



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL BENEFICIO SOCIOECONÓMICO DE UN DISEÑO
DE PRODUCCIÓN DE BOLSAS COMPOSTABLES COMO ALTERNATIVA PARA LA
REDUCCIÓN DE DESECHOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Miguel Angel Letrán Valdez

Asesorado por la Msc Inga. Débora Anayancy Calderón Orellana

Guatemala, enero de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL BENEFICIO SOCIOECONÓMICO DE UN DISEÑO
DE PRODUCCIÓN DE BOLSAS COMPOSTABLES COMO ALTERNATIVA PARA LA
REDUCCIÓN DE DESECHOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MIGUEL ANGEL LETRÁN VALDEZ
ASESORADO POR LA MSC. INGA. DÉBORA ANAYANCY CALDERÓN
ORELLANA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, ENERO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Ramírez Ortiz
EXAMINADOR	Ing. Welder Ulises Vargas Pérez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL BENEFICIO SOCIOECONÓMICO DE UN DISEÑO
DE PRODUCCIÓN DE BOLSAS COMPOSTABLES COMO ALTERNATIVA PARA LA
REDUCCIÓN DE DESECHOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 7 de julio de 2021.

Miguel Angel Letrán Valdez

Ref. *EEPF1 0813 2021*
Guatemala, 16 de julio de 2021

Director
Gilberto Morales Uaiza
Escuela de Ingeniería Mecánica
Presente.

Estimado Ing. Morales:

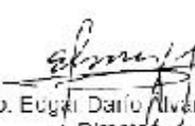
Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: BENEFICIO SOCIOECONÓMICO DE UN DISEÑO DE PRODUCCIÓN DE BOLSAS COMPOSTABLES COMO ALTERNATIVA PARA LA REDUCCIÓN DE DESECHOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante **Miguel Ángel Letrán Valdez** carné número **200212586**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO" previo a culminar sus estudios en la Maestría en Energía y Ambiente.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

"Id y Enseñan a Todos"

 Mtra. Débora Arayancy Calderón Orellana Asesora	 Mtro. Juan Carlos Fuentes Montepeque Coordinador de Área Desarrollo Socio-Ambiental y Energético
---	---



Mtro. Eddy Darío Alvar
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

EEP-EDM-11-2021

El Director de la Escuela de Ingeniería en Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **BENEFICIO SOCIOECONÓMICO DE UN DISEÑO DE PRODUCCIÓN DE BOLSAS COMPOSTABLES COMO ALTERNATIVA PARA LA REDUCCIÓN DE DESECHOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario Miguel Ángel Letrán Valdez, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

AYUDA Y ENSEÑANZA A TODOS

Ing. Gilberto Morales Baza
Director
Escuela de Ingeniería en Mecánica



Guatemala, julio de 2021



Decanato
Facultad de Ingeniería
24889101-24889102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.078.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL BENEFICIO SOCIOECONÓMICO DE UN DISEÑO DE PRODUCCIÓN DE BOLSAS COMPOSTABLES COMO ALTERNATIVA PARA LA REDUCCIÓN DE DESECHOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por: **Miguel Angel Letrán Valdez**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, **autoriza la impresión del mismo.**

IMPRÍMASE:

A blue ink signature of Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada is written over an official circular stamp. The stamp contains the text 'UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA' and 'DECANA FACULTAD DE INGENIERIA'.

Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, enero de 2022

AACE/gaac

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser mi creador y por la bendición que me da de poder lograr esta meta.
Mis padres	Tomasa Valdez por ser ejemplo y guía en mi vida y Miguel Letrán (q. d. e. p.) por interceder por mí en todo momento.
Mis hermanas	Iliana y Claudia Letrán, por el amor y apoyo brindado en toda mi vida.
Mi sobrino	Carlos Letrán, por ser mi hermano y apoyarme siempre.
Mi abuela	Elena Molina (q. e. p. d.) por ser como una madre y por cuidarme y apoyarme siempre.
Mi esposa	Andrea Pinto de Letrán, por estar siempre a mi lado y apoyarme en todo momento.
Mi hijo	Miguel Ignacio Letrán Pinto, por ser mi inspiración para lograr esta meta.

Familia y amigos

Por el apoyo y ayuda brindada a lo largo de mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser mí casa de estudios y permitir llenarme de conocimientos en esta etapa.

Facultad de Ingeniería

Por proporcionarme los conocimientos que han permitido realizar este trabajo de graduación.

Catedráticos

Por los conocimientos, orientación y apoyo brindado.

**Mis compañeros de
estudio**

Por el apoyo y ayuda que me brindaron en este tiempo.

Mi asesor

Msc. Inga. Débora Anayancy Calderón
Orellana, por su guía y ayuda en este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
3.1. Problemas específicos.....	12
3.2. Pregunta central	13
3.3. Preguntas auxiliares	13
4. JUSTIFICACIÓN	15
5. OBJETIVOS	17
5.1. General.....	17
5.2. Específicos	17
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	19
7. MARCO TEÓRICO.....	21

7.1.	Materia prima	21
7.2.	Extrusión	25
7.3.	Plástico oxo degradable, una mala solución	28
7.4.	Certificaciones de biodegradación y compostabilidad	29
7.5.	Certificados de biobasado y compostaje	30
7.5.1.	OK biobased.....	30
7.5.2.	Ok Compost industrial (EN 13432).....	30
7.6.	Pruebas mecánicas realizadas a las bolsas.....	31
7.7.	Ensayos de resistencia a la tracción de plásticos	31
7.8.	Prueba de tensión deformación.....	32
7.9.	Fuerza en dirección máquina	32
7.10.	Fuerza en dirección transversal	32
7.11.	Prueba de punción	33
7.12.	Ensayos de bolsa plásticas vrs. Bolsas compostables.....	33
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO	35
9.	METODOLOGÍA	39
9.1.	Tipo de investigación o propuesta.....	39
9.2.	Fases del estudio	39
9.2.1.	Fase 1	40
9.2.2.	Fase 2	40
9.2.3.	Fase 3	40
9.2.4.	Fase 4	40
9.2.5.	Fase 5	41
9.2.6.	Fase 6	41
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	43

11.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO.....	45
11.1.	Costo del estudio.....	46
12.	REFERENCIAS.....	47
13.	ÁPENDICE.....	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Bio Plásticos.....	22
----	--------------------	----

TABLAS

I.	Plástico común vrs. Compostable	23
II.	Propiedades de resina plástica y compostable	24
III.	Cuadro comparativo	27
IV.	Costos de estudio.....	46

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
g/cm³	Densidad
CO₂	Dióxido de carbono
g/10 min	Índice de fluidez
°C	Grado centígrado
kg	Kilogramo
MPA	Mega pascales
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetros
N	Newton
%	Porcentaje
Q	Quetzales

GLOSARIO

AENOR	Asociación Española de Normalización
ASTM	Asociación Americana de Pruebas y Materiales
Bio plástico	Se denomina bioplástico a un tipo de plásticos derivados de productos vegetales, tales como el aceite de soja, el maíz o la fécula de patata.
Compostaje	Materia orgánica procedente de residuos agrícolas y de la jardinería, tratados para acelerar su descomposición y ser utilizado como fertilizante.
Deformación	Cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a tensiones internas producidas por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo.
Densidad	Relación entre la masa y el volumen de una sustancia o entre la masa de una sustancia y la masa de un volumen igual de otra sustancia tomada como patrón.
Dióxido de carbono	Gas e incoloro que se desprende en la respiración, en las combustiones y en algunas fermentaciones.

