



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE GUAYAQUIL  
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**ELABORACION DE SORBETES BIODEGRADABLES A PARTIR  
DE BIOMASA DE FRUTAS**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

CASTRO PILLAJO YALILA REBECA

CLEMENTE RETO JULIO RICARDO

**TUTOR:**

ING. ORDOÑEZ RAMIREZ VIRGILIO ALONSO, PhD.

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**2024**

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Nosotros, **YALILA REBECA CASTRO PILLAJO** con documento de identificación No. **0951841006** y **JULIO RICARDO CLEMENTE RETO** con documento de identificación No. **0953575255** manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 15 de agosto del 2024

Atentamente,



---

Yalila Rebeca Castro Pillajo  
CI: 0951841006



---

Julio Ricardo Clemente Reto  
CI: 0953575255

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, **YALILA REBECA CASTRO PILLAJO** con documento de identificación No. **0951841006** y **JULIO RICARDO CLEMENTE RETO** con documento de identificación No. **0953575255**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo experimental **ELABORACION DE SORBETES BIODEGRADABLES A PARTIR DE BIOMASA DE FRUTAS**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIEROS AMBIENTALES**, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15 de agosto del 2024

Atentamente,



---

Yalila Rebeca Castro Pillajo  
CI: 0951841006



---

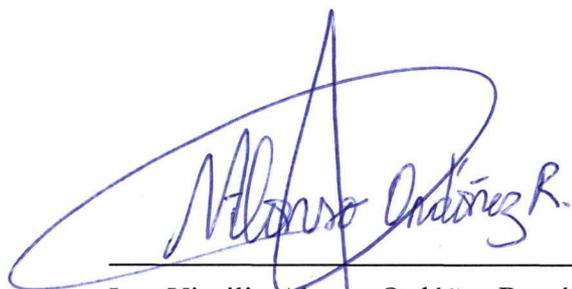
Julio Ricardo Clemente Reto  
CI: 0953575255

**CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Virgilio Alonso Ordóñez Ramírez con documento de identificación No. 0909780850 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación **ELABORACION DE SORBETES BIODEGRADABLES A PARTIR DE BIOMASA DE FRUTAS**, realizado por Yalila Rebeca Castro Pillajo con documento de identificación No. 0951841006 y Julio Ricardo Clemente Reto con documento de identificación No. 0953575255, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15 de agosto del 2024

Atentamente,



---

Ing. Virgilio Alonso Ordóñez Ramírez, PHD  
CI: 0909780850

## DEDICATORIA

A mis padres, Lucy y Darío quienes representan mi fuente de inspiración, por su esfuerzo y sacrificio que han hecho posible mi educación, por brindarme su amor infinito y ser quienes desde el inicio de este viaje académico han infundado en mí valores como el respeto, responsabilidad y humildad los cuales han forjado mi carácter y también me han preparado para ser un profesional.

A mi hermana Valeria, por animarme en los momentos difíciles e inculcarme siempre salir adelante, también a mis primas Diana, Doménica y mi tía Narcisa por brindarme su generosidad y confianza que han sido un pilar fundamental en la culminación de este proyecto.

A mi abuela Gloria y mi abuelo Ricardo que a pesar de no estar presente físicamente me brindaron muchos consejos sobre esfuerzo, disciplina, dedicación y espero estén disfrutando de esta meta a mi lado, sé que estarían muy orgullosos de que “Julito” esté cumpliendo otra meta más y haciendo realidad aquellos sueños que cuando niño se propuso alcanzar, me siento muy agradecido con Dios y la vida por haberlos conocido y por enseñarme que sin sacrificio no puede haber victoria.

A mi fiel compañero Oso, por cubrirme con su amor y su compañía inquebrantable que representa esa tranquilidad y alegría en el transcurso del camino.

Finalmente, a mi novia Doménica que ha sido mi apoyo en el aula de clases y es quien me motiva a ser día a día la mejor versión de mí mismo.

*Julio Ricardo Clemente Reto*

**AGRADECIMIENTO**

Quiero brindar mi más sincero agradecimiento primero a Dios por permitirme seguir alcanzando todos los objetivos que me propongo cumplir, al Dr. Virgilio Alonso Ordóñez Ramírez por ser un excelente guía, brindarnos su apoyo y permitir demostrarle nuestro potencial y capacidades en la realización de este trabajo, a mi compañera de tesis y mejor amiga Yalila Castro por el esfuerzo y sacrificio que ha demostrado a lo largo del camino y finalmente a todos y cada uno de los que aportaron de alguna manera para alcanzar esta meta.

*Julio Ricardo Clemente Reto*

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, Lourdes y Hugo por enseñarme el verdadero significado de la familia y transmitirme cualidades como esfuerzo, perseverancia, responsabilidad y humildad, las cuales han formado la persona que soy actualmente, por apoyarme en todo momento y ser mi principal fuente de inspiración cuando se trata de salir adelante.

A mi hermano José, por contagiarme siempre de buena energía y brindarme su respaldo incondicional en las decisiones que he tomado.

A mis Abuelos, tíos y primos por cautivar me siempre con ese calor familiar e indicarme la importancia de seguir preparándome y esforzándome para alcanzar mis objetivos.

A mis mascotas Macarena, Chisguete y Caviche por complacerme con su amor, lealtad y por hacer más bonito este camino.

*Yalila Rebeca Castro Pillajo*

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por confortarme, brindarme salud y sabiduría para culminar este trabajo investigativo.

A mi tutor de tesis el Dr. Virgilio Alonso Ordóñez Ramírez por brindarnos su apoyo incondicional, por ser nuestro guía, por inculcarnos un espíritu investigativo a lo largo de la carrera y demostrarnos que somos capaces.

A mi compañero de tesis, Julio, por todos estos años de apoyo incondicional y por ser una gran persona. Gracias por tu dedicación, paciencia y por compartir este camino conmigo.

Y para terminar a todos aquellos amigos, compañeros, profesores que hicieron posible y contribuyeron de alguna forma para culminar este proyecto.

*Yalila Rebeca Castro Pillajo*

## RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo la elaboración de sorbetes biodegradables utilizando biomasa de frutas, mediante procesos experimentales para evidenciar el aprovechamiento de la materia orgánica generada en la comunidad.

Se llevó a cabo una socialización con los moradores del barrio Bicentenario en la Parroquia Febres Cordero, al suroeste del Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas, se les solicitó su colaboración y se le explicó el proceso de separación en la fuente de los residuos de cáscara de frutas el cual fue efectuado en el transcurso de una semana, Posteriormente se desarrolló la preselección enfocada a propiedades específicas, como: La producción de cáscara, el contenido de fibra, porcentaje de humedad y la capacidad de biodegradación.

La realización de procesos experimentales para la producción de bioplástico a partir de *Citrus limon* y *Citrus sinensis*, permitió reconocer la composición adecuada de los materiales requeridos para la manufactura de sorbetes biodegradables. Los resultados del proceso de biodegradación de los ejemplares obtenidos presentaron un buen nivel de biodegradación en la tierra, agua dulce y salada.

La realización de la encuesta de aceptación como una técnica para evaluar la percepción de los sorbetes biodegradables evidenció resultados positivos. Adicionalmente, La evaluación financiera del proyecto determinó que es muy viable financieramente por lo que se concluye que el proyecto es totalmente ejecutable debido a que existe abundancia de la materia prima requerida, es un proyecto que permite aplicar los criterios de la economía circular y maximizar el tiempo de vida útil de los rellenos sanitarios.

**Palabras Claves:** Bioplástico, viabilidad, fibra y sostenible.

## ABSTRACT

The objective of this research was the elaboration of biodegradable sorbets using fruit biomass, through experimental processes to demonstrate the use of organic matter generated in the community.

A socialization was carried out with the residents of the Bicentenario neighborhood in the Febres Cordero Parish, southwest of the Guayaquil Canton, Guayas Province, they were asked for their collaboration and the process of separation at the source of fruit peel waste was explained to them, which was carried out in the course of a week, Subsequently the pre-selection was developed focused on specific properties, such as: Peel yield, fiber content, moisture percentage and biodegradation capacity.

The realization of experimental processes for the production of bioplastic from Citrus limon and Citrus sinensis, allowed to recognize the appropriate composition of the materials required for the manufacture of biodegradable sorbets. The results of the biodegradation process of the obtained specimens showed a good level of biodegradation in soil, fresh and salt water.

The acceptance survey as a technique to evaluate the perception of the biodegradable sorbets showed positive results. In addition, the financial evaluation of the project determined that it is very viable financially, which leads to the conclusion that the project is fully executable due to the abundance of resources available.

**Keywords:** Bioplastic, feasibility, fiber and sustainable.

## Índice de Contenidos

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	I
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	II
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	III
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO.....	VII
RESUMEN .....	VIII
ABSTRACT .....	IX
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 PROBLEMA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 DELIMITACIÓN .....</b>	<b>4</b>
1.2.1 Delimitación Geográfica .....	4
1.2.2 Delimitación temporal.....	5
<b>1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4 OBJETIVOS.....</b>	<b>6</b>
1.4.1 Objetivo General .....	6
1.4.2 Objetivos Específicos.....	6
<b>1.5 HIPÓTESIS .....</b>	<b>6</b>
1.5.1 Hipótesis General .....	6
1.5.2 Hipótesis Específicas .....	6
<b>2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Fundamentos teóricos .....</b>	<b>8</b>
2.1.1 Residuos.....	8
2.1.2 Residuos sólidos .....	8

2.1.3	<b>Residuos orgánicos</b> .....	9
2.1.4	<b>Residuos inorgánicos</b> .....	9
2.1.5	<b>Plásticos</b> .....	10
2.1.6	<b>Bioplásticos</b> .....	10
2.1.7	<b>Beneficios sostenibles de los bioplásticos</b> .....	10
2.1.8	<b>Biodegradación</b> .....	11
2.1.9	<b>Muestreo no probabilístico</b> .....	11
2.1.10	<b>Investigación de tipo experimental</b> .....	12
2.1.11	<b>Cáscaras de frutas</b> .....	12
2.1.12	<b>Cáscara de mango</b> .....	12
2.1.13	<b>Cáscara de uva</b> .....	12
2.1.14	<b>Cáscara de guineo</b> .....	13
2.1.15	<b>Cítricos</b> .....	13
2.1.16	<b>Cáscara de naranja</b> .....	13
2.1.17	<b>Cáscara de limón</b> .....	14
2.1.18	<b>Cáscara de sandía</b> .....	14
2.1.19	<b>Cáscaras de melón</b> .....	14
2.1.20	<b>Cáscara de mandarina</b> .....	14
2.1.21	<b>Sorbetes</b> .....	15
2.1.22	<b>Analizador de humedad</b> .....	15
2.1.23	<b>Elaboración de sorbetes biodegradables</b> .....	15
2.1.24	<b>Hidrólisis ácida</b> .....	15
2.2	<b>Marco Legal</b> .....	16
2.2.1	<b>Constitución de la República del Ecuador.</b> .....	16
2.2.2	<b>Código Orgánico del Ambiente.</b> .....	16

2.2.3	Reglamento al Código Orgánico del Ambiente.....	17
2.2.4	Ley Orgánica para la Racionalización, Reutilización y Reducción de Plásticos de un solo uso. ....	18
2.2.5	Acuerdo Ministerial 061.....	20
3.	<b>METODOLOGÍA</b> .....	22
3.1	<b>Tipo y diseño de investigación</b> .....	22
3.2	<b>Población, muestra, muestreo y unidad de análisis</b> .....	22
3.2.1	<b>Población</b> .....	22
3.2.2	<b>Muestra</b> .....	22
3.2.3	<b>Muestreo</b> .....	23
3.3	<b>Variables</b> .....	23
3.4	<b>Unidad de Análisis</b> .....	24
3.5	<b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	24
3.5.1	<b>Técnica de recolección de datos</b> .....	24
3.5.2	<b>Instrumento de recolección de datos</b> .....	24
3.6	<b>Materiales</b> .....	25
3.7	<b>Equipo de protección personal</b> .....	25
3.8	<b>Equipos e instrumentos de laboratorio</b> .....	25
3.9	<b>Parámetros para evaluar</b> .....	26
3.10	<b>Procedimientos para evaluación de las propiedades de la cáscara de la fruta y el bioplástico</b> .....	27
3.10.1	<b>Porcentaje de Humedad- Método Termogravimétrico</b> .....	27
3.10.2	<b>Hidrólisis ácida para asilamiento de fibra</b> .....	27
3.11	<b>Procedimiento elaboración de sorbetes biodegradables</b> .....	28
3.12	<b>Determinación del análisis financiero</b> .....	29
3.12.1	<b>Inversión fija total.</b> .....	29

3.12.2	Capital de trabajo.....	29
3.12.3	Presupuesto de ingresos proyectados.....	29
4.	RESULTADOS.....	30
4.1	Identificación del tamaño de la muestra para la experimentación en la comunidad .....	30
4.2	Resultados de la separación de frutas en el barrio bicentenario.....	32
4.3	Resultados de las pruebas experimentales para la selección de la fruta .....	34
4.3.1	Porcentaje de humedad presente en las cáscaras de citrus limon, citrus reticulata, citrus sinensis, y musa balbisiana.....	36
4.3.2	Porcentaje de fibra presente en las cáscaras de citrus limon, citrus sinensis, citrus reticulata y musa paradisiaca.....	40
4.4	Pruebas de elaboración de sorbetes .....	42
4.4.1	Composición de los sorbetes Biodegradables.....	42
4.4.2	Sorbetes de cáscara de Citrus limon y Citrus Sinensis – propiedades físicas. ....	43
4.4.3	Biodegradación del bioplástico con el que se elaboró los sorbetes de Citrus limon y Citrus sinensis .....	44
4.4.4	Tablas estadísticas de los resultados de biodegradación del bioplástico de Citrus limon y Citrus sinensis .....	49
4.4.5	Análisis de los resultados estadísticos de biodegradación del bioplástico de Citrus limon y Citrus sinensis .....	50
4.4.6	Nivel de aceptación de los sorbetes de las cáscaras de Citrus limon y Citrus sinensis.....	52
4.5	Resultados del plan financiero .....	60
4.5.1	Terrenos y obras .....	60
4.5.2	Maquinarias, mobiliarios y equipos.....	60
4.5.3	Total inversión fija inicial .....	61

<b>4.5.4</b>	<b>Materiales directos .....</b>	<b>62</b>
<b>4.5.5</b>	<b>Mano de obra directa .....</b>	<b>62</b>
<b>4.5.6</b>	<b>Costos totales de producción .....</b>	<b>62</b>
<b>4.5.7</b>	<b>Capital de trabajo.....</b>	<b>63</b>
<b>4.5.8</b>	<b>Ventas proyectadas para el primer año.....</b>	<b>63</b>
<b>4.5.9</b>	<b>Presupuesto de ingresos proyectados.....</b>	<b>63</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>65</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>67</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>70</b>

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Coordenadas de ubicación barrio Bicenterario.....	4
<b>Tabla 2.</b> Instrumentos de recolección de datos para las diferentes fases.....	24
<b>Tabla 3.</b> <i>Parámetros que se realizarán</i> .....	26
<b>Tabla 4.</b> Porcentaje de humedad de citrus limon.....	36
<b>Tabla 5.</b> Porcentaje de humedad de Citrus reticulata. ....	37
<b>Tabla 6.</b> Porcentaje de humedad de Citrus sinensis.....	37
<b>Tabla 7.</b> Porcentaje de humedad de musa balbisiana. ....	38
<b>Tabla 8.</b> Tabla estadística de porcentajes de humedad de las cáscaras de frutas seleccionadas. ....	39
<b>Tabla 9.</b> Componentes – elaboración sorbetes biodegradables de Citrus limon. ....	43
<b>Tabla 10.</b> Componentes – elaboración sorbetes biodegradables de Citrus sinensis.....	43
<b>Tabla 11.</b> Propiedades Físicas de los sorbetes – Citrus Limon y Citrus Sinensis. ....	44
<b>Tabla 12.</b> Biodegradación en tierra fértil del bioplástico de Citrus limon y Citrus sinensis	45
<b>Tabla 13.</b> Biodegradación en agua dulce del bioplástico de Citrus limon y Citrus sinensis. .....	46
<b>Tabla 14.</b> Biodegradación en agua salada del bioplástico de Citrus limon y Citrus sinensis. .....	47
<b>Tabla 15.</b> Resumen del proceso de biodegradación de Citrus limon y Citrus sinensis. ....	48
<b>Tabla 16.</b> Estadística de biodegradación de bioplásticos de Citrus limon y Citrus Sinensis en tierra. ....	49
<b>Tabla 17.</b> Estadística de biodegradación de bioplásticos de Citrus limon y Citrus Sinensis en agua dulce. ....	50
<b>Tabla 18.</b> Estadística de biodegradación de bioplásticos de Citrus limon y Citrus Sinensis en agua salada.....	50
<b>Tabla 19.</b> Estadística descriptiva en las edades de las personas encuestadas.....	52
<b>Tabla 20.</b> Número de personas familiarizadas con los sorbetes biodegradables como alternativa a los sorbetes de plásticos. ....	53
<b>Tabla 21.</b> Número de personas que han utilizado alguna vez sorbetes biodegradables. ....	54

