UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
VICERRECTORADO
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA DE GAS Y PETROQUIMICA

OBTENCION DE BIOPLASTICO DE FACIL DEGRADACION A PARTIR DE DESECHOS ORGANICOS

PROYECTO FINANCIADO CON RECURSOS PROPIOS
Resolución HCC Nº 130/2020

EQUIPO DE INVESTIGADORES:

M.Sc. Ing. Ana Luisa Pari Ticona
Univ. Marco Antonio Alanoca Flores
Univ. Lidia Ruth Perez Marca

EL ALTO – BOLIVIA
2021

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

AUTORIDADES

Dr. Carlos Condori Titirico
RECTOR

Dr. Efrain Chambi Vargas Ph.D
VICERRECTOR

Dr. Antonio López Andrade Ph. D.
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Ing. Wily Ricardo Luque Acho
DIRECTOR DE CARRERA DE INGENIERIA DE GAS Y PETROQUIMICA

Ing. Elma Rocio Cordova Quispe
COORDINADOR INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA DE GAS Y PETROQUIMICA

REGISTRO SENAPI: Resolución Administrativa NRO. 1-3162/2021

DERECHOS RESERVADOS: Universidad Pública de El Alto

Dirección UPEA: Av. Sucre s/n Zona Villa Esperanza

Diciembre. 2021
El Alto – Bolivia

PRESENTACIÓN

En la Constitución Política del Estado Artículo 299 se establece que las siguientes competencias se ejercerán de forma concurrente por el nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas, entre ellas: Preservar, conservar y contribuir a la protección del medio ambiente y fauna silvestre manteniendo el equilibrio ecológico y el control de la contaminación ambiental, la Ciencia, tecnología e investigación, adicionalmente de Proyectos de agua potable y tratamiento de residuos sólidos. Es en éste sentido y ante el marco de coadyuvar a la gestiones en temáticas de economía circular que se presenta el proyecto denominado “OBTENCION DE BIOPLASTICO DE FACIL DEGRADACION A PARTIR DE DESECHOS ORGANICOS” como un proyecto que perfila al desarrollo de materiales biodegradables y amigables con el medio ambiente, reduciendo los impactos negativos que puedan producirse. El proyecto que tiene como a Docente Investigador a la M.Sc. Ing. Ana Luisa Pari Ticona y su equipo de investigación con los auxiliares Univ. Marco Antonio Alanoca Flores y Univ. Lidia Ruth Perez Marca, como aporte al trabajo en testeo de materiales sujetos a la obtención de bioplástico.

M.Sc. Ing. Elma Rocío Córdova Quispe
COORDINADOR
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA DE GAS Y PETROQUIMICA

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

A La Universidad Pública De El Alto por haber aceptado ser parte de ella y que nos ha dado la oportunidad de ser parte del plantel investigador en esta casa de estudios de la carrera de Ingeniería de Gas y Petroquímica y del Instituto de Investigaciones.

Agradecer Al Director De la Carrera de Gas y Petroquímica Ing. Ricardo Luque. A la Coordinadora del Instituto de Investigación Ing. Elma Rocío Córdova Quispe por el apoyo y organización impuesta con liderazgo en el instituto. Asimismo al Director de Investigación Ciencia y Tecnología por todas las gestiones realizadas.

Ing. Ana Luisa Pari Ticona
INVESTIGADOR PRINCIPAL
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA DE GAS Y PETROQUIMICA

INDICE

RESUMEN
ABSTRACT

CAPITULO I. INTRODUCCION

CAPITULO I 1
INTRODUCCION 1
1.1. ANTECEDENTES 1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 4
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION 5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL 5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 5
1.4. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION 5
1.5. JUSTIFICACION 6
1.5.1. JUSTIFICACIÓN TECNICA 6
1.5.2. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL 6
CAPITULO II 7
MARCO TEORICO 7
2.1. CONCEPTO POLIMEROS 7
2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS POLÍMEROS 7
2.2.1. Según su composición química 8
2.2.2. Según el origen de su composición 8
2.2.3. Según sus propiedades físicas 9
2.2.4. Según su forma 9
2.2.5. Según su mecanismo de polimerización 9
2.3. PROPIEDADES DE LOS POLÍMEROS 9
2.4. Plásticos convencionales y su origen fósil 10
2.5. CONCEPTO DE BIOPLASTICOS 12
2.6. BIODEGRADACIÓN 13
2.7. PLÁSTICOS BIODEGRADABLES 14
2.8. CONCEPTO DE PLÁSTICO BIODEGRADABLE 16

2.9. CLASIFICACION SEGÚN EL ORIGEN 16
2.9.1. Plásticos biodegradables de origen fósil. 16
2.9.2. Bioplásticos de origen Animal 17
2.9.3. Bioplásticos de origen vegetal 20
2.9.4. Bioplásticos derivados de Algas 21
2.9.5. Plásticos Biodegradables de Origen Biológico 23
2.9.6. Mezclas de almidón 23
2.11. BENEFICIOS DE LOS BIOPLÁSTICOS 28
2.12. COMPARACION DE PLASTICOS TRADICIONALES Y BIOPLASTICOS 29
2.13. VENTAJAS Y DESVENTAJAS FRENTE A LOS PETROPLASTICOS 31
2.14. PROCESO Y TIEMPO DE DESCOMPOSICION DE LOS PLASTICOS BIODEGRADABLES 32
2.14.1. Biodegradabilidad De Envases 32
2.15. INFLUENCIA DEL PLÁSTICO EN EL MEDIO AMBIENTE 33
2.16. DEGRADACION TERMICA 35
2.16.1. Escisión de cadena al azar 35
2.16.2. Depolimerización escisión 36
2.16.3. Eliminación de grupo lateral 36
2.17. DEGRADACIÓN MECÁNICA 37
2.18. DEGRADACIÓN POR RADIACIÓN SOLAR (FOTODEGRADACIÓN) 38
2.19. DEGRADACIÓN QUÍMICA 39
2.19.1. Degradación oxidativa 41
2.19.2. Oxidación por el efecto de gases contaminantes 42
2.20. COMPOSTAJE 42
2.21. PROBLEMÁTICA GLOBAL DEL PLASTICO Y ANALISIS DEL IMPACTO 44
2.22. GENERALIDADES DE ESTUDIO DE MERCADO 48
2.23. EL MERCADO DE LOS BIOPLASTICOS 48
2.24. ANALISIS DE MERCADO EN BOLIVIA 49
2.25. EMPRESAS MAS REPRESENTATIVAS EN LA PRODUCCION DE PLASTICOS 50
2.26. ESTUDIO DE MERCADO DE LOS BIOPLASTICOS 52