FDA	Administración de Alimentos y Medicamentos de EE. UU.
IARNA	Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente.
ISO	Organización Internacional de Normalización.
Materia prima	Materia extraída de otros materiales y que se utiliza o transforma para elaborar otros materiales que más tarde se convierten en bienes de consumo.
Medio ambiente	Conjunto de circunstancias o factores físicos y biológicos que rodean a los seres vivos e influyen en su desarrollo y comportamiento.
PLA	Polímero Poliláctico.
Polímero	Es una sustancia compuesta por grandes moléculas, formados por la unión mediante enlaces covalentes de una o más monómeros.
Propiedad mecánica	Determinan el comportamiento de un cuerpo bajo la acción de fuerzas externas continuas o discontinuas dinámicas o cíclicas que se ejercen sobre ellos.
Propiedad química	Cualquier propiedad de la materia por la cual cambia de composición.

Residuo

Material inservible que resulta de la descomposición o destrucción.

Tensión

Acción de fuerzas a que está sometido un cuerpo.

RESUMEN

Hoy en día, mucho se habla de la contaminación, los residuos con mala disposición y otros factores que ayudan a que nuestro medio ambiente este cada vez más deteriorado. Las bolsas plásticas y los materiales descartables, son necesarios, pero por el hecho de no saber cómo usarlos correctamente y no saber qué hacer con estos materiales cuando llega la hora de depositarlos en un basurero o recipiente destinado al reciclaje, se llega a tener toneladas de desechos que no desaparecen en mucho tiempo.

Existen muchas alternativas para dejar de usar bolsas o recipientes descartables o de un solo uso, y se ha dado hasta una guerra entre grandes empresas para saber quién tiene la razón. Una alternativa que ha surgido y que es el tema principal de esta investigación, son las bolsas compostables, fabricadas con materiales a base de plantas y tubérculos.

La idea de esta investigación, es dar a conocer las ventajas que se tienen cuando se utiliza este tipo de bolsas y como poder desecharlas de forma que todo regrese a la tierra transformado en abono y nutrientes, y a la vez no tener mayor contaminación con estos productos.

El tema principal es que los usuarios conozcan este tipo de bolsa y como se debe hacer una buena disposición del material.

Las características de un material compostable son muy parecidas a un material plástico proveniente del petróleo, pero con ventajas que ayudan a que se pueda tener un producto resistente, útil y que ayude al medio ambiente.

La realización de este proyecto, requiere la inversión de Q 35,016.05, y lo que se busca es poder demostrar que una bolsa compostable puede ser tan confiable como una bolsa plástica convencional, pero con las ventajas de tener un material que en poco tiempo pueda ser beneficioso en otro ambiente, esto por supuesto requiere de inversión y de hacerle saber a los consumidores que es una inversión y no un gasto, que esto se convierta no en un círculo vicioso si no beneficioso para todos.

Lo que se espera obtener en este estudio, es que tanto las empresas como las personas que utilizan bolsas y productos plásticos, tengan conocimiento y estén informados a cerca de una alternativa más limpia y que ayude a tener un medio ambiente un poco más libre de contaminación, y a la vez usando un producto que pueda desecharse en un ambiente en el cual sea útil después de su uso.

1. INTRODUCCIÓN

Según Beltrán y Mancilla (2012) “Los polímeros son macromoléculas formadas por la unión repetida de una o varias moléculas unidas por enlaces covalentes. El término macromolécula significa molécula muy grande. “Polímero” y “macromolécula” son términos que suelen utilizarse indistintamente” (p. 3).

Según datos de la Municipalidad de Guatemala (2019), se tiene estimado que una persona puede producir 2 libras de basura diaria. En el vertedero de la zona 3 se tiene datos de que 7 millones de personas llegan a dejar sus residuos, que son alrededor de 3200 toneladas diarias.

En Guatemala como en todo el mundo, el uso de plástico de origen fósil es inevitable. Esto hace que el dióxido de carbono aumente cada vez más. Otra de las principales consecuencias de tener una gran cantidad de desechos, es que no se tiene un buen manejo de residuos, esto hace que afecte en todos los ámbitos sociales, porque la basura y los residuos se acumulan tanto en calles y desagües, algo que afecta, y tiene consecuencias en el diario vivir, como son las inundaciones de las calles.

Estos residuos también llegan a ríos y mares, donde pueden llegar a entorpecer el entorno natural de los animales. Cada vez se incrementa más la generación de residuos plásticos que son derivados del petróleo, que va de la mano con el aumento en el precio de este recurso no renovable.

Por esta razón se han buscado alternativas para poder producir bio plásticos o hechos con materiales renovables, que ayuden a poder tener una solución desde el proceso de producción, hasta la forma de gestionar el manejo de estos residuos.

Los bio plásticos son materiales biodegradables que provienen de recursos renovables y en algunos casos presentan propiedades similares a los plásticos elaborados a partir de petróleo. (Bio Tecnología, 2014)

Se han desarrollado plásticos biodegradables a partir de materias primas renovables, derivadas de plantas y bacterias.

Estos productos no son solo biodegradables, sino también compostables, porque pueden reingresar al ciclo de la materia.

Se denomina bioplástico al material que se obtiene a partir de fuentes renovables, que suelen ser vegetales como por ejemplo maíz, aceite de soja o fécula de patata, aunque también existen otros de origen bacteriano. Estos materiales incluyen al ácido poliláctico (PLA); poli-3-hidroxibutirato (PHB), la poliamida 11 (PA-11) o el polietileno (PE) obtenido a partir de la caña de azúcar. (Viteri, 2018, p. 5)

Es importante saber cómo funciona el proceso de biodegradación en una bolsa compostable, debido a que se necesita un ambiente ideal de compost para que esto se suceda. Por lo mismo, es necesario un mejor manejo de residuos y tener lugares donde se pueda hacer el compost y así que ese mismo material pueda usarse en otro proceso natural.

En el primer capítulo se tiene los antecedentes, contiene datos importantes, información general que incluye la ubicación del lugar donde se realizará parte de la investigación, antecedentes, el planteamiento y las necesidades a cubrir; en el capítulo dos se tiene el marco teórico, donde se describe parte de la investigación, se resumen los temas que se quieren trabajar y la idea de lo que se quiere lograr; el capítulo tres es el marco metodológico de la investigación, esto nos ayuda a poder comprender qué datos queremos obtener en la investigación, con la ayuda de las variables e indicadores; el capítulo cuatro incluye el estudio técnico del tema, donde se tendrán algunos datos del lugar donde se realizará parte del estudio; en el capítulo cinco trata sobre el análisis y presentación de resultados; y por último se presentan las conclusiones, recomendaciones y referencias.

2. ANTECEDENTES

En el presente capítulo se describen aspectos importantes acerca del tema que se investiga en esta propuesta de investigación.

Tanto en Guatemala como a nivel mundial, se buscan alternativas para poder reducir la contaminación, pero esta reducción no se dará si los gobiernos y los habitantes de cada país, no están informados y no se tiene el compromiso necesario para trabajar en un proyecto que ayude tanto a la economía como al medio ambiente.

Se tienen algunos datos de investigaciones previas, pero uno de los problemas más importantes que se presentan es la comparación de materiales como, por ejemplo, los oxo degradables, estos tienen un comportamiento a los materiales biodegradables y compostables.

En muchos países ya se tienen leyes que prohíben el uso de productos plásticos hechos de materiales fósiles. Esto ayuda a que la cantidad de residuos disminuya y el medio ambiente este menos contaminado de gases como el dióxido de carbono.

Algunos autores han afirmado lo siguiente:

La fabricación de plásticos bio degradables sería de gran beneficio para la disminución de la contaminación y la ayuda al medio ambiente que tanto problema ha dado en los últimos años.