<b>Tabla 22.</b> Número de personas que están dispuestas a utilizar sorbetes biodegradables si eso significa un mayor beneficio ambiental. ....	55
<b>Tabla 23.</b> Número de personas que consideran que los sorbetes biodegradables son igual de funcionales que los sorbetes de plástico convencionales. ....	56
<b>Tabla 24.</b> Número de personas que creen que los sorbetes biodegradables deben ser promovidos más activamente por los establecimientos que venden bebidas. ....	57
<b>Tabla 25.</b> Número de personas que actualmente utilizan sorbetes de plástico convencionales cuando consume bebidas. ....	58
<b>Tabla 26.</b> Número de personas a las que les parece que la apariencia de los sorbetes biodegradables de limón (Citrus limon) y naranja (Citrus sinensis) es aceptable.....	59
<b>Tabla 27.</b> Descripción de Terrenos y obras. ....	60
<b>Tabla 28.</b> Descripción de maquinarias, mobiliarios y equipos.....	60
<b>Tabla 29.</b> Total inversión fija inicial.....	61
<b>Tabla 30.</b> Descripción de materiales directos. ....	62
<b>Tabla 31.</b> Descripción de mano de obra directa .....	62
<b>Tabla 32.</b> Descripción de los costos totales de producción .....	62
<b>Tabla 33.</b> Capital de trabajo.....	63
<b>Tabla 34.</b> Ventas proyectadas para el primer año.....	63
<b>Tabla 35.</b> Presupuesto de ingresos proyectados. ....	63

## Índice de Ilustraciones

<b>Ilustración 1.</b> Delimitación geográfica del barrio Bicentenario.....	5
<b>Ilustración 2.</b> Cálculo del tamaño de la muestra del barrio Bicentenario en la Parroquia Febres Cordero, al suroeste del Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas .....	31
<b>Ilustración 4.</b> Socialización a moradora del sector. ....	32
<b>Ilustración 3.</b> Separación de la biomasa de frutas.....	32
<b>Ilustración 5.</b> Cantidad en kg de los residuos de fruta que genera el barrio Bicentenario por semana. ....	33
<b>Ilustración 6.</b> Utilización del medidor de humedad. ....	35
<b>Ilustración 7.</b> Pesaje de los 5 gramos de muestra.....	35
<b>Ilustración 8.</b> Proceso de hidrólisis para aislamiento de fibra en las cáscaras de la fruta...	35
<b>Ilustración 9.</b> Medición de humedad - Limón.....	36
<b>Ilustración 10.</b> Medición de humedad – Mandarina. ....	37
<b>Ilustración 11.</b> Medición de humedad – Naranja .....	38
<b>Ilustración 12.</b> Medición de humedad – Guineo .....	38
<b>Ilustración 13.</b> Porcentajes de humedad en las cáscaras de las frutas seleccionadas.....	39
<b>Ilustración 14.</b> Molienda y pesaje de la muestra.....	40
<b>Ilustración 15.</b> Porcentaje de fibra de las frutas seleccionadas .....	41
<b>Ilustración 16.</b> Tabla estadística de biodegradación de bioplástico en tierra.....	45
<b>Ilustración 17.</b> Tabla estadística de biodegradación de bioplásticos en agua dulce. ....	46
<b>Ilustración 18.</b> Tabla estadística de biodegradación de bioplásticos en agua salada. ....	47
<b>Ilustración 19.</b> .....	51
<b>Ilustración 20.</b> Porcentaje de personas que están familiarizadas con los sorbetes biodegradables como alternativa a los sorbetes de plásticos.....	53
<b>Ilustración 21.</b> Porcentaje de personas que han utilizado alguna vez sorbetes biodegradables.....	54
<b>Ilustración 22.</b> Porcentaje de personas que están dispuestas a utilizar sorbetes biodegradables si eso significa un mayor beneficio ambiental. ....	55
<b>Ilustración 23.</b> Porcentaje de personas que consideran que los sorbetes biodegradables son igual de funcionales que los sorbetes de plástico convencionales.....	56

**Ilustración 24.** Porcentaje de personas que creen que los sorbetes biodegradables deben ser promovidos más activamente por los establecimientos que venden bebidas. .... 57

**Ilustración 25.** Porcentaje de personas que actualmente utilizan sorbetes de plástico convencionales cuando consume bebidas. .... 58

**Ilustración 26.** Porcentaje de personas a las que les parece que la apariencia de los sorbetes biodegradables de limón Citrus limon y naranja Citrus sinensis es aceptable. .... 59

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

La evolución del plástico muestra como la innovación ha sido de gran ayuda para el crecimiento industrial del plástico, pero también resalta la necesidad de equilibrar su utilidad con razones ambientales y sostenibles.

Con el pasar del tiempo la contaminación del ambiente ha tenido un significativo aumento presentando diversas afecciones a nivel del aire, agua y suelo, resaltando al plástico cuya derivación comprende varios hidrocarburos que tienen por origen el petróleo crudo, representando a uno de los principales actores contaminantes dentro de los ecosistemas antes mencionados, este polímero se ve reflejado en varias presentaciones de un solo uso como, por ejemplo: Sorbetes, vasos, cucharas, fundas, etc., que muchas veces acaban en las calles de la ciudad o incluso en el cuerpo de agua más cercano, considerándose a este último como el hábitat de mayor afección hacia las especies, porque pueden consumir este material y posteriormente ser ingeridos por el ser humano y por su tiempo de degradación (Naeco, 2023).

Las empresas que están conscientes de la necesidad de una administración responsable de los recursos naturales para la sostenibilidad de sus actividades manejan de manera responsable, todos sus movimientos, minimizando los aspectos negativos que genera la producción industrial hacia su entorno (Ordóñez Ramírez, 2020).

Según el objetivo 14 de la ODS: *Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos*; indica que el aumento de los niveles de residuos en los océanos del mundo también supone un importante impacto medioambiental y económico. Se calcula que

cada año llegan a los mares y océanos entre 5 y 12 millones de toneladas métricas de plástico, con un coste aproximado de 13.000 millones de dólares anuales, entre los que se incluyen los costes de limpieza y las pérdidas financieras sufridas por la pesca y otras industrias. Cerca del 89 % de los residuos plásticos encontrados en el fondo de los océanos son artículos de un solo uso, como bolsas de plástico.

Teniendo presente lo antes descrito por el autor, todo lo relacionado al turismo debe ser gestionado de forma responsable para proteger aquellas áreas de la naturaleza que representen mayor vulnerabilidad garantizando la sostenibilidad y la preservación de recursos (Unidas, 2015).

Esta problemática resalta la necesidad urgente de descubrir alternativas sostenibles y disminuir la dependencia del plástico para lograr mitigar el impacto ambiental y combatir el cambio climático.

Tomando en cuenta la conciencia existente con respecto a la sostenibilidad del ambiente y sobre la reducción de los excedentes plásticos, en la actualidad se busca la implementación de alternativas biodegradables. Por tal motivo, en el presente trabajo investigativo se propone la elaboración de sorbetes biodegradables a partir de la biomasa de frutas, en la búsqueda de una solución favorable con la que se pueda aprovechar los residuos provenientes de la materia orgánica.

Básicamente la investigación tiene por propósito darles valor a las cáscaras de fruta que en muchos casos llegan a ser consideradas como desechos, de manera que, se va a contribuir con el aprovechamiento de la materia orgánica y se obtendrá como producto bioplástico para la posterior elaboración de sorbetes biodegradables mejorando la calidad ambiental.

Ciertamente, los bioplásticos a partir de las cáscaras de fruta no llegan a ser tóxicos y a su vez una de las ventajas que posee es que puede ser usado como material compostable.

## **1.1 PROBLEMA**

Los sorbetes son unos de los elementos plásticos presentes en la contaminación del medio marino en el mundo. Por lo general, no son reciclables y tardan en descomponerse, contribuyendo significativamente a la contaminación ambiental debido a su acumulación en los ecosistemas.

En diversas partes del mundo los generadores presentan cifras anuales por persona, donde se puede identificar que 221 kg en Estados Unidos, 114 kg en los países europeos de la OCDE y 69 kg en Japón y Corea. La mayor parte de la contaminación por plástico se deriva de la recolección y eliminación inadecuadas de residuos plásticos de mayor tamaño, conocidos como macro plásticos, aunque también preocupan en gran medida las filtraciones de microplásticos (polímeros sintéticos de menos de 5 mm de diámetro) provenientes, por ejemplo, de gránulos de plástico industriales, tejidos sintéticos, señalizaciones viales y el desgaste de los neumáticos (Económicos, 2022).

A partir de la información proporcionada por los GADM, se determinó que cada habitante del Ecuador en el sector urbano produce en promedio 0,9 kg de residuos sólidos por día (Ambientales, 2022).

Además, la descomposición acelerada de la materia orgánica no aprovechada en los rellenos sanitarios conduce a la generación rápida de lixiviados y gases, saturando los sitios de disposición final y agravando el problema ambiental. La búsqueda de alternativas sostenibles y biodegradables es crucial para mitigar este problema.

En Ecuador se producen anualmente 5 millones de toneladas de residuos sólidos, del cual solo el 5% se recicla (Veintimilla, 2022). Al no existir mayor información sobre los porcentajes del aprovechamiento de los residuos orgánicos, se tomó de referencia un proyecto de vinculación de la Universidad Politécnica Salesiana en el año 2022 realizado en la comuna “Nueva Vida” ubicada en el Km 19 vía a la costa por parte de la carrera de Ingeniería Ambiental, donde se revela que producen 15,84 Ton/año de materia orgánica, del cual se recicla solo 0,79 Ton/año y como resultante tenemos 15,05 Ton/año que no son aprovechadas, por tal motivo nuestra investigación estará basada en el aprovechamiento de los residuos orgánicos con la finalidad de desarrollar sorbetes biodegradables (Salesiana, 2022).

## 1.2 DELIMITACIÓN

### 1.2.1 Delimitación Geográfica

Los lugares de experimentación donde se levantó la información para la elaboración del presente documento se encuentran en las siguientes coordenadas:

- **Barrio Bicentenario**, donde se tomó la materia prima para la elaboración de los sorbetes (cáscaras de frutas):

**Tabla 1.**

*Coordenadas de ubicación barrio Bicentenario.*

COORDENADAS DE UBICACIÓN	
<b>Punto 1</b>	X: 618694.30 Y: 9757267.11
<b>Punto 2</b>	X: 618613.07 Y: 9757290.31
<b>Punto 3</b>	X: 618619.11 Y: 9757316.41
<b>Punto 4</b>	X: 618700.99 Y: 9757292.48

*Fuente: Google Earth.*

## *Ilustración 1.*

### *Delimitación geográfica del barrio Bicentenario.*



*Fuente: Google Earth.*

- **Lugar de experimentación:** Se realizaron las pruebas de laboratorio en el campus María Auxiliadora Laboratorios Ciencias de la Vida, Universidad Politécnica Salesiana, Km 19 vía a la costa.

### **1.2.2 Delimitación temporal**

La presente investigación se llevó a cabo entre los meses de abril a septiembre del presente año. Este intervalo fue seleccionado para asegurar el cumplimiento de los objetivos planteados.

### **1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cómo se puede elaborar sorbetes biodegradables a partir de la biomasa de frutas para reducir el uso de sorbetes derivados de hidrocarburos, teniendo en cuenta el aprovechamiento de la materia orgánica generada en la comunidad?

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

Elaborar sorbetes biodegradables utilizando biomasa de frutas, mediante procesos experimentales para evidenciar el aprovechamiento de la materia orgánica generada en la comunidad.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Investigar y seleccionar los residuos de las frutas más adecuadas como materia prima para la producción de sorbetes biodegradables, considerando su disponibilidad, composición química y potencial de biodegradación.
- Experimentar con la materia orgánica identificada para elaborar sorbetes biodegradables, mediante la integración de técnicas de extracción, transformación y moldeo.
- Determinar el costo beneficio de la fabricación de sorbetes biodegradables provenientes de la biomasa para verificar su viabilidad.

## **1.5 HIPÓTESIS**

### **1.5.1 Hipótesis General**

¿La elaboración sorbetes biodegradables utilizando biomasa de frutas, permitirá evidenciar el aprovechamiento de la materia orgánica generada en la comunidad?

### **1.5.2 Hipótesis Específicas**

- ¿La Investigación y selección de los residuos de las frutas más adecuadas como materia prima permitirá la producción de sorbetes biodegradables?
- ¿La Experimentación con la materia orgánica identificada para elaborar sorbetes biodegradables permitirá la integración de técnicas de extracción, transformación y moldeo?

- ¿La determinación del costo beneficio de la fabricación de sorbetes biodegradables provenientes de la biomasa permitirá verificar su viabilidad?

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

#### **2.1 Fundamentos teóricos**

Ante el aumento de los problemas ambientales vinculados a los plásticos convencionales, se hace necesario encontrar alternativas. En esta investigación, se ha desarrollado un bioplástico a partir de las cáscaras de frutas que se caracteriza por ser biodegradable y degradarse mucho más rápidamente que los plásticos de un solo uso.

##### **2.1.1 Residuos**

Los residuos son considerados una problemática a nivel mundial por el impacto en el ambiente, donde se ve involucrado su mal aprovechamiento de este recurso, afectando los ecosistemas, aire, agua y salud. En la contaminación del suelo se ve las acumulaciones en los vertederos a cielo abierto, siendo perjudicial para la flora y fauna. En la contaminación del agua se filtran sustancias tóxicas ya previas vistas en el suelo, así contaminando todos los cuerpos de agua presentes en estas zonas. Estos son considerados sustancias con diversas consistencias, ya sean sólidas, líquidas, gaseosas y estos son resultante de procesos de producción, que requieren ser eliminados o dispuestos según las normativas ambientales vigentes, tanto nacionales como internacionales, y que pueden ser aprovechados o valorizados, se consideran dentro de esta categoría (República del Ecuador. Asamblea Nacional, 2017).

##### **2.1.2 Residuos sólidos**

Los desechos sólidos son aquellos que son generados por los humanos diariamente, y se caracterizan por no ser biodegradables, y se los distingue de los residuos líquidos y

gaseosos. Son conocidos como basura porque se considera que han finalizado su vida útil, y son desechados a los vertederos.

### **2.1.3 Residuos orgánicos**

Los residuos orgánicos son aquellos materiales que provienen de seres vivos, incluyendo restos de origen vegetal o animal que pueden ser descompuestos por microorganismos. Este término abarca basura, desechos e impurezas de origen biológico. La gestión de residuos sólidos de una manera inadecuada llega a afectar todas las ciudades y a sus pobladores de muchas formas. Los impactos se pueden categorizar generalmente en tres categorías como se especifican de la siguiente manera

- **Salud humana.** - La mala manipulación de los residuos puede afectar directamente a la salud humana como es la descomposición de todos los residuos orgánicos que llegan atraer a los roedores, insectos y animales callejeros.
- **Ambiental.** - El control imprudente del lixiviado llega a infiltrarse en el agua que se y se emanan sustancias químicas, donde se conduce la contaminación ambiental de suelos y de los cuerpos de agua, y llega a ver afectado en los ecosistemas locales.
- **Socioeconómico.** - La gestión de residuos sólidos inoportuno puede ser costosa, que se ve presente en los gastos directos como en los costos indirectos (EPA, 2020).

### **2.1.4 Residuos inorgánicos**

Estos residuos al no descomponerse de manera natural van provocando problemas significativos en el ambiente, estos se los pueden encontrar en diferentes recursos. Esto puede cambiar tomando medidas de mitigación, como es promover el reciclaje, reutilización y la reducción de la generación de estos residuos.

### **2.1.5 Plásticos**

Se define como materiales plásticos a los que son derivados del petróleo, donde este material puede llegar a deformarse irreversible sin romperse, debido a su plasticidad y suelen ser polímeros orgánicos de alto peso molecular.

### **2.1.6 Bioplásticos**

Los bioplásticos son materiales biodegradables y/o biobasados. Los polímeros biobasados se producen utilizando recursos renovables. Los materiales de bioplástico tienen propiedades similares a las de los plásticos convencionales, y pueden almacenarse de una forma similar y procesarse en máquinas convencionales. Los bioplásticos permiten desarrollar soluciones innovadoras alternativas en comparación con los plásticos convencionales. Los plásticos biodegradables permiten mejorar las posibilidades de eliminación y reciclaje de residuos al final de la vida útil de los productos. Esto puede reducir la carga sobre nuestros sistemas de residuos existentes y también sobre el medio ambiente (BIO-FEF, 2021).

### **Ventajas del bioplástico en el ambiente**

- Reducción de la huella de carbono
- Biodegradabilidad
- Menor dependencia de recursos fósiles

### **2.1.7 Beneficios sostenibles de los bioplásticos**

Los bioplásticos son completamente compostables, lo que significa que pueden descomponerse en condiciones adecuadas sin dejar residuos nocivos. Además, tras su uso, pueden convertirse en abono, cerrando el ciclo de vida del producto de manera ecológica.

Esto se traduce en la erradicación de residuos persistentes en el ambiente y a su vez, aborda los desafíos de la contaminación por microplásticos.

Al llegar a ser una alternativa biodegradable, se puede reducir significativamente la liberación de los microplásticos en el ambiente, pudiendo mitigando su impacto en los ecosistemas y salud humana. Este enfoque preventivo es crucial para combatir las problemáticas ambientales más importantes de nuestra era (Rojas, 2024).

