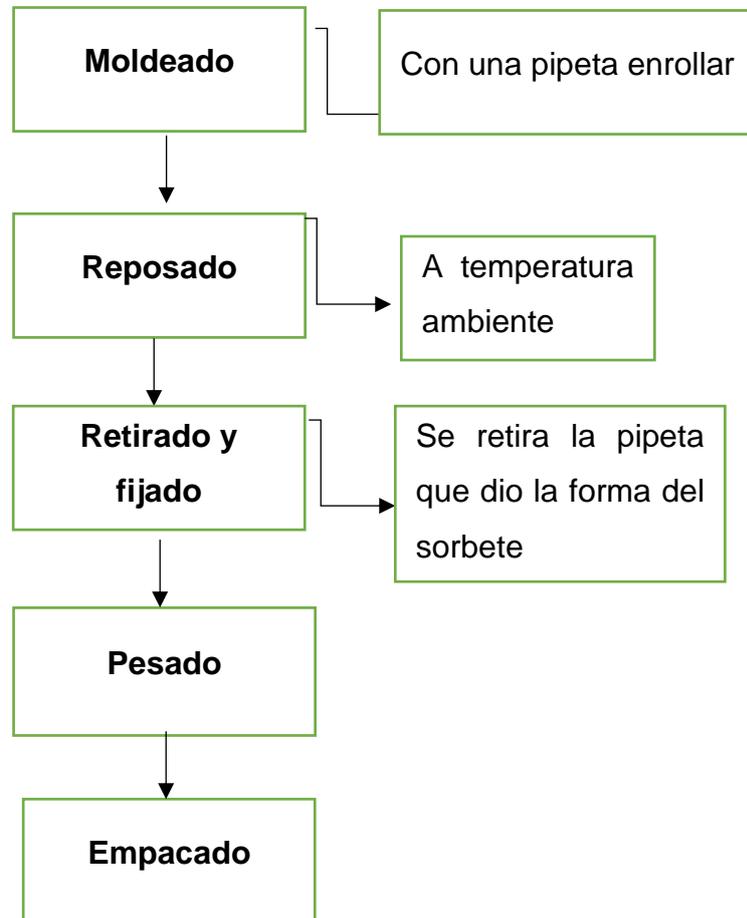
Elaborado por: El Autor

### 3.4.4.5 Flujograma del bioplástico Parte 2.



Elaborado por: El Autor.

#### 3.4.4.6 Flujograma del sorbete.



Elaborado por: El Autor.

#### 3.4.5 Variables a evaluarse de la materia prima.

##### 3.4.5.1 Variables cuantitativas: física y químicas de la corona de la piña.

###### **Humedad.**

El contenido de humedad se establecerá mediante la norma NTE INEN-ISO 3593-2014: Almidones y féculas. Determinación de cenizas:

Se pesará, con acercamiento de 0.1 mg, 2 g de muestra preparada para transferirla a la pesa filtró y distribuirla monótonamente en su fondo. Se deberá calentar la pesa filtró con el contenido durante una hora, en una estufa a  $130 \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$

sin tapa, luego se procederá colocar la tapa con la pesa filtro antes de retirarlo para luego es trasladarlo al desecador, cuando haya alcanzado una temperatura ambiente, se pesará y luego se repetirán las operaciones de calentamiento, enfriamiento y pesaje hasta que la diferencia de masa entre los resultados de dos operaciones continuadas no exceda de 0.1 mg, se calculará con la siguiente ecuación:

$$P_c = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

Dónde:

$P_c$  = Pérdida por calentamiento, en porcentaje de masa

$m_1$  = Masa del pesafiltro vacío con tapa, en g

$m_2$  = Masa del pesafiltro y tapa, con la muestra sin secar, en g

$m_3$  = Masa del pesafiltro y tapa, con la muestra seca, en g.

(INEN, 2014b)

### **Cenizas.**

El contenido de las cenizas se establecerá mediante la norma NTE INEN-ISO 3593-2014: Almidones y féculas. Determinación de cenizas, en la que se detalla el siguiente proceso:

Se pesarán de 2 a 5 g de muestra en un crisol para luego introducirlo en una mufla a  $550 \pm 15$  °C hasta conseguir cenizas de un color gris claro (no deben fundirse las cenizas) posterior a esto se colocará el crisol en el desecador hasta que haya alcanzado una temperatura ambiente, se pesará y se corearán las incineraciones por periodos de 30 min, enfriando y pesando hasta que no haya disminución en la masa, se calculará con la siguiente ecuación:

$$C = \frac{100 (m_3 - m_1)}{(100 - H)(m_2 - m_1)}$$

Dónde:

C = Contenido de cenizas, en porcentaje masa

$m_1$  = Masa del crisol vacío con tapa, en g

$m_2$  = Masa del crisol con la muestra, en g

$m_3$  = Masa del crisol con las cenizas, en g

H = Porcentaje de humedad en la muestra. (INEN, 2014b)

### **3.4.6 Variables a evaluar del bioplástico.**

#### **3.4.6.1 Biodegradabilidad.**

Al ser un producto biodegradable, se puede determinar el tiempo de biodegradación del bioplástico: “Al ser el plástico un producto termorresistente, se debe considerar la similitud entre este y el bioplástico a base de la corona. Esto quiere decir su función de termorresistencia y la misma para determinar su flexibilidad mediante una prueba de punción” (Kutz, 2017, p. 13).