La producción anual de plásticos es de aproximadamente 25 millones de toneladas, pero con el uso de productos bio degradables, se disminuiría la contaminación en un 20 %. Los productos plásticos son ligeros e inertes, y pueden ser fabricados para ser rígidos o flexibles.

Nos dice también que, en Europa Occidental, los desechos plásticos representan solo el 15 al 20 % del total de desperdicio. Los desperdicios municipales en Europa tienen una tendencia diferente; el papel y el cartón producen el 25 %, vidrio; 10 %, desechos orgánicos; 30 %, metales; 8 %, textiles; 10 % y otros; 10 % y plástico el 7 %. Esto nos dice que estos países utilizan métodos diferentes y distintas alternativas para reducir el uso y consumo de materiales plásticos. (Arévalo, 1996, p 7-14)

Existen también los plásticos degradables, estos no cumplen con la norma UNE-EN 13432. Son bolsas plásticas comunes pero que se les ha añadido aditivos para su desintegración física.

Este componente hace que el plástico se fragmente en partículas muy pequeñas o micro plásticos que son casi invisibles al ojo humano, y no pueden ser asimiladas por las plantas, esto puede darse por oxidación (oxodegradable) o por luz ultravioleta (fotodegradable).

Esta tecnología se conoce como oxo degradable y consiste en colocar o mezclar aditivos químicos para iniciar la degradación que desarrollan la descomposición por medio de un proceso de varias etapas.

La primera etapa puede darse por medio de la luz ultravioleta de la radiación solar, la tensión mecánica y el calor, esto se conoce como oxidación. Estos productos se han utilizado desde los años 80, pero siempre con luchas y dudas con respecto al cumplimiento de las normas internacionales de biodegradación.

Una de las dudas más grandes es a cerca de los residuos o micro partículas que quedan después de la degradación, esto por la toxicidad que pueden tener y los efectos que pueden causarle al medio ambiente. (Compostadores, 2018)

El compostaje es la descomposición y estabilización biológica de substratos orgánicos, bajo condiciones que permiten el desarrollo de temperaturas termófilas como resultado del calor producido biológicamente, para producir un producto final estable, libre de patógenos y semillas, y que puede ser aplicado de forma beneficiosa al suelo (Haug, citado en Barrena, 2012).

Hoy en día podemos encontrar muchos productos con la etiqueta de biodegradable o compostable. El problema que existe actualmente, es que no todas las plantas de compostaje hacen el trabajo como debería de ser, esto depende de muchos factores y uno de ellos es que no todos los productos están hechos para ser compostables (Mitjans, 2019).

Una de las cosas que puede pasar con estos productos al momento de hacer compostaje, es que se realiza una metanización, esto es una biodegradación a temperaturas más bajas que las del compostaje, lo cual puede provocar que los productos no se degraden en su totalidad (Mitjans, 2019).

La prohibición de uso de bolsas en China se estableció el 1ro de junio del 2008. El estado prohibió la fabricación de bolsas y ordenó a los supermercados que no expendieran más bolsas. Esto produjo que la gente comience a traer sus propias bolsas, lo que desembocó en una caída de dos tercios del consumo de las mismas. Se produjo un ahorro de 1,6 millones de toneladas de petróleo en poco más de un año, lo que equivale a 40 billones de bolsas de plástico. (Rubio, 2010, p. 67)

En Guatemala las leyes están en espera de ser aplicadas, y se tienen algunos pueblos y municipios que ya no usan plásticos descartables, en sustitución se tienen productos “biodegradables”, pero que muchas veces no están certificados.

En el año 2006 en Guatemala se producían aproximadamente un total de 6 mil a 7 mil toneladas de desechos sólidos diariamente (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, 2010).

El plástico es uno de los materiales que más se ha utilizado y desechado en los últimos años.

Se sabe que una bolsa plástica tarda muchos años para llegar a su descomposición y el reciclaje ya no es suficiente para detener los niveles de consumo y producción. Es difícil tener un dato exacto, pero de acuerdo al Gremial de Recicladores en Guatemala se recupera aproximadamente solo el 5 % de la producción de plástico para reciclaje.

Alcaldes de diferentes municipios, han tomado medidas drásticas con el tema de las bolsas y productos plásticos, esto solo lleva un par años. Entre ellos están: El alcalde de San Pedro La Laguna, Sololá; Edwin Méndez, quien prohibió el uso de bolsas plásticas, duroport, esto para ayudar a detener la contaminación en el lago de Atitlán. También se han unido a estos cambios, los alcaldes de San Miguel Petapa, San Juan Sacatepéquez, Villa Canales, Chimaltenango, Acatenango, San Marcos y San Juan La Laguna. (El Periódico, 2018)

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El control de desechos y el reciclaje es algo que se debe de tomar en cuenta para disminuir la cantidad de basura y la contaminación mundial. Actualmente se recicla entre 2 % a 5 % de desechos en el mundo.

Se consumen envases plásticos, en su mayoría de polietileno convencional, estos plásticos tardan centenares de años en descomponerse y todos los productos que no se reciclan, contaminan ciudades y llegan a los océanos. “La producción de plásticos ha aumentado globalmente; entre 2002 y 2013 aumentó un 50 %, de 204 millones de toneladas a 299 millones de toneladas en 2013” (Ambientum, 2019).

Estos datos son globales, pero en Guatemala también existe este problema; a partir de 2015, se generaron aproximadamente 6 mil 300 toneladas métricas de desechos plásticos, alrededor del nueve por ciento de los cuales se reciclaron, el 12 % se incineró y el 79 % se acumuló en vertederos o en el entorno. (El Periódico, 2018)

Las bolsas plásticas son los productos que más se usan diariamente y que muchas veces no se reutilizan, esto hace que la cantidad de basura y desechos crezca sin medida. Por este motivo se busca una alternativa que pueda ayudar a disminuir los números presentados anteriormente.

Según Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA) de la Universidad Rafael Landívar (2010) hacia el año 2006, en Guatemala se estimaba que se producían de 6 mil a 7 mil toneladas diarias de desechos sólidos. El plástico es el material que más toneladas de desechos produce, esto debido a que tarda cientos de años en descomponerse.

Una bolsa plástica tarda aproximadamente 150 años en descomponerse, mientras que una botella plástica unos 450 años. El poco reciclaje que se hace de este material no es suficiente para detener los niveles de producción y consumo. Se estima que se compran un millón de botellas plásticas en el mundo.

En Guatemala no se tienen cifras exactas, pero se calcula que de lo que se produce, solo se recupera un cinco por ciento de plástico para reciclaje, según La Gremial de Recicladores. (El Periódico, 2018).

3.1. Problemas específicos

Falta de información de saber si una bolsa compostable y una de plástico común tienen las mismas propiedades mecánicas y físicas, realizando pruebas de laboratorio, en la ciudad de Guatemala, Guatemala.

Desconocimiento de cuál es el diseño óptimo de producción de bolsas compostables, como alternativa para la reducción de desechos en la ciudad de Guatemala, Guatemala La falta de una normativa sobre el uso del plástico y como poder manejar la disposición de residuos, tanto plásticos como otro tipo de materiales.

Falta de información de cómo elaborar un plan preliminar de capacitación del uso de bolsas compostables, como alternativa para la reducción de desechos en la ciudad de Guatemala, Guatemala.

El estudio se pretende realizar en la Ciudad de Guatemala, Guatemala, durante los meses de marzo y septiembre de 2021, por medio de observación y recolección de datos.

A continuación, se presentan las preguntas de la investigación.

