



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:
INGENIERO INDUSTRIAL

MODALIDAD DE GRADUACIÓN:
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL USO DEL PLÁSTICO DEL SECTOR ALIMENTICIO EN EL CANTÓN PORTOVIEJO, PROVINCIA DE MANABÍ.

AUTORAS:

SALVATIERRA PÁRRAGA MARÍA VICTORIA.
SÁNCHEZ RESABALA GÉNESIS PAMELA.

TUTOR:

ING. CIADDY GINA RODRÍGUEZ BORGES, PhD.

REVISOR:

ING. ARTURO PERERO ESPINOZA, MG.

PORTOVIEJO-MANABÍ-ECUADOR

2021

DEDICATORIA 1

Dedico esta tesis, en primer lugar, a Dios, por darme la sabiduría necesaria que ha contribuido a mi crecimiento personal y profesional.

Con mucho amor a mi madre María Párraga y mi hermana Gabriela Palacios que ha sido como mi segunda madre, siendo ellas los pilares fundamentales en mi vida, quienes, con su apoyo incondicional y la confianza brindada, me han permitido lograr cada una de mis metas. Así mismo por haberme educado con principios y valores, que con su ejemplo me han guiado siempre por el camino del bien y por supuesto enseñándome a vencer cada obstáculo que suelen presentarse en la vida, para así lograr mis metas y objetivos que me propongo.

A mi hermano siendo el un excelente profesional y amigo le agradezco por sus consejos y motivación, porque he aprendido tanto de él, el formarme como futura profesional ya que desde siempre me ha inspirado a seguir adelante y a no rendirme nunca.

A mi sobrino, mi familia en general y mis amigos más cercanos, de la infancia y los que la vida me ha regalado en el transcurso de mi vida, que desde siempre me apoyaron incondicionalmente en cada uno de los logros, metas, tropiezos y enseñanzas, a todos ellos también les dedico estas cortas, pero muy sinceras palabras.

Salvatierra Párraga María Victoria

DEDICATORIA 2

Este trabajo de titulación se lo dedico a mis padres, Jacinto Tomás Sánchez Cedeño y Fredda Janeth Resabala Loor, quienes me dieron la vida y la posibilidad de seguir cada una de mis metas a corto y largo plazo; para mí es muy importante mencionarlos y agradecerles por todo el amor que me brindaron, por el apoyo moral y económico dado día a día, ya que, sin importar las circunstancias hacían todo lo posible para ayudarme. Ellos me han enseñado todo lo que soy como persona, desde mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia; además, mucha paciencia para afrontar cualquier situación, teniendo en cuenta el positivismo acompañado de la fe de Dios.

A mis hermanos Yandry y Nexar, y en especial a mi hermana menor Liz, quién siempre ha estado conmigo siendo mi mejor amiga, brindándome su apoyo incondicional en todos los momentos.

A mi abuela Teresa Loor Romero, quien siempre me daba consejos, me apoyaba cuando necesitaba algo y siempre me brindaba su amor, ahora que ya no está en este mundo y la echo de menos, le dedico cada paso que he dado acordándome de ella.

A mi abuelo Fermín Resabala García, quien ha sido desde siempre un apoyo en mi vida y le agradezco a Dios por tenerlo aún en mi vida.

A mi hermoso y angelical sobrino Milan Smith, quien con su inmenso amor e inocencia me ha enseñado que la vida nos trae hermosos regalos. Él se ha convertido en hijo y hermano. Para finalizar, tengo la dicha de hacer mención de mi última dedicatoria a mi nuevo sobrino Aarón, quien acaba de nacer y ha traído a nuestras vidas la mayor de las alegrías.

Génesis Pamela Sánchez Resabala.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por regalarnos la existencia e iluminarnos en cada instante de nuestras vidas, él mismo que nos da la fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad, permitiéndonos cumplir cada uno de nuestros objetivos.

A nuestros padres, quienes con sus sabios consejos nos apoyaron y motivaron en nuestra formación académica, confiando siempre en nuestras capacidades, para que culminemos esta etapa profesional.

A la Universidad Técnica de Manabí, en especial a la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas por darnos la oportunidad de estudiar la carrera de Ingeniería Industrial y formarnos profesionalmente, así mismo a los docentes, por sus enseñanzas impartidas en las aulas de clases enriqueciendo nuestros conocimientos para ponerlos en prácticas en el ámbito laboral.

A nuestra Tutora, Ing. Ciaddy Gina Rodríguez Borges, PhD., una excelente docente y calidad de persona, quien con sus sabias direcciones supo guiarnos y ayudarnos en el desarrollo de la investigación, por su disponibilidad, paciencia, dedicación y su gran amistad que nos permitieron aprender mucho más. Así mismo al Ing. Galo Arturo Perero Espinoza, Mg. que, en calidad de revisor, nos orientó para poder culminar con éxitos nuestra tesis.

A nuestros amigos y demás personas que formaron parte de esta linda etapa como lo es la universidad, ya que a lo largo de todos estos años de estudios hicieron esta una experiencia muy bonita y que por siempre los llevaremos presentes en nuestra vida y corazón.

Las Autoras

CERTIFICADO DEL TUTOR

Quien suscribe la presente **Ciaddy Gina Rodríguez Borges**, docente de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Manabí; en mi calidad de Tutora del trabajo de titulación **“ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL USO DEL PLÁSTICO DEL SECTOR ALIMENTICIO EN EL CANTÓN PORTOVIEJO, PROVINCIA DE MANABÍ.”** Desarrollada por las profesionistas señoritas: Salvatierra Párraga María Victoria y Sánchez Resabala Génesis Pamela, en este contexto, tengo a bien extender la presente certificación en base a lo determinado en el Art. 8 del reglamento de titulación en vigencia, habiendo cumplido con los siguientes procesos:

- Se verificó que el trabajo desarrollado por los profesionistas cumple con el diseño metodológico y rigor científico según la modalidad de titulación aprobada.
- Se asesoró oportunamente a los estudiantes en el desarrollo del trabajo de titulación.
- Presentaron el informe del avance del trabajo de titulación a la Comisión de Titulación Especial de la Facultad.
- Se confirmó la originalidad del trabajo de titulación.
- Se entregó al revisor una certificación de haber concluido el trabajo de titulación.
- Cabe mencionar que durante el desarrollo del trabajo de titulación los profesionistas pusieron mucho interés en el desarrollo de cada una de las actividades de acuerdo al cronograma trazado.

Particular que certifico para los fines pertinentes.



Firmado electrónicamente por:
**CIADDY GINA
RODRIGUEZ
BORGES**

Ing. Ciaddy Gina Rodríguez Borges, PhD.
TUTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICADO DEL REVISOR

INFORME DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Luego de haber realizado el trabajo de titulación, en la modalidad de Investigación y que lleva por tema: **“ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL USO DEL PLÁSTICO DEL SECTOR ALIMENTICIO EN EL CANTÓN PORTOVIEJO, PROVINCIA DE MANABÍ.”**; desarrollado por las señoritas: Salvatierra Párraga María Victoria con Cédula No. 1315802395 y Sánchez Resabala Génesis Pamela con cédula No. 1311550642, previo a la obtención del título de INGENIERO INDUSTRIAL, bajo la tutoría y control de Ing. Ciaddy Gina Rodríguez Borges PhD, docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, cumpliendo con todos los requisitos del nuevo reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica de Manabí, aprobada por el H. Consejo Universitario, cumplo con informar que, en la ejecución del mencionado trabajo de titulación, sus autores:

- Han respetado los derechos de autor correspondiente a tener menos del 10% de similitud con otros documentos existentes en el repositorio
- Han aplicado correctamente el manual de estilo de la Universidad Andina Simón Bolívar de Ecuador.
- Las conclusiones guardan estrecha relación con los objetivos planteados
- El trabajo posee suficiente argumentación técnica científica, evidencia en el contenido bibliográfico consultado.
- Mantiene rigor científico en las diferentes etapas de su desarrollo.

Sin más que informar suscribo este documento NO VINCULANTE para los fines legales pertinentes.



Firmado electrónicamente por:
**GALO ARTURO
PERERO
ESPINOZA**

Ing. Arturo Perero Espinoza, Mg.
REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DE AUTOR

Quienes firmamos la presente, profesionistas; SALVATIERRA PÁRRAGA MARÍA VICTORIA y SÁNCHEZ RESABALA GÉNESIS PAMELA en calidad de autores del trabajo de titulación realizada sobre “**ESTUDIO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS AL USO DEL PLÁSTICO DEL SECTOR ALIMENTICIO EN EL CANTÓN PORTOVIEJO, PROVINCIA DE MANABÍ.**”, hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contienen este proyecto, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a nuestro favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6 ,8 ,19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento. Así mismo las conclusiones y recomendaciones constantes en este texto, son criterios netamente personales y asumimos con responsabilidad la descripción de las mismas.



Salvatierra Párraga María Victoria

AUTORA

Teléfono: 0968355860

Correo: msalvatierra2395@utm.edu.ec



Sánchez Resabala Génesis Pamela

AUTORA

Teléfono: 0983542613

Correo: gsanchez0642@utm.edu.ec

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA 1	2
DEDICATORIA 2	3
AGRADECIMIENTO	4
CERTIFICADO DEL TUTOR.....	5
CERTIFICADO DEL REVISOR.....	6
DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DE AUTOR	7
ÍNDICE DE CONTENIDO	8
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE TABLAS.....	12
ÍNDICE DE GRÁFICOS	13
RESUMEN	1
SUMMARY	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	5
1.1. Antecedentes.....	5
1.2. Planteamiento del problema.	7
1.3. Formulación del problema.....	7
1.4. Justificación.....	8
1.5. Objetivos de la Investigación.	9
1.5.1 General.....	9
1.5.2 Específicos.....	9
1.6. Delimitación de la Investigación.	9
1.6.1. Espacial.....	9
1.6.2. Temporal.....	9
1.7. Hipótesis.....	10
1.8. Marco Teórico.	10
1.8.1. Origen del plástico.....	10
1.8.2. Concepto de empaque.....	11
1.8.3. Empaquetado.	12

1.8.4. Funciones del empaque.	12
1.8.5. Importancia del empaque en los alimentos.....	13
1.8.6. Clasificación de materiales utilizados en alimentos y bebidas.....	14
1.8.7. Posibilidades de gestión en la utilización de envases y embalajes.....	16
1.8.8. Tipos de empaques utilizados en la Industria de alimentos.	17
1.8.9. Contaminación por empaque de alimentos.....	17
1.8.10. ¿Qué es un material biodegradable?.....	20
1.8.11. Empaques biodegradables.	20
1.8.12. Envase degradable.	22
1.8.13. Envases inteligentes.....	24
1.8.14. Tecnologías de empaques biodegradables en la industria de alimentos con mayor potencial de desarrollo.	24
1.8.15. Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 100 de “Materiales y artículos plásticos destinados a estar en contacto con los alimentos”	25
1.8.16. Norma ISO 14001:2015 Sistema de Gestión Ambiental.....	25
1.8.17. Norma ISO 45001 Seguridad y Salud en el Trabajo.	26
CAPÍTULO II. MARCO METODOLÓGICO	27
2.1. Método de Investigación.	27
2.1.1. Método Descriptivo.	27
2.1.2. Método Explicativo.	27
2.1.3. Método Analítico.....	28
2.1.4. Método comparativo.....	28
2.1.5. Métodos de Decisión Multicriterio.....	29
2.3. Clasificación de los problemas de toma de decisiones.....	30
2.3.1. Según el número de criterios.	30
2.3.2. Según el ambiente de decisión.....	32
2.3.3. Según el número de expertos.....	33
2.4. Fases de estudio.	35
2.5. Técnicas e Instrumentos.	36
CAPÍTULO III. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DEL ESTUDIO COMPARATIVO DE MATERIALES PARA EMPAQUES BIODEGRADABLES	37

3.1.	Fase I. Selección de materiales y tecnologías empleadas en el procesamiento industrial de empaques alimenticios.	37
3.2.	Fase II. Definición de los factores relevantes a considerar como criterios de selección de materiales.	42
3.3.	Fase III. Descripción de alternativas seleccionadas con sus respectivos criterios. 45	
3.3.1.	Cáscara de Plátano.	45
3.3.2.	Almidón de Yuca.	46
3.3.3.	Almidón o Fécula de Maíz.	47
3.3.4.	Bagazo de caña de azúcar.	48
3.4.	Fase IV. Matriz comparativa en función del método de factores ponderados. 49	
3.5.	Fase V. Análisis e Interpretación de resultados.	50
3.6.	Fase VI. Selección y discusión del material final.	56
	CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1.	Conclusiones.	58
5.2.	Recomendaciones.	59
6.	REFERENCIAS	60
7.	ANEXOS	68
7.1.	Anexo 1. FORMATO DEL CUESTIONARIO APLICADO EN EXPERTOS. 68	
7.2.	Anexo 2. FICHAS DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO POR PARTE DE CADA EXPERTO.	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	18
<i>Plásticos utilizados en diferentes campos.</i>	18
Figura 2.	19
<i>Utilización de empaques según mercado objetivo.</i>	19
Figura 3.	29
<i>Paradigma tradicional de optimización.</i>	29
Figura 4.	35
<i>Fases de la metodología del estudio.</i>	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	21
<i>Marcas Comerciales de productos alimenticios que hacen uso de distintos tipos de empaques.</i>	21
Tabla 2.	31
<i>Esquema general de un problema de toma de decisión con un único criterio.</i>	31
Tabla 3.	31
<i>Esquema general de un problema de toma de decisión multicriterio.</i>	31
Tabla 4.	33
<i>Esquema general de un problema de toma de decisión con un solo experto y un solo criterio.</i>	33
Tabla 5.	34
<i>Esquema general de un problema de toma de decisión multiexperto con un solo criterio.</i>	34
Tabla 6.	49
<i>Matriz comparativa en función del método de factores ponderados.</i>	49

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	50
<i>Criterios de selección.</i>	50
Gráfico 2.	51
<i>Facilidad de acceso en la región.</i>	51
Gráfico 3.	52
<i>Resistencia a temperaturas de fusión.</i>	52
Gráfico 4.	53
<i>Costo.</i>	53
Gráfico 5.	53
<i>Rotura por tensión.</i>	53
Gráfico 6.	54
<i>Tiempo de biodegradación.</i>	54

RESUMEN

En la actualidad, resulta común que el plástico forme parte de la vida de los seres humanos. La evolución de este material se ha venido estudiando a lo largo del tiempo, debido a lo beneficioso que resulta, por su accesibilidad en todo tipo de producciones. De manera que, ha traído consigo muchos avances para el desarrollo de la humanidad, sin embargo, debido a su producción excesiva en el mundo, ha provocado efectos adversos al ambiente, ya que, los residuos de este material plástico tienen un tiempo de desintegración elevadamente alto; esto ha generado la necesidad de encontrar alternativas amigables para el ambiente, que sustituyan de manera óptima las características que brindan los plásticos convencionales para sus distintos usos. En la investigación se realizó un estudio comparativo de alternativas al uso del plástico del sector alimenticio en el cantón Portoviejo, provincia de Manabí. Por lo que, a través del desarrollo de esta investigación dio cumplimiento a cada uno de los objetivos propuestos; además, se empleó la metodología de factores ponderados, con la cual se pudo elaborar la matriz comparativa. Con este tipo de metodología científica, se logró tomar la mejor solución de las alternativas presentadas (cáscara de plátano, almidón de yuca, fécula o almidón de maíz, y bagazo de caña de azúcar); la aplicación de la matriz comparativa permitió seleccionar a la cáscara de plátano, como mejor alternativa para desarrollar un empaque biodegradable en la zona Manabita. Según los criterios establecidos, la cáscara de plátano es considerada de fácil acceso, y de bajo costo en su adquisición para la producción del empaque alimenticio; además, que el empaque fabricado con este material se considera de excelente calidad, al ser resistente a temperaturas de fusión, y presentar menor rotura por tensión. Estudios le dan veracidad a esta selección, la cual, se presenta como un sustituto del plástico común en el sector alimenticio.

Palabras clave: Empaque biodegradable; Método comparativo; Toma de decisión.

SUMMARY

Today, plastic is a common part of human life. The evolution of this material has been studied over time, due to how beneficial it is, due to its accessibility in all types of productions. Thus, it has brought with it many advances for the development of humanity, however, due to its excessive production in the world, it has caused adverse effects on the environment, since the waste of this plastic material has a highly disintegrating time. high; This has generated the need to find environmentally friendly alternatives that optimally substitute the characteristics that conventional plastics provide for their different uses. In the research, a comparative study of alternatives to the use of plastic in the food sector was carried out in the Portoviejo canton, Manabí province. Therefore, through the development of this research, he fulfilled each of the proposed objectives; In addition, the weighted factor methodology was used, with which the comparative matrix could be elaborated. With this type of scientific methodology, it was possible to take the best solution from the alternatives presented (banana peel, cassava starch, corn starch, and sugar cane bagasse); The application of the comparative matrix made it possible to select the banana peel as the best alternative to develop a biodegradable packaging in the Manabita area. According to the established criteria, the banana peel is considered easy to access, and of low cost in its acquisition for the production of food packaging; Furthermore, the packaging made with this material is considered to be of excellent quality, as it is resistant to melting temperatures, and has less stress rupture. Studies give truth to this selection, which is presented as a substitute for common plastic in the food sector.

Keywords: Biodegradable packaging; Comparative method; Decision making.

INTRODUCCIÓN

El cuidado del ambiente es un tema que se ha venido estudiando por muchos años y que, de cierta forma ha causado repercusión e importancia a nivel mundial. Por lo cual, Ayala, Navia & Villada (2013), señalan que la preocupación por el ambiente no es un tema de hoy, ya que, existen investigaciones de larga data que lo consideraron una problemática emergente en la salud y ambiente.

Esto ha llevado a concientizar positivamente a las personas, empresas y/o fábricas, sobre la necesidad de disminuir la generación de residuos en sus actividades diarias. Los productos no biodegradables como los plásticos, telas y materiales sintéticos necesitan cientos de años para desaparecer, desprenden sustancias tóxicas que son muy contaminantes para el ambiente (Álvarez, Navarro, & Oviedo, 2019).

Por otra parte, la producción y uso de materiales plásticos y/o envasados se ha incrementado significativamente, siendo usados en distintos sectores de producción, entre ellos el de alimentos, debido a los cambios alimenticios generados en la población en la última década, lo cual ha aumentado la producción y generación de desechos plásticos afectando negativamente el ambiente. Es por tal razón que gran parte de la población a nivel mundial ha evidenciado su disposición de reemplazar los materiales con los que el envase de un producto está elaborado, siendo este por uno biodegradable para evitar continuar contaminando.

Y es que el cuidado del medio es una de las preocupaciones de la sociedad actual. Los proveedores de envases constantemente procuran que sus productos estimen un menor impacto ambiental a lo largo de todo su ciclo de vida; esto a través del empleo de materiales que sean que provengan de materiales renovables, puedan ser reciclables y biodegradables, sino también que les permitan reducir el uso de materia prima y energía en los procesos (Promperú 2016).

De acuerdo a lo señalado por Cano, Cruz, & Menacho (2020), el envasado de alimentos desempeña una función principal de prolongar la vida útil de los alimentos que son envasados, por medio de la prevención a los cambios desfavorables provocados por deterioro microbiológico, cambios imprevistos de temperatura, contaminantes químicos, oxígeno, humedad y luz, manteniendo la calidad original e inocuidad del producto empezando con la producción hasta finalizar con el consumo.

En ingeniería, generalmente las soluciones más simples son las que mejor se pueden aplicar, y las que tienden a funcionar de la manera más adecuada. Para los

investigadores, así como para los consumidores, la conservación de los alimentos representa un reto, y más para la industria alimenticia. Es indispensable proveer al consumidor una garantía máxima de fiabilidad, calidad y seguridad en los alimentos que se muestran, aunque no siempre represente una tarea fácil. Comúnmente la gran parte de los alimentos se dañan con mucha facilidad, por ello es imprescindible asegurar ciertas condiciones relativas la conservación de alimentos, el tratamiento y la manipulación para afirmar que estos se conserven en buen estado, al momento de llegar a manos del consumidor (Morató, 2012).

Por esta razón, es necesario la realización de un trabajo de investigación, que permita evaluar las diferentes alternativas de materiales para la fabricación de envases que cumplan con los requisitos de garantía de calidad, fiabilidad y seguridad en los alimentos; además, de garantizar que los mismos estén elaborados con material biodegradables que no contaminen de forma directa el ambiente.

En consecuencia, se desarrollará un estudio comparativo de alternativas al uso del plástico del sector alimenticio en el cantón Portoviejo, provincia de Manabí; el cual, permita determinar nuevas tecnologías que serán empleadas en la zona. Teniendo en cuenta que se aplicará un método de comparación que facilitará la toma de decisión, considerando una serie de criterios y ponderaciones. Para ello, se tomará información procedente de una amplia revisión bibliográfica en diferentes estudios, normas y trabajos que muestren claramente que, los empaques alimenticios deben poseer biodegradabilidad, es decir, que estén enfocados a la problemática ambiental, aportando seguridad al ambiente.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes.