Para establecer la biodegradabilidad con control en compostaje, se establecerá mediante la norma NTE INEN-ISO 2640-2012: Método de ensayo para determinar la biodegradación aeróbica de materiales plásticos bajo condiciones controladas de compostajes:

La solución de hidróxido de bario, aproximadamente 0.024 N y luego estandarizada, preparada disolviendo 4.0 g de Ba (OH)<sub>2</sub> por litro de agua destilada. Filtrar con un papel de filtro y almacenar sellada como una solución clara para prevenir la absorción de CO<sub>2</sub> del aire. Celulosa de grado analítico, para cromatografía en capa fina con un tamaño de partícula inferior a 20 micras como control positivo. Polietileno, como control

negativo. Este debe hallarse en la misma forma en la cual se encuentra la muestra llevada a ensayo (película de polietileno para muestras en forma de película, gránulos de polietileno en caso de que la muestra se encuentre en forma de gránulos, entre otros.). (INEN, 2012 a)

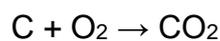
Para establecer el contenido de carbono del material del bioplástico se debe realizar el respectivo análisis y procedimientos:

El contenido total de carbono del material de ensayo por análisis por cálculo si está bien establecida la composición química. Permite que la cantidad teórica de la evolución de dióxido de carbono sea calculada de la siguiente manera.

$w$  = porcentaje de carbono (%)

$Y$  = contenido de carbono cargado en el recipiente, expresado en masa

$Y$  gramos de carbono cargado en el recipiente =  $w / 100 \times g$  del material cargado =  $C_i$



12 g C produce 44 g  $CO_2$

$44 \times F$

$Y$  g C produce 12 g  $CO_2$ . (INEN, 2014c).

#### **3.4.6.2 Variables dependientes**

La Tabla 13 hace referencia a las características mecánicas, térmicas y biodegradables.

**Tabla 13.** Bioplástico finalizado convertido en un utensilio.

<b>Variables dependientes</b>	<b>Indicadores</b>
Utensilio biodegradable	Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión Energía de impacto Prueba de punción Conductividad térmica Prueba de biodegradabilidad

**Elaborado por:** El Autor

### **3.4.7 Variables físicas y químicas del utensilio biodegradable.**

La determinación de la compresión se realizará de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 604-2003: Plásticos. Determinación de las propiedades en compresión:

La medición de la compresión se efectuará por medio del equipo de carga vertical TL 2 000 que aparenta la máxima compresión de uso en función del peso y la altura de una muestra, el resultado es la disposición de la deflexión de la caja cuando está siendo expuesta a la carga determinada. La resistencia a la compresión se calculará dividiendo la carga máxima por el área transversal original de una probeta en un estudio de compresión y el resultado de la prueba se expresará con una aproximación de 100 kPa (1 kgf/cm).

La resistencia a la compresión:  $\frac{\text{carga máxima}}{\text{área transversal}}$  (AENOR, 2002)

#### **3.4.7.1 Resistencia a la flexión.**

La determinación de la flexión se establecerá de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 32100-2019: Tejidos recubiertos de plástico o caucho. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia a la flexión con un flexómetro:

La probeta debe medir generalmente 12.7 mm x 12.7 cm y su espesor puede variar entre 1.54 y 6.35 mm. La carga se aplica gradualmente en porciones definidas por el tamaño de la muestra hasta que se produce la rotura o hasta que la tensión en las fibras externas alcanza el 5 %. La mayoría de los termoplásticos no se rompen en esta prueba, por lo que la resistencia a la flexión es una tensión de flexión al 5 % de tensión. Para los plásticos, el valor de resistencia a la flexión suele ser más alto que el valor de resistencia a la tracción directa.

$$E_B = L^3 m / 4bd^3$$

Dónde:

EB = Módulo

b = Ancho de la muestra

d = Profundidad

m = Pendiente de la tangente

L = Lapso en pulgadas. (AENOR, 2019)

#### **3.4.7.2 Determinación de impacto.**

La determinación de impacto se determinará mediante la norma UNE-EN ISO 179-1-2011: Plásticos. Determinación de las propiedades al impacto Charpy. Parte 1: Ensayo de impacto no instrumentado:

Se determinará la resistencia de un material a causa de un golpe severo, y se lo puede medir a través del ensayo a impacto tipo Charpy. La cual se efectuará con un martillo a cierta altura ( $h_0$ ) y se suelta, dejando que rompa de un solo impacto la probeta, la energía potencia del martillo, se transformará en energía cinética durante el recorrido. Si el martillo rompe la probeta y continúa su trayectoria, hasta lograr una altura máxima ( $h_f$ ). La energía de impacto se calculará con

la siguiente ecuación; en donde, la masa (m) y la gravedad (g) son constantes.

$$e_i = m \times g (h_o - h_f). \text{ (AENOR, 2011, p. 3)}$$

#### **3.4.7.3 Prueba de punción.**

La determinación de punción se establecerá de acuerdo a la norma NTE INEN-ISO 527-1-2014: Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 1: principios generales:

Generalmente una prueba de punción se efectúa con una probeta que es comprimida por una bujía u otro tipo de dispositivo con punta hasta que el material se rompe, se tensa o alcanza un límite de dilatación, éste se mide ante un punzón de 0.8 mm de diámetro, los resultados se determinarán por la fuerza máxima de penetración (unidades kilo Newton). (INEN, 2014c)

#### **3.4.7.4 Conductividad térmica.**

La determinación de conductividad térmica se establecerá de acuerdo a la norma ASTM C518: Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus. Se deben someter a pruebas de calor. Las probetas deberán someterse a pruebas de calor mediante el módulo de conducción. Se calcula la conductividad mediante el principio de Fourier, que permite el paso de un flujo térmico a través. Al exponer las probetas a una temperatura en incremento, la cual será suministrado por el módulo de conducción de calor en sus extremos. Posterior a eso se deberá realizar cálculos, para determinar la conductividad, que calculará la capacidad de conducción de calor.