### **2.1.8 Biodegradación**

La biodegradación se refiere a la mineralización de materiales orgánicos por microorganismos. Sin embargo, este proceso puede ser interrumpido, llevando a una biotransformación en la que se liberan metabolitos orgánicos e inorgánicos. Cuando se modifica la estructura química de un polímero, como en el caso del acetato de celulosa, diversos microorganismos y enzimas participan en su biodegradación. A partir del estudio de la biodegradación del acetato de celulosa, se ha desarrollado un modelo conceptual que podría servir como base para predecir las tasas de biodegradación de otros biopolímeros que han sido químicamente modificados y que se utilizan como bioplásticos (Emma MN Polman, 2020).

### **2.1.9 Muestreo no probabilístico**

Según se puede explicar la muestra se llega a ser elegida elige de acuerdo por la conveniencia de investigador, este le permite elegir de manera arbitraria cuántos participantes puede haber en el estudio (González O. H., 2020). Existen tipos de muestreo no probabilístico como es el muestreo por conveniencia, muestreo por juicio, muestreo por cuotas, muestreo discrecional o dirigido.

### **2.1.10 Investigación de tipo experimental**

Estas investigaciones se basan en la experimentación dentro del entorno donde ocurre el fenómeno, con el objetivo de entender y manipular variables no comprobadas en contextos rigurosamente controlados. Esto permite describir cómo o por qué se produce un evento específico (EDGAR RIQUELME ESTRADA GARCÍA, 2023).

### **2.1.11 Cáscaras de frutas**

Las cáscaras de frutas, también conocidas como piel, corteza o cubierta externa, tienen varios nombres como epicarpio, exocarpo, exocarpio o flavedo. Las cáscaras de frutas varían en sus características, pudiendo tener exocarpos con texturas lisas, brillantes, opacas, cerosas, pilosas o espinosas; espesores que van desde grueso hasta delgado; y diferentes niveles de dureza, ya sea dura o blanda, además de presentar diversas propiedades en cuanto a su consumo (González A. F., 2023).

### **2.1.12 Cáscara de mango**

La composición de la biomasa del mango es una gran fuente de carbohidratos como la fibra (insoluble 27% e soluble 29% ), azúcares (fructosa 2% , sacarosa 5%, y glucosa 0.5%), pectina (15-32%) y almidón (0.3%) (Andrés A. Pacheco Jiménez, 2022).

### **2.1.13 Cáscara de uva**

La uva silvestre, *Pourouma cecropiifolia*, conocida en quichua como Sacha uvilla o uva de monte, es un fruto notable por su dulzura. Su pulpa es suave y se distingue por un color blanco cristalino, mientras que su piel o cáscara, de un tono morado muy oscuro al madurar, es gruesa. Esta fruta se cultiva en las regiones amazónicas, donde predominan climas de selva tropical (Gallegos, Díaz, & López, 2021)

#### **2.1.14 Cáscara de guineo**

La cáscara de plátano está constituida por la matriz lignocelulósica que esta contiene lignina, hemicelulosa y celulosa. La última se puede transformar en azúcares para la obtención de componentes de valor añadido mediante fermentación.

Por este potencial que es materia prima para la producción de glucosa, se evaluaron las características principales de la producción por medio de la pulpa y del aprovechamiento de la cáscara como producto derivado (Eje, 2020).

#### **2.1.15 Cítricos**

Los cítricos, como naranjas, mandarinas, limas, limones y pomelos, están entre las frutas más cultivadas a nivel global. Nutricionalmente, se destacan por ser ricos en vitaminas como la vitamina C, ácido fólico y vitamina A, además de contener minerales como el potasio, que tiene un leve efecto diurético, y antioxidantes. A pesar de su bajo contenido calórico, los cítricos son abundantes en nutrientes esenciales, lo que lleva a la OMS a recomendar su consumo diario (Solano, 2021).

#### **2.1.16 Cáscara de naranja**

La cáscara de naranja, rica en fibras de celulosa, pectina y aceites esenciales, tiene el potencial de convertirse en un material clave para la fabricación de biopelículas. Su composición varía según la especie y las condiciones de cultivo. Según Dibanda y colaboradores, la naranja posee un 14,27% de cáscara en masa, y la cáscara seca contiene un 53,27% de carbohidratos en masa. Además, los residuos de naranja presentan los siguientes porcentajes en masa: 29,8% de pectina, 18,7% de celulosa y 20,9% de hemicelulosa. (Martha Lucía Pinzón-Bedoya, 2019).

### **2.1.17 Cáscara de limón**

La cáscara de limón contribuye a la eliminación de toxinas del cuerpo, mejora la digestión, combate la hinchazón abdominal y fortalece las defensas y el sistema inmunológico gracias a su alto contenido de vitamina C. Su acción antibacteriana y antiviral la convierte en un eficaz inhibidor y en un potencial insecticida natural para la industria agrícola. Además, ayuda a regular la presión arterial y es una excelente fuente de fibra, potasio, magnesio, calcio y ácido fólico (Zuniga, 2021).

### **2.1.18 Cáscara de sandía**

La cáscara de sandía favorece el sueño y contiene vitamina B6, esencial para la síntesis de magnesio y la mejora de los niveles de energía. Además, las vitaminas A y C y el licopeno presente en la cáscara contribuyen a reducir las arrugas y el deterioro de la piel. (Negrete, 2021).

### **2.1.19 Cáscaras de melón**

Las cáscaras y semillas de melón poseen un notable potencial para la creación de ingredientes valiosos y para reducir los riesgos ambientales. Su composición lignocelulósica las convierte en una materia prima adecuada para la producción de biocombustibles sólidos, líquidos y gaseosos de manera limpia (Laura Montoro, 2021).

### **2.1.20 Cáscara de mandarina**

La mandarina es una fruta rica en fibra, la cual se encuentra en la pulpa blanca bajo la piel y en los gajos, que a menudo se descartan. Esta fibra es beneficiosa para estimular la motilidad intestinal (Burgos Gabriel, 2023).

### **2.1.21 Sorbetes**

Los sorbetes que parecen inofensivos están fabricados con polipropileno, un derivado del petróleo. Al ser de plástico, este material es altamente contaminante para el medio ambiente, ya que tarda cientos de años en descomponerse (Jose Fabian Anaya Pineda, 2019).

### **2.1.22 Analizador de humedad**

El analizador de humedad es un dispositivo que puede medir el contenido de humedad utilizando el método de pérdida por secado. Está compuesto por una unidad de pesaje y una unidad de calefacción halógena. Este aparato es adecuado para las necesidades de control de calidad y producción en sectores como la industria alimentaria, farmacéutica y química, entre otros (TOLEDO, 2022).

### **2.1.23 Elaboración de sorbetes biodegradables**

Los sorbetes biodegradables son una alternativa sostenible para la disminución de plásticos de un solo uso, a su vez se ve presente un sin número de materia prima para su producción, viéndose presente la reutilización de diferentes productos. (Gallardo Bravo, 2021)

### **2.1.24 Hidrólisis ácida**

La hidrólisis ácida es uno de los métodos más comunes para someter las cáscaras en un medio ácido para ser purificadas y llegar a su filtración. Permitiendo catalizar la división con enlace químico, Para realizar la hidrólisis ácida es necesario poder calentar un ácido. Se debe ubicar la muestra en el agua y tener una agitación constante (Cayambe Criollo, 2022).

## **2.2 Marco Legal**

### **2.2.1 Constitución de la República del Ecuador.**

**Registro. Oficial. N° 449- octubre 20, 2008**

*Artículo 14.- establece: “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.”*

*Artículo 66.- Se reconoce y garantizará a las personas, **Numeral 27**; establece: “El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza”.*

*Art. 83.- Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley, **Numeral 6**; establece: “Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.”*

### **2.2.2 Código Orgánico del Ambiente.**

**Registro. Oficial. Suplemento 983 de 12-abril-2017**

*Artículo 3.- Los numerales 8, 9 y 10, señalan como fines: “Garantizar la participación de las personas de manera equitativa en la conservación, protección, restauración y reparación integral de la naturaleza, así como en la generación de sus beneficios”; “Establecer los mecanismos que promuevan y fomenten la generación de información ambiental, así como la articulación y coordinación de las entidades públicas, privadas y de la sociedad civil responsables de realizar actividades de gestión e investigación ambiental, de conformidad con los requerimientos y prioridades estatales”; y,*

*“Establecer medidas eficaces, eficientes y transversales para enfrentar los efectos del cambio climático a través de acciones de mitigación y adaptación”.*

*Artículo 5.- El numeral 12, describe el derecho a vivir en un ambiente sano: “La implementación de planes, programas, acciones y medidas de adaptación para aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad ambiental, social y económica frente a la variabilidad climática y a los impactos del cambio climático, así como la implementación de los mismos para mitigar sus causas”.*

### **2.2.3 Reglamento al Código Orgánico del Ambiente.**

**Decreto Ejecutivo 752- Registro Oficial Suplemento 507 de 12-jun.-2019**

*SECCION 3a GENERACION Y FASES DE LA GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SOLIDOS NO PELIGROSOS. Art 593.-Aprovechamiento. - El aprovechamiento es el conjunto de acciones y procesos mediante los cuales, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se incorporan al ciclo económico y productivo por medio de la reutilización, reciclaje, generación de energía o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, sociales, ambientales y económicos. Los gobiernos autónomos descentralizados municipales y metropolitanos, dentro de su Plan de Gestión Integral Municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos, deberán diseñar, implementar, promover y mantener actualizado un componente de aprovechamiento en sus respectivas jurisdicciones, priorizando a recicladores de base y organizaciones de la economía popular y solidaria. Los residuos orgánicos que se generen en los cantones, incluyendo aquellos que resulten de la limpieza y poda de vegetación de los espacios públicos, deberán ser aprovechados con la alternativa más adecuada a su realidad y se incluirán en los Planes de Gestión Integral Municipal de residuos y desechos sólidos*

*que establezca cada gobierno autónomo descentralizado municipal. Dicho componente del Plan de Gestión Integral Municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos deberá promover y facilitar las actividades de aprovechamiento, para lo que debe basarse en las prácticas y necesidades de cada cantón, priorizando el reciclaje inclusivo. Los gobiernos autónomos descentralizados municipales y metropolitanos, de forma debidamente justificada y motivada podrán solicitar a la Autoridad Ambiental Nacional autorización para el aprovechamiento con fines de generación de energía, lo cual será analizado y aprobado de forma excepcional, bajo los criterios establecidos en la normativa secundaria correspondiente.*

*Art. 594.- Metas. - La Autoridad Ambiental Nacional establecerá las metas de recuperación de residuos reciclables y aprovechamiento de residuos orgánicos.*

#### **2.2.4 Ley Orgánica para la Racionalización, Reutilización y Reducción de Plásticos de un solo uso.**

**Tercer Suplemento – Registro Oficial N.º 354 -21 de diciembre de 2020**

##### **Sección I. Generalidades**

*Art 1. La presente ley tiene por objeto establecer el marco legal para regular la generación de residuos plásticos, la reducción progresiva de plásticos de un solo uso, mediante el uso y consumo responsable, la reutilización y el reciclaje de los residuos y, cuando sea posible su reemplazo por envases y productos fabricados con material reciclado o biodegradables con una huella de carbono menor al producto que está siendo reemplazado, para contribuir al cuidado de la salud y el ambiente.*

*Art 4. Se declara de interés nacional respecto a la reducción de los desechos generados por la utilización de productos plásticos, principalmente los de un solo uso, que afecten el ambiente y la salud humana, así como la reducción del uso y comercialización de plásticos de un solo uso. El Estado ecuatoriano implementará programas, proyectos, políticas y acciones, enmarcados en esta Ley, que tengan por objeto la gestión de residuos plásticos, sensibilizar sobre su uso responsable, regular su producción y promover su aprovechamiento con base en los principios y prácticas de la economía circular.*

*Art 6. Para efectos de la presente ley, se definen los siguientes términos que van acorde a nuestra investigación:*

- *Biodegradable: Que puede descomponerse en elementos químicos naturales por la acción de agentes biológicos, como el sol, el agua, las bacterias, las plantas o los animales, sin la intervención del ser humano, bajo condiciones normales del ambiente. Para efectos de esta ley, el tiempo para la biodegradación total del desecho no podrá superar los 24 meses y deberá tener la certificación correspondiente.*
- *Bioplásticos: Son un tipo de plástico, derivados de productos vegetales, biodegradables y/o compostables y que pueden reemplazar a los plásticos derivados del petróleo.*

**SECCION V.** De la sensibilización fomento para la reducción del plástico de un solo uso.

*Art 15. El mismo detalla que la Autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con el ente rector de la Educación y los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales implementarán programas de educación ambiental dirigidos a la ciudadanía, sobre la utilización de los plásticos de un solo uso y su impacto en el ambiente.*

*Los fabricantes o importadores de productos que se distribuyan en envases de plástico de un solo uso implementarán, a través de sus canales de distribución y publicidad, campañas de sensibilización al consumidor, destinadas a desincentivar el uso de estos plásticos y fomentar su reutilización, recuperación y reciclaje. Los centros comerciales, supermercados, farmacias, tiendas de barrio y demás establecimientos comerciales que suministren productos plásticos de un solo uso o que entreguen sus productos en envases, bolsas, empaques plásticos de un solo uso a los consumidores finales, deberán implementar estrategias orientadas a desincentivar el uso de estos plásticos y fomentar su reutilización, recuperación y reciclaje.*

#### **2.2.5 Acuerdo Ministerial 061.**

***Edición Especial N.º 316 - Registro Oficial - lunes 4 de mayo de 2015***

#### **Sección 1 “Gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos Art. 55 De la gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos.”**

*La gestión integral constituye el conjunto de acciones y disposiciones regulatorias, operativas, económicas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación, que tienen la finalidad de dar a los residuos sólidos no peligrosos el destino más adecuado desde el punto de vista técnico, ambiental y socio-económico, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos de tratamiento, posibilidades de recuperación y aprovechamiento, comercialización o finalmente su disposición final. Está dirigida a la implementación de las fases de manejo de los residuos sólidos que son la minimización de su generación, separación en la fuente, almacenamiento, recolección, transporte, acopio y/o transferencia, tratamiento, aprovechamiento y disposición final.*

**Art. 77 Contenido del plan para la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos.** - El contenido del gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos será establecido por la Autoridad Ambiental Nacional, el cual contemplará plazos para su creación e implementación y deberá ser formulado considerando entre otros, los siguientes aspectos: a) Diagnóstico y presentación de resultados de manejo de residuos sólidos no peligrosos. b) Identificación de alternativas de manejo en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos, con énfasis en programas de separación en la fuente, presentación y almacenamiento, tratamiento, recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final. c) Identificación y análisis de factibilidad de las mejores alternativas, para su incorporación como parte de los programas del Plan. d) Descripción de los programas con los cuales se desarrollará el gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos, que debe incluir entre otros, las actividades de divulgación, concientización y capacitación, separación en la fuente, recolección, transporte, tratamiento, aprovechamiento, reciclaje y disposición final. e) Determinación de objetivos, metas, cronograma de actividades, presupuestos y responsables institucionales para el desarrollo de los programas que hacen parte del Plan. f) Plan de seguimiento y monitoreo.

## CAPITULO III

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

La metodología empleada para la elaboración de los sorbetes biodegradables a partir de la biomasa de frutas será por medio de una investigación de tipo experimental. Empleando la recolección de información para evaluar sus características y biodegradación tomando en consideración los objetivos anteriormente planteados.

En concordancia con lo señalado, por medio de este tipo de diseño investigativo se afirma que como prioridad estará centrado en la manipulación de la cáscara de frutas como variable independiente para obtener como producto la elaboración de los sorbetes biodegradables.

#### 3.2 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

##### 3.2.1 Población

La investigación tendrá como población las cáscaras de las frutas de limón (Citrus limon) y naranja (Citrus sinensis) proveniente del barrio Bicentenario en la Parroquia Febres Cordero, al suroeste del Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas.

- **Criterio de inclusión:** Las cáscaras que presenten un buen estado.
- **Criterio de exclusión:** Las cáscaras que presenten un aparente estado de descomposición.

##### 3.2.2 Muestra

Para realizar la deducción del tamaño de la muestra representativa dentro de la población del barrio Bicentenario, se tomará de referencia la calculadora estadística.

(Escolme, Medellín Colombia) que seguía de la siguiente fórmula aplicada a un número de confiabilidad correspondiente al 95%,

$$n = \frac{N * p * q * Z^2}{e^2(N - 1) + p * q * z^2}$$

En donde:

N= Tamaño de la población o universo

Z= Parámetro estadístico que depende el nivel de confianza

e= Error de estimación máximo aceptado (7%)

p= Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (0,5)

q= Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado (0,5)

### **3.2.3 Muestreo**

Se llevará a cabo por medio de una socialización con los moradores del barrio Bicentenario en las que se les solicitará su colaboración y además se le explicará el proceso de separación de los residuos de frutas para que lo realicen en el transcurso de una semana, a la muestra de la población se les otorgará recipientes para que coloquen los restos de cáscaras lo que facilitará su recolección y minimizará los costos.

Posteriormente se procederá con el pesaje de los residuos y de acuerdo con la disponibilidad se desarrollará la preselección enfocada a propiedades específicas, como el contenido de fibra, porcentaje de humedad y la capacidad de biodegradación.

### **3.3 Variables**

Dentro de la investigación se tomarán en cuenta dos variables de estudio, las cuales serán. Variable independiente comprendida como las cáscaras de las frutas de las que se evaluará su porcentaje de humedad y fibra, por su parte, la variable dependiente serán los

sorbetes biodegradables del que se va a determinar características físicas como su peso, color, porcentaje de humedad y la biodegradación.