En un inicio el plástico se derivó de materiales orgánicos, que originalmente no fueron llamados bioplásticos o productos biodegradables. El precursor de estos productos fue John Wesley Hyatt Jr., quien en el año 1869 creó un plástico derivado de celulosa de algodón como sustituto del marfil. Después de un tiempo se creó el celuloide, siendo este un material que en la actualidad aún se usa para la fabricación de películas fotográficas y de filmación. Otro plástico derivado de celulosa, es el celofán que fue creado en el año 1912, y que hoy en día también sigue siendo utilizado (Zeaplast, 2016).

Cabe resaltar, que la función del envase es mantener la calidad natural del producto a través del flujo comercial que concluye con el consumo por parte del cliente y depende de la manera de cómo éste se comercializa, así con la aparición de nuevas tecnologías como la refrigeración, fue posible prolongar aún más la vida útil de productos altamente perecederos como lo es la carne cruda. Actualmente la innovación en nuevos materiales y procesos de manufactura han permitido la creación de empaques plásticos, bolsas construidas con diferentes materiales (Cedeño & Zambrano, 2018).

La producción de millones de toneladas de materiales desechables y no degradables referentes al costo ambiental asociado, se produjo progresivamente evidente en la segunda mitad del siglo XX. La crisis del petróleo en los EE. UU, del año 1973 manifestó los problemas existentes de la dependencia del petróleo. Para 1976 la compañía británica Imperial Chemical Industries (ICI), creó el primer producto que se vendería en el mercado bajo el nombre de bioplásticos, y en 1983, la marca Biopol fue presentada como el primer plástico totalmente biodegradable.

Durante décadas debido a su alto costo los plásticos biodegradables continuaron siendo productos de una sección muy restringida. Como ejemplo está la marca Biopol, que logró alcanzar un costo 20 veces más que un plástico convencional, a pesar de su funcionalidad. Partiendo en la década de los años 90, que se incrementaba favorablemente la conciencia social y el interés por los productos biodegradables y hoy en día el mercado referente a los procesos biodegradables son una realidad y es posible hallar productos elaborados partiendo de estas materias primas biodegradables (Zeaplast, 2016).

La gestión de residuos sólidos urbanos durante los últimos años ha sido uno de los problemas ambientales a resolver en las principales ciudades del mundo, misma que ha adquirido gran diversidad y magnitud. La sociedad actualmente ha venido tomando

importante concientización sobre su uso, se escucha o se lee en los medios tradicionales actuales cada día a nivel mundial sobre el deterioro ambiental existente. No obstante, estos mismos medios solo dan unas soluciones populares y no técnicas del problema (Villavicencio, 2018).

En este contexto Villavicencio (2018), señala que los productos biodegradables representan una alternativa para disminuir la contaminación del ecosistema, ya que el uso de los envases plásticos que son fabricados de los derivados del petróleo como el polietileno, provocan problemas de salud al ingerir alimentos y bebidas en este tipo de envases.

Desde el punto de vista de Ayala, Navia & Villada, (2018), los plásticos han generado grandes conflictos ambientales, por su acumulación y mala reutilización. Por otra parte, su producción está directamente ligada a los combustibles fósiles debido a esto, varios países como Estados Unidos, Japón, Irlanda, etc., han prohibido la utilización de bolsas plásticas para que sus efectos adversos sean minimizados, en donde se dispondrá campos de investigación en el sector de materiales biodegradables para empaques en alimentos como los basados en biopolímeros, los cuales se espera sustituir los mencionados productos procesados de poli estireno o polipropileno, por sus ventajas ambientales .

En Ecuador se generan alrededor de 11.341 toneladas diarias de residuo, es decir, un aproximado de 4'139.512 Tm/año, de los cuales 61,4% son orgánicos, papel y también, cartón 9.4%, vidrio 2.6%, plástico 11%, chatarra 2.2%, y otros materiales que ocupan el 13.3% (Ministerio del Ambiente, 2014).

La postura que conduce a coordinar con las autoridades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) la responsabilidad de fijar un sistema acorde a la de gestión de residuos sólidos en cada ciudad, en el 2010 se crea el Programa nacional para la gestión integral de desechos sólidos (PNGIDS) con la finalidad de disminuir la contaminación ambiental, mejorar la calidad de vida de los ciudadanos e impulsar la conservación de los ecosistemas (República del Ecuador SNDP, 2015).

Por todo lo mencionado anteriormente, se procederá a realizar una investigación que permita orientar a los habitantes y empresarios del sector alimenticio sobre los materiales que sustituyen el plástico común, y que contribuyen a minimizar el impacto ambiental.

1.2. Planteamiento del problema.

A través del tiempo los empaques biodegradables han representado una alternativa para disminuir la contaminación del ecosistema, ya que, el uso de los envases plásticos que son fabricados a partir de derivados de petróleo como el polietileno, causan problemas de salud al consumir alimentos y bebidas en este tipo de envases (Fernández, 2019).

Este tipo de práctica ya ha sido adoptada en Ecuador, donde se utilizan productos sustitutos biodegradables como los sorbetes a base de bambú, platos elaborados con harina de yuca o elaborados con hojas de plátano, cubiertos elaborados con pepa de aguacate, los cuales disminuyen la contaminación del ambiente ya que su descomposición es de forma rápida y se utiliza como abono; sigue existiendo la problemática del uso de plástico común (Villavicencio, 2018).

El problema se genera por el manejo de los desechos con el creciente uso de estos materiales, al incorporarse el plástico a la vida cotidiana, esta empezó acumularse en el ambiente, debido a que la degradación de los plásticos sintéticos es muy lenta, estos se toman alrededor de 500 años en desintegrarse. En relación al Ecuador la contaminación por desechos sólidos es uno de los problemas críticos en el país, se generan aproximadamente unas 3.600 toneladas de basura, de los cuales, en Guayaquil, ciudad donde se han realizado estudios, señalan que se alcanza a generar 900 toneladas diarias de basura. Entre los principales desechos inorgánicos, la mayoría son de plásticos, tetra pack, cartón y poliestireno (Villavicencio, 2018).

A partir de esta problemática, se logran identificar nuevas tecnologías que influyen de manera significativa en la descontaminación del ambiente. Como se ha mencionado, la problemática global no se resuelve con una sola solución; en este trabajo se pretende indagar qué tipos materiales están disponible en la Provincia para la fabricación de empaques biodegradables y bajo qué tecnología puede emplearse para convertir estos materiales en envases que cumplan con las características necesarias para el manejo en alimentos; y finalmente, se propone una matriz de criterios para la valoración de criterios que se deben tener en cuenta a la hora de seleccionar un empaque biodegradable, en el que también constan las tecnologías más adecuadas.

1.3. Formulación del problema.

¿Cuáles son las mejores alternativas para la sustitución de los envases plásticos empleados en sector alimenticio del cantón Portoviejo, provincia de Manabí?

1.4. Justificación.

Actualmente el crecimiento en la producción de bienes y servicios, es indispensable, es necesario para que la economía funcione de manera correcta. Las empresas buscan aumentar las ventas, los profesionistas persiguen incrementos en sus salarios, y la mayoría de las personas buscan aumentar sus posesiones materiales. En la sociedad actual, se observa una tendencia clara: crecimiento poblacional, de consumo de bienes, de necesidades de recursos naturales, entre otros (Navia, 2011).

Hoy por hoy es donde comienzan a ser claras las consecuencias, por lo que, se observa a los casquetes polares derretirse a mayor velocidad, contingencias ambientales en las grandes urbes, islas de plástico en medio del Océano Pacífico, ríos completamente contaminados, deforestación masiva, entre muchas otras. Lo que es evidente, es que mientras nuestras tendencias de consumo, crecimiento y generación de desperdicios continúen, se seguirá causando un daño irreversible al planeta, al menos en términos de tiempo humano. Es verdad que, pasando millones de años, el planeta tenderá a regenerarse (Medina, 2017).

Hasta 2004, en el Ecuador se han registrado 1.514 establecimientos manufactureros, de los cuales el 37% están ubicados en la provincia de Pichincha (donde se concentran el 64% de industrias de la Sierra) y el 29% en Guayas (que concentra el 77% de manufacturas de la Costa). Estas dos provincias son las más industrializadas del país. La elaboración de productos alimenticios y bebidas, la fabricación de coque, productos de la refinación de petróleo y combustible nuclear y, la fabricación de productos de caucho y de plástico, representan en conjunto el 63% de la producción manufacturera nacional (Geoecuador, 2008).

Según los últimos datos del INEC, en el 2018 los ecuatorianos arrojaron 12.739,01 toneladas de basura diarias. De ellas, el 11,43% era plástico. Eso representa la cifra colosal de 531.461 toneladas anuales de ese material, lo que equivale al peso de más de 350.000 vehículos medianos. Es decir, en el Ecuador se arrojan al año 261.778 toneladas de este plástico que prácticamente es imposible de reciclar (Planv, 2020).

Por lo dicho anteriormente, en el presente trabajo de investigación se realizará un estudio comparativo para identificar las nuevas tecnologías de empaques biodegradables en el sector alimenticio en el cantón Portoviejo, provincia de Manabí; ya que, en la ciudad existe una gran demanda de personas que consumen alimentos empacados y al hacer uso de materiales plásticos, hacen que la contaminación al ambiente se incremente constantemente. Por lo que se procederá a realizar una amplia revisión documental,

elaborando una matriz comparativa en función de criterios o factores ponderados, un análisis comparativo de las opciones y materiales disponibles en la provincia, encuestas a docentes expertos, para que los mismos aporten su valoración y a su vez, otorguen una ponderación de criterios al estudio comparativo.

1.5. Objetivos de la Investigación.

1.5.1 General.

Realizar un estudio comparativo de alternativas al uso del plástico del sector alimenticio en el cantón Portoviejo, provincia de Manabí.

1.5.2 Específicos.

Describir los materiales disponibles para ser usados como sustitutos del plástico común empleados en el sector de alimentos.

Identificar los materiales biodegradables disponibles en el cantón Portoviejo, y las tecnologías empleadas en el procesamiento industrial de empaques alimenticios.

Definir los criterios para la evaluación de las alternativas disponibles en la sustitución de materiales plásticos empleados en el sector alimenticio.

Aplicar la matriz comparativa propuesta para la selección de las alternativas disponibles para la sustitución de materiales plásticos empleados en el sector alimenticio.

1.6. Delimitación de la Investigación.

1.6.1. Espacial.

La investigación del proyecto se realizó en el territorio ecuatoriano, en la provincia de Manabí, cantón Portoviejo.

1.6.2. Temporal.

La investigación fue desarrollada en el primer trimestre del año 2021, a través del empleo de diversas fuentes de información en bases de datos científicas de estudios primarios y secundarios en temas relacionados en materiales biodegradables sustitutos de plásticos, tecnologías para el procesamiento de materiales para envases alimenticios y matriz de criterio para la comparación de soluciones alternativas para el empleo de materiales biodegradables. Además, su evolución se llevó a cabo con la ayuda del cronograma establecido.

1.7. Hipótesis.

Si se cuenta con un estudio comparativo para la valoración de nuevos materiales de empaques alimenticios biodegradables para la sustitución del uso del plástico común, se facilitará el proceso en la toma de decisión, para mitigar el riesgo ambiental, y a su vez la incertidumbre en el sector empresarial de nuevos materiales de Portoviejo.

1.8. Marco Teórico.

1.8.1. Origen del plástico.

La historia del plástico es muy similar a la evolución del ser humano por su rapidez y capacidad de adaptación a las diferentes necesidades. Por esta razón, se conoce que el primer plástico tuvo sus inicios en Estados Unidos, en 1860, cuando se ofreció aproximadamente 10.000 dólares, siendo un gran premio para quien pudiera sustituir el marfil para fabricar bolas de billar. De esta manera, el ganador fue John Hyatt, quien inventó el celuloide (un hidrato de carbono obtenido de las plantas), que a su vez dio origen a la industria cinematográfica, la cual inició un siglo después. Por otra parte, en 1907, Leo Baekeland inventó la baquelita, que fue considerada como el primer plástico termoestable. Era aislante, resistente al calor moderado, a ácidos y al agua. Su fama creció rápidamente y ya para 1930 los científicos estaban creando los polímeros modernos que ahora dominan la industria. En la actualidad, el plástico que se ha desarrollado con mayor intensidad es el tereftalato de polietileno (PET), cuya aplicación principal es el envasado de productos alimentarios (Arteplástica, 2017).

En lo que concierne a la fabricación del plástico, Polimer Tecnic (2016), señala que se necesitan de al menos 4 etapas, las cuales son mencionadas a continuación:

1. Las materias primas. Se fabrican a partir de resinas vegetales y derivados del petróleo.
2. La síntesis del polímero. Se usa la polimerización mediante condensación y adición.
3. Los aditivos. Se le agregan compuestos para mejorar su resistencia y estabilidad.
4. El diseño y acabado. Se caracteriza por: tiempo, temperatura y deformación.

Para Fenichell (2019), las propiedades y características del plástico son:

Plasticidad: Es una propiedad del plástico que valora la capacidad del material para deformarse sin llegar a romperse.

Ligereza: El plástico es un material con una densidad baja, en relación con otros materiales de características mecánicas similares.

Impermeabilidad: La impermeabilidad es la capacidad del plástico relativa a la resistencia que ofrece el material a ser atravesado por un fluido sin alterar su composición. Normalmente los plásticos son impermeables.

Aislante térmico: Capacidad del plástico para reducir la transmisión de calor. En líneas generales los plásticos son excelentes aislantes térmicos.

Aislante acústico: El plástico presenta una buena resistencia a la transmisión del sonido. Es por ello que se suele usar para insonorizar estudios y salas de conciertos.

Resistencia a la corrosión: Cuando el plástico adquiere su estado sólido, a temperatura ambiente, tiene una baja reactividad química. Por tanto, no es afectado por la corrosión y otros factores químicos. Esta es la razón por la que el plástico es un material óptimo para contener ácidos o procesos químicos.

Inflamabilidad: Los plásticos se modifican mediante aditivos o cargas y se convierten en materiales ignífugos, aptos para el sector de la construcción y el transporte.

Cohesión: Es la resistencia de los átomos a separarse unos de otros. En los polímeros, las moléculas poseen un gran número de uniones químicas que aumentan su cohesión.

Conservación: El plástico posee la capacidad de contener y resistir sin alterar las sustancias. Por esta razón se usa para la conservación de diferentes productos y alimentos.

Incoloro: Los plásticos son generalmente incoloros (otros presentan color, como la baquelita, que es negra).

1.8.2. Concepto de empaque.

A continuación, se describen algunos conceptos y criterios, los cuales son de gran interés para el desarrollo de esta investigación:

Por lo cual, Bustamante (2015), define que el empaque es la caja o recipiente en el que se guardan, almacenan o transportan productos, pero que a la vez permiten establecer una relación de imagen y confianza entre la empresa, el producto y los consumidores.

Los empaques siempre han desempeñado una función práctica; es decir, conservan el contenido y protegen los bienes mientras se desplazan por el canal de distribución. Sin embargo, en la actualidad, el empaque también promueve los productos y los hace más seguros y fáciles de usar (Santander, 2018).

Según lo señalado por Thompson (2019), en la actualidad el empaque es una parte fundamental de al menos 58 productos, ya que, además de contener, proteger y/o preservar el producto permitiendo que este llegue en óptimas condiciones al consumidor final, es una poderosa herramienta de promoción y venta.

1.8.3. Empaquetado.

Empaquetado es la tecnología utilizada para guardar, proteger y preservar los productos durante su distribución, almacenaje y manipulación, a la vez que sirve como identificación y promoción del producto y de información para su uso. Más de la mitad de los empaquetados se destinan a bebidas y alimentos, pero también son esenciales en el caso de cosméticos, productos del hogar, productos eléctricos, medicinas y un sinnúmero de productos más. El empaquetado debe mantener las condiciones originales de su contenido e identificar éste y su composición con etiquetas y dibujos explicativos, por lo que incluye instrucciones de uso y advertencias sobre su peligrosidad cuando es preciso. Suele además ser parte de la planificación de un sistema global de distribución; así, el tamaño debe tener un diseño específico para optimizar el espacio en los contenedores. En el caso de los alimentos, normalmente se extrae el aire de los recipientes para evitar que se deterioren y los vuelva no aptos para el consumo (Demuner & Verdalet, 2016).

1.8.4. Funciones del empaque.

Según lo mencionado por Lamb, Hair & McDaniel (2015), las tres funciones más importantes del *empaque* son:

1. Contenido y protección de los productos: Como contener productos líquidos, granulados o divisibles de alguna manera. Además, permite a fabricantes, mayoristas y detallistas vender productos en cantidades específicas, como litros y sus fracciones. En cuanto a la protección física, los empaques protegen a los artículos de roturas, evaporación, derrames, deterioro, luz, calor, frío, contaminación y muchas otras condiciones.
2. Promoción de productos: Un empaque diferencia un producto de los de los competidores y puede asociar un artículo nuevo con una familia de productos del

mismo fabricante. Los empaques utilizan diseños, colores, formas y materiales con la intención de influir en la percepción de los consumidores y su comportamiento en la compra.

3. Facilidad de almacenamiento, uso y disposición: Los mayoristas y detallistas prefieren presentaciones fáciles de embarcar, almacenar y colocar en los anaqueles. También gustan de empaques que protegen los productos, evitan el deterioro o la rotura y alargan la vida de los productos en los anaqueles. Por su parte, los consumidores constantemente buscan artículos fáciles de manejar, abrir y cerrar, aunque algunos clientes desean presentaciones a prueba de alteraciones y de niños. Los consumidores también quieren empaques reutilizables y desechables.

Adicionalmente, Lamb, Hair & McDaniel (2015), añaden a éstas tres la siguiente función:

4. Facilidad de reciclaje y reductor del daño al ambiente: Uno de los temas más importantes en los empaques de hoy es la compatibilidad con el ambiente. Algunas compañías utilizan sus empaques para centrarse en segmentos del mercado preocupados por el ambiente.

1.8.5. Importancia del empaque en los alimentos.

Se entiende como empaquetado a todo aquel proceso para proteger y resguardar un producto durante los procesos de distribución, almacenaje y manipulación. El empaquetado de alimentos tiene como función mantener en condiciones óptimas su contenido. En el empaquetado de alimentos es importante extraer el aire, ya que puede provocar un deterioro en los alimentos, asimismo, es esencial imprimir la fecha de caducidad en el envase. Otra de las características del empaquetado es que este debe evitar que el producto se pueda derramar, además de que debe de contener una tabla donde especifique su contenido, concerniente a ingredientes y composición (Quiminet, 2011).

Por otra parte, Álvarez (2019), señala que, el ritmo de vida suele ser mucha más agitada y con mucha más carga de estrés, estos cambios han afectado la forma de regir la nutrición y alimentación. Hoy en día, se está acostumbrado a comprar productos alimenticios en latas y bolsas con el fin de economizar, tanto el precio como el tiempo que implica prepararlo y cocinarlo, estas acciones muchas veces no nos llevan a pensar sobre la higiene y la seguridad que implica el empaquetado y envasado de un alimento.

Para la realización de un envasado y empaçado de alimentos con la mejor calidad e higiene posible, se debe hacer uso de máquinas enfocadas a este sector y sobre todo especializadas en el manejo alimenticio. Por esta razón Quiminet (2011), hace mención, que en el empaçado como el envasado de un alimento se deben tomar en cuenta factores primordiales, tales como:

- ✓ El empaque o envase debe mantener fresco el alimento.
- ✓ Debe evitar que el alimento entre en estado de putrefacción o descomposición.
- ✓ Debe evitar que agentes externos (calor, humedad, tierra, entre otros) afectan el producto.

En respuesta a los nuevos hábitos de consumo, la industria agroalimentaria ha implementado paulatinamente tecnologías de producción y conservación que garantizan la calidad higiénica de los alimentos y prolongan su vida útil, minimizando las alteraciones en los mismos (Quiminet, 2011).

1.8.6. Clasificación de materiales utilizados en alimentos y bebidas.

En la actualidad, el aumento rutinario de consumo de plásticos en el mundo, ha traído consecuencias catastróficas al ambiente, lo que conlleva un peligro para el planeta (seres vivos). El número de vertederos aumenta significativamente y los desechos no se desintegran repentinamente; la cantidad de estos desechos son envases y empaques alimenticios.