Ecuación para la obtención de la constante de conductividad térmica

$$Q = K A \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Dónde:

Q = Calor transferido por el material

K = Constante de conductividad térmica

A = Área normal a la dirección de transferencia de calor

$\Delta T = T_f - T_i$  (temperatura final menos temperatura inicial del sistema)

$\Delta x$  = Espesor de la materia. (C16 Committee, 2017)

### 3.4.8 Análisis estadístico.

Los resultados de los experimentos serán analizados con el programa *Design Expert 11* a partir del análisis de varianza, para comparar pares de medias que dependiendo de los resultados se podrá aplicar algún método de comparaciones múltiples como DMS de Fisher o el método de Waller-Duncan, o Duncan a niveles de probabilidad  $p\_valor < 0.05$ . En la Tabla 14 se presenta el esquema del ANDEVA.

**Tabla 14.** Esquema ANDEVA.

Fuente de análisis	gl	Mean Square	f-valor	p-valor
Modelo	14	-	0.8050	-
Mixtura lineal	4	-	0.8043	-
AB	1	-	0.3379	-
AC	1	-	1.68	-
AD	1	-	0.2184	-
AE	1	-	0.2492	-
BC	1	-	0.3218	-
BD	1	-	0.1566	-
BE	1	-	0.4486	-
CD	1	-	1.45	-
CE	1	-	2.16	-
DE	1	-	0.8679	-
<b>Residual</b>	10	-	-	-
Falta de ajuste	5	-	-	-
Error puro	5	-	-	-
Cor Total	24	-	-	-

Fuente: *Design Expert 11*

Elaborado por: El Autor

El valor del modelo F implicará que el modelo será o no significativo con respecto al error.

Los valores P inferiores a 0.05 indicarán que los términos del modelo son significativos. Los valores superiores a 0.10 indicarán que los términos del modelo no son significativos. Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para admitir la jerarquía), la reducción del modelo puede mejorar el modelo. La falta de ajuste no significativa es buena.

#### **3.4.9 Análisis Costo/Beneficio.**

Después de haber determinado el tratamiento más apropiado, se procederá a fijar el costo de producción para establecer el valor total del proyecto. Cabe recalcar que la corona de piña se la obtendrá en fábricas procesadoras de piñas que las consideraron como desecho. Además, se proyecta que se produzcan aproximadamente 26 sorbetes y cada uno con 20 g de la mezcla correspondiente.

El costo-beneficio es un sistema para realizar una evaluación de un proyecto recién elaborado, para comparar de una forma detallada lo que costaría la elaboración y comercialización del proyecto:

La relación del costo beneficio también definida como índice neto de rentabilidad, que representa el resultado de dividir el valor actual de los ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) y el valor actual de los costos de inversión o costos totales (VAC) de un proyecto.

$$\text{Beneficio/Costo} = \frac{\text{VAI}}{\text{VAC}}. \text{ (Lara y Franco, 2017, p. 4)}$$

El valor que se obtenga con la fórmula beneficio/costo se analizará de la siguiente manera:

- Si VAI/VAC es mayor a 1, el proyecto sería rentable.
- Si VAI/VAC es igual a 1, no existe ganancia.
- Si VAI/VAC es menor a 1, el proyecto no sería rentable.

Finalmente, Marion (2017), refiere que para la elaboración de un producto se debe tomar en cuenta los materiales separando la materia prima y los consumidores principales para la elaboración del producto agropecuario. De manera fundamental tener presente los factores que intervienen en el procesamiento del producto tales como:

- Materia prima
- Mano de obra directa
- Gastos de producción

La fórmula que determinará el costo de producción es la siguiente:

$$CP = (Mp + Md + Gp)$$

Dónde:

CP= Costo de producción

Mp= Materia prima

Md= Mano de obra directa

Gp= Gasto de producción.

#### **3.4.9.1 Propuesta de rentabilidad del proyecto.**

Se propone producir 500 gramos de bioplástico a base de corona de piña.

Ingredientes a disponer:

La corona de piña será recolectada de fábricas de procesamiento del mismo fruto, el cual se considera como desecho.

Almidón de maíz se comercializa de en todas las tiendas, mercados y supermercados del país. Al igual el vinagre se puede encontrar en tiendas, mercados, supermercados y distribuidores de químicos y fármacos.

El agua destilada y glicerina serían adquiridos en distribuidores de productos químicos y fármacos.

Se establece los precios de los ingredientes del bioplástico como materia prima en la Tabla15.