2.26.1. EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE BIOPLÁSTICOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS (EUROPA, NORTE AMERICA, ASIA-PACIFICO) 52
2.26.2. MERCADO DE BIOPLÁSTICOS 56
2.26.3. OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICOS A TRAVES DE POLISACARIDOS 57
2.26.4. OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICOS A TRAVEZ DE PROTEINAS 58
CAPITULO III 59
MARCO METODOLÓGICO 59
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 59
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 59
3.3. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN 59
3.4. MUESTRA 60
3.5. AMBIENTE DE INVESTIGACIÓN 60
3.6. TECNICAS E INSTRUMENTOS 61
3.7. PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN 63
3.7.1. OBTENCION DE BIOPLASTICO DE FACIL DEGRADACION A PARTIR DE DESECHOS ORGANICOS 63
3.7.1.2. A PARTIR DE CASCARA DE NARANJA Y MANDARINA 67
3.1.3. ANALISIS DE DEGRADACION DE MUESTRAS 72
3.1.4. CRITERIOS CONSIDERADOS PARA EVALUAR MUESTRAS DE LABORATORIO 72
3.1.4. PRUEBAS MECÁNICAS 79
CAPITULO IV 80
ANALISIS DE RESULTADOS 80
4.1.1. RESULTADOS ENCUESTAS DIGITALES 80
4.1.2. RESULTADOS ENCUESTAS PRESENCIALES EN LA CIUDAD DE EL ALTO 90
4.2. RESULTADOS DE PRUEBAS 101
CAPITULO V 105
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 105
5.1. CONCLUSIONES 105
5.2. RECOMENDACIONES 106
ANEXO 1 113
REGISTRO SENAPI 113

ANEXO 2 115
NORMATIVAS Y REGULACIONES PARA POLÍMEROS BIODEGRADABLES..... 115
ANEXO 3 118
NORMATIVAS Y REGULACIONES PARA PRUEBAS DE BIODEGRADABILIDAD 118
ANEXO 4 120
PRODUCCION DE ENVASES BIODEGRADABLES SEGÚN EMPRESAS EN LA CIUDAD DE LA PAZ 120
ANEXO 5 122
REPORTE VISITA PLANTA BIODIESEL 122
ANEXO 5 128
MODELO DE FICHA DE LABORATORIO..... 128
ANEXO 7 130
MODELO DE ENCUESTAS REALIZADAS EN LA CIUDAD DE EL ALTO 130

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Cronología de los bioplásticos 3
Figura 1. 2 Diagrama de Ishikawa para el proyecto 4

Figura 2. 1 Polietileno = etileno-etileno-etileno-etileno-etileno 7
Figura 2. 2 Clasificación de los polímeros 8
Figura 2. 3 Producción de Plásticos convencionales 11
Figura 2. 4 Materiales usados para producción de bioplásticos 15
Figura 2. 5 Usos de la Galatita 18
Figura 2. 6 Usos del colágeno Hidrolizado 19
Figura 2. 7 Esquema de usos del quitosano 20
Figura 2. 8 Agar Agar 22
Figura 2. 9 Alginato 23
Figura 2. 10 Producción de biopolímeros 26
Figura 2. 11 Bioplásticos vs Petroplásticos 31
Figura 2. 12 Curvas de Biodegradación de los Materiales 33
Figura 2. 13 Daños Causados en el Mar a causa de los plásticos 34
Figura 2. 14 Escisión de cadena al azar. 35
Figura 2. 15 Despolimerización del Nylon-6 36
Figura 2. 16 Despolimerización del policarbonato por metanólisis. 36
Figura 2. 17 Zonas de temperatura-tiempo de estabilidad térmica de polímeros 37
Figura 2. 18 Proceso-compostaje 43
Figura 2. 19 Compostadora-jardin 44
Figura 2. 20 Producción global de plástico por sector industrial, toneladas 44
Figura 2. 21 Contaminación de los Plásticos en el Medio Ambiente 45
Figura 2. 22 Ciclo de vida de los productos 47
Figura 2. 23 Categorías de impacto en un análisis de ciclo de vida 47
Figura 2. 24 Analisis de produccion de plasticos en Bolivia 50
Figura 2. 25 Situación económica de las empresas productoras de plásticos en Bolivia 51
Figura 2. 26 Diagrama de flujo sobre importación de plásticos a Bolivia 52
Figura 3. 1 Diseño y metodología base seleccionada para las pruebas de laboratorio 59
Figura 3. 2 Obtención de almidón a partir de cascara de plátano 63
Figura 3. 3 Materia prima para la obtencion de almidon 64
Figura 3. 4 Prodedimineto de obtencion de almidon a partir de cascara de platano 64
Figura 3. 5 Almidón obtenido de cascara de plátano 65
Figura 3. 6 Comienzo de prueba para la obtención de bioplastico 65
Figura 3. 7 Agregado de vinagre en la mezcla 66
Figura 3. 8 Agregado de glicerina en la mezcla 66
Figura 4. 40 Posible producto biodegradable a ser utilizado mayormente 104

Figura 3. 1 Diseño y metodología base seleccionada para las pruebas de laboratorio 59

Figura 3. 10 Producto final obtenido 67
Figura 3. 11 Materia prima para obtención de almidón 67
Figura 3. 12 Cernido de almidón obtenido 68
Figura 3. 13 Medición de reactivos 68
Figura 3. 14 Comienzo de prueba para la obtención de bioplástico 68
Figura 3. 15 Agregado de glicerina y mezclado hasta conseguir la homogenización 69
Figura 3. 16 Producto final obtenido 69
Figura 3. 17 Materia prima para la obtención de almidón 70
Figura 3. 18 Almidón obtenido a partir de cascara de naranja 70
Figura 3. 19 cantidades a utilizar en laboratorio 71
Figura 3. 20 Producto final obtenido a partir de almidón de cascara de naranja 71
Figura 3. 21 Flujograma de pasos a seguir en laboratorio 74

Figura 4. 1 Respuestas a la importancia de reciclar 80
Figura 4. 2 Frecuencia de reciclaje 81
Figura 4. 3 Desecho de bolsas plásticas 81
Figura 4. 4 Perjuicio de los envases plásticos 81
Figura 4. 5 Importancia de la utilización de los plásticos 82
Figura 4. 6 Razones por la cual se utilizan mayormente los plásticos 82
Figura 4. 7 Responsabilidad por la contaminación causada por los plásticos 83
Figura 4. 8 Utilización de materiales no plásticos 83
Figura 4. 9 Inversión en la compra de bolsas 83
Figura 4. 10 Materiales plásticos de preferencia 84
Figura 4. 11 Destino de plásticos ya utilizados 84
Figura 4. 12 Plásticos mayormente reutilizados 84
Figura 4. 13 Conocimiento de los bioplásticos 85
Figura 4. 14 Utilización de los bioplásticos 85
Figura 4. 15 Posible producto biodegradable a ser utilizado mayormente 85
Figura 4. 16 Preferencia a productos nacionales 86
Figura 4. 17 Conocimiento sobre la obtención de bioplásticos a partir de desechos orgánicos 86
Figura 4. 18 Preferencia hacia los bioplásticos 87
Figura 4. 19 Predisponibilidad a pagar un precio mayor al de los plásticos tradicionales 88
Figura 4. 20 Comentarios respecto al proyecto 89
Figura 4. 21 Respuestas a la importancia de reciclar 90
Figura 4. 22 Frecuencia de reciclaje 91
Figura 4. 23 Desecho de bolsas plásticas 91
Figura 4. 24 Perjuicio de los envases plásticos 92
Figura 4. 25 Importancia de la utilización de los plásticos 92
Figura 4. 26 Razones por la cual se utilizan mayormente los plásticos 93
Figura 4. 27 Responsabilidad por la contaminación causada por los plásticos 93