De esta manera, se determina que, para una correcta selección de los mismos, es fundamental conocer los diferentes tipos de materiales para envases de alimentos y bebidas. Por lo que Kaczmarek (2018), menciona que, en relación con las materias primas utilizadas para su producción, pueden clasificarse en:

- **Vidrio:**

Puede reciclarse múltiples veces sin perjuicio de sus propiedades mecánicas. Sin embargo, el procesado de vidrio necesita altas temperaturas, lo que supone un alto coste energético. Principalmente se utiliza para la producción de botellas y tarros, que pueden ser pasteurizados a altas temperaturas.

- **Metal (acero y aluminio):**

Es alta barrera a los gases y al vapor de agua. Es un material relativamente caro. Puede reciclarse, pero con un elevado coste energético. Se usan hojas delgadas de

aluminio para envasar caramelos, quesitos, café, té, etc. También son metálicos los tapones de las botellas y las tapas de los tarros.

- **Papel y cartón:**

Son materiales baratos a base de celulosa, procedente de la madera. Los residuos de papel se pueden incinerar, con recuperación de energía. Son reciclados o biodegradados durante compostaje en el ambiente.

Se trata de materiales ligeros, fácilmente imprimibles, permeables a los gases y al vapor de agua. Son de papel también las etiquetas usadas en los envases de vidrio, metálicos y de plástico.

- **Plásticos sintéticos:**

Se producen principalmente a partir de polímeros sintéticos como el polietileno (PE), el polipropileno (PP), el polietileno tereftalato (PET), el poliestireno (PS) y el cloruro de polivinilo (PVC).

Se caracterizan por su bajo coste de producción y buenas propiedades mecánicas y de barrera (dependiendo del tipo de plástico). Hoy en día, sustituyen en algunos casos a otros materiales como el vidrio, metal o papel/cartón.

Son fácilmente procesables en máquina y se pueden modificar sus propiedades dependiendo de las propiedades requeridas: rigidez, elasticidad, color, degradabilidad, etc.

Pueden ser reciclados o incinerados.

- **Plásticos biodegradables:**

Son biopolímeros a base de hidroxibutirato o hidroxivalerato, que se producen en la naturaleza durante la biosíntesis.

Biodegradable significa que descomponen bajo la acción enzimática de los microorganismos: bacterias y hongos.

No son reciclables.

Existen otros tipos de plásticos biodegradables que son las mezclas de polímeros sintéticos con almidón (de patata, arroz, maíz) o celulosa. En estos casos, solamente los componentes naturales se descomponen en oxígeno y agua (en condiciones aerobias) o agua y metano (en condiciones anaerobias), mientras que el componente sintético sólo se rompe en pequeñas porciones y se disipa en el suelo.

Actualmente son relativamente caros.

- **Materiales compuestos (laminados):**

Son films compuestos por varias capas delgadas de varios materiales. Por ejemplo: metal, plástico y papel. Tienen buenas propiedades barrera.

Los envases laminados son herméticos, permitiendo el cierre por termosellado.

Los materiales que forman sus diferentes capas no pueden separarse fácilmente, lo que dificulta su reciclado.

- **Envases activos e inteligentes:**

Son envases que contienen sustancias que interactúan con el producto, prolongando su vida útil o que informan sobre cambios en la atmósfera interior del envase.

Estas sustancias son principalmente absorbedores de oxígeno y de etileno, compuestos que emiten o impiden la emisión de dióxido de carbono, que regulan la cantidad de agua o también sustancias antioxidantes y antibacterianas.

- **Nanocomposites:**

Envases de nueva generación con propiedades específicas. Contienen pequeñas cantidades de minerales de relleno, como fibras de carbono o de vidrio, o silicatos. Dichas partículas de un tamaño muy pequeño mejoran las propiedades mecánicas y barrera de los envases.

Se pueden aplicar a la fabricación de botellas o films con muy baja permeabilidad al oxígeno o al vapor de agua. Aún tienen un coste relativamente elevado. Pueden ser reciclados.

1.8.7. Posibilidades de gestión en la utilización de envases y embalajes.

De la misma forma Kaczmarek (2018), menciona que, en función de sus posibilidades de gestión, los envases y embalajes utilizados pueden dividirse en:

- **Envases reutilizables:**

Un ejemplo de ellos son las botellas de vidrio, que pueden rellenarse. Los costes de reutilización están relacionados con los de recogida y lavado.

- **Envases destinados al reciclado material o químico:**

Envases de vidrio, metal, papel, plástico (por ejemplo, botellas de PET). Las instalaciones son caras.

El reciclado de plástico puede ser económico dependiendo de los costes de recolección y selección.

- **Envases destinados a la incineración:**

Se realiza con ellos el reciclado energético, con recuperación de energía (papel, cartón y plásticos).

Especialmente útil para materiales compuestos, por la dificultad de separar sus componentes.

Los gases emitidos deben filtrarse. La escoria y cenizas se depositan en vertederos.

- **Envases degradables de un solo uso:**

Papeles degradables y plásticos biodegradables que se utilizan tanto para envases como para utensilios de comida rápida.

Se descomponen en el ambiente.

- **Envases comestibles:**

De almidón, gelatina, pectinas, salvado de trigo.

Son envases compuestos por materiales biodegradables. Se pueden utilizar asimismo para alimentar animales.

- **Envases en vertederos:**

Envases depositados en vertederos sin ningún tratamiento. Es la solución más barata pero la menos ecológica.

1.8.8. Tipos de empaques utilizados en la Industria de alimentos.

Para Ayala, Navia & Villada (2014), los principales materiales utilizados son:

- **Plástico:** Los plásticos convencionales corresponden a polímeros elaborados con materias primas a partir de fuentes de origen fósil. Lo más frecuentes son el polietileno (PE), polietileno de alta (HDPE) y baja densidad (LDPE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), cloruro de polivinilo (PVC) y polietilentereftalato (PET).
- **Papel y cartón:** los más comunes son el papel Kraft, papel sulfito, papel resistente a la grasa y papel cristal.
- **Materiales biodegradables:** Se encuentran el ácido poliláctico (PLA

1.8.9. Contaminación por empaque de alimentos.

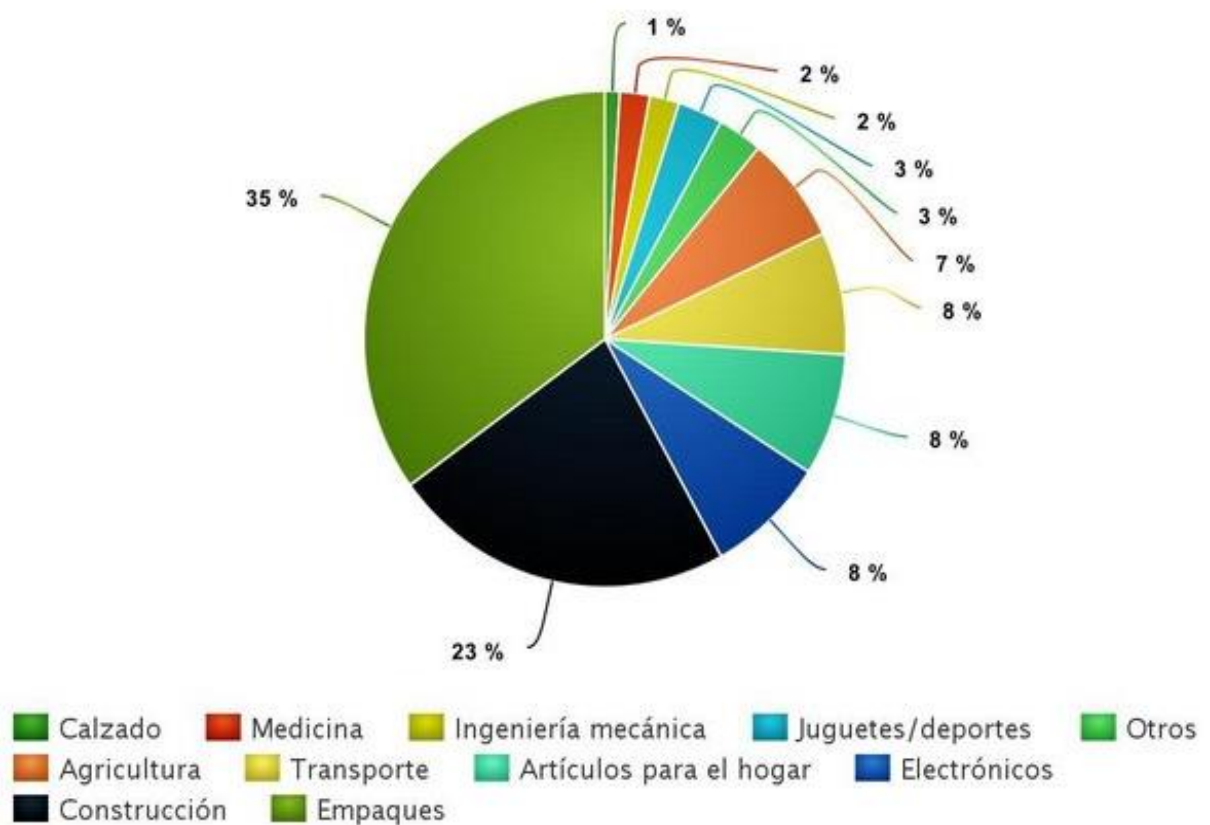
Los empaques son necesarios en la industria alimentaria. Sin embargo, hay mucho en qué trabajar ya que la mayoría de los materiales de los empaques utilizados industrialmente hoy en día no son biodegradables, lo que causa un impacto extremadamente negativo en el ambiente. Cosas como la gran isla de basura o

la disrupción endocrina son consecuencias de los plásticos no biodegradables utilizados y los empaques de alimentos tienen un rol importante en esta cuestión (Valentina, 2016).

A continuación, se presentan unas figuras sobre estudios realizados y de lo que Valentina (2016), hace referencia:

Figura 1.

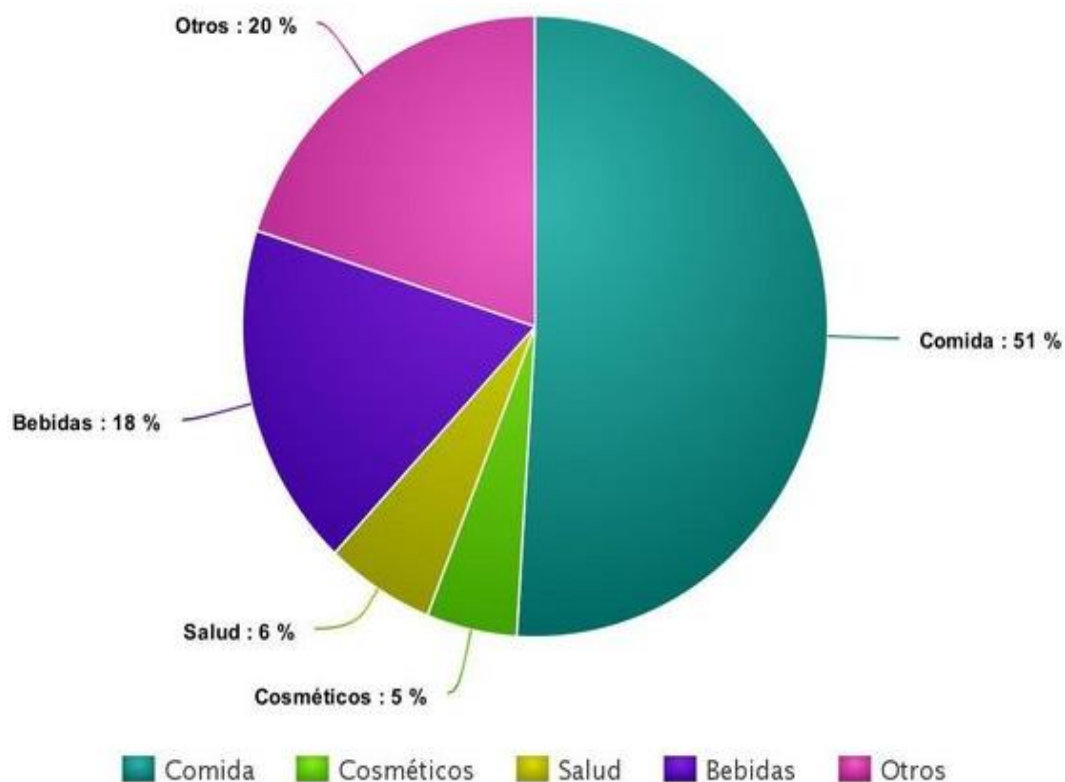
Plásticos utilizados en diferentes campos.



Nota. La figura muestra la utilización de los plásticos en diferentes campos. Fuente: Valentina (2016)

Figura 2.

Utilización de empaques según mercado objetivo.



Nota. La figura muestra la utilización de los plásticos en empaques, según el mercado objetivo. Fuente: Valenttina (2016)

Según lo que se puede observar en la figura 1 del diagrama de pastel, hace referencia que el 35% de todos los plásticos producidos en el mundo es utilizado como envases o empaques; y la mitad de este porcentaje es usado como empaque alimenticio. Además, en la figura 2 nos especifica que los empaques para comida son del 51% de todo el plástico producido, por lo que, se hace hincapié en la gran responsabilidad para desarrollar materiales que mantengan en buenas condiciones, y a su vez, proteja el ambiente.

Por otra parte, Labeaga (2018), señala que una de las preocupaciones respecto a los plásticos no biodegradables es que no son biocompatibles, lo que significa que si ingresan a nuestro organismo se convierten en toxinas perjudiciales para la salud. Cuando la comida es empacada es posible que haya migración de sustancias del empaque a la comida, dependiendo del material del empaque. Teniendo en cuenta que los empaques tienen plastificantes y otros aditivos necesarios para darles adecuadas propiedades

mecánicas y de conservación, éstos y el material del empaque en sí representan una fuente directa de contaminación para la comida.

Por lo que, esta se convierte en otra de las razones de vital importancia para investigar y desarrollar nuevos materiales biodegradables, que permitan la comercialización y transportación de alimentos, sin perjudicar la salud del consumidor, y en especial del ambiente.

1.8.10. ¿Qué es un material biodegradable?

Para Canales sectoriales (2020), un material, objeto o producto es biodegradable cuando puede descomponerse en los elementos químicos que lo conforman, debido a la acción de agentes biológicos y condiciones ambientales de distinto tipo. Es decir, cuando hablamos de biodegradabilidad nos referimos a la capacidad de descomposición de forma natural y ecológica en un plazo relativamente corto. De este modo, no contamina el ambiente o, incluso, se transforma en abono para la tierra.

Cabe recalcar, que todos los organismos pueden desintegrarse espontáneamente. Unos necesitan unas pocas semanas para biodegradarse y otros pueden tardar siglos. Y aquí está el problema para el planeta, cuando el tiempo que necesita un material para degradarse es demasiado largo, quedándose, mientras, en la naturaleza (Molina, 2018).

1.8.11. Empaques biodegradables.

Para la industria del empaque nacional, la producción de empaques biodegradables constituye todo un reto. Considerando la opinión de Molina (2018), la industria del empaque (plástico y cartón), permitió la exportación de un total de \$355 millones a 53 países del mundo en 2017 y para Julio 2018 ya registraba ventas por \$290 millones, según datos oficiales. El 86% de estos productos, elaborados por 232 empresas exportadores, se ha comercializado en Centroamérica y el resto, en Estados Unidos, República Dominicana, Jamaica y otros.

Tabla 1.

Marcas Comerciales de productos alimenticios que hacen uso de distintos tipos de empaques.

MARCA	ALIMENTO	TIPO DE EMPAQUE		
		BOLSA PLÁSTICA	CARTÓN	PAPEL
BIMBO	PAN			
SELECTOS	CAFÉ			
AVIVA	CAFÉ			
AZÚCAR DEL CAÑAL	AZÚCAR			
DULCE MORENA	AZÚCAR			
EL GRANJERO	HUEVOS			
AQUA PURA	AGUA			
MONARCA	PAN			
RICOLINO	DULCES			
KELLOG'S	CEREALES			
SAN FRANCISCO	ARROZ			
MC CORMICK	INFUSIÓN DE TÉ			
MASECA	HARINA			
QUAKER	AVENA			
NESTLE	CEREAL			
DEL COMAL	HARINA			

Nota. Datos tomados de Contreras, Ariza, Bonilla, & Cruz (2017).

Según un estudio realizado por Contreras, Ariza, Bonilla, y Cruz (2017), se puede observar que el consumidor nacional no presenta una significativa valoración del esfuerzo empresarial en colocar sus productos en empaques biodegradables, la mayoría por falta de conciencia ambiental generada por falta de interés. En cuanto al tema ambiental y la falta de un marco legal que oriente a uso de materiales biodegradables.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, las empresas que si utilizan empaques biodegradables deberían perfeccionar y aumentar la comunicación al público objetivo, con el fin de incrementar la imagen corporativa, es decir, de la marca, y situarla como amigable con el ambiente. En Ecuador existe la presencia de muchas marcas nacionales como extranjeras, cuyos productos al ser exportados e importados están siendo protegidos con bioempaque.

Gran parte de la población a nivel mundial ha demostrado su disposición a cambiar su opción de compra por el material con el cual está elaborado el envase de un producto. Y es que el cuidado del ambiente es una de las preocupaciones más grandes de la sociedad actual. De este modo, los fabricantes de envases buscan constantemente que sus productos tengan un menor impacto ambiental durante todo su ciclo de vida; esto a

través de no solo el uso de materiales que sean renovables, reciclables y biodegradables, sino también que les permitan reducir el uso de materia prima y energía en los procesos (Servicios al exportador, 2016).

Envasado de alimentos.

El envasado de alimentos desempeña una función principal de prolongar la vida útil de los materiales alimenticios envasados a través de la prevención a los cambios desfavorables causados por contaminantes químicos, deterioro microbiológico, a los cambios imprevistos de temperatura, oxígeno, humedad y luz, conservando la calidad original e inocuidad del producto desde la producción hasta el consumo (Jaiswal, Shankar & Rhim., 2019).

1.8.12. Envase degradable.

Es importante conocer que un envase degradable es aquél que está constituido por un material que le permite mantener completamente su integridad durante su manufactura, vida de estantería y uso por parte del consumidor y que, tras desecharse luego de su uso, comienza a cambiar por influencia de agentes del ambiente, que lo transforman en sustancias simples o en componentes menores que eventualmente se diluyen en el ambiente. Si esos agentes son entes biológicos, fundamentalmente microorganismos (bacterias, mohos y levaduras), el material se denomina biodegradable (Briassoulis & Kyrikou, 2017).

A continuación, se desglosan algunos términos que describen de la siguiente manera:

- **Degradación.**

Según Ariosti (2018), la degradación de los plásticos en general, es un proceso irreversible que produce cambios significativos en su apariencia, en sus propiedades mecánicas y físicas, y en su estructura química, que pueden medirse por medio de ensayos normalizados. La degradación está afectada por las condiciones ambientales y tiene lugar en el tiempo, comprendiendo una o más etapas.

Por otra parte, Khemani & Scholz (2016), señalan que la degradación de los polímeros es el fenómeno que involucra la ruptura química de las macromoléculas que lo constituyen.

Según el Comité Europeo de Normalización (2018), las formas más usuales de degradación de los materiales plásticos son las siguientes:

- **Degradación física:** fragmentación mecánica, desintegración.
- **Degradación química:** oxodegradación, fotodegradación, hidrólisis.
- **Degradación enzimática abiótica:** no llevada a cabo por estructuras celulares, sino por enzimas sintetizadas por las mismas, y aisladas de ellas, generalmente en condiciones de laboratorio.
- **Degradación biológica o biodegradación:** llevada a cabo por medio de enzimas, pero mediada por estructuras celulares (microorganismos: bacterias, mohos, levaduras, algas), por medio de enzimas.

- **Biodegradación.**

En lo que concierne a la biodegradación Briassoulis & Kyrikou (2017), señalan que es el consumo de sustancias de un sustrato por parte de microorganismos siguiendo vías metabólicas catalizadas por enzimas segregadas por éstos. Por ejemplo, en el caso de biodegradación aeróbica, los productos de degradación son biomasa, dióxido de carbono, agua y minerales. Existen también procesos de biodegradación anaeróbica, siendo los productos usualmente biomasa, metano, agua y minerales. El grado de biodegradación depende de condiciones ambientales tales como temperatura, humedad, presión parcial de oxígeno (degradación aeróbica o anaeróbica); de la composición de la flora microbiana; y del tipo de sustrato en cuestión y su pH.

- **Biodesintegración.**

Además de la biodegradación, es importante mencionar la biodesintegración. Esta ocurre en materiales compuestos que están constituidos por un componente biodegradable y un componente no biodegradable (por ejemplo: blends o mezclas de almidón y polietileno, respectivamente). Los microorganismos metabolizan la fracción amilácea, mientras que la fracción polimérica prácticamente queda sin atacar (Briassoulis & Kyrikou, 2017).