**Tabla 15.** Precio por unidad de los ingredientes del bioplástico.

<b>Ingredientes</b>	<b>Precio por unidad</b>
Corona de piña (kilo)	\$ 0
Almidón de maíz (kilo)	\$ 2.15
Vinagre (litro)	\$ 1.76
Agua destilada (litro)	\$ 1.75
Glicerina (litro)	\$ 3.5
Total	\$ 9.16

**Elaborado por:** El Autor.

Se seleccionó una fórmula al azar de los 25 tratamientos de la obtención de 500 g de bioplástico propuestos, para realizar la propuesta con cifras tentativas.

En la Tabla 16 se presentan las cantidades del tratamiento 11.

**Tabla 16.** Cantidades del tratamiento 11

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidades (g)</b>
Corona de piña	75
Almidón de maíz	25
Vinagre	25
Agua destilada	150
Glicerina	225
Total	500

**Elaborado por:** El Autor.

Se plantea producir 1 tonelada de producto a largo plazo. El cual se utilizará la fórmula de costo de producción.

$$(\$9.16 \times 0.5 \text{ Kg}) / 4 \text{ Kg} = \$1.15$$

$$(\$1.15 \times 1000 \text{ Kg}) / 0.5 \text{ Kg} = \$2\ 300$$

Para producir 0.5 kilogramos de bioplástico se gastan \$1.15

Para producir 1000 kilogramos (1 tonelada) se gastarían \$2 300

Salario mínimo: \$400

Implementos: dados por el laboratorio de planta de industria vegetales de la facultad= 0

Transporte de tonelada de corona de piña: \$60

$$CP = (Mp + Md + Gp)$$

Dónde:

CP= Costo de producción

Mp= Materia prima

Md= Mano de obra directa

Gp= Gasto de producción.

Mp= \$2 300

Md= \$400

Gp= \$60

Entonces

$$CP = \$2\,300 + \$400 + \$60$$

$$CP = \$2\,700$$

Estimación de producción de sorbetes a 1 tonelada de producto.

Si en 26 sorbetes salen en 20 g de mezcla, en 500 g de bioplástico saldrían en 650 sorbetes. Entonces en 1000 Kg (1 tonelada) saldrían 1 300 000 sorbetes

*Análisis costo/beneficio:*

El valor que se obtenga con la fórmula beneficio/costo se analizará de la siguiente manera:

- Si VAI/VAC es mayor a 1, el proyecto sería rentable.
- Si VAI/VAC es igual a 1, no existe ganancia.
- Si VAI/VAC es menor a 1, el proyecto no sería rentable.

El proyecto tiene un ingreso al final de año \$32 400 esperando una tasa de rentabilidad del 12% anual

$$\text{Beneficio/Costo} = \frac{\text{VAI}}{\text{VAC}}$$

$$B/C = (\$2\,700 \times 12) / (1 + 0.12) = \$28\,928.57$$

Al año el costo/ beneficio es de \$28 928.57 es cual es mayor a 1, el proyecto es rentable.

## 4 DISCUSIÓN

En Ecuador se produce piña (*Ananas comosus* L.) con diferentes variedades, pero con las mismas características y condiciones de acuerdo con la investigación de Lobo y Paull:

Es una planta herbácea, la planta varía en altura de 0,8-2 m con un rango similar en anchura, dependiendo principalmente de la longitud de la hoja. Las principales estructuras morfológicas son las raíces, el tallo, los brotes, las hojas, el pedúnculo, el fruto múltiple compuesto y la corona que puede alcanzar hasta 1.20 m de altura, formada por un tallo el cual se encuentra revestida por alrededor de 80 hojas puntiagudas que miden alrededor de 30-100 cm de largo. (2017, p. 50)

De acuerdo con la investigación de Hurtado, de Feria, Veitía, y Pérez, la variedad perolera su pulpa es muy atractiva al ser jugosa, carnosa y con un color amarillo:

Este cultivo posee crías sin espinas, el fruto fresco a punto de estar maduro para su cosecha es de forma cilíndrica, de color amarillo anaranjado y con pulpa de color amarillo, con una sola corona. La pulpa es regularmente fibrosa y con 13 a 16 grados Brix. (2016, p. 28)

Al igual que la perolera, en la investigación Sabando-Ávila, Molina-Atiencia, y Garcés-Fiallos informaron diversas características propias de este fruto con sus respectivas diferencias:

El fruto es cilíndrico y alargado de color amarillo naranja con un peso promedio de 2.5 kg. El contenido de fibra es bajo y el porcentaje de jugo alto; la pulpa puede adquirir un color amarillento a dorado y tiene un alto contenido de sacarosas, es firme y resistente, con la que cuenta con una excelente duración de postcosecha. La desventaja de este cultivar es que emite un bajo número de crías. (2017, p. 15)

De acuerdo con la investigación de Pereira, Ornaghi Jr, Arantes, y Cioffi, las propiedades de las coronas de las piñas varían según la variedad y las condiciones climáticas: “La corona debe ser recolectada apenas esté a punto de piña fresca. Lo cual permite que sea un producto fresco y sus propiedades químicas se presenten intactas” (2021, p. 19).