Figura 4. 28 Utilización de materiales no plásticos 94
Figura 4. 29 Inversión en la compra de bolsas 94
Figura 4. 30 Materiales plásticos de preferencia 95
Figura 4. 31 Destino de plásticos ya utilizados 95
Figura 4. 32 Plásticos mayormente reutilizados 95
Figura 4. 33 Conocimiento de los bioplásticos 96
Figura 4. 34 Utilización de los bioplásticos 96
Figura 4. 35 Posible producto biodegradable a ser utilizado mayormente 97
Figura 4. 36 Preferencia a productos nacionales 97
Figura 4. 37 Conocimiento sobre la obtención de bioplásticos a partir de desechos orgánicos 98
Figura 4. 38 Preferencia hacia los bioplásticos 98
Figura 4. 39 Predisponibilidad a pagar un precio mayor al de los plásticos tradicionales 99
Figura 4. 40 Comentarios respecto al proyecto 99

INDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Tipos de plástico biodegradables y no degradables 13
Tabla 2. 2 Características Plásticos y Bioplásticos 30
Tabla 2. 3 Sensibilidad de Polímeros 39
Tabla 2. 4 Resistencia a la degradación de materiales poliméricos en varios ambientes. 39
Tabla 2. 5 Listado de empresas de plásticos en Bolivia 50
Tabla 2. 6 Importaciones de productos plásticos 51
Tabla 2. 7 Importaciones de productos plásticos 51
Tabla 2. 8 Consumo global de bioplásticos (toneladas) por tipo de polímero en los años 2000, 2005 y previsiones para el 2010 53
Tabla 2. 9 Consumo global de bioplásticos (toneladas) por región en los años 2000, 2005 y previsiones para el 2010 y 2020 54
Tabla 2. 10 Consumo de bioplásticos en Europa Occidental (toneladas) por tipo de polímero en los años 2000, 2005 y previsiones para el 2010 y 2020 54
Tabla 2. 11 Consumo de bioplásticos (toneladas) en América del Norte por tipo de polímero en los años 2000, 2005 y previsiones para el 2010 55
Tabla 2. 12 Consumo de bioplásticos (toneladas) en Asia-Pacífico por tipo de polímero en los años 2000, 2005 y previsiones para el 2010 55

Tabla 3. 3 Métodos de degradación de biopolímeros 75
Tabla 3. 4 Método de desintegración o descomposición física 76
Tabla 3. 5 Métodos de compostaje 77

Tabla 4. 1 Resultados de pruebas 1 y 2 101
Tabla 4. 2 Resultados de prueba 3 y 4 101
Tabla 4. 3 Resultados de prueba 5 y 6 102

RESUMEN

Debido a la elevada contaminación que producen los plásticos de uso común, es importante poder contar con la alternativa de un bioplástico a partir de una base de residuos orgánicos como son las cáscaras de frutos entre otros. Ttambién se debe ayudar a eliminar los plásticos tóxicos, sustituyéndolo por plásticos biodegradables. Este tema es parte de los objetivos de desarrollo sostenible y es lo que se propone en el proyecto de investigación, ya que con este producto mejoraría considerablemente la vida en nuestro ecosistema. El mercado de los envases fabricados con bioplásticos es un mercado alternativo o de sustitución, ya que pretende sustituir un porcentaje de envases convencionales por envases biodegradables. La demanda se está generando desde las propias empresas productoras, apelando a un sentido más ecológico y de consumo responsable, a través del empleo de envases biodegradables. El bioplástico a partir de desechos orgánicos tiene su apuesta en el desarrollo sostenible, pues las grandes emisiones de dióxido de carbono durante la producción del plástico convencional se reducen con la producción de bioplásticos. Por tanto, el presente proyecto tiene como objetivo crear un plástico alternativo que no sea nocivo hacia las personas y hacia el ambiente y que al mismo tiempo sea biodegradable, llegando a cumplir con las normas establecidas. En el proyecto también se hace un análisis de estudio de mercado a nivel mundial, Latino América como local sobre el tema de plásticos y de bioplásticos. Ya que a comparación del plástico tradicional, la permanencia de un bioplástico es menor, se analiza cuál sería la manera más óptima para su biodegradación tomando como referencia el objetivo de dos meses. Con esta referencia se hacen pruebas a escala laboratorio usando diferentes materias de partida de tipo orgánico como ser cáscaras de frutas, para su comparación con el almidón. Al mismo tiempo se hace un análisis comparativo entre las variaciones de cantidades de aditivos químicos. Todo esto para que los productos obtenidos sean sometidos a pruebas de biodegradación, bajo condiciones fisicoquímicas diferentes que son expuestas en función al tiempo. De esta manera, al completar este trabajo de investigación, además de promover una conciencia social, se fabrican propuestas de biopolímeros para que posteriormente y bajo las normativas necesarias se tengan más opciones además de las tradicionales. Se sabe que toda acción importante comienza siendo una pequeña idea, y depende del interés, compromiso y motivación hacerlo cada vez más grande y compartirlo con los demás.

ABSTRACT

Due to the high pollution produced by commonly used plastics, it is important to be able to count on the alternative of a bioplastic from a base of organic waste such as fruit peels among others. It should also help to eliminate toxic plastics, replacing them with biodegradable plastics. This issue is part of the objectives of sustainable development and is what is proposed in the research project, since this product would considerably improve life in our ecosystem. The market for packaging made with bioplastics is an alternative or substitution market, as it aims to replace a percentage of conventional packaging with biodegradable packaging. The demand is being generated by the producing companies themselves, appealing to a more ecological and responsible consumption sense, through the use of biodegradable packaging. The bioplastic from organic waste has its bet on sustainable development, since the large emissions of carbon dioxide during the production of conventional plastic are reduced with the production of bioplastics. Therefore, this project aims to create an alternative plastic that is not harmful to people and the environment and at the same time is biodegradable, reaching the established standards. The project also includes an analysis of the global, Latin American and local market research on the subject of plastics and bioplastics. Since compared to traditional plastic, the permanence of a bioplastic is less, it is analyzed which would be the most optimal way for its biodegradation, taking as a reference the objective of two months. With this reference, tests are carried out at laboratory scale using different organic starting materials such as fruit peels, for comparison with starch. At the same time, a comparative analysis is made between the variations in the quantities of chemical additives. All this so that the products obtained are subjected to biodegradation tests, under different physicochemical conditions that are exposed as a function of time. In this way, by completing this research work, in addition to promoting social awareness, biopolymers proposals are made so that later and under the necessary regulations there will be more options in addition to the traditional ones. It is known that every important action begins as a small idea, and it depends on the interest, commitment and motivation to make it bigger and bigger and share it with others.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1. ANTECEDENTES

En la sociedad actual, la tendencia natural a cuidar nuestro entorno nos ha llevado a cambiar nuestros hábitos de consumo en busca de recursos que dañen lo menos posible nuestro entorno. Así, el uso de plásticos como material recurrente para el envasado de frutas y verduras ha evolucionado hacia materiales como el revolucionario bioplástico. (Cardona, 2018)

Históricamente, los primeros materiales bioplásticos utilizados industrialmente por el hombre fueron de origen natural.