Por otra parte, la Norma norteamericana ASTM D 6400-2004 (2011), “Especificación estandarizada para plásticos compostables” define los siguientes términos:

- **Plástico degradable:** plástico diseñado para sufrir cambios significativos en su estructura química bajo condiciones ambientales específicas, resultando en pérdida de algunas de sus propiedades que pueden ser medidas por métodos normalizados

de evaluación, adecuados a plásticos y a la aplicación en un período de tiempo que determine su clasificación.

→ Plástico biodegradable: plástico degradable el cual sufre degradación por acción de microorganismos naturales como bacterias, hongos y algas.

De la misma manera, la Norma europea EN 13432: 2000 (2014), “Envases y embalajes. Requisitos de los envases y embalajes valorizables mediante compostaje y biodegradación. Programa de ensayo y criterios de evaluación para la aceptación final del envase o embalaje” define:

→ Biodegradabilidad final: descomposición de un compuesto químico orgánico por microorganismos en presencia de oxígeno para dar dióxido de carbono, agua, sales minerales de cualquier otro elemento presente (mineralización) y nueva biomasa, o bien en ausencia de oxígeno, para dar dióxido de carbono, metano, sales minerales y nueva biomasa.

→ Plástico compostable: plástico que sufre degradación por procesos biológicos durante su compostado produciendo dióxido de carbono, agua, compuestos inorgánicos, y biomasa a una velocidad consistente con otros materiales compostables, sin dejar residuos visibles, distinguibles ni tóxicos.

1.8.13. Envases inteligentes.

A diferencia de los envases de alimentos convencionales, los envases inteligentes tienen como función controlar y proporcionar información sobre la calidad del alimento envasado o de su entorno (Rhim et al., 2014).

1.8.14. Tecnologías de empaques biodegradables en la industria de alimentos con mayor potencial de desarrollo.

La mayoría de empresas a nivel mundial están adoptando un enfoque ambiental con una ideología de economía circular donde básicamente buscan cerrar el ciclo de vida del producto buscando minimizar la extracción de materiales reutilizando y reintegrando sus productos usados para elaborar nuevos. Sin embargo, en la industria del plástico específicamente para alimentos se dificulta debido a que básicamente dependen de los consumidores y de su buena gestión ecológica para obtener devuelta estos materiales para ser reprocesados, aun así, en muchos países se han incrementado las campañas de concientización de las afectaciones ambientales causadas por la falta de cultura del reciclaje (Superintendencia de servicios públicos domiciliarios, 2017).

En la actualidad se ha desarrollado avances importantes para la elaboración de materiales biodegradables, para la fabricación de empaques que pueden reemplazar exitosamente a los empaques plásticos basados en material fósil, así se han producido empaques con materiales basados en celulosa natural, para huevos, bolsas de basura, bandejas de alimentos, entre otros (Pizá, Hamlet Rolando, Ramirez, Claudia Villanueva, y Zapata, 2017).

La industria alimenticia, es la principal promotora de la producción de materiales biodegradables. Por esta razón, a lo largo de la investigación se describirán mediante un estudio comparativo, criterios que se tomarán en cuenta para selección de la materia prima, con la que se fabricará el empaque biodegradable que sustituirá el plástico común en el sector alimenticio.

1.8.15. Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 100 de “Materiales y artículos plásticos destinados a estar en contacto con los alimentos”

El RTE INEN 100 (2014) de conformidad a lo establecido por la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y su Reglamento General, establece los lineamientos que permitirán verificar que los bienes importados sujetos a control, cumplen con los debidos requisitos. La finalidad del reglamento, es delimitar los valores de migración global que deben cumplir los materiales y artículos plásticos destinados a estar en contacto con alimentos; para proteger la salud de las personas y prevenir prácticas que puedan inducir a error a los usuarios. El Reglamento comprende únicamente a ciertas partidas relacionadas con materiales y artículos plásticos destinados a estar en contacto con los alimentos que se fabriquen, importen y se comercialicen en el territorio ecuatoriano.

1.8.16. Norma ISO 14001:2015 Sistema de Gestión Ambiental.

La Norma Internacional ISO 14001 establece los requisitos para un sistema de gestión ambiental que una organización puede usar para mejorar su desempeño ambiental. Dicha norma, está prevista para uso de una organización que busca gestionar sus responsabilidades ambientales de una forma coherente, para contribuir al pilar ambiental de la sostenibilidad.

Cabe destacar, que esta Norma Internacional ayuda a la organización lograr los resultados previstos de su sistema de gestión ambiental, aportando valor al medio, a la propia organización y a sus partes interesadas. En relación con la política ambiental de la organización, los resultados previstos de un sistema de gestión ambiental incluyen: la

mejora del desempeño ambiental; el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos; y, el logro de los objetivos ambientales.

En efecto, la norma ISO 14001 es válida para cualquier modelo de organización, independientemente de su tamaño, tipo y naturaleza, y se aplica a los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios. Por otro lado, las declaraciones de conformidad con esta Norma Internacional no son aceptables, a menos que todos los requisitos estén incorporados en el sistema de gestión ambiental de una organización, y que se cumplan sin supresiones.

1.8.17. Norma ISO 45001 Seguridad y Salud en el Trabajo.

La ISO 45001 es una norma internacional para sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo, encaminada a proteger a los trabajadores y visitantes, de posibles accidentes y enfermedades laborales. Además, su certificación fue desarrollada para mitigar cualquier agente que pueda causar daños irremediables.

La aplicación de esta norma, tiene la intención de mejorar el sistema de gestión en la organización, es decir, proporcionar un lugar de trabajo seguro y saludable. Según el Organismo de certificación global (2021), por primera vez, y a nivel internacional, cualquier organización de todo tamaño podrá acceder a un marco de trabajo único que ofrece un camino claro al desarrollo de un sistema de seguridad y salud en el trabajo robusto.

Es importante señalar que esta Norma ha proporcionado una guía sencilla de utilizar, para el desarrollo gradual del control de los riesgos y peligros que se dan en lugar de trabajo, para asegurar la salud y seguridad del trabajador. De esta manera, la organización demuestra su compromiso con cada uno de los empleados, fomentando la participación activa.

CAPÍTULO II. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Método de Investigación.

El presente trabajo de titulación fue realizado principalmente mediante los enfoques o métodos de investigación: descriptivo, explicativo, analítico, comparativo, y de multicriterio; por lo que se emplearon el análisis de datos obtenidos, la caracterización de los materiales sustituto de los plásticos y discusión de resultados obtenidos con la investigación.

Por otra parte, se conocerá las causas y consecuencias que se producen al utilizar plásticos comunes en alimentos en la ciudad de Portoviejo, a fin de describir el uso de nuevas tecnologías de empaques biodegradables en el cantón.

Es importante resaltar que esta investigación se cimienta en la indagación de documentos (libros de textos, documentos, tesis y revistas), que sostienen con exactitud teórica científica nuestro tema de titulación basado en un estudio comparativo de alternativas en el uso del plástico del sector alimenticio.

2.1.1. Método Descriptivo.

El método descriptivo busca un conocimiento inicial de la realidad que se produce de la observación directa del investigador y del conocimiento que se obtiene mediante la lectura o estudio de las informaciones aportadas por otros autores. Se refiere a un método cuyo objetivo es exponer con el mayor rigor metodológico, información significativa sobre la realidad en estudio con los criterios establecidos por la academia (Abreu, 2014).

En este método se realiza una exposición narrativa, numérica y/o gráfica, bien detallada y exhaustiva de la realidad presentada, con el fin de analizar, identificar y estudiar las alternativas que se presentan al momento de usar nuevas tecnologías en el uso del plástico del sector alimenticio; todo esto, para conocer el criterio y ponderación que se les da a los materiales biodegradables que serán mostrados.

Cabe destacar, que es importante contar con tal criterio u opinión de nuestros expertos como base para la finalización del trabajo.

2.1.2. Método Explicativo.

Tal enfoque, permitirá la comprensión para el desarrollo de la investigación, ya que, se describirán los fundamentos que sustentan el trabajo, a fin de manifestar las causas del por qué y en qué condiciones se realiza, de una manera más entendible,

proporcionando las especificaciones en conceptos; todo esto remite el sentido de entendimiento al que hacemos referencia.

En esta investigación se realizó un estudio comparativo de alternativas en el uso del plástico del sector alimenticio, en donde nos centramos en explicar claramente los temas relacionados al mismo.

2.1.3. Método Analítico.

Para Lopera, Ortiz, Ramírez, & Zuluaga (2010). este método es un camino para llegar a un resultado mediante la descomposición de un fenómeno en sus elementos constitutivos. El método es entonces un camino, una manera de proceder, que puede constituirse en un modo de ser al incorporarse como un estilo de vida, lo que expresa su dimensión ética. Consiste básicamente en la desmembración de un todo descomponiéndose en sus partes o elementos para observar las causas, naturaleza y los efectos.

2.1.4. Método comparativo.

Para Dieter (2020), el método comparativo es un procedimiento de comparación sistemática de objetos de estudio que, por lo general, es aplicado para llegar a generalizaciones empíricas y a la comprobación de hipótesis.

Lo que se entiende por método comparativo en escritos metodológicos y en la práctica de la investigación es extraordinariamente variado, como consecuencia de que el concepto muchas veces se emplea como sinónimo de comparación, de análisis comparativo o de investigación comparativa (comparative research). Por consiguiente, puede comprender todos los métodos que sirvan a la comparación, o bien lo que metodológicamente se aplique en el análisis de sistemas políticos comparados (comparative politics). Por lo tanto, se distingue entre diferentes métodos comparativos y se concibe en ocasiones, incluso, el estudio de caso como un método de investigación comparada.

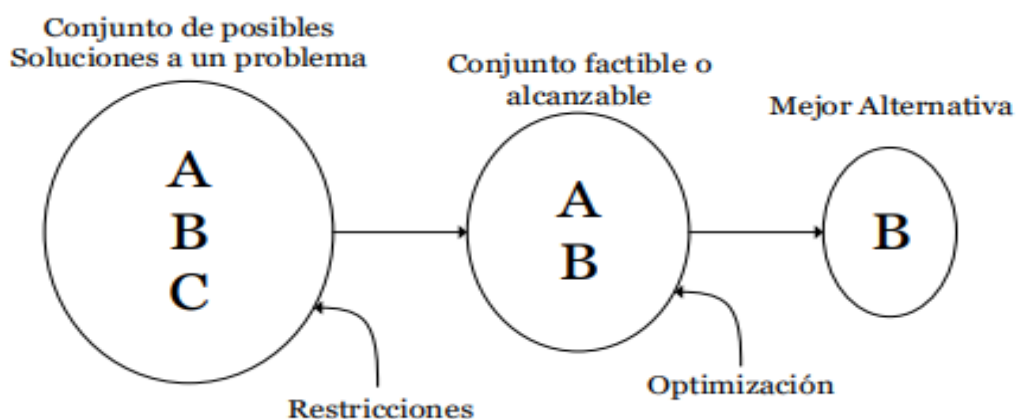
Cabe destacar, que el método comparativo o el análisis comparativo en un procedimiento que se ubica entre los métodos científicos más utilizados por los investigadores. Junto con el método experimental y el estadístico, el método comparativo es un recurso ampliamente utilizado en las ciencias sociales. Incluso algunos han llegado a considerar la comparación como un procedimiento inherente a la investigación científica (Grosser, 2016).

2.1.5. Métodos de Decisión Multicriterio.

Para determinar la mejor alternativa se define una función de criterio que refleja adecuadamente las preferencias o deseos de cada uno de los decisores. Por lo cual, Grajales, Serrano, & Hahn (2013), definen que se requiere de un proceso dividido en dos fases, en la primera a partir de una información técnica se concreta lo que es posible, mientras que en la segunda los juicios preferenciales de un grupo de decisores definen lo mejor. Esta función de criterio también conocida como función de utilidad o función de valor, asocia un número real a cada solución factible, que posteriormente se optimiza mediante técnicas matemáticas.

Figura 3.

Paradigma tradicional de optimización.



Nota. La figura muestra el paradigma tradicional de optimización para conseguir la mejor alternativa. Fuente: Romero (2014)

Los decisores reales toman sus decisiones con fundamento en varios objetivos y no en un único criterio. Lo que significa, que a través de un conjunto de posibles soluciones o alternativas, se minimizará con base a los criterios preestablecidos y al peso de la ponderación de los expertos, que quedaría como resultado una sola y mejor alternativa del material a utilizar para la elaboración del bioempaque.

En esta investigación se utiliza un estudio comparativo para resolver el problema (sustitución del plástico común). De manera que, se realiza una breve revisión bibliográfica del método de decisión TOPSIS.

Para Ceballos (2013) el método de decisión multicriterio TOPSIS se basa en que la alternativa escogida debe ser aquella con la distancia más corta a la solución ideal positiva y la distancia más lejana a la solución ideal negativa. Es un método que compara

un conjunto de alternativas mediante la identificación de los pesos para cada criterio, la normalización de las valoraciones de cada alternativa para cada criterio y el cálculo de la distancia entre cada alternativa y la alternativa ideal, que es la mejor puntuación en cada criterio.

2.2. Toma de decisión.

En la vida del ser humano se está expuesto de continuo a tomas de decisiones. Por esta razón, Orejuela & Osorio (2018) mencionan que la toma de decisión siempre se basa en el objetivo que se pretende alcanzar, analizando cada una de las alternativas. El proceso de análisis de las alternativas se realiza a partir de la información que se dispone, ya sea proveniente de fuentes objetivas o por personas o expertos que proporcionan sus valoraciones u opiniones.

Por otra parte, Chernoff (2016) señala que los métodos de toma de decisión, proporcionan enfoques para seleccionar la alternativa que mejor se adecúe al objetivo que se pretende lograr. Para ello, hay que tener en cuenta una serie de elementos básicos:

1. Uno o varios objetivos a alcanzar.
2. Un conjunto de alternativas o decisiones posibles para alcanzar dichos objetivos.
3. Un conjunto de criterios o estados de la naturaleza que definen el contexto en el que se plantea el problema de decisión. Un conjunto de valores de utilidad o consecuencias asociados a los pares formados por cada alternativa y cada criterio.

Cabe destacar, que las características de los elementos del problema de toma de decisión, se pueden clasificar en diferentes categorías, atendiendo a distintos puntos de vista. A continuación, se revisa la clasificación de los problemas de toma de decisión según la teoría de decisión (Chernoff, 2016).

2.3. Clasificación de los problemas de toma de decisiones.

En la actualidad es muy común que existan distintas situaciones o problemas en la toma de decisiones. Por ende, Duncan & Raiffa (2017) describen la teoría de decisión, constituyéndola en una serie de criterios que admiten una clasificación de los problemas de toma de decisión considerando diferentes puntos de vista:

2.3.1. Según el número de criterios.

Para Espinilla (2015) el número de criterios o atributos que se han de valorar en la toma de decisión para obtener la solución, se logra determinar mediante la clasificación de dos tipos:

- **Problemas con un solo criterio o atributo.** En este punto, los problemas de decisión en los que, para evaluar las alternativas, se tiene en cuenta un único criterio o atributo que representa la valoración dada a esa alternativa. La solución se obtiene como la alternativa que mejor resuelve el problema teniendo en cuenta este único criterio. Además, en los problemas de decisión de un único criterio, cada alternativa es caracterizada por un único valor. Sea $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ el conjunto de alternativas del problema (Fodor & Roubens, 2000).

Tabla 2.

Esquema general de un problema de toma de decisión con un único criterio.

Alternativas	Valoración
X_1	Y_1
...	...
X_n	Y_n

Nota. Datos tomados de Fodor & Roubens (2000)

- **Problemas multicriterio o multiatributo.** Problemas de decisión en los que, para evaluar las alternativas, se tiene en cuenta dos o más criterios o atributos que definen cada alternativa. La alternativa solución será aquella que mejor resuelva el problema considerando todos estos criterios o atributos (Chuu, 2005).

En los problemas de toma de decisión multicriterio, cada alternativa es caracterizada por un único valor. Sea $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ y $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ el conjunto de alternativas y el conjunto de criterios respectivamente, que caracterizan una situación de decisión determinada (Chuu, 2005).

Tabla 3.

Esquema general de un problema de toma de decisión multicriterio.

Alternativas	Criterios			
	C_1	C_2	...	C_h
(X_i)				
X_1	Y_{11}	Y_{12}	...	Y_{1h}
X_2	Y_{21}	Y_{22}	...	Y_{2h}
...
X_n	Y_{n1}	Y_{n2}	...	Y_{nh}

Nota. Datos tomados de Chuu (2005)

Cada entrada, Y_{ij} indica la preferencia de la alternativa, X_i respecto del criterio C_j . Los problemas de toma de decisión multicriterio son más complejos de resolver que los problemas en los que hay un solo criterio, ya que hay que resumir la información de una alternativa en un único valor. Así, será necesario establecer algún mecanismo que permita construir una valoración global para cada alternativa (Triantaphyllou, 2016).

En este contexto, el proceso de selección de las alternativas que se presentan para sustitución del plástico común, con respecto a la elaboración y/o fabricación de un material biodegradable puede ser visto como un problema de toma de decisión multicriterio, ya que intervienen múltiples criterios, en concreto los 5 criterios: disponibilidad del material en la zona, facilidad en la tecnología de proceso y transformación del material, precio del material para el empaque, calidad del empaque, biodegradabilidad, entre otros.

2.3.2. Según el ambiente de decisión.

Lo que respecta al ambiente de decisión viene definido por las características y el marco en el que se va a llevar a cabo la toma de decisión. La teoría clásica de la decisión distingue tres situaciones o ambientes de decisión (Espinilla, 2015).

- **Ambiente de certidumbre.** Un problema de decisión está definido en un ambiente de certidumbre cuando son conocidos con exactitud todos los elementos o factores que intervienen en el problema. Esta situación permite asignar valores cuantitativos de utilidad a cada una de las alternativas presentes en el problema.
- **Ambiente de riesgo.** Un problema de decisión está definido en un ambiente de riesgo cuando alguno de los elementos o factores que intervienen están sujetos a las leyes del azar. En estos casos, los problemas pueden ser resueltos utilizando la teoría de la probabilidad.
- **Ambiente de incertidumbre.** Un problema de decisión está definido en un ambiente de incertidumbre cuando la información disponible sobre las distintas alternativas puede ser incompleta, vaga o imprecisa. Esta incertidumbre surge a raíz del intento de modelar la imprecisión propia del comportamiento humano o la inherente a ciertos fenómenos que por su naturaleza son inciertos (no precisos).

En este contexto, el proceso de selección de las alternativas que se presentan para sustitución del plástico común, con respecto a la elaboración y/o fabricación de un material biodegradable puede ser visto como un problema de toma de decisión bajo certidumbre, ya que, existen criterios que puede valorarse con exactitud.

2.3.3. Según el número de expertos.

Otra perspectiva, a la hora de clasificar los problemas de decisión, hace referencia al número de expertos o fuentes de información con las que se toma la decisión. Espinilla (2015), señala que cuando múltiples expertos proporcionan sus opiniones o valoraciones es necesario agregar dicha información. Dependiendo del problema de toma de decisión, el hecho de que intervengan varios expertos con puntos de vista diferentes puede ofrecer una solución más satisfactoria al problema de decisión

Lawson & Saint (2016), definen que teniendo en cuenta el número de expertos que forman parte en el proceso de toma de decisión, los problemas de decisión se pueden clasificar en dos tipos.

- **Unipersonales o individuales.** Las decisiones son tomadas por un único experto. En los problemas de toma de decisión unipersonal o individual, cada alternativa es valorada por un único experto. Sea $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ el conjunto de alternativas que son valoradas por el experto (Lawson & Saint, 2016).

La tabla 4 muestra el diseño de la información, considerando la existencia un único criterio.

Tabla 4.

Esquema general de un problema de toma de decisión con un solo experto y un solo criterio.

Alternativas	Experto
(X_j)	e
X_1	Y_1
...	...
X_n	Y_n

Nota. Datos tomados de Lawson & Saint (2016)

Cada entrada Y_i , de la tabla indica la valoración dada por el experto (e), sobre la alternativa X_i . Según el marco de definición del problema, cada Y_i estará valorada en un dominio de expresión determinado (Lawson & Saint, 2016).

- **En grupo o multiexperto.** Para Fu (2014), las decisiones son tomadas en conjunto por un grupo de expertos que intenta alcanzar una solución, en común, al problema. El número de expertos en problemas de decisión multiexperto se asume que es finito. Sean $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ y $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ el conjunto de alternativas y el conjunto de expertos respectivamente, que valoran cada alternativa que caracteriza una situación de decisión determinada, por tanto una forma de diseño de la información del problema con un solo criterio es señalada en la Tabla 5.

Tabla 5.

Esquema general de un problema de toma de decisión multiexperto con un solo criterio.