Además, en la investigación de Murai, Chen, y Paull, la extracción de la corona, ya que puede provocar daños al fruto si no se hace correctamente:

Una vez obtenida la piña, se procede a limpiarla y eliminar cualquier rastro de desechos orgánicos y tierra. Se corta sin dañar la corteza de la piña delicadamente con un cuchillo pequeño para que el corte sea muy preciso. Se aísla la corona y se la trocea en pequeños cubitos se la licua con una relación de corona de piña a agua purificada. El extracto se filtra con papel y tela para radicar la mayor cantidad de agua, luego se centrifuga a 360 x g por 10 minutos. (2021, p. 24)

De acuerdo a la investigación de Barbara, indica que la flexibilidad y características físicas, los plásticos han logrado evolucionar y adaptarse a diferentes superficies:

El problema de la unión insuficiente entre la fibra y la matriz puede reducirse drásticamente si se utilizan los llamados compuestos moleculares. Estos materiales son dispersiones de moléculas de polímero semiflexibles (en forma de varilla) con unidades misóginas en matrices poliméricas químicamente similares. (2016, p. 78)

También aclara Subramanian en su investigación que la fabricación de plásticos sintéticos ha provocado una contaminación global del medio ambiente, la cual se ha ideado como solución temporal la reutilización de este material:

Los polímeros están diseñados para exhibir durabilidad y resistencia, sin embargo, una consecuencia desafortunada es que crean contaminación ambiental después de su uso, es decir, los polímeros sintéticos no se degradan fácilmente en el ambiente exterior y se acumulan en los vertederos causando basura. Las propiedades requeridas para el uso final de los polímeros sintéticos resultan en su resistencia relativa a la degradación ambiental, que incluye la biodegradación. El procesamiento de residuos plásticos requiere métodos de eliminación que rastree el flujo de material, ya que es esencial evaluar cuantitativamente si el método de reciclaje empleado es factible o no. (2016, p. 78)

También en la investigación de Ivanov y Stabnikov, La producción de productos Bio, son aquellos que proceden de un organismo vivo: “Bio-basados que no provienen de fuentes fósiles, reduciendo la huella de carbono, como a su vez mejorando el medio ambiente. Algunos ejemplos de estos materiales son: ácido poliláctico (PLA), bio-polietileno (bio-PE), bio poliamida (bio-PA), entre otras” (2017, p. 21)

## **5 RESULTADOS ESPERADOS**

### **5.1 Académico**

Se procurará que las próximas generaciones de estudiantes lleven a cabo este trabajo investigativo para comprobar y demostrar que los biopolímeros reemplazaron los polímeros plásticos sintéticos de un solo uso.

### **5.2 Técnico**

En el desarrollo de sorbetes de bioplástico a base de la corona de piña se comenzará a diagnosticar el comportamiento de dicho utensilio en sus propiedades mecánicas, químicas y de degradación, que permita identificar las bondades y maximizar su uso, por lo que con esto se analizará cualquier tipo de errores en el proceso para solucionarlo y mejorar la calidad del producto.

### **5.3 Económico**

Con respecto a los resultados obtenidos por el costo beneficio, se podrá demostrar que los utensilios biodegradables lograrán ser económicamente viables debido a la utilización de residuos de la agroindustria lo que permitirá reducir los costos de producción obteniendo productos que pueden competir en un mercado nacional como alternativa sostenible y sustentable.

### **5.4 Participación Ciudadana**

La participación ciudadana es prioritaria para incentivar el uso de los utensilios y otros derivados del bioplástico, debido a que están reduciendo el impacto ambiental; de esta forma se transmitirá a la sociedad los beneficios del uso de materias primas secundarias o bien residuos de las industrias alimentarias para añadir valor y obtener el máximo de beneficios para el ser humano y su entorno.

### **5.5 Científico**

Desarrollo de nuevas metodologías que permitan realizar los análisis, caracterizaciones y pruebas de una forma más mecánica. La importancia de la investigación con recursos y maquinarias que ofrezcan una información aún más precisos y didácticos

### **5.6 Tecnológico**

Los utensilios biodegradables estarán destinados para las industrias alimentarias debido a sus propiedades similares a los envases de plástico sintéticos de un solo uso.

### **5.7 Social**

En aspecto de beneficio, no solo será provechoso a nivel industrial, sino que también a un nivel dentro de la comunidad nacional y por su puesto con un impacto mundial debido a que la obtención del sorbete de bioplástico de corona de piña ayudaría a reducir el uso de plástico sintético de un solo uso, ya que contiene las mismas características con la diferencia de que es biodegradable y no formará un impacto en el medio ambiente.

### **5.8 Ambientales**

El impacto ambiental que producen los desechos plásticos y agroindustriales generan miles de problemas con un gran nivel de contaminación. El uso de los utensilios biodegradables no creará un impacto negativo hacia el medio ambiente, en cambio se buscará el fomento de una nueva cultura responsable de uso de materiales amigables con el ambiente lo que permitirá la reducción en el uso del plástico.

### **5.9 Cultural**

A un nivel cultural, los grupos sociales, tanto jóvenes como adultos comenzarán un proceso de concientización sobre el impacto de la contaminación ambiental y acumulación de basura en zonas urbanas, lo que

afecta también los diferentes ecosistemas ya que estos desechos en algún momento llegan a los ríos y a los mares provocando las catástrofes naturales. Es necesario cultivar una cultura con enfoque de reciclaje, reúso y reducción del plástico en cualquiera de sus presentaciones.

#### **5.10 Contemporáneo**

El presente trabajo contiene un tema novedoso, ya que el bioplástico sigue en continua experimentación para ser mejorado y ser desarrollado como alternativa en el uso tradicional de los plásticos en diferentes campos laborales.

## **6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

La corona de piña es un material celulósico que tiene diferentes aplicaciones en la industria como fuente de material fibroso que en diferentes mezclas que podrán ser útiles y remplazarían al plástico convencional.