Los recursos utilizados fueron entonces el caucho natural (descubierto en el siglo XVIII), la celulosa con parkesina, el celuloide o incluso el celofán entre finales del siglo XIX y principios del XX o incluso componentes lácteos como la caseína que dieron lugar a la producción de Galatita en 1897. (Plast, 2020)

Los primeros plásticos se fabricaron a partir de materiales orgánicos, aunque originalmente no se denominaron bioplásticos. El pionero fue John Wesley Hyatt Jr., quien fabricó un plástico a partir de algodón celulosa para reemplazar el marfil en 1869. Años más tarde se creó el celuloide, material que todavía se utiliza para realizar películas fotográficas y cinematográficas. Hoy en día también se utiliza el celofán de 1912, otro plástico elaborado con celulosa.

En 1910, el científico ruso Sergei Lebedev creó el primer polímero de caucho sintetizado a partir de butadieno, y desde entonces los plásticos sintéticos han reemplazado a los bioplásticos. Los plásticos hechos de petróleo eran más baratos y adecuados para la producción en masa, y también tenían mejores propiedades mecánicas. Así es como muchos de los plásticos que se utilizan hoy en día se crearon en la primera mitad del siglo. Los primeros fueron el PVC (1936), luego el poliuretano (1937) y el poliéster insaturado o PET, que fue patentado en 19

2 y ha sido la principal materia prima para la fabricación de botellas de plástico desde entonces. (ZeaPlast, 2016)

Decenas de años después, en 1947, Rilsan (o Poliamida 11) fue el primer bioplástico técnico que se introdujo en el mercado, gracias a sus excelentes propiedades de resistencia mecánica y química.

A partir de los años 90 le siguieron los bioplásticos más habituales como el PLA (ácido poliláctico), el PHA (polihidroxialcanoatos) y los almidones plastificados, que se beneficiaron de los rápidos avances en el campo de la química verde y la química blanca para el aprovechamiento de la biomasa (almidón, azúcares, celulosa, etc.). (Plast, 2020)

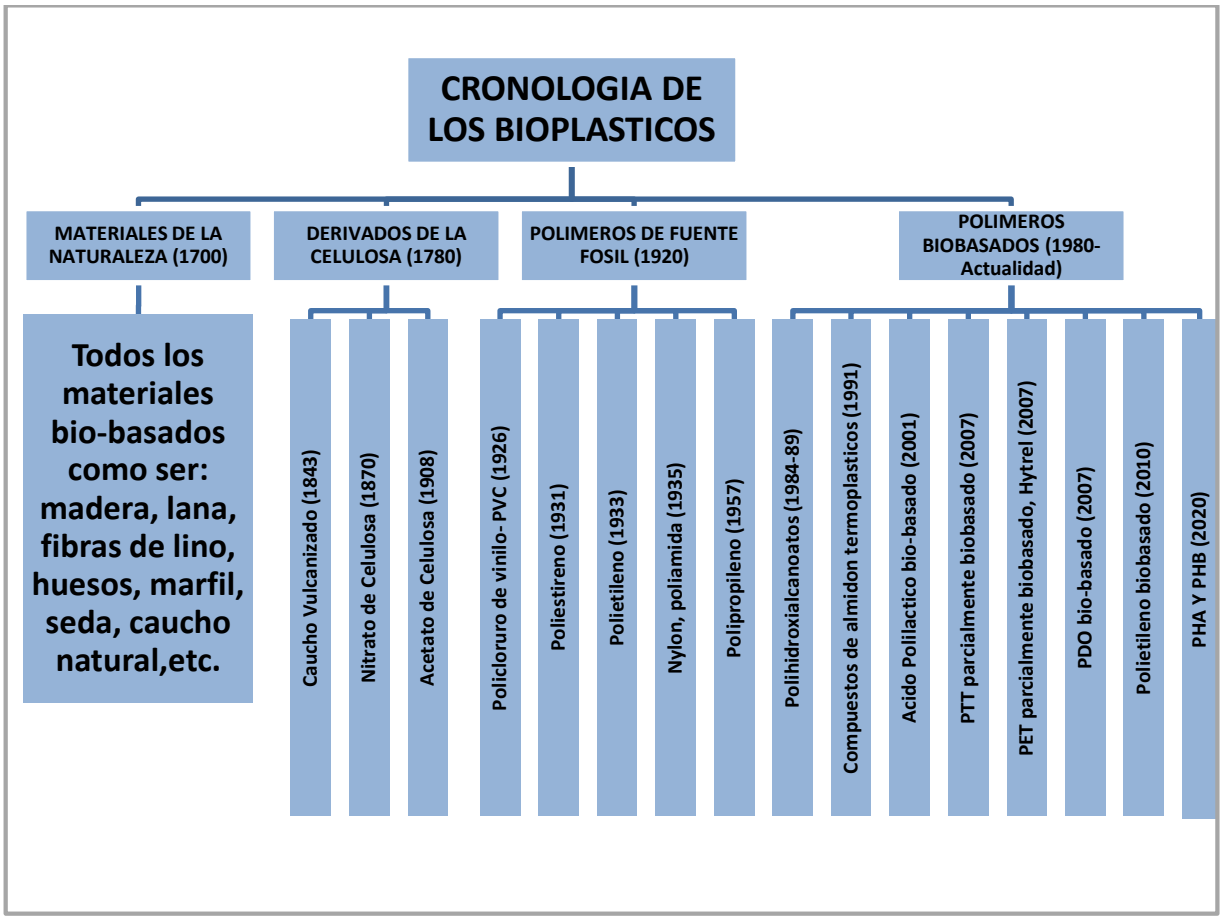
Los costos ambientales asociados con la producción de millones de toneladas de materiales desechables y no degradables se manifestaron gradualmente en la segunda mitad del siglo XX. En Estados Unidos, la crisis del petróleo de 1973 reveló problemas de dependencia del petróleo. En 1976, la empresa británica Imperial Chemical Industries (ICI) creó el primer producto que se comercializó como bioplástico y en 1983 se introdujo Biopol® como el primer plástico totalmente biodegradable. Los bioplásticos se han mantenido como productos de nicho durante décadas debido a su alto costo. Biopol® cuesta 20 veces más que el plástico convencional. Desde los años noventa, el interés por los bioplásticos ha aumentado favorablemente y hoy el mercado de los bioplásticos es una realidad y es posible encontrar productos elaborados con estas materias primas.