Alternativas	Expertos			
(X_i)	e_1	e_2	...	e_m
X_1	Y_{11}	Y_{12}	...	Y_{1m}
X_2	Y_{21}	Y_{22}	...	Y_{2m}
...
X_n	Y_{n1}	Y_{n2}	...	Y_{nm}

Nota. Datos tomados de Fu (2014)

Cada entrada Y_{ij} , de la tabla indica la preferencia del experto e_i , sobre la alternativa, x_i . Una situación de decisión habitual son los problemas de decisión multiexperto multicriterio, en los que cada experto expresa las preferencias sobre distintos criterios que definen cada alternativa (Fu, 2014).

En este contexto, el proceso de selección de las alternativas que se presentan para sustitución del plástico común, con respecto a la elaboración y/o fabricación de un material biodegradable puede ser visto como un problema de toma de decisión. Por lo que, se necesita la aprobación de 5 expertos, para seleccionar solo un material que tenga más peso en la ponderación. Cada experto proporciona la entrada de la tabla e indica la valoración de la alternativa a seleccionar respecto a cada uno de los criterios establecidos, para la obtención de la solución final.

Como se ha comentado anteriormente, en este trabajo de investigación se va a realizar una comparación de métodos multicriterios para resolver el problema de decisión de la selección a la mejor alternativa de uso, en cuanto a la sustitución del plástico común; considerando la prominencia de los criterios que caracterizan a dichas alternativas. En este problema intervienen múltiples criterios que no tienen la misma relevancia a la hora de seleccionar una mejor alternativa para la sustitución. Por lo que es necesario asegurar y determinar numéricamente la importancia de cada criterio en el problema. Dicho esto, se propone el uso del método multicriterio TOPSIS en compañía del método de factores ponderados, para escoger entre un conjunto de alternativas el mejor, considerando la relevancia de cada uno de los 5 criterios que se caracterizan entre sí. Finalmente, se realizó un análisis y discusión de la selección del material final, el cual se obtuvo gracias a la colaboración de 5 docentes expertos.

2.4. Fases de estudio.

A continuación, se encuentra representada esquemáticamente las fases o etapas con las que se llevó a cabo la investigación, y que se desarrollaron en el capítulo 3.

Figura 4.

Fases de la metodología del estudio.





Fuente: elaboración propia.

2.5. Técnicas e Instrumentos.

2.5.1. Técnicas.

Dentro del proyecto de investigación, se considera la observación como una técnica para evaluar el comportamiento de lo que se está desarrollando; así mismo, la encuesta/entrevista se utilizará para definir los criterios que los expertos proporcionan para su posterior ponderación. De la misma manera, se utiliza la Investigación bibliográfica, a través de un exhaustivo análisis de trabajos o estudios actualizados en cuanto a la toma de decisiones empleando matrices de comparación. Por último, se utiliza un estudio comparativo como técnica seleccionada para el desarrollo del proyecto de investigación.

2.5.2. Instrumentos.

En lo que respecta a instrumentos, se elabora un cuestionario, el cual consta de un conjunto de preguntas que se realizan al grupo de expertos. Por otra parte, se considera al internet como instrumento de búsqueda de información para el análisis y guía en el desarrollo de la investigación. Para finalizar, se trabaja con la matriz comparativa como instrumento para recabar información útil de las alternativas seleccionadas para la sustitución del plástico común en empaques de alimentos.

CAPÍTULO III. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DEL ESTUDIO COMPARATIVO DE MATERIALES PARA EMPAQUES BIODEGRADABLES

En este capítulo se aborda la aplicación de la metodología y fases de estudio con las que se desarrolló la investigación.

3.1. Fase I. Selección de materiales y tecnologías empleadas en el procesamiento industrial de empaques alimenticios.

3.1.1. Cáscara de Plátano (A).

Procesos para la elaboración: Para el desarrollo de empaques biodegradables a base de la cáscara de plátano un proceso clave en la elaboración del material en primera instancia fue extraer el endocarpio, cortando delgadas tiras de la parte interior de la cáscara, lo más fino posible. A partir de esto lo que se obtendrá son las tiras de almidón. Para esto es importante obtener el peso exacto de todo el endocarpio, por lo que se procede a pesar la masa de cada plátano, las cáscaras antes de extraer el endocarpio y las cáscaras de plátano luego de extraer el endocarpio. Seguido de la extracción de cada tira de almidón se deja reposando en ácido cítrico, esto con la finalidad de mantenerlo en el estado deseado sin que se oxide, posteriormente se realiza el secado de las tiras de almidón que se lleva a cabo en una estufa al vacío, de este proceso se obtiene el almidón seco. El siguiente paso es la molienda mecánica del almidón seco el cual se lo realiza en un molino de maíz del cual se obtiene el almidón en polvo luego se procede a la molienda manual el cual se realiza en un mortero de cerámica con el fin de disminuir la granulometría del polvo. Después de haber obtenido el polvo de la molienda manual se coloca en un tamiz. El polvo de almidón que pasa por el tamiz se guarda en un recipiente y lo que queda en el tamiz vuelve a ser molido manualmente. Seguidamente se procede a mezclar el polvo de almidón obtenido con los demás insumos necesarios para realizar el bioplástico, una vez mezclado, se precalienta en una olla el agua destilada. Una vez se alcanza la temperatura deseada se incorporan los demás materiales que son: polvo de almidón, glicerina y vinagre. De este proceso se obtiene la masa de mezclado. Para finalizar el proceso se vierte la masa de mezclado en un porcelanato y se dispersa con la ayuda de un rodillo de manera uniforme, se deja secar y el producto final será el bioplástico.

Maquinaria

- Molino de maíz mecánico
- Tamizadora

Equipos e instrumentos:

- Tápers
- Cuchillos y cucharas
- Rodillo
- Balanza digital
- Estufa al vacío
- Mortero de cerámica
- Probetas
- Vaso de precipitado
- Cocina eléctrica
- Olla
- Bloque de vidrio

Tiempo de procesamiento para la obtención del material

El tiempo es medido en:

- Extracción del endocarpio: 1 hora (esto dependerá de la cantidad que se utilice)
- Reposo: 15 minutos
- Secado: 24 horas
- Molienda mecánica: 2 horas
- Molienda manual: 4 horas (esto dependerá de la cantidad que se utilice)
- Tamizado: 2 horas 45 minutos
- Mezclado: 25 minutos
- Secado: 12 horas

Complejidad del procesamiento

Para Pizá, Ramírez, Rolando, Villanueva & Zapata (2017), el proceso de obtención de bioplástico es más complicado que el proceso de fabricación de plásticos convencionales obtenidos de derivados del petróleo, debido a la maquinaria utilizada y a los subprocesos de obtención de las materias primas para su producción. Todo esto significaría un costo elevado de producción que lo hace menos atractivo como sustituto de los plásticos convencionales. La complejidad del proceso en referente a este producto

es alta, ya que al no intervenir tanta maquinaria aumenta el tiempo del proceso, lo cual atrasa la venta.

3.1.2. Almidón de Yuca (B).

Procesos para la elaboración Inicialmente se produce una gelatinización o pérdida de la semicristalinidad de los gránulos de almidón, debido al incremento de la temperatura porque el agua penetra en las cadenas de éste desde la superficie de los cristales produciendo un hinchamiento, un desenrollado de las dobles hélices y una fragmentación de la estructura granular. Luego se inicia la desestructuración del almidón al aplicar energía termomecánica en el molino abierto debido a las fuerzas de cizalladura producidas por sus rodillos sobre la mezcla y a la acción de la temperatura. A medida que se incrementa el tiempo de mezclado la glicerina y el agua actúan como plastificantes. Las mezclas con mayores contenidos de estos aditivos son más fáciles de procesar y producen bandas de mayor flexibilidad, debido a que son sustancias de bajo peso molecular que aumentan la distancia entre las cadenas moleculares, favoreciendo su deslizamiento. Éstas son de color blanco lo cual corrobora que la desestructuración apenas se inicia y la estructura de las mezclas aún es semicristalina.

Maquinaria

- Extrusora
- Selladora

Equipos

- Carreta
- Cortadora de tuco
- Troquel
- Estantes de metal
- Parihuelas de madera
- Bomba de agua

Herramientas

- Guincha
- Tijera de metal
- Martillo
- Caja de herramientas
- Balanza electrónica

- Marcador Dynas
- Navaja
- Dispensador de cinta Adhesiva
- Plumones marcadores

Tiempo de procesamiento para la obtención del material

- Recepción de las raíces: 3 horas
- Lavado y pelado de las raíces: 4 horas
- Rallado o desintegración: 5 horas
- Colado o extracción: 2 horas 45 minutos
- Sedimentación o deshidratación: 2 horas
- Secado: 12 horas

Complejidad del procesamiento

En los estudios realizados por Farfán, Maza, Navarro, Saavedra & Yamunaqué (2018), comentan que la rentabilidad de las resinas de plástico es muy elevada, por lo que la producción de empaques biodegradables es muy rentable. Siendo el proceso de fabricación medio, ya que, así como la anterior materia prima, al no intervenir mucha maquinaria, retrasa el proceso y venta del producto.

3.1.3. Almidón o Fécula de Maíz (C).

Procesos para la elaboración: la extracción del almidón de maíz se llevó a cabo a través de seis etapas: maceración, molienda húmeda, filtración de la suspensión para separar la fracción fibra-germen, sedimentación y lavado para la separación del almidón-gluten y por último el secado del almidón. Para la maceración se toma una muestra de granos del maíz previamente seleccionado, para luego mezclarlo con agua purificada. Colocando seguido en una estufa, posteriormente la mezcla pasa a un triturador, para luego ser filtrada. La solución obtenida se dejó en reposo hasta lograr la sedimentación del almidón. Una vez que el almidón se sedimenta, se extrae el agua residual con una pipeta para su cuantificación. Después se lava el almidón con agua purificada favoreciendo su precipitación. Finalizado el lavado del almidón, se seca en la estufa para así obtener el almidón requerido para la producción de empaques biodegradables.

Maquinaria y equipos:

- Máquina limpiadora de granos de maíz
- Secadora del almidón de maíz

- Trituradora
- Macerador
- Tamizador vibrante
- Centrifugadora
- Secador flash
- Mezcladora
- Extrusora
- Prensadora

Tiempo de procesamiento para la obtención del material

- Maceración: 2 horas
- Molienda: 2 horas
- Filtración: 1 hora 30 minutos
- Sedimentación: 45 minutos
- Lavado: 45 minutos
- Secado: 1 hora

Complejidad del procesamiento

La importancia que el almidón guarda al ser el segundo biopolímero más considerable de todos, y que este puede ser utilizado como componente esencial para la elaboración de un bioplástico, siendo un material alternativo a los plásticos que generalmente son hechos de los derivados del petróleo. Mencionando de esta manera que el procesamiento de complejidad es bajo, ya que se presenta como partículas complejas que, en presencia de agua, forman suspensiones de poca viscosidad, lo que puede ser considerado como versátil, ya que se puede modificarse químicamente de una manera más fácil (García, 2015).

3.1.4. Bagazo de caña de azúcar (D).

Procesos para la elaboración: El proceso de fabricación del empaque biodegradable a partir de del bagazo de azúcar de da a través de 3 subprocesos principales: Tratamiento del bagazo de caña de azúcar, laminado del bagazo de caña de azúcar tratado y moldeo por compresión en caliente. En primera instancia se comienza con el lavado del bagazo de la caña de azúcar, posteriormente, se realiza el secado del mismo, cuando se ha obtenido el tratamiento alcalino del bagazo, se procede a secar el bagazo tratado en una estufa, posterior a esto se realiza la tamización y pesado del mismo, seguido del

laminado donde se mezcla el bagazo de caña de azúcar, caucho natural procesado, cuyas cantidades van a variar en los diferentes tratamientos, para la obtención del material deseado y de los empaques biodegradables es necesaria una prensa hidráulica, en esta etapa final se colocan los moldes correspondientes entre los que se coloca el material laminado y se aplica calor y presión.

Maquinaria y equipos

Maquinaria

- Triturador picador
- Prensa a calor
- Máquina empacadora automática
- Empacadora Flow Pack Inox
- Túnel de lavado
- Bomba de agua

Tiempo de procesamiento para la obtención del material

- Lavado: 2 horas
- Secado: 12 horas
- Tamización: 40 minutos
- Laminado: 45 minutos
- Prensa hidráulica: 1 hora
- Moldeado: 2 horas

Complejidad del procesamiento

La obtención de la materia prima del bagazo de caña, con los paneleros, demanda considerar logística y factores claves de gestión con el fin de crear el aspecto diferenciador y optimizar los procesos de producción (González, 2021). Por lo antes mencionado cabe destacar que el procesamiento de complejidad es medio, pues al existir la ayuda de máquinas que en cierto modo ocupan el lugar del personal ayuda a tener un proceso más rápido.

3.2. Fase II. Definición de los factores relevantes a considerar como criterios de selección de materiales.

Los criterios de evaluación para los materiales de empaques biodegradables, serán: Disponibilidad del material en la zona, facilidad en la tecnología de proceso y

transformación del material, calidad del material, costos del material, y biodegradabilidad.

Es importante mencionar, que dichos criterios se conjugan de manera unánime con la selección de los materiales.

3.2.1. Disponibilidad del material en la zona.

Una vez que han sido presentadas las 4 alternativas de selección de materiales, se investiga la disponibilidad de la materia prima, es decir, si es o no de fácil acceso en la zona. Cabe mencionar, que la disponibilidad se obtiene, en cuánto a los volúmenes existentes de dicho material, y dependiendo de los periodos de producción. En esto, también se presenta el grado de transportabilidad de la materia prima.

Según Holguín (2019), el acceso a la materia prima se define como la facilidad de adquirirla dentro del territorio nacional. De manera que ésta puede verse afectada por las restricciones en cada territorio.

Por otro lado, se han seleccionado 4 materiales que se siembran y cosechan en zona manabita, y de la que se obtiene información, a través de revisiones bibliográficas.

3.2.2. Facilidad en la tecnología de proceso y transformación del material.

La tecnología basada en la producción de los empaques biodegradables, representa al conjunto de todos los métodos necesarios para ser utilizados en la transformación de la materia prima, que da como resultado un producto final. Es importante señalar, que todo este proceso que lleva a la transformación del material, conlleva al manejo de maquinarias o equipos.

Por otra parte, se conoce que detrás de un producto final, las industrias de alimentos siguen o manejan una serie de procesos, que se llevan a cabo para la satisfacción del cliente. De esta forma, la satisfacción del cliente no se ve afectada, porque el producto final no provocará riesgos al consumidor, y al ambiente en general.

Para Flores (2016), la tecnología solo es uno de los tantos medios que se ha ido desarrollando para perfeccionar los procesos e incrementar la productividad que induce al crecimiento económico. Es decir, que el mundo en su globalización busca la competitividad y la optimización, en donde la tecnología juega un papel importante para acelerar y mejorar los procesos que eleven el nivel de productividad como relación de eficiencia entre producto obtenido y factores de producción.

3.2.3. Precio del material para el empaque.

En primera instancia, se debe determinar el valor o costos de adquisición de la materia prima, según la disponibilidad del material en la zona.

Cabe resaltar, que el costo de adquisición es el precio de compra de la materia prima más todos los gastos que se necesita cubrir para que el empaque sea utilizado. Una vez que han sido sumados los costos de materia prima, mano de obra y de maquinaria o equipos utilizados para la fabricación de este material biodegradable, se determina un precio al producto terminado, es decir, al empaque alimenticio.

Para Gardey & Pérez (2021), la valoración del precio de adquisición incluye una serie de elementos. El principal es el precio de venta del material u objeto que se adquiere, es decir, el valor por el que se obtiene dicho material (todos los medios que se utilizaron para llegar a obtenerlo).

3.2.4. Calidad del empaque.

Los empaques de alimentos poseen propiedades naturales que definen su valor, la inocuidad del material ante todo tipo de alimentos, resistencia a temperaturas de fusión, menor rotura por tensión, entre otros.

El empaque provocará satisfacción en los clientes, ya que, éste se observa estéticamente agradable (color y textura). La calidad del empaque biodegradable, es el resultado de procesos tecnológicos para la transformación del material, respetando los requisitos ambientales.

Según lo mencionado por Peiró (2020), la calidad que tiene un producto trata sobre los rasgos que tiene como tal, desde su funcionalidad, cumplir lo que promete, y que las expectativas que se han generado a la hora de hacer uso de él se cumplan totalmente.

Por otro lado, Malagié (2019), define la calidad como un factor de alta importancia, que implica realizar comparaciones con productos similares para establecer qué es lo que los diferencia, con el fin de garantizar el cumplimiento de las condiciones de seguridad y fabricación, adicionalmente asegurar la calidad de un producto ofrece una garantía al cliente que todo lo que se ofrece es bueno y que su consumo implica la profesionalidad de categoría de la marca que desarrolla el producto. Sabiendo, que la calidad que hace referencia a las exigencias del público, no puede pasar por alto los procesos de transformación asociados al manejo ambiental

3.2.5. Biodegradabilidad.

Los materiales a utilizar en la producción de empaques alimenticios son 100% biodegradables, es decir, que estos son amigables con el ambiente. Además, el tiempo de desintegración del empaque es menor a diferencia del plástico común que tarda años en descomponerse.

En la degradabilidad de un polímero biodegradable se observan variaciones tanto físicas como químicas en el mismo. La pérdida de brillo, color, formación de grietas, y aparición de zonas pegajosas, son unas que otras modificaciones que se pueden palpar rápidamente. Una vez que dichos empaques de alimentos han sido utilizados, es posible que su degradación se realice, al ser arrojados al suelo o que puedan servir de abono en otras plantas (López, 2012).

Para Ecozema (2021) la biodegradabilidad es la capacidad que tienen las sustancias y los materiales orgánicos de descomponerse en sustancias más sencillas debido a la actividad enzimática de microorganismos. La velocidad de degradación de las sustancias depende de varios factores: principalmente de la estabilidad que presenta su molécula; del medio en el que se encuentran que les permite estar biodisponibles para los agentes biológicos; y de las enzimas de dichos agentes.

3.3. Fase III. Descripción de alternativas seleccionadas con sus respectivos criterios.

La descripción de las alternativas seleccionadas para la producción de empaques biodegradables, se realiza junto a cada uno de los criterios de evaluación. Teniendo en cuenta, que el criterio de **facilidad en la tecnología de proceso y transformación del material**, ya fue mencionado anteriormente, con información de estudios específicos.

3.3.1. Cáscara de Plátano.

Disponibilidad del material en la zona: el plátano se siembra y cosecha en todas las estaciones del año en Manabí. Por otra parte, el plátano es económico y su siembra se da en cualquier parte (dependiendo el tipo de tierra), donde exista abundancia de agua y exista un sistema de riego bien definido.

Precio del material para el empaque: el precio del plátano en la zona manabita se fija según temporadas. Cabe destacar, que, para adquirir la materia prima, se establecen los costos de material, mano de obra directa e indirecta, transporte, etc. Por esta razón, se

consideraría económico el plátano, ya que su siembra y cosecha no es compleja, es decir, que su disponibilidad está presente todo el año.

Calidad del empaque: antes de establecer la calidad del empaque, se debe considerar que en su tecnología de proceso no hubo inconvenientes. Por lo tanto, el producto final tiene un color y textura agradable al consumidor. Además, se considera de calidad el empaque, por la inocuidad, y resistencia a altas temperaturas.

Según un estudio realizado por Alzate (2019), durante la etapa de diseño del empaque se realizan diferentes alternativas de diseño teniendo en cuenta el material que será usado para esto y las características de dicho material, ya que este no se comporta enteramente como el papel tradicional, es importante que el empaque no tenga pliegues marcados.

Biodegradabilidad: la producción de empaques a base de cáscara de plátano resulta beneficioso no solo para el ambiente, sino para la industria alimenticia, ya que, estas ya no generarán millones de residuos.

En un estudio realizado por Alzate (2019), se almacenaron empaques biodegradables a base de cáscara de plátano en un ambiente seco y oscuro sin factores aceleradores como el sol, agua o contacto con otro material orgánico durante 5 meses, con el fin de observar si se cumplía un proceso de biodegradación, y efectivamente se pudo comprobar al ver que los empaques fabricados como parte de la prueba, empezaban a ser consumidos por insectos y a convertirse en polvo fino.

3.3.2. Almidón de Yuca.

Disponibilidad del material en la zona: la yuca es de siembra fácil, pero a su vez requiere de una serie de condiciones específicas para que la planta crezca y produzca correctamente.

Se cosecha cuando el suelo alrededor de la yuca comienza a estar quebrado, lo que significa que se podrá recolectar este tubérculo. Esto se produce más o menos a los 7 ó 10 meses que se produjo la siembra inicial.

Precio del material para el empaque: el almidón de yuca es un carbohidrato muy importante en países tropicales. El costo es mínimo cuando se realizan comparaciones con otros almidones obtenidos de diferentes recursos. En su producción los polímeros biodegradables basados en el almidón también son económicos, al ser obtenidos de un recurso agrícola renovable. Por esta razón, se ha mostrado la posibilidad de transformar el almidón nativo en un almidón termoplástico (TPS) bajo condiciones de

desestructuración y de plastificación, con los mismos procesos utilizados para los polímeros sintéticos como la extrusión y la inyección (Ruíz, 2017).