Se estableció la metodología para la elaboración de un utensilio del uso diario que podría remplazar sin dificultad el uso del plástico, fomentando así la reducción del impacto ambiental.

Se planteó la posibilidad de establecer los costos y beneficios de este material a base de la corona de piña, lo que permitirá la reducción de costo de producción de este tipo de utensilio y mejorar la salud ambiental.

Gracias a las investigaciones realizadas se llega a concluir que los bioplásticos elaborados a partir de los residuos agropecuarios pueden ser una alternativa donde con el tiempo remplazarán a los plásticos sintéticos de un solo uso.

Se establece el costo/beneficio del bioplástico y en su aplicación a utensilios de uso diario. Demostrara poder ser rentable y accesible al público y precio excelente para todo tipo de mercado.

### **6.2 Recomendaciones**

Se recomienda investigación sobre la textura instrumental de la corona de piña.

Se recomienda establecer la metodología para la aplicación de la tecnología que permita la obtención de otros tipos de utensilios con las mismas características biodegradables.

Se recomienda implementar dentro de los estudios de este tipo de materias primas, otras características en los bioplásticos, tales como resistencia al agua, resistencia a microondas y otros.

Se recomienda realizar un estudio pormenorizado de los costos fijos y variables que intervienen en este tipo de producto, así como, balance de masa y energía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AENOR. (2002). *UNE-EN ISO 604:2003: Plásticos. Determinación de las propiedades en compresión.* (p. 4) [Norma Técnica]. Asociación Española de Normalización y Certificados.

AENOR. (2011). *UNE-EN ISO 179-1:2011: Plásticos. Determinación de las propiedades al impacto Charpy. Parte 1: Ensayo de impacto no instrumentado. (ISO 179-1:2010)* (p. 4) [Norma Técnica]. Asociación Española de Normalización y Certificados.

AENOR. (2019). *UNE-EN ISO 32100:2019: Tejidos recubiertos de plástico o caucho. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia a la flexión con un flexómetro.* (p. 3). Madrid: Asociación Española de Normalización y Certificados.

Alshehrei, F. (2017). Biodegradation of Synthetic and Natural Plastic by Microorganisms. *Environmental Microbiology*, 5, 13. <https://doi.org/10.12691/jaem-5-1-2>

AMP Sistemas y Soluciones. (2021). EMPAQUES. Recuperado el 4 de agosto de 2021, de Impresosamp website: <http://impresosamp.jimdofree.com/nuestros-servicios/empaques/cajas-para-fruta/>

Barbara, E. (2016). *Ullmann's Polymers and Plastics* (Vol. 7). Weinheim: WILEY.

Beltrán, V., Córdova, G., y Becerra, E. (2016). *Contabilidad Agrícola*. Quito-Ecuador: Dspace.

Bies. (2020). *Código de Trabajo del Ecuador*. Quito-Ecuador: MIES.

C16 Committee. (2017). *ASTM C518—17: Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus* (p. 6) [Norma Técnica]. ASTM International. <https://doi.org/10.1520/C0518-17>

Casey, R., y Messer, B. (2017). *Industrial mechanic (millwright), 2017*. (Vols. 1–8; Trades and Apprenticeship Division, Ed.). Canada. Recuperado de [http://epe.lac-bac.gc.ca/100/201/301/weekly\\_acquisitions\\_list-ef/2017/17-25/publications.gc.ca/collections/collection\\_2017/edsc-esdc/Em15-3-9-2017-eng.pdf](http://epe.lac-bac.gc.ca/100/201/301/weekly_acquisitions_list-ef/2017/17-25/publications.gc.ca/collections/collection_2017/edsc-esdc/Em15-3-9-2017-eng.pdf)

Chanda, M. (2018). *Plastics Technology Handbook, Fifth Edition* (5th Edition). Boca Raton: CRC Press. Recuperado de <https://catalog.loc.gov/vwebv/search?searchCode=LCCN&searchArg=2017035500&searchType=1&permalink=y>

Colombo, R. C., Favetta, V., Cruz, M. A. da, Carvalho, D. U. de, Roberto, S. R., y Faria, R. T. de. (2017). Acclimatization and growth of ornamental

pineapple seedlings under organic substrates. *Ornamental Horticulture*, 23(3), 257–262. <https://doi.org/10.14295/oh.v23i3.1040>

Azevedo, A. R. G., Marvila, M. T., Antunes, M. L. P., Rangel, E. C., y Fediuk, R. (2021). Technological Perspective for Use the Natural Pineapple Fiber in Mortar to Repair Structures. *Waste and Biomass Valorization*. <https://doi.org/10.1007/s12649-021-01374-5>

Di Rienzo, J. A., Balzarini, M. G., Díaz, M. del P., González, L. A., Robledo, C. W., Tablada, E. M., y Casanoves, F. (2015). *Estadística para las ciencias agropecuarias*. Recuperado de <http://www.ebooks7-24.com/?il=2688>

Fortunati, E., Mazzaglia, A., y Balestra, G. M. (2019). Sustainable control strategies for plant protection and food packaging sectors by natural substances and novel nanotechnological approaches. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(3), 986–1000. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9341>

Foster, C. (2016). *Agricultural Wastes: Characteristics, Types, and Management*. Nova Publisher.

Grumezescu, A. M. (Ed.). (2017). *Food packaging*. Amsterdam ; Boston: AP/Elsevier.