3.2. Pregunta central

- ¿Cuál es el beneficio socioeconómico de un diseño de producción de bolsas compostables como alternativa para la reducción de desechos en la ciudad de Guatemala, Guatemala?

3.3. Preguntas auxiliares

- ¿Una bolsa compostable y una de plástico común tienen las mismas propiedades mecánicas y físicas con pruebas de laboratorio, en la ciudad de Guatemala, Guatemala?
- ¿Cuál es el diseño óptimo de producción de bolsas compostables como alternativa para la reducción de desechos en la ciudad de Guatemala, Guatemala?

- ¿Qué se debe de realizar para capacitar sobre uso de bolsas compostables, como alternativa para la reducción de desechos en la ciudad de Guatemala, Guatemala?

4. JUSTIFICACIÓN

La contaminación es algo que desde hace ya mucho tiempo afecta la naturaleza a nivel mundial, y la lucha de cada ser humano por disminuir los efectos de la contaminación, que afecta a todos los habitantes de nuestros países, se hace necesario, concientizar e impulsar el uso de productos que ayuden a preservar el medio ambiente. Uno de los productos que más se utiliza, es la bolsa plástica y por ese motivo debemos tener alternativas que sean de ayuda.

Las bolsas compostables pueden ser uno de los productos que nos pueden ayudar a cuidar el medio ambiente, esto por supuesto si el proceso se hace de una forma adecuada; las bolsas plásticas están presentes en nuestra vida cotidiana, más que ningún otro producto hecho de resina fósil. Cuando vamos de compras al supermercado, a la panadería o a una tienda, casi siempre nos dan el producto en una bolsa plástica.

Como ya bien sabemos las bolsas plásticas tardan en degradarse aproximadamente 150 años (ecología verde, 2018), es por ello que la investigación se basó en la producción de estas bolsas bio plásticas; para dar respuesta a la necesidad urgente que tiene la naturaleza de contar con alternativas de utilización de este tipo de productos, que garanticen la misma calidad que las bolsas de plástico tradicionales, pero que tengan la particularidad de no ser un agente contaminante cuando sea desechado.

Por otro parte, promover la conciencia ecológica y que las personas también conozcan las diferencias de las bolsas plásticas comunes; las que utilizan aditivos como el oxo degradable; y las que están hechas con materia prima renovable.

Sabemos que está no es una solución al problema tan grande que tenemos, pero si se busca que, en un mediano plazo, las personas tengan un conocimiento mayor en lo que respecta al reciclaje y hacer un menor uso de productos que contaminan desde su manufactura hasta ser desechados, tendremos un país más limpio y un medio ambiente saludable.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Establecer el beneficio socioeconómico de un diseño de producción de bolsas compostables como alternativa para la reducción de desechos en la ciudad de Guatemala, Guatemala.

5.2. Específicos

- Determinar si una bolsa compostable y una de plástico común tienen las mismas propiedades mecánicas y físicas con pruebas de laboratorio, en la ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Establecer el diseño óptimo de producción de bolsas compostables como alternativa para la reducción de desechos en la ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Implementar un plan preliminar de capacitación del uso de bolsas compostables, como alternativa para la reducción de desechos en la ciudad de Guatemala, Guatemala.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Se tienen varias necesidades a cubrir con esta investigación, principalmente poder trabajar con un material o producto amigable, tanto con el medio ambiente, como con las personas que lo manejan. Existen diferentes teorías con respecto al comportamiento de una bolsa compostable.

También existe la necesidad de poder explicar de una forma clara y precisa lo que puede aportar un producto amigable con el medio ambiente, no solo en la parte económica sino también todo lo relacionado con las propiedades mecánicas, físicas y químicas del material.

El presente estudio aportará información importante para conocer los procesos y estudios basados en normas internacionales, que ayuden a poder demostrar el comportamiento del material compostable y así mismo tener presente las formas de disposición.

Determinando lo anterior, se podrá tener más claro que es necesario tener una normativa que regule el uso de productos plásticos, y no tanto prohibir o eliminar estos materiales, y al mismo tiempo poder transmitir la información acerca del uso de productos compostable.

7. MARCO TEÓRICO

Este capítulo presenta la base teórica para dar a conocer el fundamento del conocimiento en materia del tema diseño de producción de bolsas compostables y su incidencia en la reducción de desechos y contaminación en la ciudad de Guatemala.

7.1. Materia prima

Tanto en la fabricación de un plástico fósil como en un plástico compostable, existen varios tipos de resina para poder elaborar el producto.

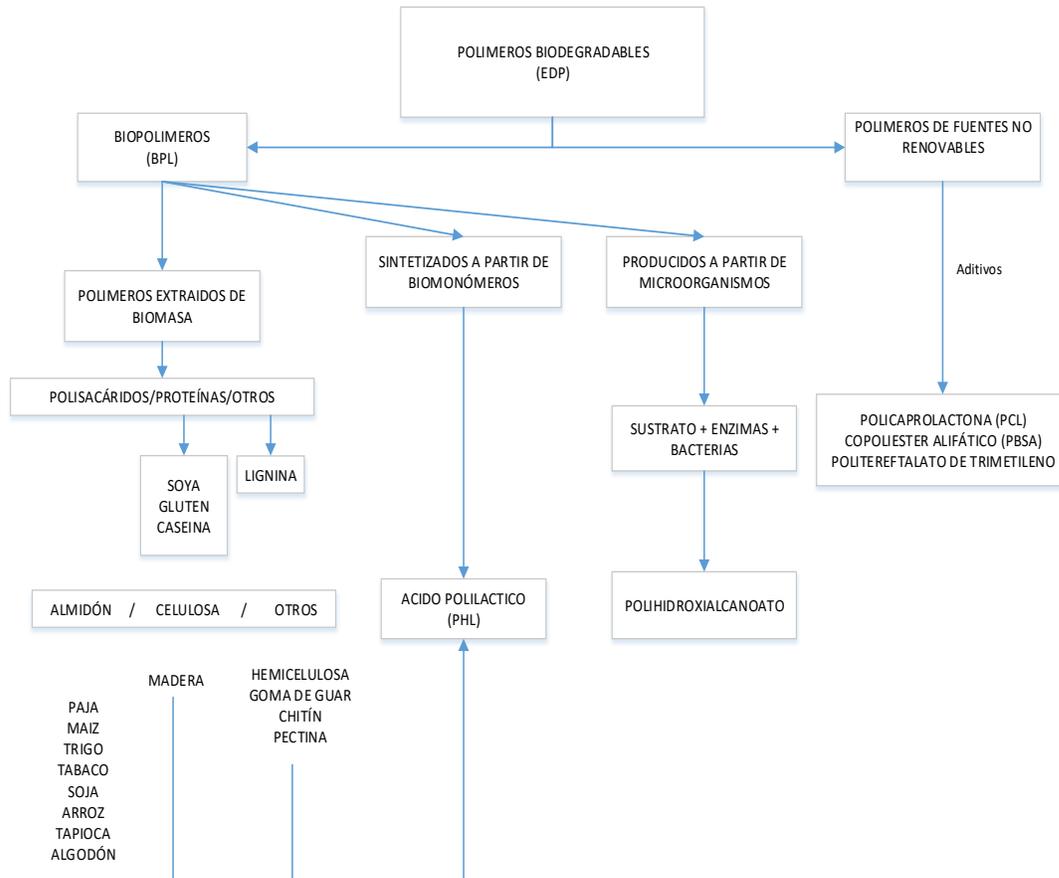
Una bolsa plástica puede fabricarse con dos o más resinas, y la bolsa compostable puede fabricarse solamente con un tipo de resina o dos, según se tengan las especificaciones y características.