Calidad del empaque: según resultados obtenidos en un estudio realizado por Avilés (2015) indican que las mezclas ensayadas del empaque a base de almidón de yuca proporcionan una resistencia a la tensión moderada, lo mismo que su deformación en el punto de fractura. Para incrementar dichas propiedades se realizan mezclas con otros polímeros biodegradables, donde se agregan agentes compatibilizantes, y se refuerza con cargas, fibras u otro polímero sintético en mínimas cantidades.

Biodegradabilidad: en un estudio realizado por Corral (2015), se pudo determinar la desintegración del material a base de almidón de yuca, al ser colocado o arrojado en la superficie de la tierra, teniendo contacto directo con el ambiente. Se desintegró el material a la primera semana de haber sido colocado, sin dejar rastro alguno.

3.3.3. Almidón o Fécula de Maíz.

Disponibilidad del material en la zona: la siembra del maíz en zona manabita, se realiza mayormente en la época lluviosa. Se debe indicar que existe una diversidad de criterios por parte de los productores sobre cantidad de agua, tiempo, frecuencias y métodos de riego que requiere este cultivo, conociéndose, que el maíz es una especie que responde significativamente con riego suplementario (Álvarez, 2015).

Precio del material para el empaque: la materia prima utilizada tiene un precio bajo, es natural y renovable. Diseñar un empaque a partir de almidón de maíz, es práctico y de bajo costo en su elaboración. Además, en comparación con los tradicionales métodos de producción de polímero de fécula de maíz, el método de la invención tiene las ventajas de bajo consumo de energía y económico (García, 2015).

Calidad del empaque: según un estudio realizado por García (2015), el producto obtenido fue evaluado en cuanto a sus propiedades mecánicas, en el que se pudo verificar su calidad como material de empaque. Concerniente a las pruebas mecánicas, el bioplástico es un material débil a la resistencia tensil y, por ese motivo no es apto para aplicaciones que requieran una alta resistencia a la compresión. Sin embargo, puede usarse como material de empaque si este no se expone a altas temperaturas (esterilización).

Biodegradabilidad: bajo las condiciones de temperatura del 27.1°C y humedad relativa entre el 82% se pudo comprobar de forma cualitativa que el bioempaque se degrada en tres meses según los registros de la prueba de biodegradabilidad. Además, se

demonstró que el empaque es biodegradable, en el sentido que a medida que el material permanecía en un medio de tierra compostada y microorganismos; la solución de hidróxido de bario que recibió el dióxido de carbono producido y cuya evidencia fue la formación del precipitado de carbonato de bario; todo esto se cuantificó por técnicas volumétricas de titulación ácido – base. Lo que significa, que el proceso enzimático por parte de los microorganismos que atacaron el material convirtiéndolo en CO₂, humus y agua, fue también efectivo comprobando que el material si es biodegradable (García, 2015).

3.3.4. Bagazo de caña de azúcar

Disponibilidad del material en la zona: la cosecha de la caña de azúcar se recoge cada año y la cantidad de producto que sirve de materia prima disponible para la venta, depende de los factores ambientales de los lugares donde se encuentra la siembra. La cosecha de la caña de azúcar realizada en el tiempo adecuado, o sea, en la fase de máxima maduración, mediante el empleo de una técnica adecuada, es necesaria para alcanzar el peso máximo de las cañas procesables (Martínez, 2017)

Precio del material para el empaque: el precio de la caña de azúcar como materia prima en la actualidad no es costoso, ya que, la materia se siembra y cosecha en la zona manabita. Cabe recalcar, que el costo de los empaques biodegradables será menor en el mercado, siempre y cuando su producción y comercialización se de en el mismo territorio.

Calidad del empaque: en un estudio realizado por Castillo (2020), se logró determinar que quienes evaluaron la estabilidad que proporciona el bagazo según el tamaño de partícula y el porcentaje que se incluye dentro de los materiales fabricados en combinación con otras materias primas, conlleva a una mayor tensión mecánica y mayor resistencia. Además, se debe cuidar que el producto resultante sea de la calidad requerida, cumpliendo con los parámetros establecidos.

Biodegradabilidad: los empaques elaborados a base del bagazo de caña de azúcar, poseen una alta velocidad de reintegración al medio ambiente, casi completa, incrementándose la velocidad de degradación del material cuanto más severo fue el tratamiento durante su preparación. Este estudio permitió mostrar el gran potencial de la utilización de fuentes naturales en la elaboración de distintos productos biodegradables., gracias a sus importantes beneficios ambientales, puesto que, se descomponen en el ambiente en pocos meses, dependiendo de las condiciones Castillo (2020).

3.4. Fase IV. Matriz comparativa en función del método de factores ponderados.

A través del método de los factores ponderados se realizará un análisis en el que se compararán entre sí, las diferentes alternativas para conseguir determinar una o varios materiales válidos.

A continuación, se presentan los pasos a seguir:

- Determinar una relación de los factores relevantes.
- Asignar un peso a cada factor que refleje su importancia relativa.
- Fijar una escala a cada factor: 1-10 ó 1-100 puntos.
- Hacer que los directivos o expertos evalúen cada alternativa de los materiales seleccionados para cada factor.
- Multiplicar la puntuación por los pesos para cada factor y obtener el total para cada alternativa.
- Hacer a modo opinión o análisis en base a la alternativa que haya obtenido la mayor puntuación.

La matriz elaborada, es el resultado de la definición de los criterios fijados por las autoras en conjunto con las ponderaciones y valoraciones de un grupo de expertos en materia de alimentos, procesos industriales, gestión ambiental, entre otros.

Tabla 6.

Matriz comparativa en función del método de factores ponderados.

Factores o Criterios	Peso relativo (%)	Alternativas			
		A	B	C	D
Facilidad en la tecnología de proceso y transformación del material.	23	3	7	5	10
Disponibilidad del material en la zona.	26	7	5	3	5
Precio del material para el empaque.	10	7	3	1	5
Calidad del empaque.	15	7	3	3	5
Biodegradabilidad	26	7	5	3	3

Puntuación total:	100%	6.08	4.96	3.26	5.63
--------------------------	-------------	-------------	------	------	------

Fuente: elaboración propia.

A modo de ejemplo, se presenta como se obtuvo la puntuación en cada una de las alternativas según los criterios fijados.

Puntuación total A: $3 \times 0.23 + 7 \times 0.26 + 7 \times 0.10 + 7 \times 0.15 + 7 \times 0.26 = 6.08$ (Ec. 1)

El resto de las alternativas fueron calculadas de la misma forma con la que se efectuó la puntuación total en A.

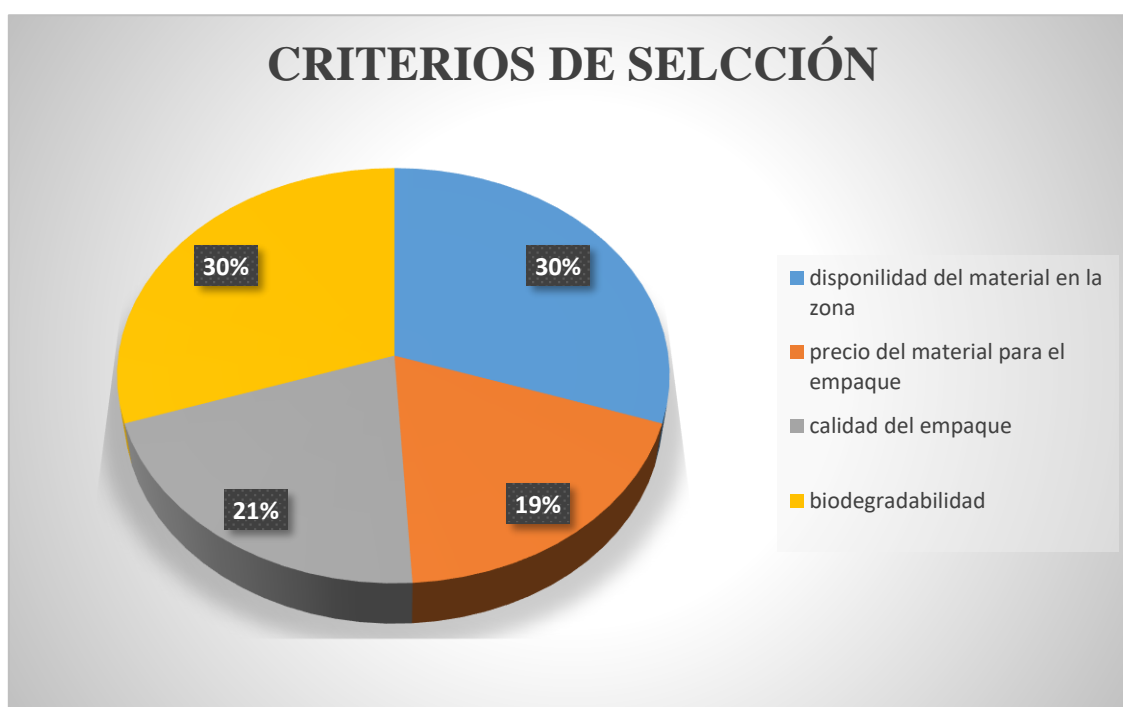
3.5. Fase V. Análisis e Interpretación de resultados.

Tomando como base las respuestas del cuestionario aplicado a 5 expertos, en el que constan 6 preguntas, se realiza el análisis de cada una de las preguntas:

- 1. En función a lo analizado anteriormente ¿Cuál de los siguientes criterios presentados a continuación considera usted de mayor relevancia para la selección de empaques de alimentos?**

Gráfico 1.

Criterios de selección.



Nota. El gráfico muestra las cifras obtenidas en cada uno de los criterios de selección.

Fuente: elaboración propia.

Tal como se puede observar en el gráfico 1, la disponibilidad del material en la zona, y la biodegradabilidad corresponden al 30% cada uno. Por otro lado, la calidad del empaque tiene un 21%, y el precio del material para el empaque obtiene un 19%.

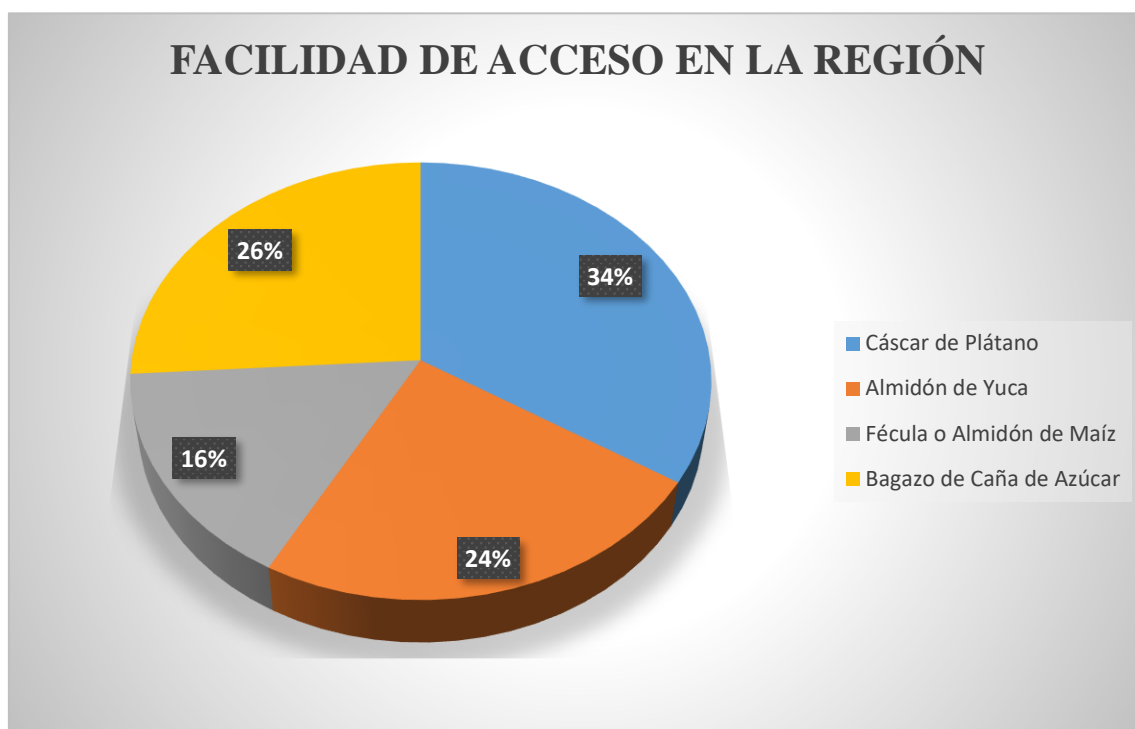
De los porcentajes presentados para la obtención del peso relativo en cada uno de los criterios, se procedió a asignar un peso relativo al criterio *Facilidad en la tecnología de proceso y transformación del material*

Cabe señalar que, dentro del cuestionario aplicado a los expertos se hizo mención de 4 criterios, para que determinarán cual tendría mayor peso, ya que, el factor de *Facilidad en la tecnología de proceso y transformación del material*, fue evaluado por las investigadoras del proyecto investigativo, con ayuda de revisiones bibliográficas (tesis, estudios e investigaciones, entre otros).

2. De los siguientes materiales que se presentan a continuación, ¿cuál considera usted según su experiencia, es de fácil acceso en la región para la producción de empaques de alimentos?

Gráfico 2.

Facilidad de acceso en la región.



Nota. El gráfico muestra las cifras obtenidas en cada alternativa, según la facilidad de acceso en la región. Fuente: elaboración propia.

En el gráfico 2, la cáscara de plátano obtiene un 34% que corresponde a la facilidad de acceso en la región. Por otra parte, el bagazo de la caña de azúcar tiene un

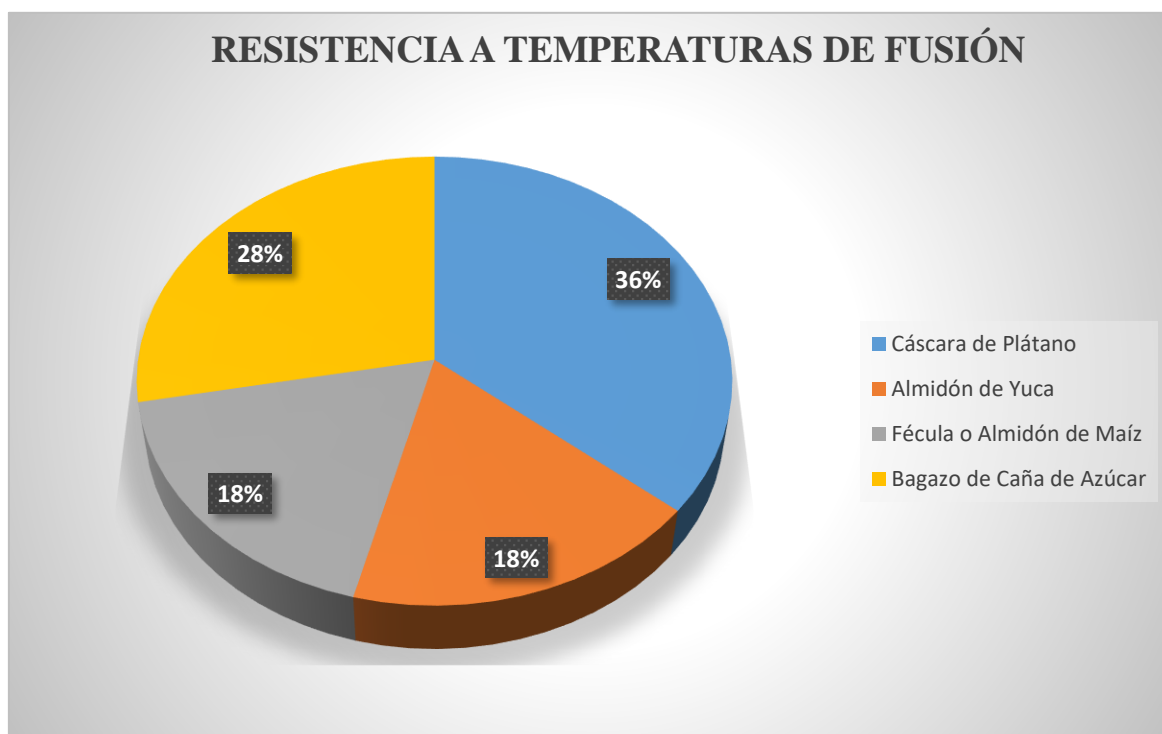
26%, seguido del almidón de yuca con un 24%. Por último, se encuentra la fécula de maíz con 16%.

Cabe mencionar, que la disponibilidad de las 4 alternativas o materiales, están presentes en la zona manabita; pero su siembra y cosecha es diferente. Por lo que, hace más accesible a la cáscara de plátano.

3. De los siguientes materiales que se presentan a continuación, ¿cuál considera resistente a temperaturas de fusión en la producción de empaque de alimentos?

Gráfico 3.

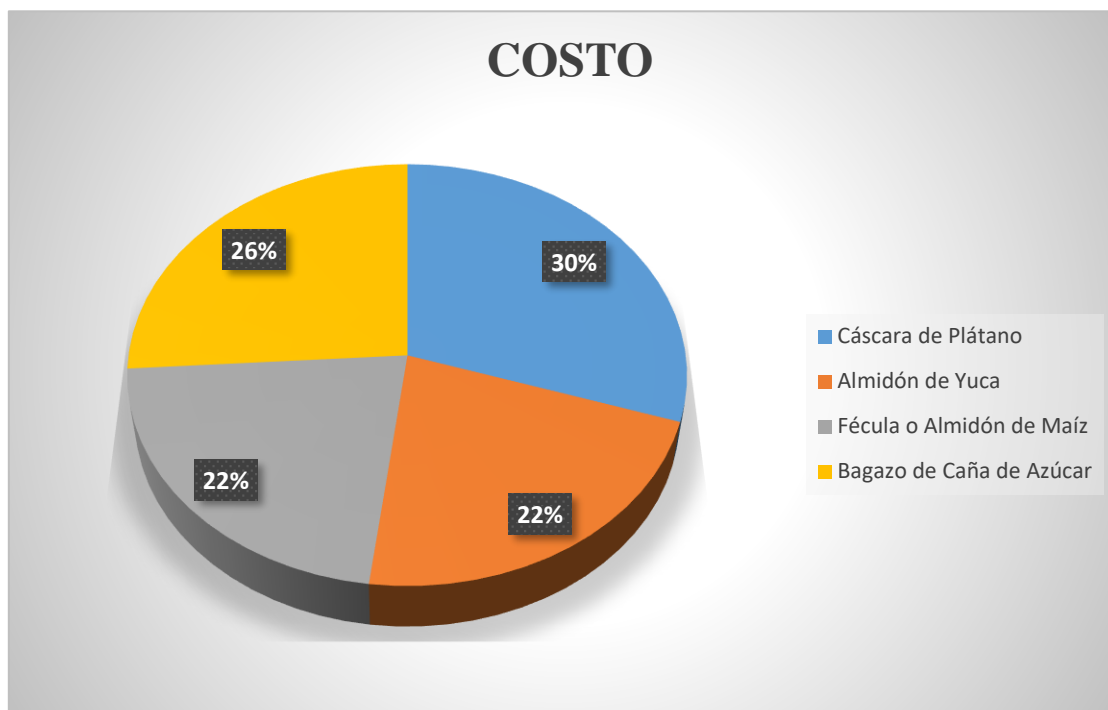
Resistencia a temperaturas de fusión.



Nota. El gráfico muestra las cifras obtenidas en cada alternativa, según la resistencia a temperaturas de fusión. Fuente: elaboración propia.

El gráfico 3 muestra que los 5 expertos se inclinaron por la cáscara de plátano, con un 36% en la resistencia de temperaturas de fusión que tendría el material biodegradable a base del mismo. Por otra parte, se encuentra el almidón de yuca, con un 28%; seguido de la fécula de maíz, y bagazo de caña de azúcar con datos obtenidos de 18% para cada una de las alternativas, demostrando que son menos resistentes a las temperaturas de fusión.

4. De los siguientes materiales que se presentan a continuación, ¿cuál cree es de menor costo en su adquisición para la producción de empaques de alimentos?