### 3.4 Unidad de Análisis

La unidad seleccionada para realizar la experimentación fue el barrio Bicentenario en la Parroquia Febres Cordero, al suroeste del Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas.

### 3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.5.1 Técnica de recolección de datos

En lo que respecta a la investigación se emplearán técnicas como la recopilación bibliográfica para la recolección de datos concerniente a cada etapa. También, de una calculadora estadística que nos permitirá conocer el tamaño de la muestra con relación a la población existente en el barrio Bicentenario referente a la cantidad de residuo de frutas generadas en 1 semana, de igual manera, realizaremos procesos experimentales para determinar el porcentaje de humedad, fibra y tiempo de biodegradación para finalmente realizar una encuesta de aceptación como una técnica para evaluar la percepción.

#### 3.5.2 Instrumento de recolección de datos

Los instrumentos usados para la recolección de información de acuerdo a las fases del proyecto fueron las siguientes:

**Tabla 2.**

*Instrumentos de recolección de datos para las diferentes fases.*

Fases		Técnicas	Instrumentos
1	Investigación	Recolección de datos conforme a la encuesta	Anotaciones
			Entrevista
			Cámara del celular
2	Elaboración de Sorbetes	Experimentación	Pruebas Experimentales
3	Factibilidad económica	Plan Financiero	Internet
			Experimentación

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

### **3.6 Materiales**

- Fécula de maíz (maicena)
- Recipientes
- Agua destilada
- Ácido acético (vinagre)
- Glicerina
- Cinnamomum verum (canela)
- Papel aluminio
- Cáscaras de frutas

### **3.7 Equipo de protección personal**

- Bata de laboratorio
- Guantes quirúrgicos

### **3.8 Equipos e instrumentos de laboratorio**

- Balanza
- Plato calentador
- Analizado de humedad MB23
- Agitador de vidrio
- Licuadora
- Cucharas dosificadoras
- Vaso de precipitación
- Embudo de filtración
- Bisturí
- Molde

- Estufa
- Probeta graduada
- Pinzas

### 3.9 Parámetros para evaluar

Los parámetros considerados serán el porcentaje de humedad y de fibra:

**Tabla 3.**

*Parámetros que se realizarán*

Parámetro	Método	Instrumento	Descripción
% de humedad	Termogravimétrico	Analizador de Humedad MB23	La muestra se calienta en el equipo de 120 - 150°C provocando la evaporación del contenido de agua presente hasta alcanzar un peso constante, finalmente el equipo calcula el contenido de humedad basándose en la diferencia entre el peso inicial y el peso final de la muestra.
% de fibra	Hidrólisis ácida	Plato calentador, estufa y balanza	Por medio de este método se realiza el aislamiento de fibra utilizando (ácido), posteriormente se calienta a altas temperaturas lo que produce el rompimiento de los enlaces glicosídicos, obteniendo como resultado la fibra.

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

### **3.10 Procedimientos para evaluación de las propiedades de la cáscara de la fruta y el bioplástico**

#### **3.10.1 Porcentaje de Humedad- *Método Termogravimétrico***

1. Cierre la tapa del calentador.
2. Presione Iniciar para comenzar la prueba (presione Iniciar nuevamente para detener la prueba en curso).
3. Cuando termine la prueba, la pantalla destellará para mostrar el resultado final.
4. Para cambiar las unidades mostradas, presione % g.
5. Para imprimir el valor actual mostrado, presione Imprimir.
6. Presione Tara para salir del modo Pesar (OHAUS, 2018).

#### **3.10.2 Hidrólisis ácida para asilamiento de fibra**

1. Preparación de las muestras seleccionadas.
2. Colocar las muestras en vasos de precipitación, añadir agua destilada y colocar una cantidad pequeña de ácido cítrico (en caso de las muestras cítricas) y en el caso de la cáscara de banano (ácido fosfórico), se procede a calentar de entre 90°C-100°C por un lapso de 45 min.
3. Filtrar con un embudo y papel filtro, recoger el sobrante (fibra).
4. Realizar un lavado con agua destilada para eliminar el contenido de ácido restante.
5. Secar a baja temperatura (50 o 60 °C)
6. Moler con ayuda de un mortero y maja
7. Pesar la fibra con una balanza (Narváez Jara Andrea Belén, 2021).

### **3.11 Procedimiento elaboración de sorbetes biodegradables**

1. A partir de las frutas seleccionadas a través de la investigación. Se procede con el retiro de la cáscara para posteriormente colocarla en un envase, lo siguiente sería realizar el picado de la cáscara de la fruta en trozos pequeños para colocarlos en una licuadora con agua destilada para iniciar el proceso de licuado y obtener la cáscara procesada.
2. En un vaso de precipitación se incorpora la fécula de maíz (maicena) y se procede a la agregación de agua destilada y ácido acético (vinagre blanco) hasta obtener una consistencia homogénea, de esta manera la estructura de la amilopectina es modificada para permitir la formación de una matriz plástica, luego se procede con la agregación de glicerina y a la disolución de la solución, cabe mencionar que la glicerina actúa como plastificante y ayudar a tener mejor consistencia elasticidad al plástico biodegradable.
3. Dirigir a una plancha de calentamiento en donde colocamos la solución hasta alcanzar aproximadamente los 75°C (se requiere alcanzar esta temperatura para acelerar la reacción entre la amilopectina proveniente de la fécula de maíz y ácido acético, también se busca que el agua se evapore), lo siguiente sería incorporar la mezcla al licuado de la cáscara de frutas de la etapa 1 y adicionalmente incorporar zumo de limón y cinnamomum verum (canela molida), finalmente colocamos la masa obtenida en un molde y dejamos secar a temperatura ambiente.
4. Realizar un pegamento natural para lo cual vamos a necesitar agregar en un vaso precipitado fécula de maíz y agua destilada, inmediatamente lo dirigimos a la plancha calentadora para empezar a mezclar hasta la consistencia de pegamento, luego una

vez seca nuestra masa previamente colocada en el molde, procedemos a desmoldarla y a realizar cortes en tiras con un ancho de 4 cm y un largo de 16 cm, luego pegamos los bordes de las tiras cortadas (se puede usar un sorbete que sirva de molde) y finalmente obtenemos los sorbetes biodegradables.

5. Proceder con los análisis de los resultados de los sorbetes en donde analizaremos las características de las cáscaras, la biodegradación y la percepción de los encuestados sobre los sorbetes (Gallardo Bravo, 2021).

### **3.12 Determinación del análisis financiero**

Para la verificación de la factibilidad económica de la propuesta se realizará un análisis financiero que contendrá lo siguiente:

#### **3.12.1 Inversión fija total.**

Se determinará mediante la sumatoria de los costos requeridos para la compra del terreno, maquinarias, mobiliarios y equipos.

#### **3.12.2 Capital de trabajo**

Se obtendrá el valor del capital de trabajo realizando la suma de los valores de materiales directos, labora directo, costo directo e indirecto de producción y gastos administrativos

#### **3.12.3 Presupuesto de ingresos proyectados**

Se precisará el presupuesto de ingresos proyectados para el primer año estableciendo las ventas proyectadas de sorbetes, los costos totales de producción, beneficio bruto de ventas, gastos de ventas, beneficio neto de las ventas, gastos generales y administrativos, beneficio neto en operaciones, beneficio antes de la participación, determinación de utilidades, beneficios después de la participación, cálculo del impuesto a la renta y la determinación de la utilidad neta.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1 Identificación del tamaño de la muestra para la experimentación en la comunidad

Para tener conocimiento del tamaño de la muestra para la experimentación en el barrio Bicentenario en la Parroquia Febres Cordero, al suroeste del Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas, se ha tomado de referencia a la calculadora estadística (Escolme, Medellín Colombia) guiada de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * p * q * Z^2}{e^2(N - 1) + p * q * z^2}$$

Para realizar la deducción del tamaño de la muestra para una población que es finita, que con respecto al presente caso de investigación posee un tamaño de población de 80 personas, con una proporción de 0.9 que se espera que cumpla la característica deseada (consumo de frutas), una proporción de 0,1 que se espera que no cumpla la característica deseada y un margen de error del 7% obtenemos un tamaño de muestra de 38 para un número de confiabilidad correspondiente al 95%, mismo que se verá reflejado a continuación:

**Ilustración 2.**

*Cálculo del tamaño de la muestra del barrio Bicentenario en la Parroquia Febres Cordero, al suroeste del Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas*

**CÁLCULO DEL TAMAÑO DE UNA MUESTRA PARA POBLACIÓN FINITA**

PARA POBLACION CONOCIDA FINITA, MENOR A 10.000

INTRODUZCA EL MARGEN DE ERROR DESEADO e 7,0%

INTRODUZCA EL TAMAÑO DE LA POBLACION (N) 80

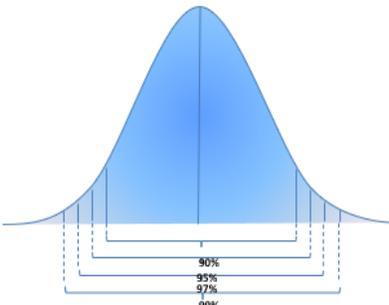
INTRODUZCA EL VALOR DE p 0,9

INTRODUZCA EL VALOR DE q 0,1

$$n = \frac{N * p * q * Z^2}{e^2(N - 1) + p * q * z^2}$$

Error maximo recomendado 7%

**SI NO CONOCE p Y q SE DEJA 0,5 Y 0,5**  
SIEMPRE p+q=1



TAMAÑO DE LA MUESTRA DE ACUERDO AL ERROR Y AL NIVEL DE CONFIANZA DESEADO	
TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA UN N. DE CONF. DEL 90%=	31
TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA UN N. DE CONF. DEL 95%=	38
TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA UN N. DE CONF. DEL 97%=	42
TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA UN N. DE CONF. DEL 99%=	49

p = PROPORCION ESPERADA QUE CUMPLE LA CARACTERISTICA DESEADA  
 q = PROPORCION ESPERADA QUE NO CUMPLE LA CARACTERISTICA DESEADA

*Fuente: Calculadora estadística.*

Una vez habiendo conocido el tamaño de la muestra con el que se necesitaría trabajar para obtener un nivel de confiabilidad del 95%, se procedió con la socialización del trabajo de titulación en el barrio Bicentenario para poder explicar la actividad que se desea llevar a cabo, posteriormente nos brindaron su ayuda con respecto a la separación de los residuos de fruta que consumían alrededor de una semana, los cuales nos ayudaron a determinar de forma tentativa cual es el residuo de fruta con el que se puede empezar a trabajar tomando en consideración la cantidad que se generó y las características que posean.

### **Ilustración 3.**

*Socialización a moradora del sector.*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

### **Ilustración 4.**

*Separación de la biomasa de frutas.*



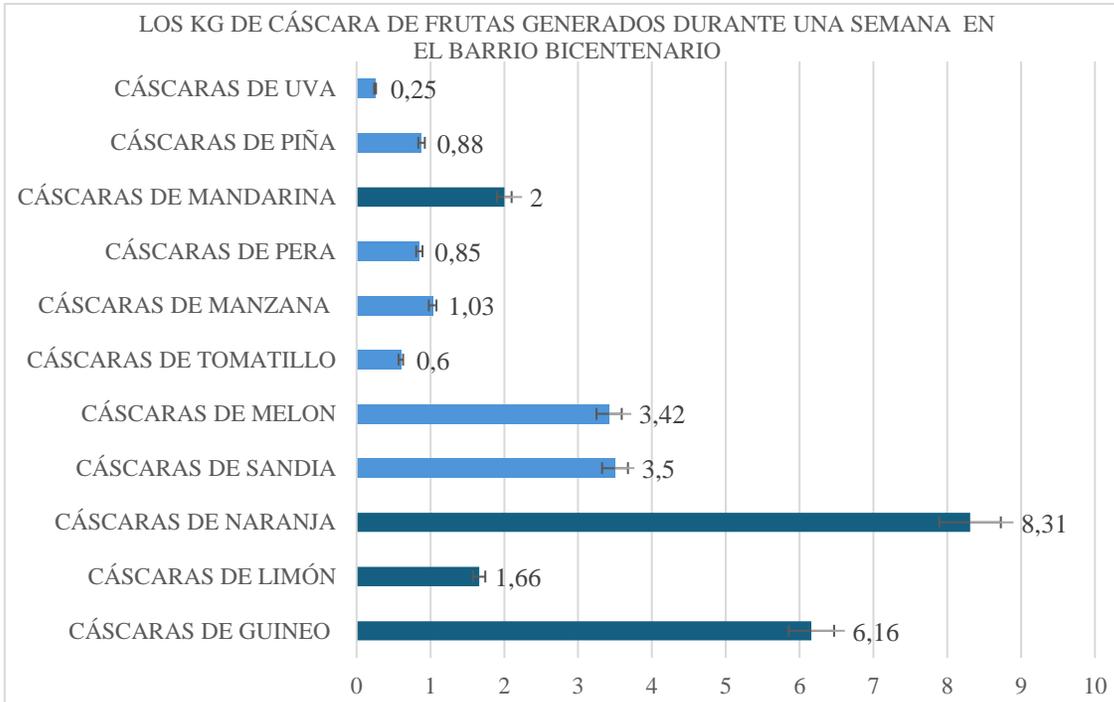
*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

## **4.2 Resultados de la separación de frutas en el barrio bicentenario**

Para llevar a cabo esta parte experimental se ha tomado como referencia 10 familias con una cantidad de integrante que al sumarlas se obtiene 38, valor que corresponde a un nivel de confiabilidad del 95% según los cálculos realizados anteriormente. El proceso de separación comenzó el 10 de junio y finalizó el 16 de junio del presente año, los resultados de la recolección de cáscaras de frutas en el barrio Bicentenario se encuentran a detalle en el anexo No. 3, y se describe en el gráfico los resultados:

### Ilustración 5.

*Cantidad en kg de los residuos de fruta que genera el barrio Bicentenario por semana.*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

Una vez obtenida la cantidad en kg de residuos de fruta que generaron las familias del barrio Bicentenario por una semana, se logró constatar un estimado de aquella biomasa de fruta con la que se puede trabajar, resaltando que la seleccionada será aquella que cumpla con las características esenciales como una buena cantidad de fibra puesto que proporcionará rigidez estructural y, al mismo tiempo, una cierta flexibilidad, lo que es esencial para la funcionalidad de los sorbetes. Además, se tomará en cuenta también la cantidad que se ha generado y de la que se puede tomar mayor provecho, sin embargo, otra consideración que se debe destacar es el hecho de que las frutas que contengan un mayor porcentaje de humedad serán descartadas automáticamente porque puede disminuir la rigidez de la fibra, haciéndola más flexible pero menos resistente.

Por lo cual, se ha preseleccionado a las siguientes frutas en concordancia con lo obtenido en la unidad de análisis:

- Guineo (se generó un total de 6,16 kg)
- Limón (se generó un total de 1,66 kg)
- Naranja (se generó un total de 8,31 kg)
- Mandarina (se generó un total de 2 kg)

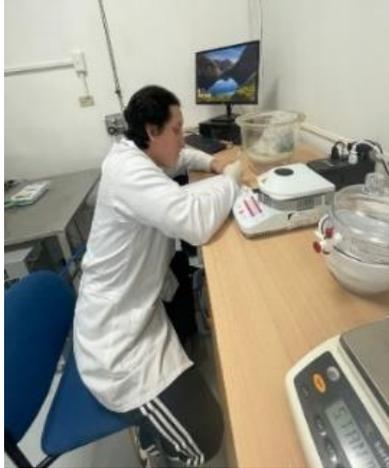
Si bien es cierto, las mismas poseen una buena cantidad de fibra en sus cáscaras y además, son las reflejaron una cantidad más representativa de acuerdo a lo que se generó en el barrio Bicentenario, tomando en consideración esto último se podría agregar que la sandía y el melón también cuentan con una cantidad de generación representativa con respecto a las demás frutas, sin embargo, las mismas quedan descartadas por la cantidad de humedad con la cuentan que como se mencionó con anterioridad no son factibles para la realización de este proceso.

#### **4.3 Resultados de las pruebas experimentales para la selección de la fruta**

La siguiente parte de esta experimentación es conocer el porcentaje de humedad correspondiente a la fruta previamente seleccionada, las cáscaras se pesaron en una balanza para obtener 5 gramos de muestra por fruta, posteriormente se utilizó el medidor de humedad a una temperatura de 150°C, para el que se consideró 3 repeticiones por cáscara.

### **Ilustración 7.**

*Pesaje de los 5 gramos de muestra.*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

### **Ilustración 6.**

*Utilización del medidor de humedad.*

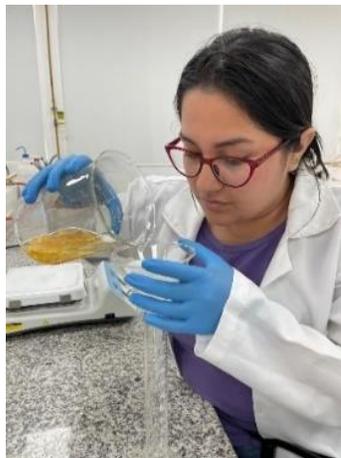


*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

Además, se llevó a cabo el proceso de hidrólisis para de esta manera obtener el porcentaje de fibra en cada cáscara de fruta. Cabe resaltar que el resultado de este porcentaje se estableció para un tamaño de muestra de 10 gramos para cada cáscara de fruta.