La materia prima esencial para la elaboración del producto es el polímero biodegradable, este material se mezcla con aditivos y otros elementos de ayuda a proceso, para llegar a tener uniformidad en la extrusión y así crear las bobinas y los lienzos biobasados y compostables.

El embalaje de esta resina se hace en sacos de aproximadamente 25 kg cada uno, esto para facilitar la manipulación del producto y se tenga mejor conservado a la hora de almacenarlo.

A continuación, se presenta un esquema de los diferentes tipos de resina biodegradable que existen.

Figura 1. Bio plásticos



Fuente: Ecoembes (2009). Proyecto de Análisis de Bio plásticos.

En la tabla siguiente, se muestran las diferencias de un producto hecho con materia prima biodegradable y un plástico común:

Tabla I. **Plástico común vrs. Compostable**

Diferencias de Producto	
Plástico Compostable	Plástico Común
Materia prima elaborado a base de recursos naturales los cuales son sustentables y renovables	Materia prima obtenida del petróleo
Se utiliza menos calor para la manufactura, esto es que se usa menos energía.	Utilización de mayor cantidad de energía para manufactura
Los vapores emiten menos del 68% de dióxido de carbono (CO ₂)	Los vapores del plástico liberan el dióxido de carbono (CO ₂), algo que causa daño a la atmosfera con gases de efecto invernadero
Los productos compostables deben integrarse a una composta con un ambiente ideal para degradarse	El plástico tarda en biodegradarse 250 a 280 años

Fuente: elaboración propia.

Otra de las partes importantes con el estudio de productos compostables, es la manufactura y ver como el proceso es muy similar a la fabricación de un plástico normal.

Se estudian las propiedades de la resina compostable y plástica, esto para compararlas y tener referencias de las similitudes y ventajas que se tienen para realizar la fabricación.

Tabla II. **Propiedades de resina plástica y compostable**

Propiedad	Unidad	Resina Compostable		Resina Plástica	
		Valor	Método de Prueba	Valor	Método de Prueba
Densidad	g/cm ³	1.15 - 1.25	GB/T 1033.1-2008	0.925	ASTM D1505
Punto de Fusión	°C	90	ISO 11357-3; 1999	130	ASTM D1238
Índice de Fluidez	(g/10 min)	4.0 - 6.0	GB/T 3682.1-2018	9.3	ASTM D1238
Fuerza de Tensión	(Mpa)	≥12	GB/T 1040.-2006	32	ASTM D882
Quiebre de Alargamiento	%	≥20	GB/T 1040.-2006	290	ASTM D882
Resistencia a la Flexión	(Mpa)	≥12	GB/T9341-2008	-	ASTM D790
Punto de Ablandamiento	°C	≥100	YY/T 0815-2010	100	-
Contenido de Humedad	%	≤1	120°C/ 15 min	-	-

Fuente. Greenpack (2019). Banberger Polymers International Corp.

Se puede observar que las propiedades de las dos resinas son muy similares, esto ayuda a la hora de realizar el proceso de extrusión o fabricación de película.

La resina compostable tiene diferencias en algunas de las propiedades como el índice de fluidez y la temperatura de fusión.

Por ser menores las dos propiedades, ayuda a que la película corra con mayor facilidad y se trabaje con menos energía que cuando se trabaja una resina plástica.

A continuación, se presenta una de las formas de producción del plástico, y que en nuestra investigación quedará demostrado que un material compostable se puede fabricar en la misma máquina donde se ha realizado un plástico común.

7.2. Extrusión

Según Tecnología de los Plásticos (2018) el proceso de extrusión consiste en hacer pasar material termoplástico a presión a través de un orificio en forma de hilera, para que el material adquiera una sección transversal igual al orificio.

Además, nos dice que el material que se va a extruir, es transportado dentro de un cilindro con diferentes etapas de temperatura y grosor, para que finalmente llegue a una calandria que es donde el material se enfría para dar forma a la película bio plástica.

La extrusión puede ser de las siguientes formas:

- De película tubular
- De tubo y perfil
- De lámina y película
- De monofilamento para peletización
- Recubrimiento de cable

Los diferentes tipos de extrusión, siempre tienen características muy parecidas o similares hasta que se llega al dado extrusor.

Básicamente, la extrusora se compone por un eje metálico central con alabes helicoidales que es llamado tornillo o husillo, este está instalado dentro de un cilindro metálico, que a la vez está revestido con una camisa de resistencias metálicas, las temperaturas de estos elementos y de cada etapa de la extrusión, se controla por medio de un tablero. En un extremo del cilindro se encuentra la entrada para la materia prima, en este punto se instala una tolva en forma cónica.

También en esta parte está instalado el sistema de accionamiento del tornillo, que se compone de una caja reductora de velocidad y un motor. En el otro extremo del tornillo, se encuentra la salida de material y un dado que es el que forma el material compostable.

Otra de las ventajas que se tiene cuando se trabaja este material es el costo de producirlo, porque para crear un plástico fósil se necesita tener desde dos o más resinas para poder crear o fabricar un producto.

Caso contrario con el material compostable, porque se necesita una o dos materias primas, algo que nos dice que tanto podemos ahorrar en el proceso de manufactura, desde la compra y transporte de la resina, hasta el tiempo para poder fabricar un film o una bolsa.

En la actualidad los precios de las resinas derivadas del petróleo son muy elevados; la resina compostable todavía tiene un precio más alto, pero si se continúa con esta tendencia, puede llegar a nivelarse e incluso a tener un precio más bajo en el tema compostable.

A continuación, se presenta un cuadro comparativo con algunos costos (simulación) y como se puede tener un producto menos contaminante a la hora de producirlo y con un costo menor en compra de materiales.

Tabla III. **Cuadro comparativo**

Cuadro comparativo de costos para la fabricación de una bolsa compostable (costos simulados con fines comparativos)									
Fabricación de bolsa plástica derivada de petróleo					Fabricación de bolsa compostable				
Compra de Resinas	Precio de resina (kg)	Descripción de Producto	Cantidad de kilos		Compra de Resinas	Precio de resina (kg)	Descripción de Producto	Cantidad de kilos	
	Q25.00	Resina 1	1000	Q25,000.00		Q30.00	Resina 1	1500	Q45,000.00
	Q25.00	Resina 2	1000	Q25,000.00		Q30.00	Resina 2	1500	Q45,000.00
	Q25.00	Resina 3	1000	Q25,000.00					
	Q25.00	Resina 4	1000	Q25,000.00					
			Costo Total	Q100,000.00				Costo Total	Q90,000.00

Fuente: elaboración propia

Los precios de las resinas fósiles están en alza y esto debido al elevado precio del petróleo y otros elementos con los cuales se fabrica esta resina, esto hace que los recursos sean limitados y que todo se encarezca.

El cuadro anterior nos muestra que el precio de la resina plástica, tiende a ser más barata que una resina renovable, pero si el petróleo sigue en alza y las resinas tienen la misma tendencia, se va a tener una pérdida más grande, tanto en la compra de material como en la manufactura.

Para lograr algo que beneficie tanto al comprador como al usuario, se debe hacer una estrategia bien estructurada y así poder elaborar productos de alta calidad, con un porcentaje mayor de ganancia y esto sin tomar en cuenta todos los beneficios que de una u otra manera se tiene con un producto compostable.

7.3. Plástico oxo degradable, una mala solución

Existe un problema importante con los plásticos que contienen aditivos de aceleración degradable o pro oxidante, y es el periodo requerido para su degradación en un entorno abierto, debido a que no se tiene evidencia suficiente para saber que este tipo de plásticos oxo-degradables se puedan degradar tan fácilmente, esto podría hacer que los plásticos fragmentados se introduzcan en la tierra (Comisión europea, 2016).