La capacidad de producción mundial de bioplásticos casi se duplicará en 2015. Solo en 2011, la producción alcanzó las 900.000 toneladas y se espera que para 2015 alcance los 1,7 millones de toneladas. Este rápido crecimiento de los bioplásticos se debe al mayor número de aplicaciones. Desde el embalaje hasta la producción de juguetes, alfombras y componentes electrónicos, los bioplásticos se están convirtiendo en una alternativa sostenible y ampliarán cada vez más su participación en diversos sectores industriales. Entre los denominados bioplásticos compostables, el ácido poliláctico (PLA) es el de mayor producción. Según NovaInstitute, actualmente hay 25 empresas instaladas en 30 sitios en todo el mundo que producen 180.000 toneladas por año y de las cuales los envases de alimentos y bebidas biodegradables representan el 70 ° de la demanda global de PLA. (ZeaPlast, 2016)

Además de los nuevos polímeros de origen biológico y / o biodegradable que surgen regularmente como el PEF, los principales cambios se basan en la diversificación de los

recursos utilizados para producir estos materiales, con la mayoría de los esfuerzos centrados en el uso de coproductos o residuos. de diferente biomasa. (Plast, 2020)

Figura 1. 1 Cronología de los bioplásticos



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida de Empresa de base tecnológica (s.f). ZEAplast. Recuperado el 22 de Abril de 2016.

En los últimos años, algunas empresas bolivianas han optado por importar y fabricar materiales alternativos en menor medida porque no cuentan con la tecnología para fabricarlos. Actualmente existen más de 60 productos biodegradables en Bolivia como recipientes, cucharas, platos, bombillas, utensilios, cepillos de bambú; y envases de cera de abejas, este último de Verde Gourmet; mientras que Simple Stamp Project está esperando fondos para hacer pinceles y dejar de importar. Bioplast importa cubertería y cebollas de semilla de aguacate. Grupo Verde y Practiplast importan y comercializan la mayoría de los envases biodegradables para alimentos y bebidas.

"Proteger el medio ambiente no tiene precio, nuestros productos están hechos de fibras vegetales y almidón de maíz que se desintegran en 90 o 120 días, también se pueden usar como abono porque son compostables", comenta Adriana Nogales, quien junto a sus hermanas Sofia y Mónica fundó el Grupo Verde. Practiplast lleva 25 años en el sector de los envases de plástico y hace un año comercializaba envases biodegradables que están diseñados para ofrecer soluciones y alternativas. (Deber, 2019)

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El plástico convencional es uno de los grandes inventos del siglo XX, está elaborado a partir de residuos fósiles (petróleo), lo cual origina la mayor cantidad de contaminación en el ambiente al tardar alrededor de mil años en degradarse totalmente, además de ser tóxicos para los seres vivos. Si bien es cierto que el reciclaje reduce el problema, no es suficiente para eliminarlo.

Figura 1. 2 Diagrama de Ishikawa para el proyecto

Fuente: Elaboración propia en base a la información del proyecto

La gran mayoría de polímeros sintéticos se producen a partir de compuestos petroquímicos y sus residuos permanecen en el medio ambiente produciendo un alto grado de contaminación. Tales polímeros sintéticos convencionales hechos de petróleo no son

fáciles de degradar debido a su alto peso molecular y estabilidad química, por lo que los depósitos de desechos plásticos han sido una preocupación ambiental importante. Es por ello que se propone obtener el polímero utilizando residuos orgánicos comparando diferentes opciones para verificar cuál es más efectivo en caso de biodegradabilidad.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Obtener bioplásticos a partir de residuos orgánicos verificando un nivel óptimo de biodegradabilidad aportando a la reducción del impacto negativo al medio ambiente.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Recopilar la información teórica de los conceptos y tipologías de este tipo de plásticos, así como de las investigaciones existentes en la materia y datos disponibles del mercado de Bioplasticos.
- Recopilar datos acerca del uso de polímeros de origen fósil, así como también para el caso de los bioplásticos.
- Realizar pruebas de laboratorio para la obtención de muestras de Bioplasticos a partir de cascaras de mandarina, plátano y naranja, variando las composiciones para verificar como mejoran las condiciones de los productos.
- Desarrollar ensayos para determinar la biodegradabilidad, mediante compostaje comparando los pesos iniciales y finales después de cierto periodo de tiempo.
- Realizar encuestas presenciales y virtuales tomando como muestra diferentes puntos estratégicos de la ciudad de El Alto, con el fin de conocer la aceptabilidad de los Bioplasticos y el conocimiento por parte de la población de materiales degradables.

1.4. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION

El proyecto pretende realizar diversos estudios a nivel de laboratorio mediante una selección previa de materiales alternativos (residuos orgánicos) con el fin de obtener un plástico biodegradable que, tras diversos usos, conlleve un buen control en el medio. Asimismo, otras variables secundarias como propiedades y costes se analizan de forma similar a los plásticos convencionales. La principal variable es el grado de biodegradación

para que se alivien los problemas de contaminación. Esto da lugar a la hipótesis de la siguiente hipótesis.

“El bioplástico a partir de desechos orgánicos es una alternativa efectiva en pro del medio ambiente porque cumple las expectativas de biodegradabilidad”

1.5. JUSTIFICACION

1.5.1. JUSTIFICACIÓN TECNICA

Esta investigación busca contribuir e innovar la industria desarrollando metodologías y técnicas para la generación de plásticos diferentes a los comúnmente conocidos por la población en general. El uso de residuos orgánicos para la obtención de bioplásticos podría generar ingresos extra y a su vez contribuir a la correcta disposición de los residuos generados. A su vez, según reseñas bibliográficas, se han realizado investigaciones previas sobre la extracción de celulosa y la obtención de almidón de diversos residuos agroindustriales, utilizándolos para producir productos biodegradables que sustituyan al plástico.

1.5.2. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

En Bolivia, cada año se utilizan más de 3 mil millones de bolsas plásticas de diversas formas y tamaños, lo que contribuye a la contaminación ambiental generalizada, aunque para algunos conocedores del plástico existe lo que se conoce como "contaminación blanca". El uso de bolsas plásticas confirma que Bolivia, como otras, es una sociedad de consumo que también necesita este tipo de bolsas para todo lo que compra. Con una simple mirada vemos que tenemos una sociedad muy consumista y que es necesario cambiar hábitos a través de la educación ambiental.