Hurtado, O., de Feria, M., Veitía, N., y Pérez, A. (2016). *Efecto de la fertilización foliar en la aclimatización de plantas de Ananas comosus L. Merr. Cv. 'Cayena lisa'*. 10.

INEC. (2019). *Índice de Precios al Consumidor*. (p. 105). Quito-Ecuador: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). Recuperado de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) website: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/indice-de-precios-al-consumidor/17/>

INEN. (2012). *NTE INEN-ISO 2640 (2012): Metodo de ensayo para determinar la biodegradación aeróbica de materiales plásticos bajo condiciones controladas de compostajes* (p. 14) [Norma Técnica]. Quito-Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

INEN. (2014a). *NTE INEN-ISO 527-1 (2014): Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 1: Principios generales (iso 527-1:2012, idt)* (p. 13) [Norma Técnica]. Quito-Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

INEN. (2014b). *NTE INEN-ISO 3593 (2014): Almidones y féculas. Determinación de cenizas* (p. 6) [Norma Técnica]. Quito-Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

INEN. (2016). *NTE INEN 1836 (2016): Frutas frescas. Piña. Requisitos* [Norma Técnica]. Quito-Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

Ivanov, V., y Stabnikov, V. (2017). *Construction Biotechnology*. Singapore: Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-1445-1>

Jaime, C., Rodríguez, R., y Díaz, R. (2020). *Valoración y aprovechamiento de la piña*. Guayaquil, Ecuador: Editorial Grupo Compás. Recuperado de <http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/564/1/vera.pdf>

Jeantet, R., Croguennec, T., Schuck, P., y Brulé, G. (2016). *Handbook of Food Science and Technology 2* (Vol. 2). Londres: WILEY.

Jenjob, A., Uthairatanakij, A., Jitareerat, P., Wongs-Aree, C., y Aiamla-Or, S. (2017). Effect of harvest seasonal and gamma irradiation on the physicochemical changes in pineapple fruit cv. Pattavia during stimulated sea shipment. *Food Science & Nutrition*, 5(5), 997–1003. <https://doi.org/10.1002/fsn3.485>

Katiyar, V. (2017). *Bio-based plastics for food packaging applications*. Shawbury, Shrewsbury, Shropshire, United Kingdom: Smithers Pira.

Kutz, M. (2017). *Applied Plastics Engineering Handbook. Processing, Materials, and Applications*. Oxford: Elsevier.

Lara, I., y Franco, O. (2017). Análisis del costo – beneficio una herramienta de gestión. *Revista Contribuciones a la Economía*, 14.

Lobo, M. G., y Paull, R. E. (2017). *Handbook of Pineapple Technology*. Chichester: WILEY Blackwell.

López–Gómez, A., Ros–Chumillas, M., Buendía-Moreno, L., y Martínez–Hernández, G. B. (2020). Active cardboard packaging with encapsulated essential oils for enhancing the shelf life of fruit and vegetables. *Frontiers in nutrition*, 7, 559978.  
<https://doi.org/10.3389/fnut.2020.559978>

Manas, C., y Sail K, R. (2018). *Industrial Polymers, Specialty Polymers, and Their Applications (Plastics Engineering)*. Boca Raton: CRC Press.  
Recuperado de <https://taylorandfrancis.com/>

Marion, J. (2017). *Contabilidade rural Contabilidade agrícola Contabilidade da pecuária*. Sao Pablo: Atlas. Recuperado de <https://www.grupogen.com.br/>

McNeil, I. (Ed.). (2016). *An Encyclopaedia of the history of technology* (Vol. 5). London; New York: Routledge.

Milošević, D., y Martinelli, R. J. (2016). *Project management toolbox* (Second edition). Hoboken, New Jersey: Wiley.

- Murai, K., Chen, N. J., y Paull, R. E. (2021). Pineapple crown and slip removal on fruit quality and translucency. *Scientia Horticulturae*, 283, 110087. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110087>
- Pandit, P., Pandey, R., Singha, K., Shrivastava, S., Gupta, V., y Jose, S. (2020). Pineapple Leaf Fibre: Cultivation and Production. En M. Jawaid, M. Asim, P. Md. Tahir, y M. Nasir (Eds.), *Pineapple Leaf Fibers* (pp. 1–20). Singapore: Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-1416-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-15-1416-6_1)
- Pereira, P. H. F., Ornaghi Jr, H. L., Arantes, V., y Cioffi, M. O. H. (2021). Effect of chemical treatment of pineapple crown fiber in the production, chemical composition, crystalline structure, thermal stability and thermal degradation kinetic properties of cellulosic materials. *Carbohydrate Research*, 499, 108227.
- Pérez, A. (2020). *Acuerdo Ministerial Nro.MDT-2020-249* (p. 5) [Reporte de Ministerio de la Republica del Ecuador]. Quito-Ecuador: Ministerio del Trabajo. Recuperado de Ministerio del Trabajo website: <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2020/11/ACUERDO-MDT-2020-249-SBU-2021-SFGG.pdf?x42051>