La Comisión Europea (2016) emitió un informe donde se comparan estudios de Brasil y varios países europeos, y destacan los siguientes aspectos.

- El proceso de fragmentación del plástico oxo – degradable depende de tres factores o condiciones, humedad, luz y temperatura.
- Si se colocan en un relleno sanitario y este tiene una profundidad considerable, bajo condiciones anaeróbicas, no habrá biodegradación de estos materiales.
- El plástico convencional se ve muy afectado cuando se le añade un aditivo pro- oxidante, porque este material oxo degradable puede llegar a cumplir con su tiempo de vida y empiece la degradación.

Se ha confirmado que los plásticos oxo-degradables se han biodegradado en medios sólidos como suelo y compost, y en medios acuosos.

Según la Comisión Europea (2016), “la base de ciencia y evidencia dentro del campo de la toxicología es intrínsecamente insuficiente” (p. 60)

Por lo tanto, es difícil concluir que los plásticos oxo-degradables si generan más implicaciones toxicológicas a la salud o al ambiente, después de su vida útil, tanto como los plásticos comunes.

Algunos autores como Huang y Almeida Steritwieser (2015), la Unión Europea de bio plásticos (2018) y la Gilbert (2017), en relación al plástico con aditivo pro degradante, sostienen que no cumplen con los principios básicos para ser llamados bio plásticos, y no deben de considerarse biodegradables, esto debido a que puede que sean degradados por pocos microorganismos con tasas muy bajas y los restos sobrantes solo sean fragmentos de microplásticos que contaminen más.

Por esta razón se llaman oxo-degradables y no oxo-biodegradables. (Vivian Santos, 2019, p. 7)

7.4. Certificaciones de biodegradación y compostabilidad

La materia prima utilizada para la realización de bolsas compostables, se ha sometido a diferentes estudios de certificación con las principales organizaciones mundiales, como ASTM, Beta, FDA. A continuación, se describen las pruebas realizadas y las características principales de la resina.

7.5. Certificados de biobasado y compostaje

Como ya se ha visto anteriormente, el compostaje puede reducir el volumen de desechos orgánicos.

La empresa encargada de certificar materia prima biodegradable y compostable, así como también productos terminados es TUV Austria, anteriormente conocida como Vincotte.

La materia prima y productos referidos en esta investigación, tienen certificados de biobasado y compostabilidad.

7.5.1. OK biobased

Debido a que en los últimos tiempos el tema de la conciencia ambiental se ha incrementado, se tienen más productos con materias primas renovables, pero se necesita una garantía y así saber con qué productos se trabaja.

El método que se utiliza para medir el valor de esta certificación es el C 14, que no es más que la medición de carbono 14 (TUV, 2021).

7.5.2. Ok Compost industrial (EN 13432)

Los materiales que presentan la etiqueta OK Compost Industrial, garantizan que son biodegradables en una planta de compostaje industrial. La Norma que rige estos productos es la EN 13432, esto nos dice que cualquier producto que lleve este logotipo, cumple con los requisitos de la Directiva Europea de envases y embalaje (TUV, 2021).

7.6. Pruebas mecánicas realizadas a las bolsas

A continuación, se presentan normas de instituciones internacionales que certifican los ensayos y pruebas de diferentes tipos de muestras.

7.7. Ensayos de resistencia a la tracción de plásticos

Las propiedades de tracción de plásticos por ASTM D882 son un método de prueba utilizado y extremadamente importante.

Simplemente con la fuerza necesaria para tirar de un espécimen de la prueba a su punto de ruptura, se pueden determinar varias propiedades del material.

Los datos resultantes del ensayo de tracción revelan propiedades materiales esenciales como última fuerza extensible, fuerza de producción, alargamiento y reducción de área. ASTM D882 es muy similar a ISO 527-2, con una excepción clave de análisis de la porción no lineal de la curva tensión-deformación de un material.

Para materiales que tienen poca o ninguna región lineal, la variación entre ASTM y en ISO puede ser significativa. Debido al carácter visco elástico de plásticos, estas pruebas se realizan a menudo con cámaras de temperatura para simular entornos de uso finales.

Con una máquina llamada dinamómetro, se realizan tres pruebas importantes para medir elongación y fuerza en la película de una bolsa.

A continuación, se describen los diferentes ensayos:

7.8. Prueba de tensión deformación

La máquina tiene un sistema de testeo para medir la tensión de una muestra de polietileno, para realizar estas mediciones se tienen varias partes en la máquina las cuales se instalan al momento de realizar dicha prueba.

Las pruebas se realizan con el programa instalado, una vez colocada la película, los resultados se observan por medio de gráficos y datos que nos indican dos tipos de fuerzas o estiramientos que tiene la muestra.

7.9. Fuerza en dirección máquina

Esta fuerza nos indica la cantidad de estiramiento (mm) y deformación (N) que sufre la película. La muestra se corta a lo largo de la bolsa o película extruida. Con esta prueba se puede observar que el estiramiento y la deformación van en forma relacionada.

7.10. Fuerza en dirección transversal

Esta prueba nos indica los mismos datos que la fuerza anterior, lo que cambia es la dirección del corte de muestra.

Este corte se realiza a lo ancho de la bolsa o película. Al contrario de la prueba en dirección máquina, esta prueba nos da resultados diferentes, debido a la diferencia en el corte y se observa que la deformación es mayor esto hace que el estiramiento en la muestra también se dé en mayor cantidad, mientras que la fuerza o resistencia es menor.

7.11. Prueba de punción

Otra de las pruebas de testeo que se realiza es la de punción, esta prueba se hace para medir la resistencia a la ruptura de la bolsa cuando se empacan objetos punzantes o afilados. Para esta prueba se toma en cuenta la Norma ASTM D790, nos indica las propiedades de flexión que tiene el material.

Para hacer las mediciones correspondientes se instalan piezas de metal que servirán para fijar las muestras del material compostable y realizar las mediciones.

7.12. Ensayos de bolsa plásticas vrs. Bolsas compostables

En esta parte de la investigación, se realizarán pruebas para saber las diferencias en resistencia, tanto en elongación y compresión, de las muestras de cada material.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

HIPÓTESIS

RESUMEN DEL MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

- 1.1. Definición de Plástico
- 1.2. Tipos de Plástico
- 1.3. Materia Prima Fósil vrs. Renovable
- 1.4. Clasificación de Bio Plásticos
- 1.5. Manufactura de Productos Compostables
 - 1.5.1. Extrusión
 - 1.5.1.1. Tipos de Extrusión
- 1.6. Descripción de Maquinaria para Manufactura
 - 1.6.1. Tolva
 - 1.6.2. Motor
 - 1.6.3. Turbina
 - 1.6.4. Tornillo
 - 1.6.5. Soplador

- 1.6.6. Cabezal, Filtros
- 1.6.7. Anillo
- 1.6.8. Colapsador
- 1.6.9. Rodillos de Halado
- 1.7. Impresión
 - 1.7.1. Caja de Tratamiento de Película
 - 1.7.2. Secador de Película
 - 1.7.3. Secador de Aire Frío
 - 1.7.4. Bobinadora
- 1.8. Certificaciones de Compostabilidad
 - 1.8.1. Normas ASTM
 - 1.8.2. Certificación TUV
- 1.9. Plástico Oxo degradable
- 1.10. Pruebas de Resistencia
 - 1.10.1. Normas ASTM
 - 1.10.2. Dinamómetro
 - 1.10.3. Partes del Dinamómetro
 - 1.10.4. Prueba de Tensión
 - 1.10.5. Prueba de Punción
- 1.11. Ensayo Plástico vrs. Bio plástico