El uso de bolsas plásticas al año por persona es 391, es necesario cambiar hábitos, estas bolsas se pueden prescindir y reutilizar, ya que su uso demora entre 15 y 30 minutos. Por el contrario, una bolsa de plástico tarda entre 150 y 400 años en romperse. El problema de la degradación de los plásticos sintéticos tiene una vida útil aproximada de más de 100 años. Hay pequeñas partículas de plástico que, si bien no son visibles, se acumulan en el medio ambiente y provocan contaminación. Ante este problema, se buscan alternativas a la producción de plásticos biodegradables.

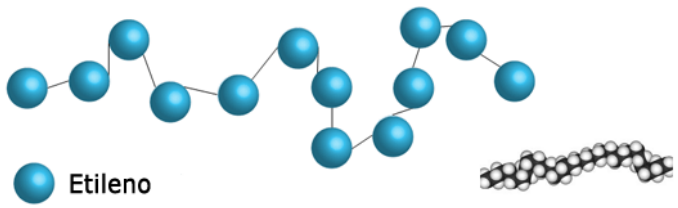
CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. CONCEPTO POLIMEROS

Los polímeros se definen como macromoléculas, que consisten en una o más unidades químicas (monómeros) que se repiten en una cadena. Un polímero es como poner muchas monedas perforadas por el centro juntas en un hilo, al final obtenemos una cadena larga de monedas, donde las monedas son los monómeros y la totalidad de la cadena con las monedas es el polímero. La parte básica de un polímero son los monómeros, por ejemplo, los monómeros son las unidades químicas que se repiten a lo largo de la cadena del polímero. (LEIA, 2007)

Figura 2. 1 Polietileno = etileno-etileno-etileno-etileno-etileno



Fuente: (LEIA, 2007)

2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS POLÍMEROS

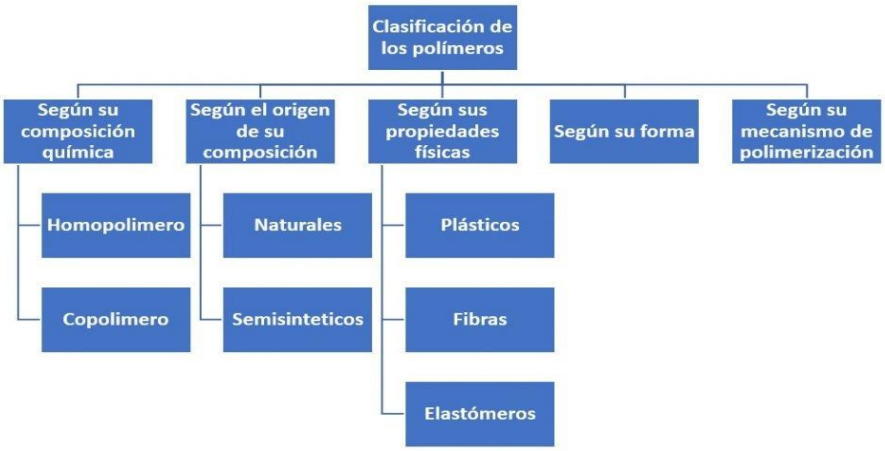
Un polímero es una macromolécula que se crea a través del enlace en cadena de unidades químicas (monómeros). Por ejemplo, imagina que quieres conectar una fila de botones en el medio con un hilo, creando una cadena, siendo nuestros botones los monómeros y la cadena el polímero.

Ahora bien, existen varias formas y **tipos de polímeros** clasificados entre sí dependiendo de sus características. (Mariano, 2011)

- Clasificación de los polímeros
  - Según su composición química
  - Según el origen de su composición

- Según sus propiedades físicas
- Según su forma
- Según su mecanismo de polimerización

Figura 2. 2 Clasificación de los polímeros



Fuente: (Mariano, 2011)

2.2.1. Según su composición química

- **Homopolímero:** está compuesto por monómeros idénticos, estos a su vez se dividen en cinco tipos de polímeros: poliolefinas, poliestirenos, polienos, polivinilos y poliacrílicos.
- **Copolímero:** Este tipo de polímero está compuesto por dos o tres unidades químicas diferentes que forman, por así decirlo, una cadena heterogénea y gracias a la diversidad de combinaciones que pueden generar conocemos las siguientes especies: aleatoria, alterna, bloque e injerto copolímeros.

2.2.2. Según el origen de su composición

- **Naturales:** Nacen de la naturaleza, por lo que los podemos encontrar en muchos seres vivos, entre algunos ejemplos de polímeros naturales podemos mencionar: proteínas, almidón, seda, colágeno.
- **Semisintéticos:** Tienen la característica de tener un carácter modificado, partiendo de la naturaleza, algunos son: nitrocelulosa y caucho vulcanizado.
- **Sintéticos:** Son polímeros sintetizados a partir de polímeros naturales en laboratorios industriales.

2.2.3. Según sus propiedades físicas

- **Plásticos:** Estos polímeros son de origen sintético y se caracterizan por su maleabilidad a presión o calor, como ejemplos tenemos tuberías en PVC, acrílico y poliestireno.
- **Fibras:** Existen en la familia de los polímeros naturales como los sintéticos, las reconocemos por sus moléculas alargadas capaces de crear hilos finos resistentes y se encuentran hoy en día: algodón, seda, poliéster y nailon.
- **Elastómeros:** Son polímeros con un alto nivel de elasticidad, son de origen tanto natural como sintético, los podemos ver en neopreno y caucho.

2.2.4. Según su forma

- **Lineal:** Este modelo se caracteriza por no tener ramificaciones, se origina en los dos puntos de unión asegurando así que la polimerización ocurra solo en una dirección, por otro lado, los compuestos en lugar de dos puntos de polimerización, este modelo de polímero tiene tres o más uniones que ocurren en los tres sentidos del espacio.

2.2.5. Según su mecanismo de polimerización

Hay dos tipos de mecanismos de polimerización que ocurren por adición y por condensación:

- Los polímeros de adición se convierten en monómeros que tienen múltiples compuestos, como la mutación de las células cancerosas.
- Mientras que los polímeros de condensación desarrollan paso a paso una molécula de bajo peso molecular como el alcohol. (W. B. F., 1975)

2.3. PROPIEDADES DE LOS POLÍMEROS

Las propiedades de los polímeros están definidas por varios parámetros, las más importantes son:

- La temperatura de transición vítrea del polímero
- El peso medio molecular del polímero

La temperatura de transición vítrea determina la temperatura en que el polímero cambia de forma radical sus propiedades mecánicas. Cuando la temperatura de transición vítrea

es inferior a la temperatura ambiente el polímero tiende comportarse como un material elástico (elastómero), cuando la temperatura de transición vítrea es superior a la temperatura ambiente el polímero tiende a comportarse como un material rígido (termoestable).