### **Ilustración 8.**

*Proceso de hidrólisis para aislamiento de fibra en las cáscaras de la fruta.*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

### 4.3.1 Porcentaje de humedad presente en las cáscaras de citrus limon, citrus reticulata, citrus sinensis, y musa balbisiana.

A continuación, se presentarán en la **tabla 4**, **tabla 5**, **tabla 6**, **tabla 7** los resultados de cada uno de los análisis realizados con el medidor de humedad para obtener su porcentaje de las cáscaras de las frutas preseleccionadas:

**Tabla 4.**

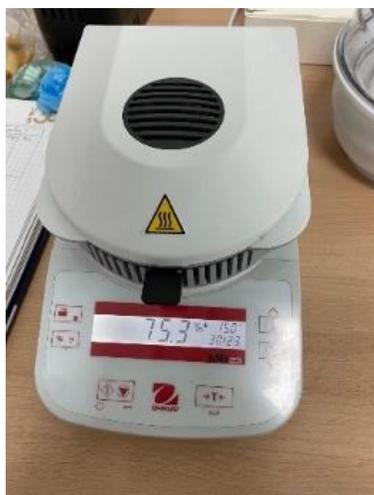
*Porcentaje de humedad de citrus limon.*

CÁSCARA DE FRUTA	REPETICIONES	CANTIDAD DE LA MUESTRA	TIEMPO (AUTOMATICO)	TEMPERATURA	% DE HUMEDAD	PROMEDIO
<b>LIMÓN</b> <i>(Citrus limon)</i>	1	5 g	30:23:00	150°	75,3	76,67
	2	5 g	29:48:00	150°	77,2	
	3	5 g	25:20:00	150°	77,5	

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

### **Ilustración 9.**

*Medición de humedad - Limón*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

**Tabla 5.**

*Porcentaje de humedad de Citrus reticulata.*

CÁSCARA DE FRUTA	REPETICIONES	CANTIDAD DE LA MUESTRA	TIEMPO (AUTOMATICO)	TEMPERATURA	% DE HUMEDAD	PROMEDIO
<b>Mandarina</b> ( <i>Citrus reticulata</i> )	1	5 g	37:24:00	150°	78	77,4
	2	5 g	32:37:00	150°	77,2	
	3	5 g	39:40:00	150°	77	

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

**Ilustración 10.**

*Medición de humedad – Mandarina.*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

**Tabla 6.**

*Porcentaje de humedad de Citrus sinensis.*

CÁSCARA DE FRUTA	REPETICIONES	CANTIDAD DE LA MUESTRA	TIEMPO (AUTOMATICO)	TEMPERATURA	% DE HUMEDAD	PROMEDIO
<b>Naranja</b> ( <i>Citrus sinensis</i> )	1	5 g	34:36:00	150°	72,1	70,8
	2	5 g	41:48:00	150°	69,9	
	3	5 g	25:20:00	150°	70,4	

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

### Ilustración 11.

*Medición de humedad – Naranja*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

**Tabla 7.**

*Porcentaje de humedad de musa balbisiana.*

CÁSCARA DE FRUTA	REPETICIONES	CANTIDAD DE LA MUESTRA	TIEMPO (AUTOMATICO)	TEMPERATURA	% DE HUMEDAD	PROMEDIO
<b>Guineo</b> <i>(Musa balbisiana)</i>	1	5 g	30:23:00	150°	75,3	76,67
	2	5 g	29:48:00	150°	77,2	
	3	5 g	25:20:00	150°	77,5	

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

### Ilustración 12.

*Medición de humedad – Guineo*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

**Tabla 8.**

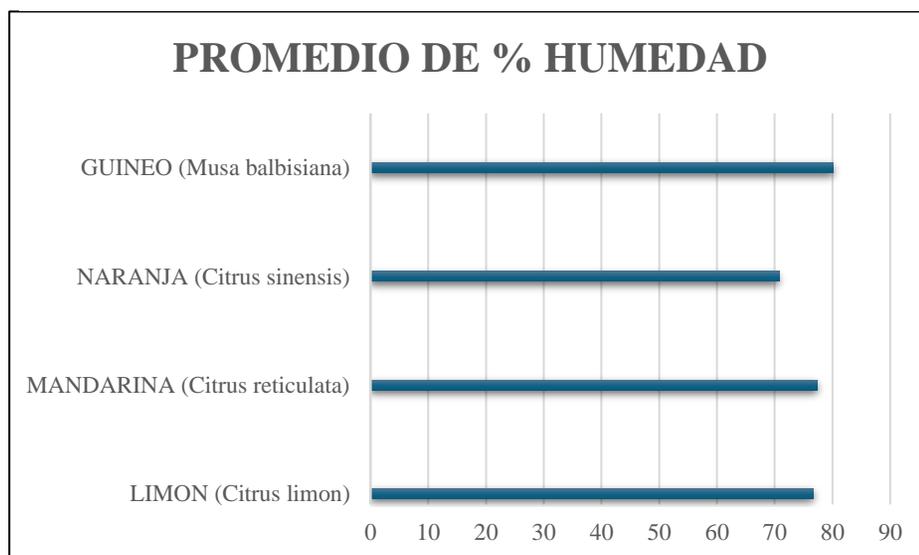
*Tabla estadística de porcentajes de humedad de las cáscaras de frutas seleccionadas.*

TABLA ESTADÍSTICA DE LOS RESULTADOS DE LOS PORCENTAJES DE HUMEDAD DE LAS CÁSCARAS DE FRUTAS PRESELECCIONAS								
Tipo de Muestra	Repeticiones			Promedio	Máx.	Mín.	Mediana	Desviación estándar
	1	2	3					
LIMÓN (Citrus limon)	75,3	77,2	77,5	76,67	77,5	75,3	77,2	1,19
MANDARINA (Citrus reticulata)	78	77,2	77	77,4	78	77	77,2	0,53
NARANJA (Citrus sinensis)	72,1	69,9	70,4	70,8	72,1	69,9	70,4	1,15
GUINEO (Musa balbisiana)	80,1	80,4	80,23	80,32	80,4	80,23	80,32	0,12

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

**Ilustración 13.**

*Porcentajes de humedad en las cáscaras de las frutas seleccionadas.*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

Según lo estipulado en la parte bibliográfica, lo recomendable para efectuar el proceso de elaboración de los sorbetes biodegradables es trabajar con aquellas frutas que posean una cantidad de humedad menos elevada. Como se puede constatar en las repeticiones experimentales realizadas para cada cáscara de fruta con una cantidad de muestra de 5 gramos se obtuvo un porcentaje de humedad promedio para cada una de ellas, resaltando que la cáscara de *citrus reticulata* (mandarina promedio % humedad = 77,4) y *musa balbisiana* (guineo promedio % humedad = 80,2) tienen un mayor porcentaje en comparación con las cáscaras de *citrus limon* (limón promedio % humedad = 76,7) y *citrus sinensis* (naranja promedio % humedad = 70,8) por lo cual estas últimas serían las idóneas para la elaboración de los sorbetes biodegradables.

#### **4.3.2 Porcentaje de fibra presente en las cáscaras de citrus limon, citrus sinensis, citrus reticulata y musa paradisiaca.**

Una vez habiendo realizado el proceso de hidrólisis para aislar la fibra de las cáscaras de las frutas, se procedió a la molienda fina del material hidrolizado y posteriormente a su pesaje.

#### **Ilustración 14.**

##### *Molienda y pesaje de la muestra*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

Finalmente, se utilizó la siguiente fórmula para obtener el porcentaje de la fibra en cada una de las muestras resultantes:

$$\% \text{ de fibra} = \left( \frac{\text{Peso del residuo seco}}{\text{Peso inicial de la muestra}} \right) * 100$$

- **% de fibra de *Citrus limon***

$$\% \text{ de fibra} = \left( \frac{1.23}{10gr} \right) * 100 = 12.3\%$$

- **% de fibra de *Citrus reticulata***

$$\% \text{ de fibra} = \left( \frac{1.07}{10gr} \right) * 100 = 10.7\%$$

- **% de fibra de *Citrus sinensis***

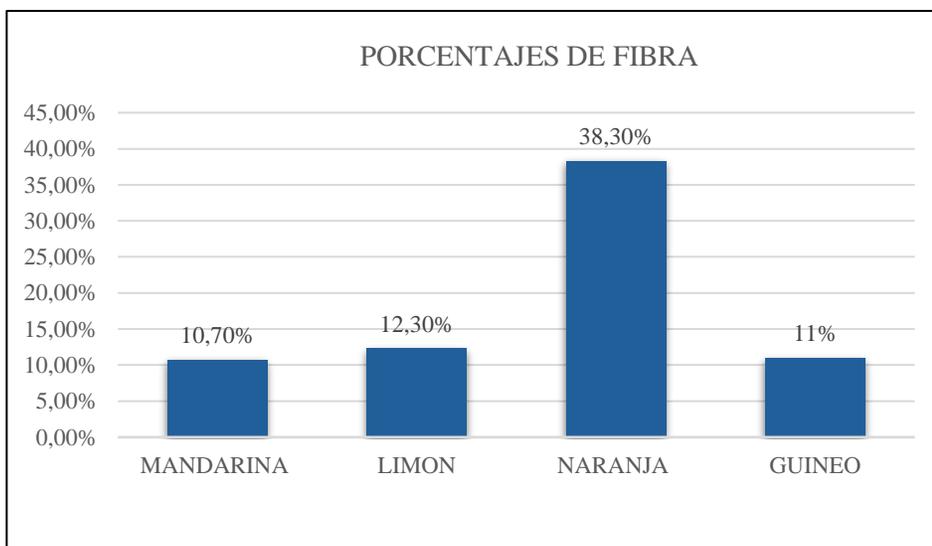
$$\% \text{ de fibra} = \left( \frac{3.83}{10gr} \right) * 100 = 38.3\%$$

- **% de fibra de *Musa balbisiana***

$$\% \text{ de fibra} = \left( \frac{1.10}{10gr} \right) * 100 = 11\%$$

### Ilustración 15.

*Porcentaje de fibra de las frutas seleccionadas*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

Una vez realizado el proceso de hidrólisis para aislar la fibra existente en la cáscara de las frutas previamente seleccionadas y obtener su porcentaje de fibra se puede precisar que, para una cantidad de muestra de 10 gramos en cada una de las cáscaras, las muestras de citrus limón (% de fibra= 12,3) y citrus sinensis (% de fibra = 38,3) representan el mayor porcentaje de fibra reconociéndolas como las ideales para la realización de los sorbetes biodegradables.

#### **4.4 Pruebas de elaboración de sorbetes**

Este apartado mantuvo un enfoque especial con respecto a la composición, características físicas, biodegradación y niveles de aceptación del sorbete por medio de una encuesta, con la finalidad de estructurar de manera clara el proceso de elaboración de los sorbetes, así como también, de obtener la oportunidad de realizar futuras correcciones a partir de los resultados que se obtuvieron.

##### **4.4.1 Composición de los sorbetes Biodegradables**

Se evaluó la elaboración de los sorbetes biodegradables respecto a los diferentes componentes que se utilizaron para su formación, del cual se realizaron 3 repeticiones, siendo la más adecuada la número 3, **Tabla 9** y **Tabla 10** porque las que se realizaron con anterioridad tuvieron problemas con respecto a su secado puesto que no quedaba uniforme o por su parte también se quebraba, lo que dificultaba armar el sorbete. Cabe resaltar que, a partir de la segunda repetición en ambos casos se agregó cinnamomum verum (canela) en la preparación del bioplástico porque actúa como un inhibidor de bacterias por lo que ayudó a evitar la proliferación de aquellas.

**Tabla 9.***Componentes – elaboración sorbetes biodegradables de Citrus limon.*

Repeticiones	Cáscara de Citrus Limon (g)	Fécula de maíz(g)	Ácido acético (ml)	Glicerina (ml)	Agua destilada (ml)	Cinnamomum verum (g)
1	240	20	15	25	200	0
2	200	35	10	25	250	2
3	150	40	10	20	300	2

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.***Tabla 10.***Componentes – elaboración sorbetes biodegradables de Citrus sinensis.*

Repeticiones	Cáscara de Citrus Sinensis (g)	Fécula de maíz (g)	Ácido acético (ml)	Glicerina (ml)	Agua destilada (ml)	Cinnamomum verum (g)
1	240	20	15	25	200	0
2	200	35	10	25	250	2
3	150	40	10	20	300	2

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.***4.4.2 Sorbetes de cáscara de Citrus limon y Citrus Sinensis – propiedades físicas.**

Como se ve reflejado en la **Tabla 11** se analizaron características físicas como el peso, el color y el porcentaje de humedad, en donde se resalta que los sorbetes de *citrus limon* poseen un color amarillo muy claro y un porcentaje de humedad de 32,6%, por su parte los sorbetes de *citrus sinensis* poseen un color amarillo un poco más pronunciado y un porcentaje de humedad de 26,4%.

**Tabla 11.**

*Propiedades Físicas de los sorbetes – Citrus Limon y Citrus Sinensis.*

<b>Muestra</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Color</b>	<b>%Humedad</b>
Sorbete de ( <i>Citrus Limon</i> )	9	verde muy claro	32,6%
Sorbete de <i>Citrus Sinensis</i>	9	Amarillo verdoso	26,4%

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

#### **4.4.3 Biodegradación del bioplástico con el que se elaboró los sorbetes de Citrus limon y Citrus sinensis**

La evaluación para ambas muestras de bioplástico se realizó tanto en tierra fértil como en agua a temperatura ambiente, se fraccionaron las partes resultantes del bioplástico luego del proceso de elaboración de los sorbetes y se procedió a analizar su biodegradación bajo esas condiciones. Teniendo en consideración que en el caso de la biodegradación en tierra para ambas muestras se usaron 9 de gramos en referencia al peso que tienen los sorbetes, en la **Tabla 12** se logró un porcentaje de biodegradación de 58.80% para el bioplástico de *Citrus limon* y un % de biodegradación de 52.20% para el bioplástico correspondiente a *Citrus sinensis*, el proceso se dio en un período de 43 días y se evidenció que la muestra con un nivel de biodegradación elevado es *Citrus limon*

**Tabla 12.**

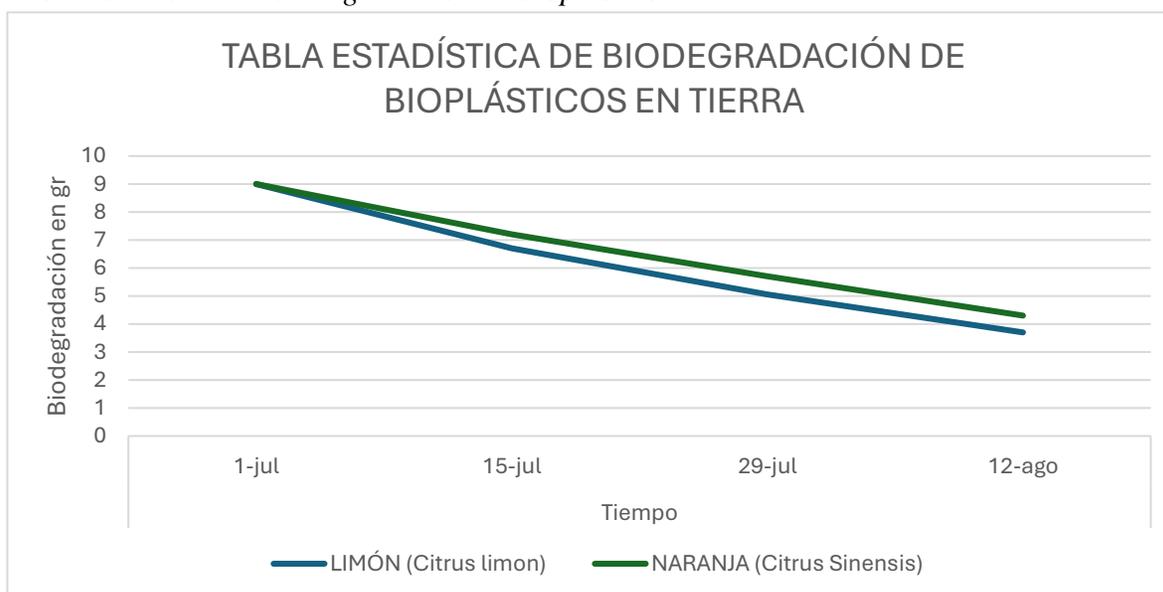
*Biodegradación en tierra fértil del bioplástico de Citrus limon y Citrus sinensis*

TABLA ESTADÍSTICA DE BIODEGRADACIÓN DE BIOPLÁSTICOS EN TIERRA					% Biodegradación
Tipo de muestra	Tiempo				
	1-jul	15-jul	29-jul	12-ago	
LIMÓN ( <i>Citrus limon</i> )	9	6,7	5,06	3,7	58,80%
NARANJA ( <i>Citrus Sinensis</i> )	9	7,2	5,7	4,3	52,20%

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

**Ilustración 16.**

*Tabla estadística de biodegradación de bioplástico en tierra.*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

Así mismo también, para la biodegradación en el agua, se tomó en consideración realizarlo para 250 ml agua dulce y en el caso del agua salada con 10 gr de NaCl, de igual manera para ambos casos se usaron 9 gramos de muestra por el peso que poseen los sorbetes, en la **Tabla 13** se distinguen los resultados correspondientes al agua dulce, para el bioplástico

de Citrus limon se consiguió un porcentaje de biodegradación de 54,40% mientras que para el bioplástico de Citrus sinensis se obtuvo un 42,20%.