2. MARCO METODOLÓGICO

- 2.1. Universo
- 2.2. Variables
- 2.3. Muestreo
- 2.4. Tipo y diseño de investigación
- 2.5. Unidad de análisis
 - 2.5.1. Unidad de análisis de muestreo
 - 2.5.2. Unidad de análisis

- 2.5.3 Unidad de información
- 2.6 Planteamiento de hipótesis
- 2.7 Selección de los sujetos de estudio
 - 2.7.1 Criterios de inclusión
 - 2.7.2 Criterios de exclusión
- 2.8 Técnicas, procesos e instrumentos de recolección de datos
- 2.9 Procesamiento y análisis de datos
- 2.10 Límites de la investigación
 - 2.10.1 Obstáculos (riesgos y dificultades)
- 2.11 Aspectos éticos de la investigación
 - 2.11.1 Principios éticos generales
 - 2.11.1.1 Beneficencia y no maleficencia
 - 2.11.1.2 Autonomía
 - 2.11.1.3 Respeto por las personas
- 2.12 Categorías de riesgo de la investigación
 - 2.12.1 Categoría I (sin riesgo)

3. ESTUDIO TÉCNICO

- 3.1 Descripción del área en estudio
- 3.2 Misión del área en estudio
- 3.3 Visión del área en estudio
- 3.4 Organización del talento humano del área en estudio
- 3.5 Áreas de atención del área en estudio
- 3.6 Recursos físicos y tecnológicos del área u objeto en estudio
 - 3.6.1 Recursos físicos del área u objeto en estudio
 - 3.6.2 Recursos tecnológicos del área u objeto en estudio

- 3.7 Estudio de mercado del área u objeto de estudio
 - 3.7.1 Capacidad
 - 3.7.2 Demanda
 - 3.7.3 Infraestructura del área en estudio

- 4. MARCO LEGAL
- 5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN
- 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

- 7. COSTOS APROXIMADOS Y ANÁLISIS FINANCIERO
 - 7.1 Costo del estudio
 - 7.2 Presupuesto de mejora
 - 7.3 Análisis financiero
 - 7.4 Análisis financiero de costo-beneficio
 - 7.5 Propuesta económica de proyecto

- 8. EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA
 - 8.1 Factibilidad técnica de la propuesta
 - 8.2 Factibilidad económica de la propuesta
 - 8.3 Factibilidad social de la propuesta
 - 8.4 Factibilidad ecológica de la propuesta

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

9. METODOLOGÍA

En esta sección se explican detalles técnicos sobre el beneficio socioeconómico de la producción de bolsas compostables, y como incide en la reducción de desechos y contaminación en la ciudad de Guatemala, diseño y recopilación de datos cuantitativos y cualitativos.

9.1. Tipo de investigación o propuesta

Lo que se busca con esta investigación es dar a conocer cómo puede influir un diseño de producción de bolsas compostables tanto a nivel social como económico y compararlo con la producción de un plástico común. El tipo de investigación es descriptivo correlacional porque se busca dar a conocer dos conceptos que tienen similitudes y también diferencias.

El diseño de investigación es no experimental transeccional correlacional, debido a que se pueden tener datos de la investigación y compararlos para llegar a tener resultados.

9.2. Fases del estudio

Para realizar el cronograma de la investigación se tomaron varias consideraciones y se planificó con el tiempo que se tiene para poder hacer el proyecto.

9.2.1. Fase 1

La primera fase trata del planteamiento del problema, esto es importante debido a que se debe tener claro que es lo que se va a investigar.

En esta misma fase, se busca información de proyectos similares o datos que nos ayuden a poder entender mejor el tema a investigar.

9.2.2. Fase 2

La matriz de consistencia es algo que nos ayuda a poder tener claro el título o tema de nuestra investigación. En esta parte están los problemas, preguntas, objetivos, y la metodología de la investigación.

9.2.3. Fase 3

Los antecedentes son una parte importante para saber que estudios se tienen del tema y como poder relacionar este contenido con nuestra investigación y si es posible aplicarlo en nuestro proyecto.

9.2.4. Fase 4

El marco metodológico también es parte importante de nuestra investigación, porque nos ayuda a tener más clara la metodología, las variables, el tipo de estudio, y los indicadores con los que se van a trabajar.

Junto al marco metodológico se realiza el marco teórico, que a la vez es el cuerpo de nuestra investigación, en esta parte debemos tener datos concretos y poder explicar de una manera más clara nuestro proyecto.

9.2.5. Fase 5

Una vez estructurado el protocolo de nuestra investigación, debemos tener el costo del estudio y la factibilidad del mismo, esto con el objetivo de saber si el proyecto puede crear oportunidades y si es posible concretarlo.

9.2.6. Fase 6

Se empieza a definir la investigación, se realiza un estudio técnico, una propuesta de solución, y se analizan los resultados obtenidos para tener claras las conclusiones de nuestro proyecto.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Con los datos de materia prima y los estudios realizados en laboratorios internacionales se podrá comparar las propiedades de cada producto. También se harán las pruebas correspondientes en laboratorio para determinar resistencias y capacidades.

Con los datos cualitativos obtenidos y por medio de estadística descriptiva, se harán tablas comparativas, esto nos dará conclusiones de las características de cada producto y así determinar la calidad y los beneficios del material estudiado.

Los datos se obtendrán por medio de los estudios técnicos y evaluación de costos en el diseño de producción.

También se recolectaran los datos por medio de la observación, para evaluar todos los aspectos en el diseño de producción.

Se usará una guía de observación, esto para seguir detenidamente cada uno de los procesos y analizar los datos que se obtengan durante la investigación.

11. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

La supervisión del trabajo de investigación, será realizada por un maestro en energía y ambiente, con conocimientos en el tema y experiencia en proyectos similares.

Se realizará el estudio para saber si se conocen los productos compostables, y si las personas usan este producto, esto con el fin de saber que tanto se tiene el conocimiento y como se puede elaborar una estrategia para capacitar a la gente sobre este tema.

El recurso físico se obtendrá en la empresa donde se realizará la investigación. Este espacio se obtendrá sin ningún costo. Se tendrá materia prima y máquinas para la manufactura de los productos que se someterán a estudio.

Se tendrá a disposición un laboratorio donde se cuenta con un dinamómetro y otros elementos para realizar las pruebas necesarias, de igual manera, un equipo de cómputo para la redacción del documento.

En el aspecto social, se considera que puede ser beneficioso tanto para las autoridades como para las personas involucradas en el proyecto, sin tener consecuencias negativas al terminar el proyecto.

En el tema ecológico, también se tienen aspectos que pueden beneficiar a las partes involucradas en el proyecto, porque la finalidad principal, es dejar algo que ayuda a conservar de una mejor manera el medio ambiente.

El proyecto necesita capital para poder realizar los objetivos estudiados, para ello se contará con recursos autofinanciados por el autor mismo.