El peso molecular medio determina de manera directa el tamaño del polímero y sus propiedades tanto químicas como mecánicas (viscosidad, mojado, resistencia a la fluencia, resistencia a la abrasión). Los polímeros con alto peso molecular medio son materiales con alto grado de viscosidad. (W. B. F., 1975)

2.4. Plásticos convencionales y su origen fósil

Los plásticos, como todos los otros materiales que utilizamos, se obtienen mediante la extracción y procesamiento de los recursos naturales con que cuenta el planeta. Sin embargo, es posible diferenciarlos con base en el tipo de recursos naturales que han sido empleados como materia prima en su producción. La mayoría de los plásticos utilizados hoy en día se obtienen a partir del procesamiento de combustibles fósiles, como el petróleo o el gas natural, que son considerados recursos naturales no renovables. Existen, por otro lado, los plásticos biobasados, que contienen una proporción mayoritaria de materias primas renovables, es decir, aquellas que pueden regenerarse en lapsos de tiempo relativamente cortos.

El petróleo (materia prima para la fabricación de plásticos) es una mezcla de compuestos orgánicos, principalmente hidrocarburos, cuya formación inició hace 430 millones de años a través de la transformación de sedimentos y restos de organismos vivos que quedaron sepultados bajo arena y rocas, dando origen a los yacimientos que explotamos hoy en día. Es un material indispensable en el funcionamiento de la sociedad, pues constituye la principal fuente de energía en los países desarrollados. Los distintos compuestos que conforman el petróleo se separan en grupos, con el fin de producir combustibles u otro tipo de productos químicos. Para esto es necesario destilar el petróleo, del cual se obtiene distintas fracciones de hidrocarburos con base en el tamaño de las moléculas que las conforman.

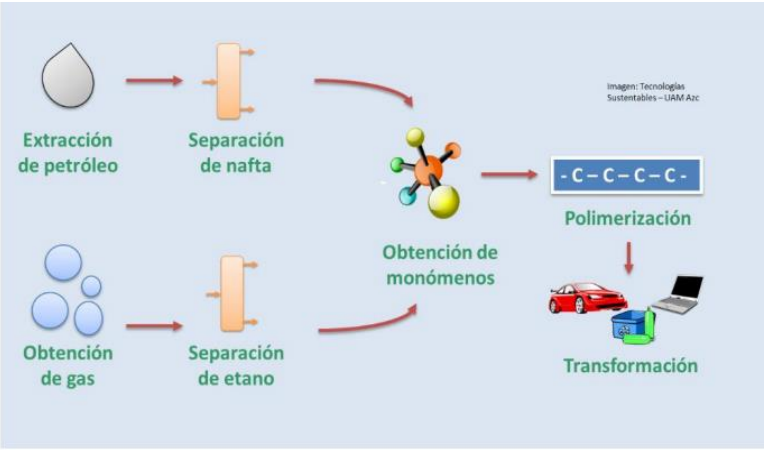
Entre las mezclas ligeras que se obtienen por este proceso se encuentra la nafta, un líquido muy inflamable que se transforma en la industria petroquímica para obtener alcanos y alquenos, como el etileno y el propileno, al igual que compuestos aromáticos

como el benceno, xileno y toluenos. Estos compuestos son utilizados tanto en la producción de plásticos como en muchos otros procesos de la industria química.

Las poliolefinas, que son el grupo de plásticos de mayor uso, se pueden fabricar a partir de monómeros extraídos de la nafta. Estos requieren de una reacción que conduzca a su polimerización y que los transforme en la materia prima que, en forma de pellets u otra presentación, es empleada por la inmensa gama de sectores industriales que emplean plásticos para fabricar componentes o productos destinados al consumo directo.

Los plásticos también pueden obtenerse a partir de la fracción gaseosa obtenida de la destilación de petróleo, o directamente del gas natural. El gas natural es una mezcla de hidrocarburos que se extrae de yacimientos independientes o asociados a los depósitos naturales de petróleo que en su gran mayoría es metano con más de 95% en su composición. Entre sus componentes también se encuentra el etano, que es separado por condensación y se transforma en etileno u otros compuestos similares en un proceso de craqueo, dando origen al monómero que es polimerizado (polietileno) y posteriormente transformado en productos como se muestra en la figura 2.3.

Figura 2. 3 Producción de Plásticos convencionales



Fuente: El Origen de los Plásticos Alethia Vázquez

La extracción, refinación y procesamiento del petróleo y gas natural generan diversos impactos en el ambiente, entre los cuales los más importantes son:

- Deforestación y afectaciones a la biodiversidad, debido a la construcción de infraestructura: plataformas, pozos, campamentos, caminos y ductos.
- Contaminación del suelo, agua y atmósfera debida a emisiones no controladas, derrames fugas, y manejo inadecuado de residuos

- Compactación y erosión del suelo
- Producción de gases de efecto invernadero (GEI) debido a la gran cantidad de energía requerida en el proceso, aunque sólo el 5% del petróleo se destina a la fabricación de plásticos, estos contribuyen de forma proporcional a los impactos generados por las actividades de extracción y posterior procesamiento petroquímico. (Vazquez, 2016)

2.5. CONCEPTO DE BIOPLASTICOS

Actualmente no existe una definición normalizada de bioplástico. La más comúnmente aceptada hoy en día dice que un bioplástico es un material de origen biológico y/o biodegradable. Podemos distinguir tres grandes familias de bioplásticos:

- Materiales de origen biológico (procedentes de recursos renovables) y biodegradables
- Materiales procedentes de recursos fósiles (petróleo) y biodegradables
- Materiales de origen biológico y sostenibles (no biodegradables) El mercado de los plásticos de origen biológico y/o biodegradables está en constante evolución. Ha sido principalmente impulsado desde hace varios años por los importantes avances en la capacidad de producción de polímeros biodegradables y no biodegradables. (Plast, 2020)

En la siguiente tabla podemos observar los diferentes tipos de productos obtenidos a lo largo de la historia que pueden ser biodegradable pero de origen no biológico, como también de origen no biológico pero biodegradable, como podemos notar es bastante variada la clasificación.

Tabla 2. 1 Tipos de plástico biodegradables y no degradables

Biodegradable	**PBAT, PCL, PBSA**	**PBS, TPS, Compuesto a base de almidón, TPE de origen biológico**	**PLA, PHAs, TPS**
No biodegradable	**PE, PP, PS, PET, PVC, PUR, PC, ABS, PA, etc.**	**PET de origen biológico, PA 6-10 origen biológico, PC origen biológico, PUR origen biológico, TPE origen biológico, PTT, Copoliésteres de origen biológico, Ésteres de celulosa, Híbridos**	**PE de origen biológico, PP de origen biológico, PA-11 de origen biológico, PA 10-10 de origen biológico**
	De origen no biológico	*Parcialmente de origen biológico*	*De origen biológico*

Fuente: Definición de Bioplástico, Nature Plast recuperado de http://natureplast.eu/es/el-mercado-de-los-bioplasticos/

2.6. BIODEGRADACIÓN

La historia de la biodegradación es relativamente reciente y los esfuerzos para utilizar material biodegradable se ha incrementado en respuesta a la concientización ambiental.