**Tabla 13.**

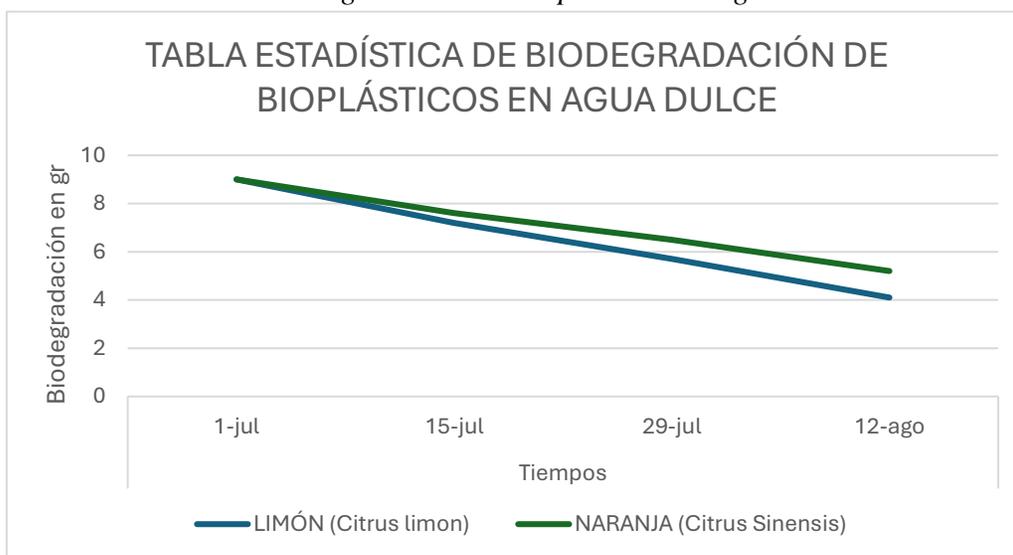
*Biodegradación en agua dulce del bioplástico de Citrus limon y Citrus sinensis.*

TABLA ESTADÍSTICA DE BIODEGRADACIÓN DE BIOPLÁSTICOS EN AGUA DULCE					% Biodegradación
Tipo de muestra	Tiempos				
	1-jul	15-jul	29-jul	12-ago	
LIMÓN ( <i>Citrus limon</i> )	9	7,2	5,7	4,1	54,40%
NARANJA ( <i>Citrus Sinensis</i> )	9	7,6	6,5	5,2	42,20%

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

**Ilustración 17.**

*Tabla estadística de biodegradación de bioplásticos en agua dulce.*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

Por su parte, en la **Tabla 14** se evidencia los resultados correspondientes al agua salada, en donde para el bioplástico de Citrus limon dio como resultado un porcentaje de biodegradación de 38,80% y para el bioplástico de Citrus sinensis un porcentaje de 18,80%.

**Tabla 14.**

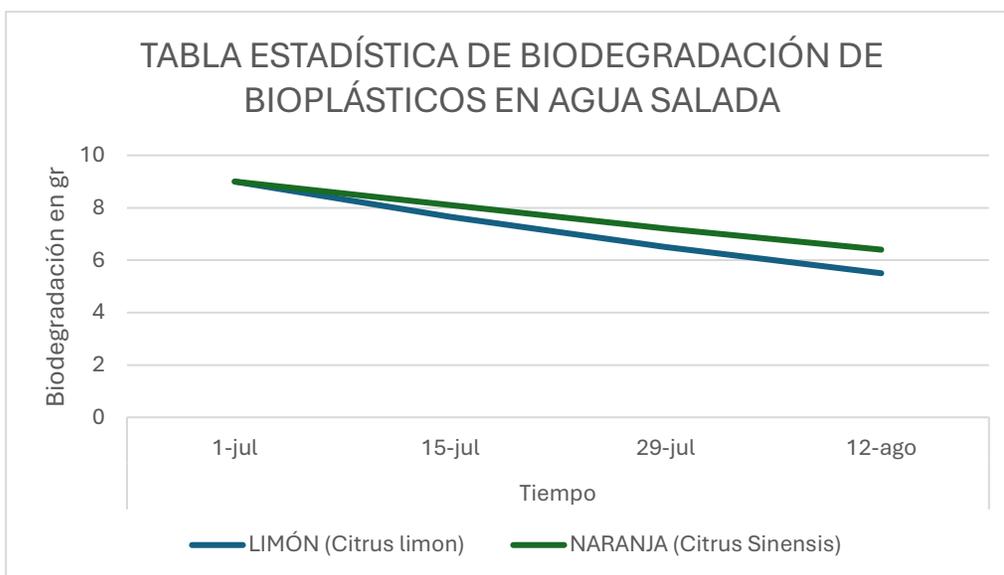
*Biodegradación en agua salada del bioplástico de Citrus limon y Citrus sinensis.*

TABLA ESTADÍSTICA DE BIODEGRADACIÓN DE BIOPLÁSTICOS EN AGUA SALADA					% Biodegradación
Tipo de muestra	Tiempo				
	1-jul	15-jul	29-jul	12-ago	
LIMÓN ( <i>Citrus limon</i> )	9	7,65	6,5	5,5	38,80%
NARANJA ( <i>Citrus Sinensis</i> )	9	8,1	7,2	6,4	28,80%

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

**Ilustración 18.**

*Tabla estadística de biodegradación de bioplásticos en agua salada.*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

**Tabla 15.**

*Resumen del proceso de biodegradación de Citrus limon y Citrus sinensis.*

<b>Resumen del proceso en 43 días</b>		
<b>Elementos</b>	<b>Citrus limon (limón)</b>	<b>Citrus sinensis (naranja)</b>
	<b>% de biodegradación</b>	
<b>Tierra</b>	58,80%	52,20%
<b>Agua dulce</b>	54,40%	43,30%
<b>Agua salada</b>	38,80%	28,80%

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

Los resultados de porcentajes evidencian que el bioplástico de Citrus limon tiene una mayor biodegradación en el elemento tierra con un 58,80 %, en contraparte con el de Citrus sinensis con un 52,20% lo que indica que la cáscara del limón presenta una estructura química conveniente para la interacción microbiana.

En relación con el agua dulce se precisa el bioplástico de Citrus limon con un porcentaje de 54,40% superó al de citrus sinensis que tiene 43,30%, resaltando que primero mencionado posee mayor cantidad de ácido cítrico lo que significa que es un poco más soluble en este ambiente acuoso que el segundo. El agua salada, impide la proliferación bacterias, ambos casos reflejaron una biodegradación inferior frente a los dos escenarios anteriores, sin embargo, el nivel de biodegradabilidad del limón sigue siendo superior al de la naranja con un 38,80%

Finalmente, según los autores (Meereboer, 2020) (Yang, 2019) (Bher, 2022) mencionan que tanto el bioplástico como plástico convencional tienen formas distintas respecto a su degradación, este último mencionado puede tardarse de entre cientos y miles de años en degradarse mientras que en el caso de los bioplásticos sus tiempos son cortos y van

de acuerdo con las condiciones ambientales existentes. En concordancia con lo que indican los autores, se puede afirmar que la elaboración de sorbetes biodegradables por medio de la biomasa de frutas es un proyecto viable con respecto a los porcentajes de biodegradación que se presentan en la experimentación realizada en los 43 días.

#### 4.4.4 Tablas estadísticas de los resultados de biodegradación del bioplástico de *Citrus limon* y *Citrus sinensis*

En las tablas estadísticas se detallan los pesos resultantes de las muestras de bioplástico que se sometieron al proceso de biodegradación en las distintas condiciones, se realizaron promedios, mínimo, máximo, mediana y desviación estándar.

**Tabla 16.**

*Estadística de biodegradación de bioplásticos de Citrus limon y Citrus Sinensis en tierra.*

TABLA ESTADÍSTICA DE BIODEGRADACIÓN DE BIOPLÁSTICOS EN TIERRA								
Tipo de muestra	Pesos				Máx.	Mín.	Mediana	Desviación estándar
	1-jul	15-jul	29-jul	12-ago				
<b>LIMÓN</b> ( <i>Citrus limon</i> )	9	6,7	5,06	3,7	9	3,70	5,88	2,28
<b>NARANJA</b> ( <i>Citrus Sinensis</i> )	9	7,2	5,7	4,3	9	4,30	6,45	2,02

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

**Tabla 17.**

*Estadística de biodegradación de bioplásticos de Citrus limon y Citrus Sinensis en agua dulce.*

TABLA ESTADÍSTICA DE BIODEGRADACIÓN DE BIOPLÁSTICOS EN AGUA DULCE									
Tipo de muestra	Agua (ml)	Pesos				Máx.	Mín.	Mediana	Desviación estándar
		1-jul	15-jul	29-jul	12-ago				
LIMÓN ( <i>Citrus limon</i> )	250	9	7,2	5,7	4,1	9,00	4,10	6,45	2,09
NARANJA ( <i>Citrus Sinensis</i> )		9	7,6	6,5	5,2	9,00	5,20	7,05	1,62

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

**Tabla 18.**

*Estadística de biodegradación de bioplásticos de Citrus limon y Citrus Sinensis en agua salada.*

TABLA ESTADÍSTICA DE BIODEGRADACIÓN DE BIOPLÁSTICOS EN AGUA SALADA									
Tipo de muestra	Agua (ml) 10 g de NaCl	Pesos				Máx.	Mín.	Mediana	Desviación estándar
		1-jul	15-jul	29-jul	12-ago				
LIMÓN ( <i>Citrus limon</i> )	250	9	7,65	6,5	5,5	9,00	5,50	7,08	1,51
NARANJA ( <i>Citrus Sinensis</i> )		9	8,1	7,2	6,4	9,00	6,40	7,65	1,12

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

#### 4.4.5 Análisis de los resultados estadísticos de biodegradación del bioplástico de Citrus limon y Citrus sinensis

Al realizar las comparaciones para el análisis de resultados se puede evidenciar que con respecto a los bioplásticos en el escenario tierra, el de *Citrus limon* se degenera más

rápido, pero de manera menos uniforme, mismo que puede justificarse con una mediana de 5,88 y una desviación estándar de 2,28. En cambio, *Citrus sinensis* refleja una degeneración más lenta y consistente con una mediana de 6,45 y con una desviación estándar de 2,02. Ahora bien, los bioplástico en el escenario de agua dulce muestran que para ambos casos la biodegradación es más lenta que en el escenario anterior, sin embargo, hay que destacar que *Citrus sinensis* demuestra por medio de su mediana 7,05 y desviación estándar 1,62 que a pesar de que su degradación fue más lenta también fue regular y más uniforme con respecto a *Citrus limon*. Dentro del agua salada se logra precisar la desviación estándar más baja para los 3 escenarios lo que indica que biodegradación es más rápida y uniforme, destacando que por medio de sus medianas el bioplástico de *Citrus limon* se degrada más rápido.

Por medio de este análisis la mediana nos brinda una noción con respecto al ritmo de la degradación, por su parte, la desviación estándar nos proporciona una idea sobre la consistencia de la degradación.

### **Ilustración 19.**

*Biodegradación en tierra.*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

#### 4.4.6 Nivel de aceptación de los sorbetes de las cáscaras de Citrus limon y Citrus sinensis.

Los participantes de la encuesta de aceptación fueron los considerados como muestra de la población inicial perteneciente al barrio Bicentenario en la Parroquia Febres Cordero en el apartado 4.1, se tomaron en cuenta edades variadas y de esta manera conocer sus opiniones, a continuación, en la **Tabla 19** se muestra la relación de las edades por medio de una estadística descriptiva, en la que se ve reflejada que la varianza es de 290,71 porque no hubo un rango de edad para aplicar a esta encuesta de la cual se obtuvo una edad mínima de 15 y una edad máxima de 75.

**Tabla 19.**

*Estadística descriptiva en las edades de las personas encuestadas.*

Estadística descriptiva de las edades							
Personas encuestadas	Edad mínima	Edad máxima	Edad media	Edad mediana	Edad moda	Desviación de las edades	Varianza
38	15	75	36,79	34	21	17,05	290,71

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

Como se aprecia en la **Tabla 20 y la Ilustración 20** el 82% de la población encuestada indica que está familiarizada con los sorbetes biodegradables como alternativa a los sorbetes de plástico. Por otra parte, el 18% refleja que no se encuentran familiarizados con este tipo de sorbetes.

**Tabla 20.**

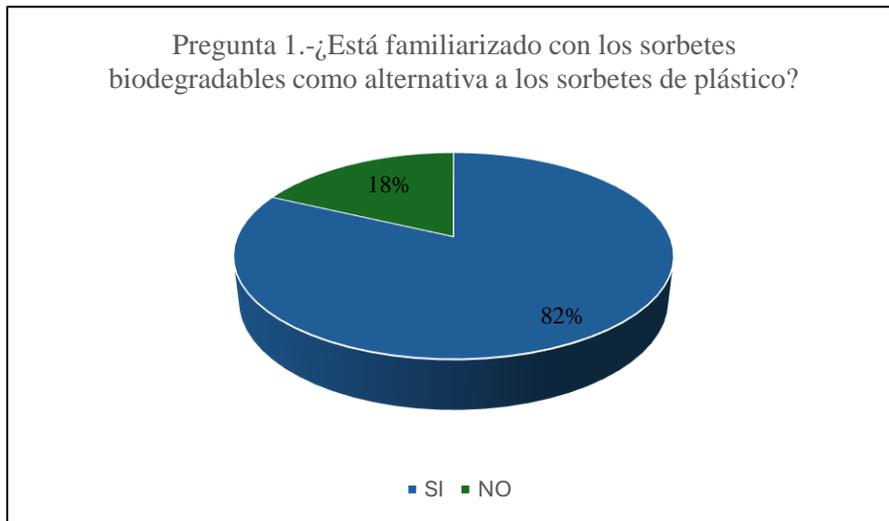
*Número de personas familiarizadas con los sorbetes biodegradables como alternativa a los sorbetes de plásticos.*

	<b>Personas encuestadas</b>	<b>Porcentaje de personas encuestadas</b>
Personas que si están familiarizado con los sorbetes biodegradables como alternativa a los sorbetes de plástico.	31	82%
Personas que no están familiarizado con los sorbetes biodegradables como alternativa a los sorbetes de plástico.	7	18%
Total de personas	38	100%

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

**Ilustración 20.**

*Porcentaje de personas que están familiarizadas con los sorbetes biodegradables como alternativa a los sorbetes de plásticos.*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024*

Dentro de la **Tabla 21** y la **Ilustración 21** se contempla que el 90% de las personas encuestadas si han utilizado alguna vez sorbetes biodegradables, mientras que el 10% han inutilizado sorbetes biodegradables.

**Tabla 21.**

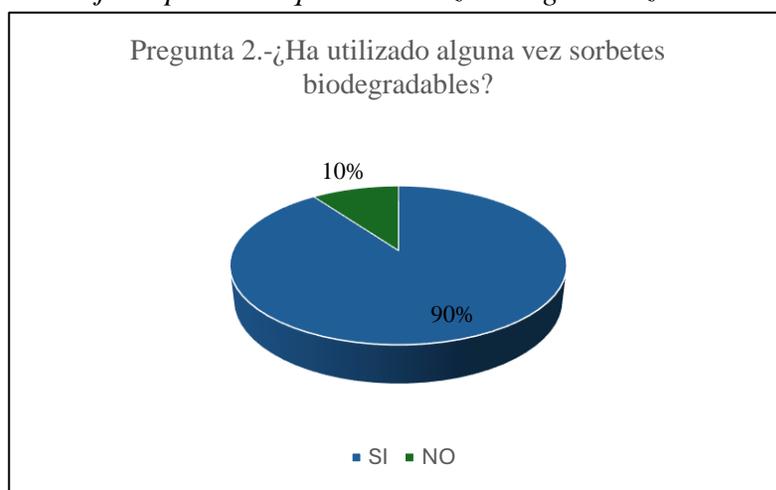
*Número de personas que han utilizado alguna vez sorbetes biodegradables.*

	<b>Personas encuestadas</b>	<b>Porcentaje de personas encuestadas</b>
Personas que si han utilizado alguna vez sorbetes biodegradables	34	90%
Personas que no han utilizado alguna vez sorbetes biodegradables	4	10%
Total de personas	38	100%

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

**Ilustración 21.**

*Porcentaje de personas que han utilizado alguna vez sorbetes*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

En lo que respecta a la **Tabla 22** y la **Ilustración 22** se indica que el 97% de las personas si están dispuestas a utilizar sorbetes biodegradables si eso significa un mayor beneficio ambiental, por su parte el 3% de las personas no están dispuestas.

**Tabla 22.**

*Número de personas que están dispuestas a utilizar sorbetes biodegradables si eso significa un mayor beneficio ambiental.*

	<b>Personas encuestadas</b>	<b>Porcentaje de personas encuestadas</b>
Personas que si están dispuestas a utilizar sorbetes biodegradables si eso significa un mayor beneficio ambiental.	37	97%
Personas que no están dispuestas a utilizar sorbetes biodegradables si eso significa un mayor beneficio ambiental.	1	3%
Total de personas	38	100%

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

**Ilustración 22.**

*Porcentaje de personas que están dispuestas a utilizar sorbetes biodegradables si eso significa un mayor beneficio ambiental.*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

Dentro de la **Tabla 23 e Ilustración 23** se tiene que el 90% de los encuestados consideran que los sorbetes biodegradables son igual de funcionales que los sorbetes de plástico convencionales, a su vez el 10% de los encuestados no consideran lo mismo.