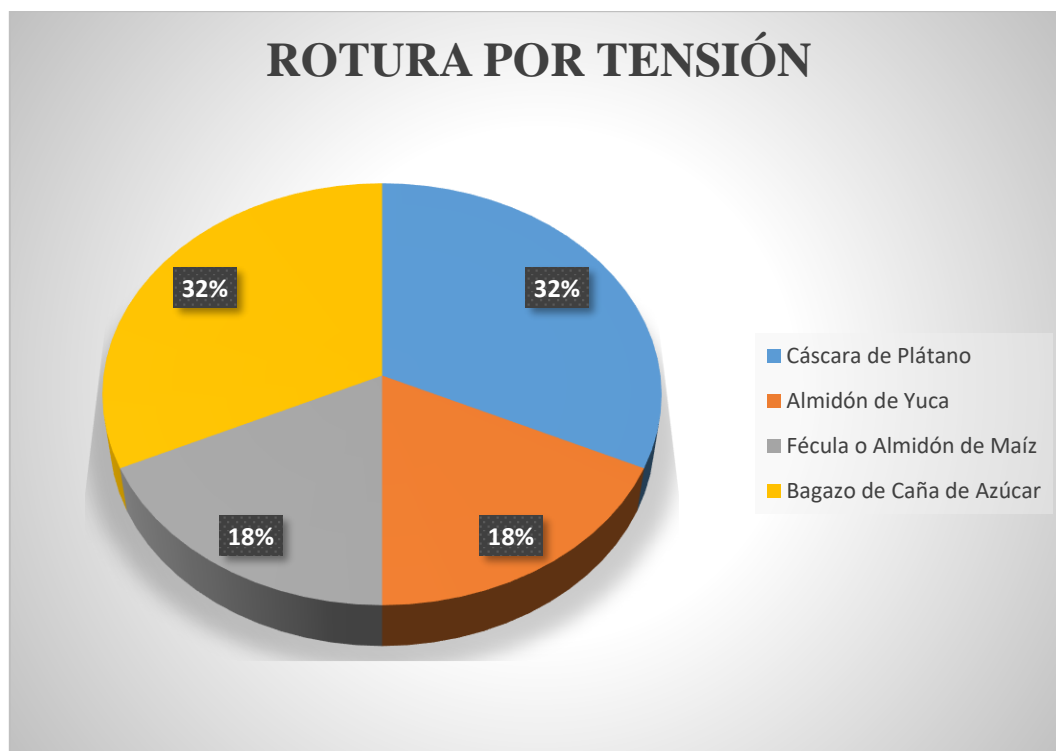
Gráfico 4.*Costo.*

Nota. El gráfico muestra las cifras obtenidas en cada alternativa, según el menor costo del material para el empaque. Fuente: elaboración propia.

En el gráfico 4, los docentes expertos puntuaron con un 30% a la cáscara de plátano como mejor material para la producción del empaque alimenticio, al ser este de menor costo. Así mismo, el bagazo de caña de azúcar es considerado de bajo costo para la elaboración del empaque, obteniendo un 26%. De la misma manera, tanto en la fécula de maíz y el almidón de la yuca arrojaron una puntuación de 22%, concerniente a que son económicos, pero la cáscara de plátano, y con poca diferencia, la caña de azúcar, son considerados materias primas de bajo costo para dicha fabricación del bioempaque.

5. De los siguientes materiales que se presentan a continuación, ¿cuál considera que presentará menor rotura por tensión en empaques de alimentos?

Gráfico 5.*Rotura por tensión.*



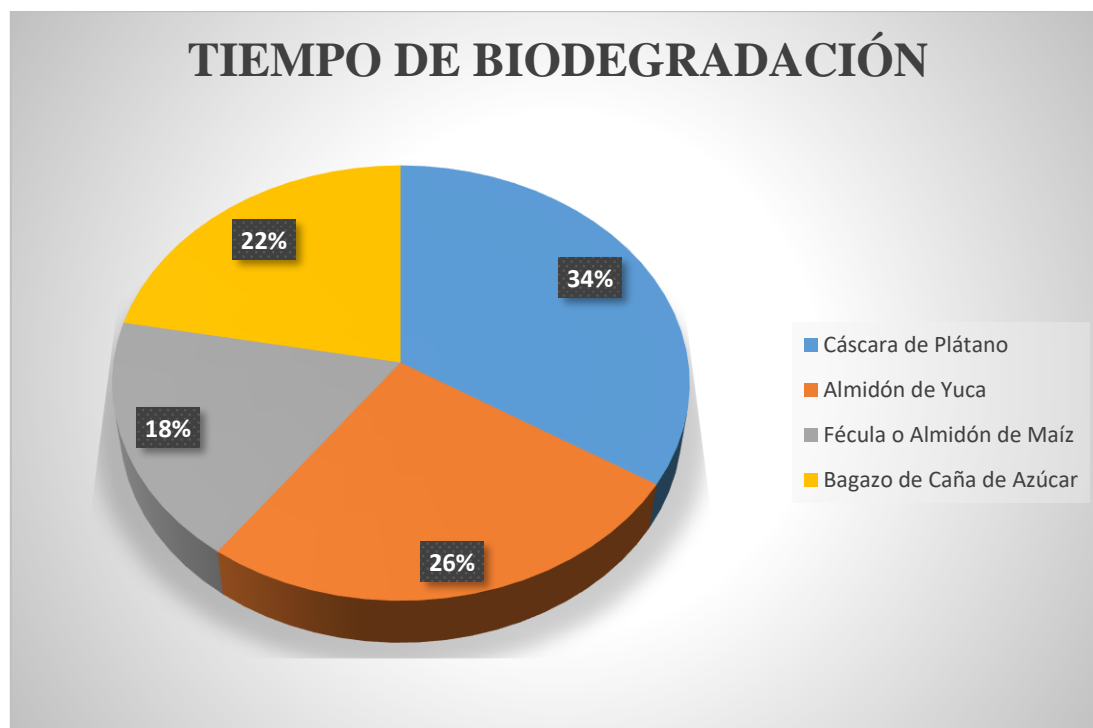
Nota. El gráfico muestra las cifras obtenidas en cada alternativa, según la rotura por tensión. Fuente: elaboración propia.

Tal como se observa en el gráfico 5, los expertos consideraron con un 32%, que tanto la cáscara de plátano y el bagazo de la caña de azúcar, presentan menor rotura por tensión en la producción del empaque alimenticio. De manera que, el almidón de yuca junto con la fécula o almidón de maíz, fueron considerados de mayor rotura por tensión en la fabricación del mismo, con datos obtenidos para ambos de 18%.

6. De los siguientes materiales que se presentan a continuación, ¿cuál considera de menor tiempo de biodegradación en empaques de alimentos, después de su utilización?

Gráfico 6.

Tiempo de biodegradación.



Nota. El gráfico muestra las cifras obtenidas en cada alternativa, según el tiempo de biodegradación. Fuente: elaboración propia.

Finalmente, como se puede observar en el gráfico 6, los expertos se inclinaron por la cáscara de plátano como material con menor tiempo de biodegradación. Seguidamente, de un 26% asignado al almidón de yuca. Además, con un 22% y 18% correspondientes a la caña de azúcar y fécula de maíz.

En base a los **resultados obtenidos de la matriz comparativa**, la cual se elaboró en función del método de factores ponderados, y con la colaboración de docentes expertos; se demuestra que los criterios con mayor peso relativo son: la disponibilidad del material en la zona, y la biodegradabilidad, con una puntuación del 26%. Es decir, que la disponibilidad para cada una de las alternativas presentadas (cáscara de plátano, almidón de yuca, fécula o almidón de maíz, y bagazo de caña de azúcar) se toman muy en cuenta a la hora de elaborar el material biodegradable. Por otra parte, la biodegradabilidad que el empaque alimenticio obtenga en pruebas de estudios realizados, toman un alto nivel de importancia, ya que, con esto se disminuirían los impactos ambientales.

Cabe recalcar, que se fijó una escala a cada factor de 1-10, en la que se obtuvo una valoración para cada alternativa.

Alternativa A.

En lo que respecta a la alternativa A correspondiente a la cáscara de plátano, se obtiene un valor de 3, que comprende a la facilidad en la tecnología de proceso y transformación del material. De la misma manera, para la disponibilidad de material en la zona, precio del material para el empaque, calidad del empaque, y biodegradabilidad, se obtiene un valor de 7 en cada uno.

Alternativa B.

Dentro de la alternativa B correspondiente al almidón de yuca, se obtiene un valor de 7, que concierne a la facilidad en la tecnología de proceso y transformación del material. De la misma forma, un valor resultante de 5 puntos, tanto para la disponibilidad de material en la zona y biodegradabilidad. Considerando el precio del material para el empaque y calidad del empaque, se obtuvo un valor de 3 para cada uno.

Alternativa C.

En lo que respecta a la alternativa C correspondiente a la fécula o almidón de maíz, se obtiene un valor 5 puntos otorgados a la facilidad en la tecnología de proceso y transformación del material. Así mismo, en la disponibilidad del material en la zona, se obtiene un valor de 3 puntos. Concerniente al precio del material para el empaque, se obtuvo un valor de 1.

Alternativa D

Para la alternativa D correspondiente al bagazo de caña de azúcar, se obtiene un valor de 10 puntos, asignados a la facilidad en la tecnología de proceso y transformación del material. De la misma manera, un valor de 5 puntos, establecidos tanto para la disponibilidad de material en la zona, precio del material para el empaque, y calidad del empaque. Finalmente, según concierne a la biodegradabilidad del empaque, se estableció 3 puntos.

3.6. Fase VI. Selección y discusión del material final.

Como se ha podido observar en la tabla 6, se determina que la alternativa A, que hace correspondencia a la cáscara de plátano, con una puntuación mayor de 6.08 en la matriz comparativa; considerando que es materia prima seleccionada como mejor alternativa para la sustitución del plástico común en el sector alimenticio del cantón Portoviejo, provincia de Manabí. Dicha alternativa, cumple con todos los criterios preestablecidos; representando la mejor opción a la hora de realizar un empaque biodegradable.

La cáscara de plátano, utilizada para la producción de empaques alimenticios, es considerada como una excelente opción dentro de la zona manabita. Estudios realizados, le dan fuerza y veracidad a esta selección final de la alternativa. Por lo que, Asqui & Jarrin (2015), mencionan que el plástico biodegradable producido a partir del residuo del plátano, favorece a la protección del medio ambiente debido a su fabricación con recursos residuales y; además de que contempla un aporte social. La materia prima que en este caso es la cáscara de plátano, se obtiene gracias a la recolección del mismo, puesto que este residuo es totalmente considerado un desecho por las fábricas que elaboran productos derivados del plátano, sean estas compotas, papillas, dulces, entre otros. El proceso de fabricación del empaque biodegradable tiene diversas fases o etapas, que deben tomarse en cuenta a cada momento, puesto que mantiene cierto grado de complejidad. Sin embargo, da como resultado un producto de alta calidad.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

Se logró describir cada uno de los materiales disponibles en Manabí, que pueden ser usados como sustitutos del plástico común empleados en el sector de alimentos. Todo esto, con una base científica obtenida a través de revisiones bibliográficas, que respaldan la obtención de un empaque biodegradable con este tipo de materiales.

Se identificaron y describieron para cada uno de los materiales biodegradables disponibles en el cantón (cáscara de plátano, almidón de yuca, fécula o almidón de maíz, y bagazo de caña de azúcar) las tecnologías empleadas en el procesamiento industrial de empaques alimenticios.

La definición de criterios de selección logró determinar la evaluación a cada una de las alternativas presentadas en la sustitución de materiales plásticos del sector alimenticio. Para esto, cada experto evaluó cada uno de los criterios y alternativas presentados en el cuestionario, asignándole una puntuación para la elaboración de la matriz comparativa.

En consecuencia, el estudio comparativo de alternativas al uso del plástico del sector alimenticio, determinó que la cáscara de plátano es la mejor alternativa para la producción del empaque en alimentos, al cumplir con todos los criterios preestablecidos.

5.2. Recomendaciones.

La elaboración de un estudio de factibilidad para la creación de una microempresa destinada a la producción de empaques biodegradables a base de cáscara de plátano, es una idea favorable en cuanto al desarrollo económico, puesto que estos productos biodegradables ocupan un gran porcentaje de adquisición hoy en día, lo que, a través de un estudio comparativo se logró determinar que es una excelente alternativa en Manabí – Ecuador contribuyendo al cuidado ambiental y a la concienciación ecológica.

Además, es necesario que, para este tipo de estudios comparativos, se utilice el método de factores ponderados, realizando un correcto análisis, un peso significativo y la relevancia necesaria a estos estudios, de manera que este nos ayude a obtener y seleccionar una única opción, de entre las seleccionadas, Considerando, la toma de decisión, que es de vital importancia ante diversas situaciones.

Por otra parte, la utilización de empaques alimenticios biodegradables sirve como una estrategia que reducirá de manera significativa los impactos ambientales a causa de los plásticos comunes que demoran en desintegrarse, por lo que es importante que tengamos la conciencia ambiental de los consumidores hacia la protección y cuidado de nuestro planeta.

La aplicación de nuevas tecnologías para la elaboración de empaques biodegradables resulta una manera muy útil de obtener dicho empaque. Por lo tanto, es aconsejable la incorporación de elementos tecnológicos innovadores en las empresas ya que, al aplicar estas nuevas tecnologías, se aumenta la producción, se alcanzan menores costes, existe una mejor distribución y brinda una conservación más larga en los empaques.

6. REFERENCIAS

- Abreu, J. (2014). El Método de la Investigación. Daena: International Journal of Good Conscience. 9(3)195-204. [http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9\(3\)195-204.pdf](http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9(3)195-204.pdf)
- Álvarez, L. (2019). Estilos de vida y alimentación. Gazeta de antropología. Archivo en línea. Disponible en: https://www.ugr.es/~pwlac/G25_27Luis_Alvarez-.html
- Álvarez, M. (2015). Parámetros híbridos: cultivo de maíz en el valle de Joa, Ecuador. Archivo en línea. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5081/5/INIAPEEPPDF02.pdf>
- Álvarez, C. Navarro, D. & Oviedo, C. (2019). IMPORTANCIA DE PRODUCTOS BIODEGRADABLES EN ECUADOR. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*: 2. <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/06/productos-biodegradables-ecuador.html%0D>
- Alzate, A. (2019). Diseño de empaques compostables a partir del uso de cáscara de plátano. Universidad Católica de Pereira. Archivo en línea. Disponible en: https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/5934/2/DDMDI118_Arti%CC%81c_ulo
- Ariosti, A. (2018). Los envases plásticos y el medio ambiente. INTI - Investigación y Desarrollo, año 2, N° 6, págs. 89-95.
- Arteplástica. (2017). Origen del plástico y su desarrollo. Archivo en línea. Disponible en: <https://arteplastica.es/origen-del-plastico-desarrollo/>
- Asqui, K. & Jarín, M. (2015). Producción y Comercialización de empaque biodegradable a partir de la Cáscara De Banano en la ciudad de Guayaquil. Tesis. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
- Atichokudomchai, M. & Varavinit, S. (2017). Caracterización y utilización de almidón de tapioca reticulado modificado con ácido en tabletas farmacéuticas. En *Carbohydrate Polymers*- Vol 53- 2003.
- Avilés, G. (2015). POLÍMEROS BIODEGRADABLES A PARTIR DEL ALMIDÓN DE YUCA. Universidad EAFIT. Archivo en línea. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/47250396.pdf>
- Ayala, A. Navia, D. & Villada, H. 2013. EVALUACIÓN MECÁNICA DE BIOPLASTICOS SEMIRRÍGIDOS ELABORADOS CON HARINA DE YUCA. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*: 78. Recuperado de : <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11nspe/v11nespa09.pdf>.

- Ayala, A. Navia, P. & Villada, S. (2014). Interacciones empaque-alimento: migración, 13(25), 99-113.
- Ayala, A. Navia, D. & Villada, H. (2018). Evaluación Mecánica De Bioplásticos Semirígidos Elaborados Con Harina De Yuca. En: BIOTECNOLOGIA EN EL SECTOR AGROPECUARIO Y AGROINDUSTRIAL. [SciELO]. 2013. p. 79. ISSN 1692-3561. [Consultado 4 de octubre, 2018]. Archivo en pdf. disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11nspe/v11nespa09.pdf>
- Balestri, E., Menicagli, V., Vallerini, F., & Lardicci, C. (2017). Ciencia del Medio Ambiente Total Bolsas de plástico biodegradables en el fondo del mar: ¿una amenaza futura para las praderas de pastos marinos? Ciencias de los Ambientes Totales, 605–606, 755–763. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.249>
- Bustamante Peña, W. (2015). Apuntes de mercadotecnia para la microempresa rural. Santiago de Chile: Promer.
- Briassoulis, D. & Kyrikou, I. (2017). Biodegradation of agricultural plastic films: a critical review. Department of Agricultural Engineering, Agricultural University of Athens, Grecia. Journal of Polymer Environment 15:125-150.
- Canales sectoriales Interempresas. (2020). Qué es biodegradable. Envase y embalaje. Archivo en línea. Disponible en: <https://www.interempresas.net/Envase/Articulos/263319-Que-es-biodegradable.html>
- Cano, J. Cruz, A. & Menacho, L. 2020. La Nanotecnología En El Desarrollo de Envases Para Alimentos: Una Supertecnología Que Afronta Con Éxito Los Desafíos Actuales Del Envasado y Amigable Con El Medio Ambiente. *Agroindustrial Science - Universidad Nacional de Trujillo*. Vol. 10: 2. Recuperado de: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/2982>
- Castillo (2020). Proyecto de pre factibilidad para la creación de una planta productora de envases biodegradables a base de bagazo de caña de azúcar. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú. Recuperado de: <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/16776/Castillo%20Villalobos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ceballos, B. (2013). El método TOPSIS relativo vs. Absoluto. Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA. vol14, pp. 181-192.
- Cedeño, G. & Zambrano, H. (2018). La comercialización de carnes y su incidencia en el

- desarrollo económico de los comerciantes del Mercado Central de la ciudad de Portoviejo. Universidad San Gregorio de Portoviejo. Recuperado de: <http://repositorio.sangregorio.edu.ec/bitstream/123456789/911/1/FIN-1911.pdf>
- Comité Europeo de Normalización (2018). Plastics – Guide for vocabulary in the field of degradable and biodegradable polymers and plastic items. PD CEN/TR 15351
- Contreras, F., Ariza, W., Bonilla, S., & Cruz, A. (2017). Análisis de la influencia del empaque Biodegradable y reciclable en la toma de decisión de compra de los consumidores de productos alimenticios. san salvador: Universidad Centroamericana Jose Simeon Cañas.
- Corral, G. (2015). Experimentación con el almidón de yuca para la realización de un material para empaques. Universidad del Azuay. Tesis. Recuperado de: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/5376>
- Chernoff, H. (2016). Elementary decision theory. Dover Publications. New York.
- Chuu, S. (2005), Fuzzy multiattribute decision making for evaluating manufacturing flexibility. *Production Planning and Control*, 16(3), pp. 323-335.
- Demuner, M. & Verdalet, I. (2016). Envases, empaques y embalajes alimentarios. La ciencia y el hombre. *Revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad Vera Cruz Ana*. Volumen XVII. - Número 2.
- Dieter, N. (2020). El método comparativo. Capítulo tercero. Archivo en línea. Disponible en: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/13/6180/5.pdf>
- Duncan, R. & Raiffa, H. (2017). Games and decision. Introduction and critical survey. Dover publications. New York.
- Ecozema (2021). Biodegradabilidad y compostabilidad. Ecozema.com. Enlace en línea. Disponible en: <https://ecozema.com/es/focus/biodegradabilidad-y-compostabilidad/>
- Espinilla, M. (2015). Nuevos Modelos de Evaluación Sensorial con Información Lingüística. Tesis Doctoral. Universidad de Jaén.
- Farfán, M., Maza, J., Navarro, E., Saavedra, O., & Yamunaqué, K. (2018). Diseño de un sistema productivo para la obtención de bolsas biodegradables a partir del almidón de yuca en la Empresa Polímeros Del Norte S.A.C. Universidad de Piura.
- Fenichell, S. (2019). *Plastic: The Making of a Synthetic Century*. Harper Business Publications. Nueva York. 368 p.
- Fernández, A. (2019). IDENTIFICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE EMPAQUES BIODEGRADABLES EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS CON MAYOR POTENCIAL DE DESARROLLO EN COLOMBIA. UNIVERSIDAD

DE

AMÉRICA.

<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7252/1/405828-2019-IGA.pdf>.