11.1. Costo del estudio

A continuación, se describen los recursos financieros necesarios:

Tabla IV. Costos de estudio

Concepto	Costo
Elaboración investigación	Q19,200.00
Hojas de papel Bond blanco, 80 gramos, tamaño carta	Q22.50
Bolígrafo	Q2.00
Borrador	Q2.00
Portaminas	Q8.00
Memoria USB	Q30.00
Computadora	Q3,500.00
Impresiones de documentos	Q400.00
Asesor	Q3,500.00
Cursos de maestrías	Q4,000.00
Matrícula	Q1,031.00
Total parcial	Q3,019.50
10 % por imprevistos	Q301.05
Total	Q35,016.05

Fuente: elaboración propia

12.REFERENCIAS

1. Ambientum (2019) Datos sobre la contaminación que causa el plástico. Recuperado de <https://www.ambientum.com/ambientum/residuos/contaminacion-plastico.asp>
2. Arévalo, K.N. (1996). *Elaboración de Plásticos Biodegradables a Partir de Policaridos y su Estudio de Biodegradación a Nivel de Laboratorio y Campo* (Tesis de doctorado) Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Recuperado de <http://eprints.uanl.mx/4767/1/1080073271.PDF>
3. Barrena Gómez, R. (2006). *Compostaje de Residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso.* (Memoria de Tesis) Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5307/rbg1de1.pdf>
4. Compostadores (2018). Bolsas: compostables, biodegradables, oxodegradables, fotodegradables, hidrosolubles, o reciclables. Recuperado de: <http://www.compostadores.com/descubre-el-compostaje/la-sostenibilidad-del-compostaje/194-bolsas-compostables-biodegradables-oxodegradables-fotodegradables-hidrosolubles-o-reciclables.html>

5. Da Vinci (2 de julio, 2020) Alternativas para sustituir las Bolsas Plásticas. [Mensaje de un blog]. Recuperado de <https://www.udv.edu.gt/alternativas-para-sustituir-las-bolsas-de-plastico/>

6. Departamento de Residuos Sólidos, Ciudad de Houston (13 de enero, 2010) Manejo de Residuos Sólidos, Bolsas Compostables. [Mensaje de un blog] Recuperado de <http://www.houstontx.gov/espanol/departamentos/swd-compostables.html>

7. Esturirafi (26 de febrero, 2020) Bolsas: Diferencias Entre Biodegradables, Compostables, Reciclables. [Mensaje de un blog]. Recuperado de <https://www.esturirafi.com/2020/02/bolsas-diferencias-entre-biodegradables-compostables-reciclables.html>

8. González A.L. (22 de julio, 2018). La Guerra del Plástico. *El Periódico*. Recuperado de: <https://elperiodico.com.gt/domingo/2018/07/22/la-guerra-del-plastico/>

9. Hernán Rubio. M. (2010) *Conveniencia de las bolsas de Polietileno entre sus alternativas*. (Tesis de licenciatura) Instituto Tecnológico de Buenos aires, Argentina. Recuperado de <https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/1126/Bolsas%20de%20polietileno.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

10. Martín L. (29 de octubre, 2019) Biodegradable y compostable: confusiones y aclaraciones. [Mensaje de un blog] Recuperado de: <https://opcions.org/es/consumo/biodegradable-compostable/>
11. Neus Palou (3 de julio, 2019) Que son las bolsas degradables y compostables. *La Vanguardia* Recuperado de <https://www.lavanguardia.com/natural/tu-huella/20190703/463273264135/bolsas-degradables-compostables-que-son-alternativas-plastico.html>
12. Rovipackaging (28 de enero, 2021) ¿Sabes de que están hechas las bolsas compostables? [Mensaje de un blog] Recuperado de <https://www.rovipackaging.com/blog/2020/01/28/de-que-estan-hechas-las-bolsas-compostables/>
13. Santos Orellana, J.V (2019) *Estudio de la Implementación de Bolsas Oxo biodegradable y su impacto social, Ambiental en la Ciudad de Loja, Ecuador* (Tesis de licenciatura) Universidad Nacional de Loja Recuperado de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22225/1/Vivian%20Jamileth%20Santos%20Orellana.pdf>
14. Tecnología de los Plásticos (15 de marzo, 2011) Extrusión de Materiales Plásticos. [Mensaje de un blog] Recuperado de: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/03/extrusion-de-materiales-plasticos.html>

15. Universidad de ORT, Uruguay (20 de septiembre, 2018) Bolsas Compostables, una Alternativa al Plástico. [Mensaje de un blog] Recuperado de <https://www.ort.edu.uy/74548/32/bolsas-compostables-una-alternativa-al-plastico.html>

16. Viteri, A. (2018) *Polimeros biodegradables. Importancia y potenciales aplicaciones* (Tesis de maestría) Universidad Nacional de Educación a Distancia, España. Recuperado de http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:master-Ciencias-CyTQ-Alabeaga/Labeaga_Viteri_Aitziber_TFM.pdf

17. Zeoplast (2012) Productos Biodegradables. Recuperado de <http://www.zeoplast.cl/plasticos-biodegradables/historia-de-los-bioplasticos+-20>

13. APÉNDICE

Apéndice 1. Matriz de consistencia

Matriz de Consistencia

BENEFICIO SOCIOECONOMICO DE UN DISEÑO DE PRODUCCIÓN DE BOLSAS COMPOSTABLES COMO ALTERNATIVA PARA LA REDUCCIÓN DE DESECHOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA

Problema	Objetivos	Preguntas de Investigación	Metodología
Problema Principal	General	Pregunta General	
Desconocimiento de cuál es el beneficio socioeconómico de un diseño de producción de bolsas compostables, como alternativa para la reducción de desechos en la ciudad de Guatemala, Guatemala	Establecer el beneficio socioeconómico de un diseño de producción de bolsas compostables, como alternativa para la reducción de desechos en la ciudad de Guatemala, Guatemala	¿Cuál es el beneficio socioeconómico de un diseño de producción de bolsas compostables, como alternativa para la reducción de desechos en la ciudad de Guatemala, Guatemala?	Corresponde a un estudio descriptivo que facilita el análisis para determinar en qué consiste y cómo se manifiesta la producción de bolsas compostables

Continuación apéndice 1

Problemas Secundarios	Específico	Preguntas Específicas	
Falta de información de saber si una bolsa compostable y una de plástico común tienen las mismas propiedades mecánicas y físicas, realizando pruebas de laboratorio, en la ciudad de Guatemala, Guatemala	Determinar si una bolsa compostable y una de plástico común tienen las mismas propiedades mecánicas y físicas, realizando pruebas de laboratorio, en la ciudad de Guatemala, Guatemala	¿Una bolsa compostable y una de plástico común tienen las mismas propiedades mecánicas y físicas, con pruebas de laboratorio, en la ciudad de Guatemala, Guatemala?	Los procedimientos se basarán en investigaciones documentales, entrevistas a técnicos del tema, visitas de campo, entre otras actividades.
Desconocimiento de cual es el diseño óptimo de producción de bolsas compostables, como alternativa para la reducción de desechos en la ciudad de Guatemala, Guatemala.	Establecer el diseño óptimo de producción de bolsas compostables, como alternativa para la reducción de desechos en la ciudad de Guatemala, Guatemala.	¿Cuál es el diseño óptimo de producción de bolsas compostables, como alternativa para la reducción de desechos en la ciudad de Guatemala, Guatemala?	
Falta de información de como elaborar un plan preliminar de capacitación del uso de bolsas compostables, como alternativa para la reducción de desechos en la ciudad de Guatemala, Guatemala.	Elaborar un plan preliminar de capacitación del uso de bolsas compostables, como alternativa para la reducción de desechos en la ciudad de Guatemala, Guatemala.	¿Qué se debe de realizar para capacitar sobre uso de bolsas compostables, como alternativa para la reducción de desechos en la ciudad de Guatemala, Guatemala?	La metodología para el desarrollo de este estudio comprenderá varios puntos de investigación, como los tipos de plásticos y como sustituir la materia prima fósil por materia renovable, para determinar los beneficios que trae al medio ambiente, a la economía de la empresa que manufactura y a la sociedad.

Fuente: elaboración propia.