**Tabla 23.**

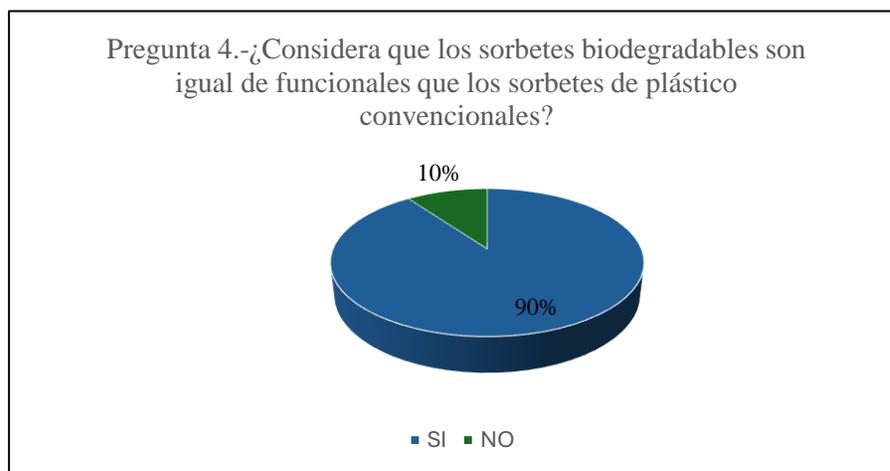
*Número de personas que consideran que los sorbetes biodegradables son igual de funcionales que los sorbetes de plástico convencionales.*

	<b>Personas encuestadas</b>	<b>Porcentaje de personas encuestadas</b>
Personas que si consideran que los sorbetes biodegradables son igual de funcionales que los sorbetes de plástico convencionales	34	90%
Personas que no consideran que los sorbetes biodegradables son igual de funcionales que los sorbetes de plástico convencionales	4	10%
Total de personas	38	100%

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

**Ilustración 23.**

*Porcentaje de personas que consideran que los sorbetes biodegradables son igual de funcionales que los sorbetes de plástico convencionales.*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024*

Con relación a que los sorbetes biodegradables deben ser promovidos más activamente en establecimientos que venden bebidas dentro de la **Tabla 24** e **Ilustración 24** se indica que el 97% de los encuestados respondieron de una forma positiva mientras que el 3% creen que no debe ser de esta manera.

**Tabla 24.**

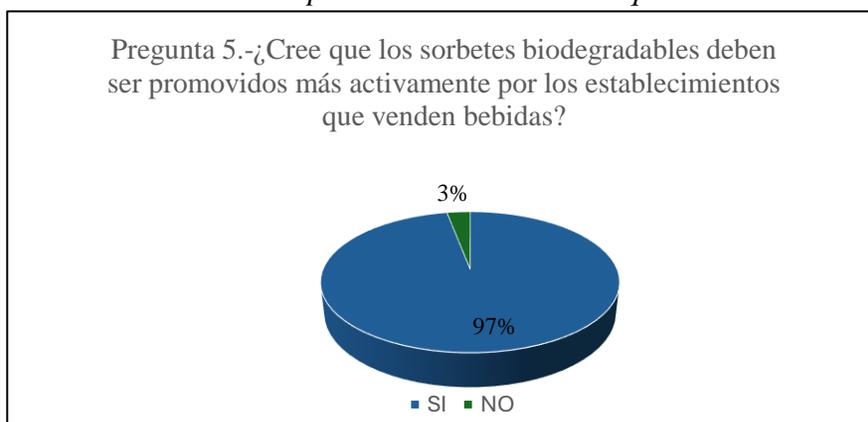
*Número de personas que creen que los sorbetes biodegradables deben ser promovidos más activamente por los establecimientos que venden bebidas.*

	<b>Personas encuestadas</b>	<b>Porcentaje de personas encuestadas</b>
Personas que si creen que los sorbetes biodegradables deben ser promovidos más activamente por los establecimientos que venden bebidas.	37	97%
Personas que no creen que los sorbetes biodegradables deben ser promovidos más activamente por los establecimientos que venden bebidas.	1	3%
Total de personas	38	100%

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

**Ilustración 24.**

*Porcentaje de personas que creen que los sorbetes biodegradables deben ser promovidos más activamente por los establecimientos que venden bebidas.*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

La **Tabla 25** y la **Ilustración 25** apuntan que el 58% de los encuestados utilizan actualmente sorbetes de plástico convencionales cuando consumen sus bebidas, en cambio el 42% de las personas prefieren otros sorbetes.

**Tabla 25.**

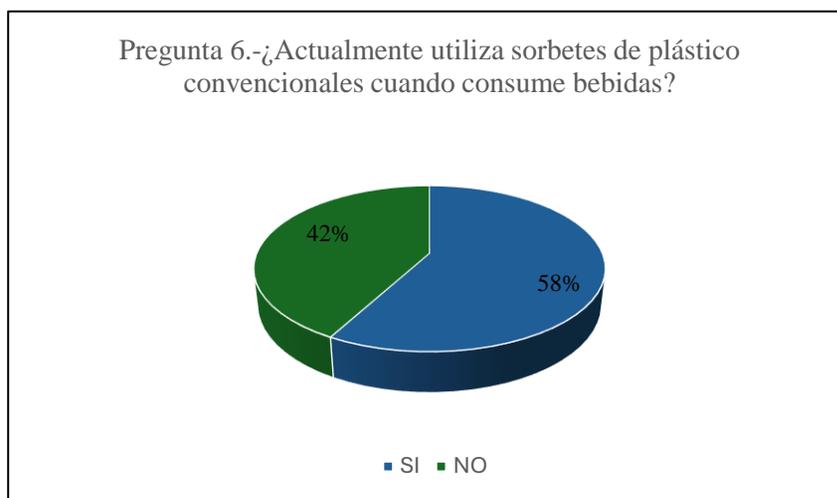
*Número de personas que actualmente utilizan sorbetes de plástico convencionales cuando consume bebidas.*

	<b>Personas encuestadas</b>	<b>Porcentaje de personas encuestadas</b>
Personas que si utilizan actualmente sorbetes de plástico convencionales cuando consume bebidas	22	58%
Personas que no utilizan actualmente sorbetes de plástico convencionales cuando consume bebidas	16	42%
Total de personas	38	100%

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

**Ilustración 25.**

*Porcentaje de personas que actualmente utilizan sorbetes de plástico convencionales cuando consume bebidas.*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

Respecto a la **Tabla 26, Ilustración 26** se indica que el 84% de los encuestados les parece aceptable la apariencia de los sorbetes biodegradables de limón (*Citrus limon*) y naranja (*Citrus sinensis*), mientras que 16% de las personas no les parece aceptable.

**Tabla 26.**

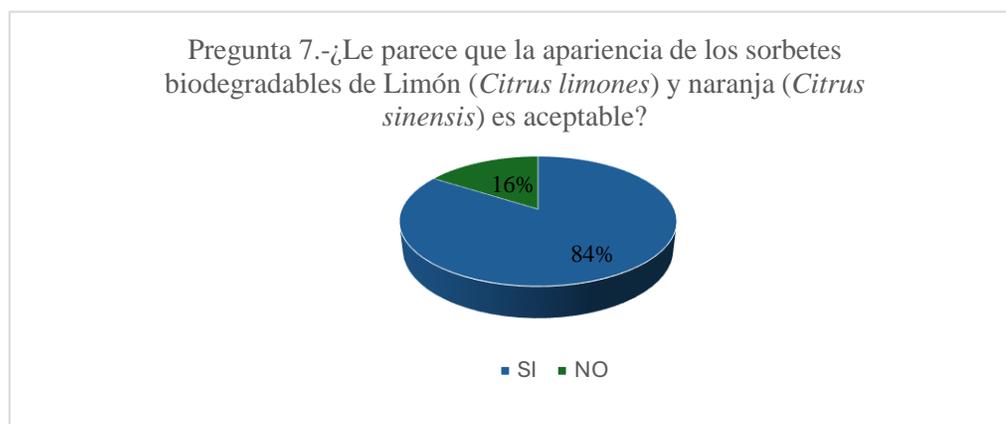
*Número de personas a las que les parece que la apariencia de los sorbetes biodegradables de limón (*Citrus limon*) y naranja (*Citrus sinensis*) es aceptable.*

	<b>Personas encuestadas</b>	<b>Porcentaje de personas encuestadas</b>
Personas que si les parece que la apariencia de los sorbetes biodegradables de limón ( <i>Citrus limon</i> ) y naranja ( <i>Citrus sinensis</i> ) es aceptable.	32	84%
Personas que no les parece que la apariencia de los sorbetes biodegradables de limón ( <i>Citrus limon</i> ) y naranja ( <i>Citrus sinensis</i> ) es aceptable.	6	16%
<b>Total de personas</b>	<b>38</b>	<b>100%</b>

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

**Ilustración 26.**

*Porcentaje de personas a las que les parece que la apariencia de los sorbetes biodegradables de limón *Citrus limon* y naranja *Citrus sinensis* es aceptable.*



*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

## 4.5 Resultados del plan financiero

### Plan financiero

El plan financiero recoge toda la información económica del plan de negocio para estudiar su viabilidad.

#### 4.5.1 Terrenos y obras

*Tabla 27.*

*Descripción de Terrenos y obras.*

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
		metros cuadrados	
Terreno	80	50	4.000,00
Área de Bodega	35	20	700,00
Área de Administración	40	80	3.200,00
Tumbado área de administración	10	80	800,00
Techado área bodega y administración	35	30	1.050,00
Instalación de puntos eléctricos	30	6	180,00
<b>TOTAL</b>			<b>9.930,00</b>

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

#### 4.5.2 Maquinarias, mobiliarios y equipos

El valor requerido para la adquisición de maquinarias, mobiliarios y equipos requeridos para el proyecto:

**Tabla 28.**

*Descripción de maquinarias, mobiliarios y equipos.*

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Balanza	150,00	1	150,00
Balanza analítica	350,00	1	350,00
Plato calentador	425,00	1	425,00
Licuadaora	90,00	1	90,00
Estufa	950,00	1	950,00
Medidor de humedad	1.820,46	1	1.820,46

Computadores completos	360,00	1	360,00
Teléfonos	200,00	1	200,00
Dispensador de agua	40,00	1	40,00
Acondicionador de aire	270,00	1	270,00
Impresora	60,00	1	60,00
Cuchillo	2,00	10	20,00
Molde	3,00	40	120,00
Fichero	2,00	10	20,00
Agitador de vidrio	0,70	10	7,00
Cucharas dosificadoras	2,00	15	30,00
Vaso de precipitación	10,00	15	150,00
Probeta graduada	13,00	10	130,00
Pinzas	6,00	5	30,00
Colador	10,00	2	20,00
Bandejas de aluminio	5,00	100	500,00
Máquina de fabricación	18.000,00	1	18.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>23.742,46</b>

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

#### **4.5.3 Total inversión fija inicial**

Los requerimientos iniciales para la inversión fija total son de \$33.672,46 dólares americanos, que serán prestados por un ente crediticio.

#### **Tabla 29.**

*Total inversión fija inicial*

<b>CONCEPTO</b>	<b>VALOR</b>	<b>%</b>
Terrenos y obras civiles	9.930,00	29,49
Maquinarias, mobiliarios y equipos	23.742,46	70,51
Otros activos	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>33.672,46</b>	<b>100,00</b>

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

#### 4.5.4 Materiales directos

El costo de los materiales directos requeridos para el proceso de manejo de los desechos son los siguientes:

**Tabla 30.**

*Descripción de materiales directos.*

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Materia orgánica (Kg)	0,10	40500	4.050,00
Fécula de maíz (Kg)	1,00	10800	10.800,00
Ácido acético (Lt)	1,00	2700	2.700,00
Agua destilada (galón)	0,25	20250	5.062,50
Glicerina (LT)	2,50	5400	13.500,00
Cinnamomum verum Canela molina (Kg)	20,00	540	10.800,00
<b>TOTAL</b>			<b>46.912,50</b>

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

#### 4.5.5 Mano de obra directa

**Tabla 31.**

*Descripción de mano de obra directa*

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Empleados	800,00	12	9.600,00
Operarios	600,00	12	7.200,00
<b>TOTAL</b>			<b>16.800,00</b>

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

#### 4.5.6 Costos totales de producción

**Tabla 32.**

*Descripción de los costos totales de producción*

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Mantenimiento	1.000,00	12	12.000,00
Energía	150,00	12	1.800,00
Servicios	150,00	12	1.800,00
<b>TOTAL</b>			<b>15.600,00</b>

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

#### 4.5.7 Capital de trabajo

**Tabla 33.**

*Capital de trabajo*

<b>CONCEPTO</b>	<b>VALOR</b>	<b>%</b>
Materiales directos	46.912,50	44,58
Labor directa	16.800,00	15,96
Costo directo de producción	15.600,00	14,82
Costo indirecto de producción	13.200,00	12,54
Gastos administrativos	12.720,00	12,09
<b>TOTAL</b>	<b>105.232,50</b>	<b>100,00</b>

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

#### 4.5.8 Ventas proyectadas para el primer año

**Tabla 34.**

*Ventas proyectadas para el primer año.*

<b>PRODUCTO</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR</b>
Sorbetes biodegradables	0,11	2160000	237.600,00
			0,00
			0,00
<b>TOTAL</b>			<b>237.600,00</b>

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

#### 4.5.9 Presupuesto de ingresos proyectados

**Tabla 35.**

*Presupuesto de ingresos proyectados.*

<b>CONCEPTO</b>	<b>VALOR</b>
Ventas proyectadas	237.600,00
Costos totales de producción	92.512,50
Beneficio bruto en ventas	145.087,50
Gastos de ventas	1.200,00
Beneficio neto en ventas	143.887,50
Gastos generales y administrativos	12.720,00
Beneficio neto en operaciones	131.167,50
Beneficio antes de la participación	131.167,50

15 % de participación de utilidades	19.675,13
Beneficio después de la participación	111.492,38
25 % de impuesto a la renta	27.873,09
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>83.619,28</b>

*Elaborado por: Castro, Clemente 2024.*

## 5. CONCLUSIONES

- La investigación realizada conforme a información bibliográfica, disponibilidad de residuos de frutas recolectadas en el barrio Bicentenario, así como también, por los análisis efectuados en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana campus María Auxiliadora con respecto al porcentaje de humedad y porcentaje de fibra, establece que los residuos de frutas más adecuados para la producción de sorbetes biodegradables en base a los escenarios antes detallados son limón (*Citrus limon*) y naranja (*Citrus Sinensis*).
- Una vez ejecutadas las experimentaciones con la materia orgánica seleccionada en las que intervinieron técnicas de extracción, transformación y moldeado, se concluye que es procedente la elaboración de los sorbetes biodegradables.
- Por medio de las repeticiones que se llevaron a cabo para la realización de los bioplásticos de limón (*Citrus limon*) y naranja (*Citrus Sinensis*) se logró constatar las porciones óptimas de cada ingrediente para la elaboración del sorbete biodegradable.
- Los resultados de los procesos de biodegradación para ambos ejemplares evidencian que el bioplástico de limón tuvo un mejor rendimiento de acuerdo con las condiciones a las que se sometieron en el proceso experimental (Tierra 58,80%, agua dulce 54,40% y agua salada 38,80%).
- Por medio de la evaluación del costo beneficio para la elaboración de sorbetes biodegradables a partir de la biomasa de frutas se concluye que posee una rentabilidad aceptable y por tanto se confirma su viabilidad.