- Flores, J. (2016). TECNOLOGÍA DE PROCESOS: ALCANCES Y LIMITACIONES. Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Archivo en línea. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.3/36673>
- Fodor, J. & Roubens, M. (2000). Fuzzy preference modelling and multicriteria decision support. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Fu, G. (2014). A fuzzy optimization method for multicriteria decision making: an application to reservoir flood control operation. *Expert Systems with Applications*, 34(1), pp. 145-149.
- García, A. (2015). Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz. Escuela especializada en ingeniería ITCA. FEPADE. Recuperado de: <https://www.itca.edu.sv/wp-content/themes/elaniin-itca/docs/2015-Obtencion-de-un-polimero-biodegradable.pdf>
- Gardey, A. & Pérez, J. (2021). Definición de costo. Archivo en línea. Disponible en: <https://definicion.de/costo/#:~:text=El%20costo%20de%20un%20producto,maquinaria%20y%20de%20los%20edificios>.
- Geoecuador. (2008). Estado del aire. Archivo en línea. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=16377>
- González, L. (2021). Plan de Negocio para el Aprovechamiento Sostenible del Bagazo de Caña en la Obtención de Empaques con Valor Agregado. Maestría. Universidad EAN.
- Grajales, A., Serrano, E., & Hahn, C. (2013). Los métodos y procesos multicriterio para la evaluación. *Revista Luna Azul*, (36), 285–306. Recuperado de: <https://doi.org/10.17151/luaz.2015.40.14>
- Grosser, A. (2016). Investigación comparativa sobre sistemas políticos. Múnich, Hanser.
- Holguín, J. (2019). Obtención de un bioplástico a partir de almidón de papa. Fundación Universidad de América. Programa de Ingeniería Química. Bogotá, Colombia.
- INEN, N. P. REGLAMENTOS TÉCNICOS ECUATORIANOS–RTE INEN.
- ISO 14001: 2015. Sistemas de Gestión Ambiental - Requisitos con orientación para su uso.
- ISO 45001: 2018. Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Jaiswal, L. Shankar, S. & Rhim, J. (2019). Aplicaciones de la nanotecnología en

- microbiología alimentaria. Métodos en microbiología 46: 43-60. USA
- Kaczmarek, H. (2018). Materiales para el envasado de alimentos. Clasificación incluyendo materiales biodegradables. NCU Polonia, miembro de ECO-PAC.
- Khemani, K. & Scholz, C. (2016). “Degradable polymers and materials. Principles and practice”. American Chemical Society, Washington, USA.
- Labeaga, A. (2018). Polímeros biodegradables. Importancia y potenciales aplicaciones. Universidad Nacional de Educación a distancia. Archivo en línea. Disponible en: http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:master-Ciencias-CyTQ-Alabeaga/Labeaga_Viteri_Aitziber_TFM.pdf
- Lamb Charles, Hair Joseph y McDaniel Carl. (2015). Empaque. Funciones del empaque. «Marketing», Octava Edición, International Thomson. Págs. 348 - 349.
- Lawson, J. & Saint, S.(2016). Rules for reaching consensus. A modern approach to decision making. Jossey-Bass, San Francisco.
- Lopera, J., Ortiz, J., Ramírez, C., & Zuluaga, M. (2010). El método analítico como método natural. Universidad de Antioquia, Colombia.
- López, G. (2012). VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PLASTICOS DEGRADABLES PARA SU APLICACIÓN EN LA AGRICULTURA SUSTENTABLE O ECOLOGICA. Saltillo, Coahuila. Archivo en línea. Disponible en: <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/371/1/Gorgonio%20Lopez%20Tolentino.pdf>
- Malagié, M. (2019). Procesos de la industria alimentaria, visión general y efectos sobre la salud. Archivo en línea. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+67.+Industria+alimentaria>
- Martínez, Y. (2017). Comercialización del jugo de caña de azúcar y su aporte al desarrollo comercial del sitio San Carlos del Cantón Jipijapa. Tesis. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Recuperado de: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/886/1/UNESUM-ECU-COMEXT-2017-06.pdf>
- Medina, M. (2017). “Evaluación y Proyección Financiera Para Determinar La Viabilidad y Rentabilidad de Una Empresa Dedicada a La Producción de Empaques Biodegradables.” UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. <http://132.248.52.100:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/14865/Tesis.pdf>

[f?sequence=1](#)

- Molina, K. (2018). Industria del empaque exporta 355 millones a 53 países del mundo. El Diario de Hoy, pág. 1. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3224/PYT_Informe_Final_Proyecto_Bioplastico.pdf
- Morató, N. 2012. “Envases Biodegradables Para Alimentos.” *Consumer EROSKI*: 1. <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/envases-biodegradables-para-alimentos.html>.
- Navia, D. (2011). Desarrollo de un material para empaques de alimentos a partir de harina de yuca y fibra de fique. Recuperado el 22 de abril de 2019 de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10893/8845/TESIS%20MAESTR%c3%8da%20Diana%20Navia.pdf?sequence=1>
- Norma Europea - EN 13432: 2000. (2014). Envases y embalajes. Requisitos de los envases y embalajes valorizables mediante compostaje y biodegradación. Programa de ensayo y criterios de evaluación para la aceptación final del envase o embalaje.
- Norma Norteamericana ASTM D 6400 – 2004. (2011). Standard Specification for Compostable Plastics. ASTM Internacional. United States.
- Norma RTE INEN 100 (2014). “Materiales y artículos plásticos destinados a estar en contacto con los alimentos”.
- Orejuela, J. & Osorio, J. (2018). El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación. *Scientia et Technica* Año XIV, No 39, pp 247-252.
- Organismo de certificación global. (2021). *ISO 45001: Sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo*. Nqa. Archivo en línea. Disponible en: <https://www.nqa.com/es-pe/certification/standards/iso-45001>
- Peiró, R. (2020). *Calidad*. Economipedia.com. Archivo en línea. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/calidad-2.html>
- Pizá, H., Ramírez, C., Rolando, S., Villanueva, S. & Zapata, V. (2017). Análisis experimental de la elaboración de bioplástico a partir de la cáscara de plátano para el diseño de una línea de producción alterna para las chifleras de piura, Perú.
- Planv. (2020). Nada frena los plásticos de un solo uso: más de 260.000 toneladas al año en Ecuador. Archivo en línea. Disponible en: <https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/nada-frena-plasticos-un-solo-uso-mas-260000-toneladas-al-ano-ecuador>

- Polimer Tecnic. (2016). Origen del plástico – fabricación. Archivo en línea. Disponible en: <https://www.polimertecnic.com/origen-del-plastico/>
- Promperú. 2016. Informe Especializado: Tendencias En Envases Para La Industria Alimentaria. *SERVICIOS AL EXPORTADOR - DEPARTAMENTO DE INTELIGENCIA DE MERCADOS: 2.* <https://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/estudio/742981449rad0AFCF.pdf>
- Quiminet. (2011). La importancia del envasado y empaquetado de alimentos. Industria alimenticia. Archivo en línea. Disponible en: <https://www.quiminet.com/articulos/la-importancia-del-ensado-y-empaquetado-de-alimentos-2601009.htm>
- República del Ecuador. Ministerio del Ambiente. (2014). Informe de logros alcanzados por el programa nacional de gestión integral de desechos sólidos. HYPERLINK. Recuperado de: <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/254996/Informe+Gestion+resumido+MAE-PGNIDS+2010-2013.pdf/95b81b2d-b2a1-4a98-b7a3-22920795e78a>
- República del Ecuador. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2015). Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017. Quito: SENPLADES. Recuperado de <http://documentos.senplades.gob.ec/Plan%20Nacional%20Buen%20Vivir%20013-2017.pdf>
- Rhim, J. & Kim, Y. (2014). Envases compuestos a base de biopolímeros Materiales con nanopartículas. Innovaciones en el envasado de alimentos. Los Ángeles: ACRO ediciones.
- Romero, C. (2014). Análisis de las decisiones multicriterio. Neuroeconomix. Archivo en línea. Disponible en: <https://www.neuroeconomix.com/analisis-de-decision-multicriterio-mcda/#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20de%20decisi%C3%B3n%20multicriterio,criterios%20de%20valoraci%C3%B3n%2C%20de%20las>
- Ruíz, G. (2017). POLÍMEROS BIODEGRADABLES A PARTIR DEL ALMIDÓN DE YUCA. Universidad EAFIT. Medellín, Colombia. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/47250396.pdf>
- Santander, R. (2018). Concepto de productos. Essays Club. Archivo en línea. Disponible en: <https://es.essays.club/Ciencias-humanas/Negocios/CAPITULO-10-CONCEPTOS-DE-PRODUCTOS-72565.html>
- Servicios al exportador. (2016). Informe Especializado: Tendencias en envases para la

industria alimentaria. Perú.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2017). Informe nacional de aprovechamiento. Bogotá. Obtenido de:

<http://www.andi.com.co/Uploads/22.%20Informa%20de%20Aprovechamiento%20187302.pdf>

Thompson, I. (2019). www.marketing-free.com. Obtenido de:

<http://www.marketingfree.com/producto/empaques.html>

Triantaphyllou, E. (2016). Multicriteria decision making methods: a comparative study.

Kluwer Academic Publishers. Dordrecht/Boston/London

Valentina, S. (2016). Contaminación por empaques de alimentos: una bofetada (y una alternativa). Steemit. Archivo en línea. Disponible en:

<https://steemit.com/spanish/@valentina/contaminacion-por-empaques-de-alimentos-una-bofetada-y-una-alternativa>

Villavicencio, C. (2018). DISEÑO DE MODELO DE NEGOCIOS PARA PRODUCIR Y COMERCIALIZAR PLATOS BIODEGRADABLES DE HOJAS DE PLÁTANO. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.

[http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29926/1/Tesis PLATOS BIODEGRADABLES.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29926/1/Tesis_PLATOS_BIODEGRADABLES.pdf).

Zeplast. (2016). "HISTORIA DE PRODUCTOS BIODEGRADABLES." *ZEApplast*: 1.

<http://www.zeplast.cl/plasticos-biodegradables/historia-de-los-bioplásticos+-20>.

7. ANEXOS

7.1. Anexo 1. FORMATO DEL CUESTIONARIO APLICADO EN EXPERTOS.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CUESTIONARIO A EXPERTOS

El presente cuestionario es parte fundamental de la investigación que desarrollan las estudiantes: **Salvatierra Párraga María Victoria y Sánchez Resabala Génesis Pamela**, cuyo trabajo de titulación tiende a la realización de un **Estudio comparativo de alternativas al uso del plástico del sector alimenticio en el cantón Portoviejo, provincia de Manabí.**

OBJETIVO DEL CUESTIONARIO: Obtener un conjunto de información fidedigna y completa de las alternativas y criterios para la selección del material que servirá como medida de sustitución del plástico común en el sector alimenticio de la ciudad de Portoviejo, provincia de Manabí.

Es importante señalar, que los materiales para la producción de empaque alimenticios que se han seleccionado como alternativas para sustitución del plástico común son:

Cáscara de plátano: Para el desarrollo de empaques biodegradables a base de la cascara de plátano un proceso clave en la elaboración del material fue sumergir las cáscaras de plátano frescas en una solución anti-pardeamiento de ácido cítrico esto con el fin de retrasar la oxidación de las cáscaras y evitando que obtuvieran un color oscuro al poco tiempo de ser procesadas. Posterior a esto, se introduce en una tolva con agua destilada; aquí las cáscaras y el agua destilada serán sometidas a ebullición. Una vez que las cáscaras han finalizado de hervir, se retira el agua a través de los conductos de liberación de la tolva mezcladora para luego ser enviadas a la tolva escurridora. Seguido se deja secar las cáscaras en la tolva escurridora, mediante el proceso de filtración, se procede con el trasvasije de las cáscaras secas hasta la mezcladora; lugar en donde serán trituradas hasta que se forme una pasta. Una vez obtenida la pasta, es mezclada con químicos como el ácido clorhídrico, Glicerol e Hidróxido de sodio. La mezcla arriba detallada se deja secar en tambores cedazo. Una vez que tenemos esta masa, es cortada en trozos más pequeños trozos son introducidos al molino triturador a fin de que estos pedazos grandes de bioplástico sean triturados acorde al requerimiento de los clientes.

Almidón de yuca: El material se obtiene la cosecha cada 6 meses, este es extraído y pasa directamente a la máquina que lava, ralla y quita la superficie de la yuca, tritura, cierra, líquido espeso y en este proceso se obtienen tres resultados: primero va al desecho,

segundo los desperdicios del rallado sirve para la realización de harina y tercero para a un canal de sedimentación (obtención del almidón). Inicialmente se produce una gelatinización o pérdida de la semicristalinidad de los gránulos de almidón, debido al incremento de la temperatura porque el agua penetra en las cadenas de éste desde la superficie de los cristales produciendo un hinchamiento, un desenrollado de las dobles hélices y una fragmentación de la estructura granular. Luego se inicia la desestructuración del almidón al aplicar energía termomecánica en el molino abierto debido a las fuerzas de cizalladura producidas por sus rodillos sobre la mezcla y a la acción de la temperatura. A medida que se incrementa el tiempo de mezclado la glicerina y el agua actúan como plastificantes. Las mezclas con mayores contenidos de estos aditivos son más fáciles de procesar y producen bandas de mayor flexibilidad, debido a que son sustancias de bajo peso molecular que aumentan la distancia entre las cadenas moleculares, favoreciendo su deslizamiento. Éstas son de color blanco lo cual corrobora que la desestructuración apenas se inicia y la estructura de las mezclas aún es semicristalina.

Fécula de maíz: El almidón o fécula de maíz es un polisacárido que se obtiene de moler las diferentes variedades del maíz. Este material, al igual que otros cereales, contiene almidón en cantidades elevadas.

El almidón de maíz es un polímero natural, que puede ser plastificado, biodegradable, y está disponible todo el año, es de bajo costo y accesible en grandes volúmenes, pues se cosecha en toda la provincia Manabita. Para la obtención del almidón termoplástico, el almidón se funde con la ayuda de una cantidad relativamente baja de agua durante el proceso de extrusión, moldeo por presión o moldeo por inyección, por donde la cantidad de agua está por debajo del 20% en la mayoría de los casos. Parte del agua generalmente se reemplaza por pequeñas cantidades de glicerina. Por lo cual, en su proceso de fabricación se utiliza como materia prima, el almidón de maíz, agua destilada, ácido acético, glicerina, entre otros.

Bagazo de caña de azúcar: Los residuos de la caña de azúcar son las sobras del proceso de elaboración del azúcar. Si estos materiales no se hubieran utilizado para crear estos productos, se habrían desechado o quemado. En este sentido, el bagazo se ha vuelto materia prima para la fabricación de empaques alimenticios. Además, a diferencia de los árboles, la caña de azúcar es una fuente que se renueva en periodos cortos (1.5 años).

El proceso de fabricación del material biodegradable se da, a través, de 3 subprocesos principales: tratamiento del bagazo de caña de azúcar, laminado del bagazo de caña de azúcar tratado, y moldeo por compresión en caliente del material laminado.

En primera instancia se comienza con el lavado del bagazo de la caña de azúcar, posteriormente, se realiza el secado del mismo, cuando se ha obtenido el tratamiento alcalino del bagazo, se procede a secar el bagazo tratado en una estufa, posterior a esto se realiza la tamización y pesado del mismo, seguido del laminado donde se mezcla el bagazo de caña de azúcar, caucho natural procesado, cuyas cantidades van a variar en los diferentes tratamientos, para la obtención del material deseado y de los empaques biodegradables es necesaria una prensa hidráulica, en esta etapa final se colocan los moldes correspondientes entre los que se coloca el material laminado y se aplica calor y presión.

INSTRUCCIONES: Lea detenidamente las siguientes preguntas y asigne una puntuación a cada una de las preguntas.

1. **En función a lo analizado anteriormente ¿Cuál de los siguientes criterios presentados a continuación considera usted de mayor relevancia para la selección de empaques de alimentos?**

(Por favor asigne un puntaje del 1 al 4, siendo 4 el puntaje de mayor relevancia y 1 al de menor relevancia)

- Disponibilidad del material en la zona.
- Precio del material para el empaque.
- Calidad del empaque.
- Biodegradabilidad.

Por otra parte, según su conocimiento y experiencia ¿Qué otro(s) criterio(s) considera importante al momento de seleccionar un material para la producción de empaques biodegradables en alimentos, y del cual no se ha hecho mención?

2. **De los siguientes materiales que se presentan a continuación, ¿cuál considera usted según su experiencia, es de fácil acceso en la región para la producción de empaques de alimentos?**

(Por favor asigne un puntaje del 1 al 4, siendo 4 el puntaje que corresponda al de mayor acceso y 1 al de menos acceso)

- Cáscara de Plátano
- Almidón de Yuca
- Fécula o almidón de Maíz
- Bagazo de caña de azúcar

3. **De los siguientes materiales que se presentan a continuación, ¿cuál considera resistente a temperaturas de fusión en la producción de empaque de alimentos?**

(Por favor asigne un puntaje del 1 al 4, siendo 4 el puntaje de mayor resistencia y 1 el de menor resistencia)

- Cáscara de Plátano
- Almidón de Yuca
- Fécula o almidón de Maíz
- Bagazo de caña de azúcar

4. **De los siguientes materiales que se presentan a continuación, ¿cuál cree es de menor costo en su adquisición para la producción de empaques de alimentos?**

(Por favor asigne un puntaje del 1 al 4, siendo 4 el puntaje que relacione al de mayor costo y 1 al de menor costo)

- Cáscara de Plátano
- Almidón de Yuca

Fécula o almidón de Maíz ()

Bagazo de caña de azúcar ()

5. De los siguientes materiales que se presentan a continuación, ¿cuál considera que presentará menor **rotura por tensión** en empaques de alimentos?

(Por favor asigne un puntaje del 1 al 4, siendo 4 el puntaje que considere de mayor rotura y 1 al de menor rotura)

Cáscara de Plátano ()

Almidón de Yuca ()

Fécula o almidón de Maíz ()

Bagazo de caña de azúcar ()

6. De los siguientes materiales que se presentan a continuación, ¿cuál considera de menor **tiempo de biodegradación** en empaques de alimentos, después de su utilización?

(Por favor asigne un puntaje del 1 al 4, siendo 4 el puntaje de mayor biodegradabilidad y 1 al de menor biodegradabilidad)

Cáscara de Plátano ()

Almidón de Yuca ()

Fécula o almidón de Maíz ()

Bagazo de caña de azúcar ()


7.2. Anexo 2. FICHAS DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO POR PARTE DE CADA EXPERTO.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

FICHA DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO A EXPERTOS

Identificación del experto

Nombre y apellidos	María Antonieta Riera
Filiación (ocupación, grado académico y lugar de trabajo):	Universidad Técnica de Manabí MSc. en Ingeniería Química Departamento de Procesos Químicos, Alimentos y Biotecnología, UTM
e-mail	maria.riera@utm.edu.ec
Teléfono o celular	0992343437
Fecha de la validación (día, mes y año):	22/09/2021
Firma	


Muchas gracias por su valiosa contribución a la validación de este cuestionario.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

FICHA DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO A EXPERTOS

Identificación del experto

Nombre y apellidos	Cisneros Pérez Nelson Iván
Filiación (ocupación, grado académico y lugar de trabajo):	Ingeniero Químico, Mgs., Universidad Técnica de Manabí
e-mail	Nelson.cisneros@utm.edu.ec
Teléfono o celular	0958951590
Fecha de la validación (día, mes y año):	22, septiembre, 2021
Firma	 <small>Firmado digitalmente por:</small> NELSON IVAN CISNEROS PEREZ


Muchas gracias por su valiosa contribución a la validación de este cuestionario.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

FICHA DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO A EXPERTOS

Identificación del experto

Nombre y apellidos	Luzmila Elizabeth Burbano Mera
Filiación (ocupación, grado académico y lugar de trabajo):	Docente Universitaria Ingeniera Agroindustrial – Magister en Procesamiento de Alimentos. Portoviejo – Universidad Técnica de Manabí
e-mail	luzmila.burbano@utm.edu.ec
Teléfono o celular	0996146890
Fecha de la validación (día, mes y año):	24/09/2021
Firma	 <small>Verifique autenticidad por:</small> LUZMILA ELIZABETH BURBANO MERA


Muchas gracias por su valiosa contribución a la validación de este cuestionario.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

FICHA DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO A EXPERTOS

Identificación del experto

Nombre y apellidos	Arturo Perero Espinoza
Filiación (ocupación, grado académico y lugar de trabajo):	Docente, Magister en administración ambiental, Universidad Técnica de Manabí.
e-mail	galo.perero@utm.edu.ec
Teléfono o celular	0984115063
Fecha de la validación (día, mes y año):	22 de septiembre de 2021.
Firma	 <small>firmado electrónicamente por:</small> GALO ARTURO PERERO ESPINOZA


Muchas gracias por su valiosa contribución a la validación de este cuestionario.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

FICHA DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO A EXPERTOS

Identificación del experto

Nombre y apellidos	Carlos Jadán Piedra
Filiación (ocupación, grado académico y lugar de trabajo):	Universidad Técnica de Manabí. Docente-Investigador. Ph.D Ciencia, Tecnología y Gestión Alimentaria. Departamento de Industrial.
e-mail	carlos.jadan@utm.edu.ec
Teléfono o celular	0983264842
Fecha de la validación (día, mes y año):	23/09/2021
Firma	 <p>firmado digitalmente por: CARLOS ALBERTO JADAN PIEDRA</p>

Muchas gracias por su valiosa contribución a la validación de este cuestionario.