- Ratti, M. F., Ascunce, M. S., Landivar, J. J., y Goss, E. M. (2018). Pineapple heart rot isolates from Ecuador reveal a new genotype of *Phytophthora nicotianae*. *Plant Pathology*, 67(8), 1803–1813. <https://doi.org/10.1111/ppa.12885>
- Rosario, C., y Quispe, R. (2018). *Tesina elaboración de bioplásticos con residuos orgánicos a base de cáscara de plátano y mango para reducir la contaminación por el uso de plásticos sintéticos en Trujillo - 2018-I.*
- Rudolph, N., Kiesel, R., y Aumnate, C. (2017). *Understanding Plastics Recycling.*
- Ruiloba, I., Quintero, R., y Correa, J. (2018). *Elaboración de bioplástico a partir de almidón de semillas de mango Bioplastic production from mango seed starch.* 4, 5.
- Sabando-Ávila, F., Molina-Atiencia, L. M., y Garcés-Fiallos, F. R. (2017). *Trichoderma harzianum* en pre-transplante aumenta el potencial agronómico del cultivo de piña. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences*, 12(4), 410–414. <https://doi.org/10.5039/agraria.v12i4a5468>

- Schönmayr, D. (2017). *Automotive Recycling, Plastics, and Sustainability*. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-57400-4>
- Serna, L., Rodríguez, A., y Albán, F. (2011). Ácido Poliláctico (PLA): Propiedades y Aplicaciones. *Ingeniería y Competitividad*, 5(1), 16. <https://doi.org/10.25100/iyc.v5i1.2301>
- Shah, A. A., Hasan, F., Hameed, A., y Ahmed, S. (2017). Biological degradation of plastics: A comprehensive review. *Biotechnology Advances*, 26(3), 265.
- Siroli, L., Patrignani, F., Serrazanetti, D. I., Chiavari, C., Benevelli, M., Grazia, L., y Lanciotti, R. (2017). Survival of Spoilage and Pathogenic Microorganisms on Cardboard and Plastic Packaging Materials. *Frontiers in Microbiology*, 0. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02606>
- Stat-Ease. (2019). *Software Estadístico de Determinación de formulación Óptima* [Software Version11]. Stat-Ease Softwares.
- Subramanian, M. N. (2016). *Plastics waste management: Processing and disposal* (First published). Shawbury Shrewsbury Shropshire: Smithers Rapra.

- Tröger, K., Lelea, M. A., Hensel, O., y Kaufmann, B. (2020). Re-framing post-harvest losses through a situated analysis of the pineapple value chain in Uganda. *Geoforum*, 111, 48–61. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2020.02.017>
- Urbanek, A. K., Rymowicz, W., y Mirończuk, A. M. (2018). Degradation of plastics and plastic-degrading bacteria in cold marine habitats. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102(18), 7669–7678. <https://doi.org/10.1007/s00253-018-9195-y>
- Vargas-Tierras, Y. B., Prado-Beltrán, J. K., Nicolalde-Cruz, J. R., Casanoves, F., Virginio-Filho, E. de M., Viera-Arroyo, W. F., ... Viera-Arroyo, W. F. (2018). Characterization and role of Amazonian fruit crops in family farms in the provinces of Sucumbíos and Orellana (Ecuador). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 19(3), 501–515. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol19\\_num3\\_art:812](https://doi.org/10.21930/rcta.vol19_num3_art:812)
- Wills, R., y Golding, J. B. (2016). *Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables* (6th edition). Sydney: UNSW Press.

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Galvez Wilches, Felix Salomón**, con C.C: # 070348727-2 autor/a del **componente práctico del examen complejo: Elaboracion de un bioplastico a base de la corona de la piña (*Ananas comosus L.*)** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 16 de septiembre del 2021

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **Galvez Wilches, Felix Salomón**

C.C: **070348727-2**



<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN</b>			
<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Elaboración de un bioplástico a base de la corona de la piña ( <i>Ananas comosus</i> L.), para reducir el uso del plástico sintético de un solo uso		
<b>AUTOR(ES)</b>	Felix Salomón Galvez Wilches		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Jorge Ruperto Velásquez Rivera, Ph. D		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Agroindustrial		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Agroindustrial		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	16 de septiembre del 2021	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	90
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Agroindustria, reciclaje, calidad.		
<b>PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:</b>	piña, celulosa, biodegradable, sintético, contaminación		
<b>RESUMEN/ABSTRACT</b>			
<p>Uno de los materiales más usado en mundo es el plástico, el cual forma parte de la producción de un sinnúmero de productos para alimenticios y no alimenticios ha producido efectos negativos en el medio ambiente a escala mundial, lo cual ha generado un alto porcentaje de contaminación por residuos. Los plásticos de un solo uso se utilizan a diario para situaciones del día a día, reuniones, cenas y convivencias en general, por lo cual se acumula basura no degradable o degradable a largo plazo. Con estos antecedentes el objetivo del presente trabajo es la búsqueda de una alternativa óptima y eficaz para generar un bioplástico con características similares a los plásticos convencionales con materiales biodegradables. Para la formulación de este producto se utilizará corona de piña (<i>Ananas comosus</i> L.) que contiene grandes cantidades de celulosa, la cual es sometida a un proceso de trituración y mezcla con diferentes componentes naturales como maicena, glicerina y otros para finalmente obtener un producto con una reducida humedad. Se obtendrá un material biodegradable flexible que permitirá moldear determinados envases.</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/> NO
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> 0994133389	<b>E-mail:</b> felix.galvez@cu.ucsg.edu.ec	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):</b>	<b>Nombre:</b> Ing. Noelia Caicedo Coello, M.Sc		
	<b>Teléfono:</b> +593 987361675		
	noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			