## 6. RECOMENDACIONES

- Continuar con las investigaciones en barrios aledaños al sector con la intención de conocer la disponibilidad de residuos de frutas correspondientes al consumo que tengan las familias, así como también, efectuar futuros análisis en colaboración con más laboratorios, los cuales permitan determinar según sus objetivos cuáles son los residuos de frutas más adecuados para la elaboración de sorbetes biodegradables.
- Tomar en consideración la tesis realizada para contribuir a la constante búsqueda del aprendizaje de métodos que permitan a futuros autores llegar a las técnicas adecuadas de elaboración de sorbetes biodegradables según correspondan sus objetivos.
- Considerar la precisión de las cantidades cuando se realicen repeticiones experimentales, así como también, la precaución frente a la manipulación de las muestras previo a su secado y finalmente con respecto a la biodegradación fijar registros que permitan realizar controles adecuados en el transcurso del tiempo.
- Buscar apoyo del GAD Municipal de la ciudad para impulsar el proyecto como una propuesta que involucre la participación de nuevos barrios y fomente la educación ambiental.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Ambientales, D. d. (2022). Boletín Técnico Residuos.
- Andrés A. Pacheco Jiménez, J. B.-G. (2022). Potencial industrial de la cáscara de mango ( *Mangifera indica* L.) para la obtención de pectina en México. *Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/432/43275501014/html/>
- Bher, A. M. (2022). *Biodegradation of biodegradable polymers in mesophilic aerobic environments*.
- BIO-FEF. (2021). Fabricante de soluciones ecológicas.
- Burgos Gabriel, F. B. (2023). *Influencia de la adición de harina de cáscara de mandarina sobre los compuestos bioactivos en yogurt de sauco*.
- Cayambe Criollo, J. D. (2022). *Obtención de pectina a partir de residuos de naranja (citrus sinensis) por el método de hidrólisis ácida y su aplicación en la industria alimenticia* .
- Económicos, O. p. (2022). Estadísticas confiables que respaldan políticas basadas en evidencia.
- EDGAR RIQUELME ESTRADA GARCÍA, C. E. (2023). *Metodología de Investigación Educativa y Técnica*. Obtenido de <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/738266/1/metodologia-de-la-investigacion-cientifica-y-educativa.pdf>
- Eje, 2. (6 de Julio de 2020). *Cáscaras de plátano, fuente de glucosa para la industria alimenticia*. Obtenido de <https://www.eje21.com.co/2020/07/cascaras-de-platano-fuente-de-glucosa-para-la-industria-alimenticia/>
- Emma MN Polman, G.-J. M. (2020). Comparación de la biodegradación aeróbica de biopolímeros y los bioplásticos correspondientes: una revisión.
- EPA. (2020). Mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos: Una Guía para los responsables de la toma de decisiones en los países en vías de desarrollo.
- Gallardo Bravo, C. V. (2021). *Elaboración de sorbetes biodegradables a partir de cáscara de Mangifera indica y Vitis vinífera* .
- Gallegos, M., Díaz, B., & López, J. (2021). COMPONENTES BIOACTIVOS Y USOS POTENCIALES. *Reciena*, 9. Obtenido de <file:///C:/Users/Administrador/Downloads/Reciena+N%C2%BA+02-7.pdf>
- González, A. F. (2023). *Caracterización física y química*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/84695/9789585053380.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

- González, O. H. (2020). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico. *Revista Cubana de Medicina General Integral*. Obtenido de [file:///C:/Users/Administrador/Downloads/Aproximacion\\_a\\_los\\_distintos\\_tipos\\_de\\_muestreo\\_no\\_.pdf](file:///C:/Users/Administrador/Downloads/Aproximacion_a_los_distintos_tipos_de_muestreo_no_.pdf)
- Jose Fabian Anaya Pineda, S. E. (2019). *ELABORACION Y COMERCIALIZACION DE*. Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/6b345809-654e-49a2-92de-9f8053800ac4/content>
- Laura Montoro, F. S. (2021). *EVALUACIÓN DE PRETRATAMIENTO ÁCIDO CON MICROONDAS EN CÁSCARAS Y SEMILLAS DE MELÓN, PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Laura-Montoro/publication/375526947\\_Simposio\\_NOA\\_2021-MontoroLaura/links/654e19a73fa26f66f4ec9c7c/Simposio-NOA-2021-MontoroLaura.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Laura-Montoro/publication/375526947_Simposio_NOA_2021-MontoroLaura/links/654e19a73fa26f66f4ec9c7c/Simposio-NOA-2021-MontoroLaura.pdf)
- Martha Lucía Pinzón-Bedoya, A. M. (2019). *Biopelículas producidas con cáscara de naranja y reforzadas con celulosa bacteriana*. Obtenido de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2019000200010&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2019000200010&script=sci_arttext&tlng=en)
- Meereboer, K. W. (2020). *Review of recent advances in the biodegradability of polyhydroxyalkanoate (PHA) bioplastics and their composites*.
- Naeco. (2023). *Historia del plástico: origen y evolución*.
- Narváez Jara Andrea Belén, O. F. (2021). *Cuantificación de la transformación de celulosa a glucosa mediante hidrólisis ácida y enzimática*.
- Negrete, C. (2021). *Propuesta de la estrategia de internacionalización para la exportación de mermelada a base de cáscara de sandía al mercado de Chile*.
- OHAUS. (2018). Analizador de humedad MB23 / MB25.
- Ordóñez Ramírez, P. L. (2020). Optimización del sistema de tratamiento fisicoquímico de una estación depuradora de aguas residuales de bebidas gaseosas. *Industrial Data*.
- República del Ecuador. Asamblea Nacional. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*.
- Rojas, T. (2024). Bioplásticos: una alternativa sostenible al plástico convencional. *Tecnología del Plástico*. Obtenido de <https://www.plastico.com/es/noticias/bioplasticos-una-alternativa-sostenible-al-plastico-convencional>
- Salesiana, U. P. (2022).

- Solano, E. R. (2021). *Caracterización de compuestos fenólicos en extractos de origen vegetal*. Obtenido de [https://crea.ujaen.es/bitstream/10953.1/14473/1/TFGQ\\_Robles\\_Solano\\_Esther.pdf](https://crea.ujaen.es/bitstream/10953.1/14473/1/TFGQ_Robles_Solano_Esther.pdf)
- TOLEDO, M. (2022). *Analizadores de humedad*.
- Unidas, O. d. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible* .
- Veintimilla, A. B. (2022). *Reciclaje e inclusión para que la infancia viva en un ambiente más sano y seguro. UNICEF en Ecuador*.
- Yang, J. C. (2019). *A Review on Biodegradation of Bioplastics in Different Environmental Conditions. Polymer Science, Series B*.
- Zuniga, P. (2021). *Propiedades de las cáscaras de limón*.

## 8. ANEXOS

ANEXO 1. Rotulación de los baldes y Socialización con el barrio Bicentenario para la separación de residuos de frutas.



ANEXO 2. Obtención y pesaje de los residuos de frutas consumidas en una semana en el barrio Bicentenario



ANEXO 3. Matriz de registro de los kg de cáscara de frutas generadas durante una semana en el barrio Bicentenario

LOS KG DE CÁSCARA DE FRUTAS GENERADOS DURANTE UNA SEMANA EN EL BARRIO BICENTENARIO											
FAMILIAS	CÁSCARAS DE GUINEO	CÁSCARAS DE LIMÓN	CÁSCARAS DE NARANJA	CÁSCARAS DE SANDIA	CÁSCARAS DE MELON	CÁSCARAS DE TOMATILLO	CÁSCARAS DE MANZANA	CÁSCARAS DE PERA	CÁSCARAS DE MANDARINA	CÁSCARAS DE PIÑA	CÁSCARAS DE UVA
Familia 1 con 4 integrantes	0	0	0	0	1,7	0,6	0	0	0,7	0	0
Familia 2 con 4 integrantes	0,5	0,2	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Familia 3 con 5 integrantes	2,5	0,4	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
Familia 4 con 4 integrantes	1	0,5	0,2	3,5	0	0	0	0	0	0	0
Familia 5 con 3 integrantes	0,16	0,26	0	0	0	0	0,15	0	0	0	0

Familia 6 con 3 integrantes	0,28	0,3	0	0	0	0	0,41	0,27	0	0	0
Familia 7 con 4 integrantes	0,32	0	1,31	0	1,72	0	0	0	0,8	0	0
Familia 8 con 3 integrantes	0,3	0	1,1	0	0	0	0	0	0	0,78	0
Familia 9 con 3 integrantes	0,3	0	0	0	0	0	0,42	0,53	0	0	0,2
Familia 10 con 5 integrantes	0,8	0	2	0	0	0	0,05	0,05	0,5	0,1	0,05
<b>TOTAL</b>	<b>6,16</b>	<b>1,66</b>	<b>8,31</b>	<b>3,5</b>	<b>3,42</b>	<b>0,6</b>	<b>1,03</b>	<b>0,85</b>	<b>2</b>	<b>0,88</b>	<b>0,25</b>

ANEXO 4. Pesaje de las muestras para realizar la medición de porcentaje de humedad.



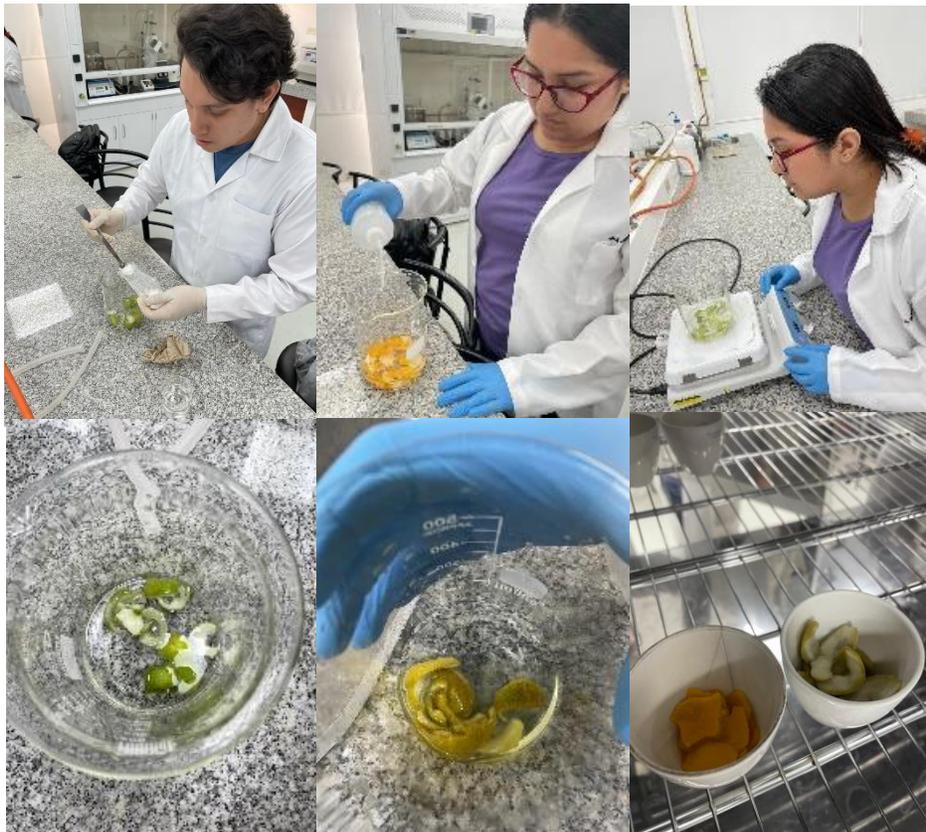
ANEXO 5. Medición del porcentaje de humedad de las frutas que se preseleccionaron



ANEXO 6. Pesaje de las muestras para iniciar con el proceso de hidrólisis



ANEXO 6. Realización del proceso de hidrólisis para aislar la fibra de las cáscaras de las frutas.



ANEXO 7. Fibra aislada de las cáscaras de las frutas.



ANEXO 8. Elaboración del bioplástico a partir de la biomasa de Limón (*Citrus limon*)



ANEXO 9. Elaboración del bioplástico a partir de la biomasa de naranja (*Citrus Sinensis*)



ANEXO 10. Bioplástico seco de limón (*Citrus limon*)



ANEXO 11. Bioplástico seco de naranja (*Citrus sinensis*)



ANEXO 12. Proceso de Moldeado y modelado de los Sorbetes de *Citrus limon* y *Citrus sinensis*



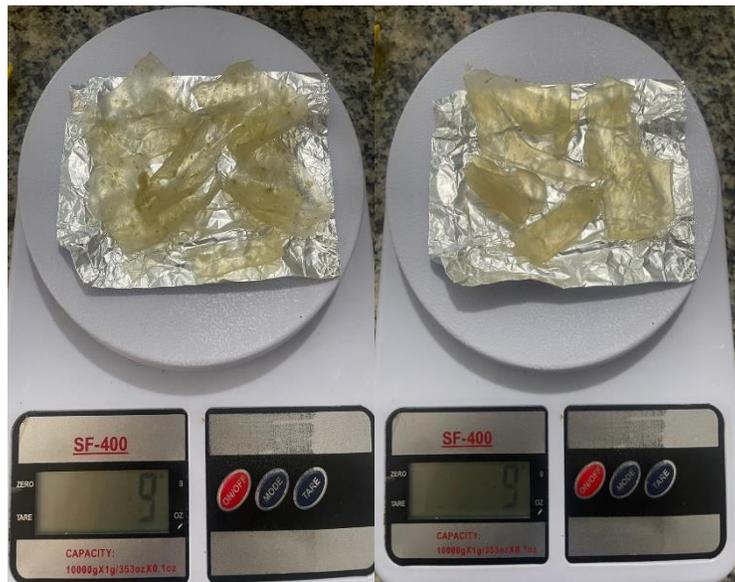
ANEXO 13. Sorbetes de *Citrus limon*



ANEXO 14. Sorbetes de *Citrus Sinensis*



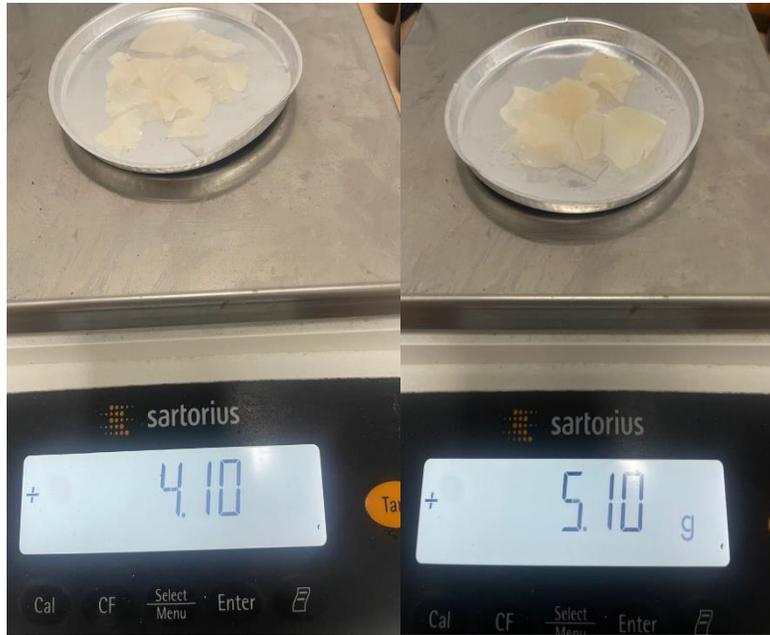
ANEXO 15. Pesaje inicial de *Citrus limon* y *Citrus sinensis* para iniciar el proceso de biodegradación



ANEXO 16. Biodegradación de *Citrus limon* y *Citrus sinensis* en tierra



ANEXO 17. Biodegradación de *Citrus limon* y *Citrus sinensis* en agua dulce



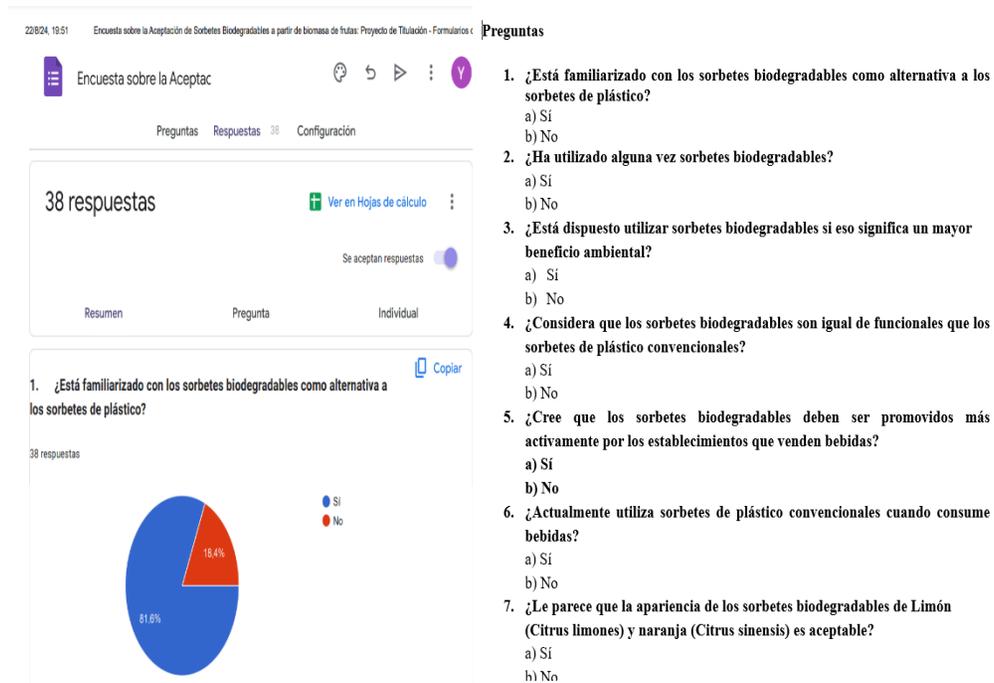
ANEXO 18. Biodegradación de *Citrus limon* y *Citrus sinensis* en agua salada



## ANEXO 19. Porcentaje de humedad de los sorbetes de *Citrus limon* y *Citrus sinensis*



## ANEXO 20. Encuesta de aceptación de los sorbetes biodegradables, realizada a los moradores del barrio Bicentenario



ANEXO 21. Edades de las personas que realizaron a encuesta

<b>Nombres</b>	<b>¿Cuál es su edad?</b>
Doménica	23
Diego	22
Sara	44
Celia	18
Liliana	15
Lucy	25
Fabián	53
Sara	75
Hugo	62
Narcisa	56
Minary	65
José	56
Maria	22
Roberto	21
David	21
Nathaly	22
Darío	60
Anahí	21
Rodrigo	21
Nikolle	45
Leslie	17
Rolando	50
Valeria	23
César	21
Román	51
Ángel	21
Larissa	44
Carlos	36
Kevin	47
Cecilia	62
Ruby	35
Gema	39
Javier	29
Alberto	21
Luis	43
Lourdes	20
Celeste	33
Laura	59