Como definición del término “biodegradación” se tiene que es el proceso en el cual un material polimérico es desintegrado o reducido a pequeñas partículas o moléculas por organismos o sus enzimas, de tal manera que el carbono contenido en dicho polimero finalmente retorne a la biosfera. (Gordon S.H., 1996)

También podemos decir que la biodegradación es la descomposición de un material cuando los microorganismos usan una sustancia orgánica como fuente de carbono y energía. Por ejemplo, los lodos activados se utilizan para tratar los flujos de aguas residuales en una planta de tratamiento de aguas residuales para biotransformar los compuestos orgánicos hasta conseguir su completa mineralización. Los materiales recalcitrantes, que son difíciles de descomponer, pueden ingresar al medio ambiente como contaminantes. Esta es una de las principales motivaciones para utilizar la biodegradación. (Poznyak, Oria, & Poznyak, 2019)

La biodegradación de biomateriales introduce más complejidades y desafíos en el huésped en comparación con los biomateriales no degradables. Mientras que el biomaterial no esté completamente degradado y el área del implante remodelada, el anfitrión tiene que

responder a los desafíos de un entorno cambiante, provocado por la alteración en el tamaño, la forma y la topografía de la superficie del biomaterial en degradación. También existe la liberación constante de productos de degradación que necesitan una eliminación oportuna. Las partículas de biomaterial resultantes o los polímeros parcialmente degradados representan estímulos adicionales para la respuesta del huésped.

Si bien estos problemas pueden producir dificultades innecesarias para la aplicación prevista, los biomateriales degradables tienen numerosas ventajas y eliminan el problema de la irritación crónica del huésped, así como el potencial de remodelación y regeneración de tejidos. Por lo tanto, los materiales biodegradables han ganado un amplio reconocimiento y son prometedores para muchas aplicaciones biomédicas y de ingeniería de tejidos como andamios temporales para el reemplazo de tejidos o como vehículos de administración de células, fármacos, moléculas bioactivas o genes.

La velocidad, la extensión y el mecanismo de biodegradación de un material extraño (biomaterial) dependen de una amplia gama de factores del biomaterial y del huésped. Es importante revisar los factores del huésped que influyen en la biodegradación de los biomateriales, también los mecanismos generales de biodegradación y eliminación de biomateriales. Además, considerar a los factores de biomateriales porque tienen una influencia significativa en las vías de respuesta del huésped y estos factores son modificables por el diseñador de biomateriales. (CHAN, BURUGAPALLI, KELLY, & PANDIT, 2008)

2.7. PLÁSTICOS BIODEGRADABLES

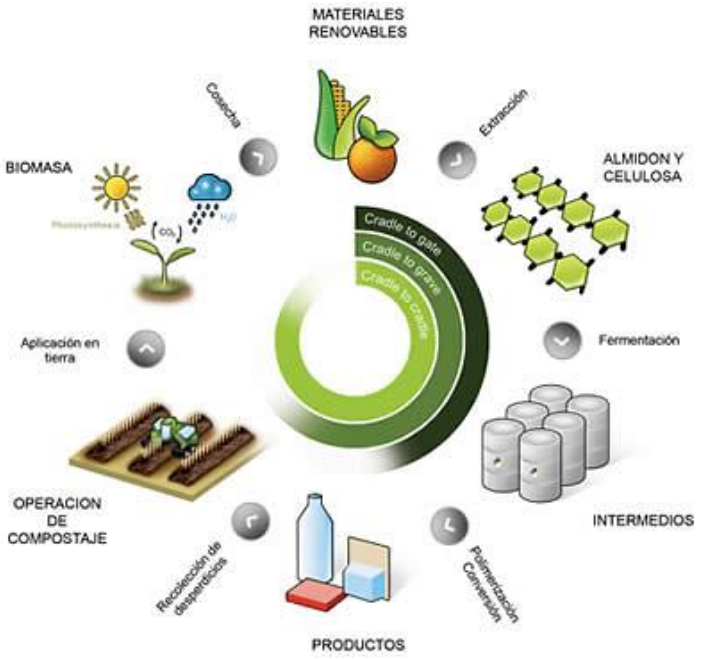
El plástico biodegradable es un polímero que está diseñado para romperse cuando se ponga en contacto con microorganismos, generalmente está hecho de subproductos naturales y tiene condiciones altamente controladas de temperatura y humedad en entornos industriales. La mayoría de los plásticos biodegradables y compostables se denominan bioplásticos y generalmente están hechos de plantas (como el bambú o la caña de azúcar) en lugar de combustibles fósiles. Para que estos bioplásticos sean biodegradables de manera justa y efectiva, su compostabilidad debe confirmarse de acuerdo con los estándares internacionales para asegurarse de que puedan manipularse en plantas industriales de compostaje.

Uno de los estándares más reconocidos con respecto a la biodegradabilidad es el europeo EN-13432. De acuerdo con la revisión de la literatura de NaturePlast sobre los estándares sobre este tema, para que algo se considere biodegradable debe: (YouMatter Definition, 2020)

- Tener una tasa mínima de volatilidad del 50%.
- Después de 12 semanas del primer compostaje, al menos 10 de su peso inicial se puede triturar sobre un tamiz de 2 mm.
- Logre al menos 90 de biodegradación (en comparación con la descomposición máxima de una sustancia de referencia) en no más de 6 meses.
- Además, según OCDE 208, el compost resultante debe proporcionar al menos un 90% de toxicidad en comparación con el compost de referencia correspondiente. (YouMatter Definition, 2020)

A continuación se observa los materiales que son usados generalmente para la producción de Bioplásticos, obviamente estos deben ser de origen biológico como se muestra en la figura 2.4.

Figura 2. 4 Materiales usados para producción de bioplásticos



Fuente: Definición de Bioplástico, Nature Plast recuperado de http://natureplast.eu/es/el-mercado-de-los-bioplasticos/

2.8. CONCEPTO DE PLÁSTICO BIODEGRADABLE

Los plásticos biodegradables se distinguen del resto de plásticos porque, en determinadas condiciones de temperatura y humedad, son consumidos por los microorganismos y entran en un proceso de oxidación que favorece su conversión en agua, dióxido de carbono y biomasa. De este modo, se reintegran en el ciclo del carbono sin dejar residuos. Se pueden clasificar a los plásticos biodegradables de la siguiente manera:

2.9. CLASIFICACION SEGÚN EL ORIGEN

2.9.1. Plásticos biodegradables de origen fósil.

Los plásticos a base de petróleo son derivados de productos petroquímicos, que se obtienen a partir de petróleo crudo fósil, carbón o gas natural. Los plásticos a base de petróleo más utilizados, como el poliestireno (PS), el tereftalato de polietileno (PET), el polipropileno (PP) y el polietileno (PE) no son biodegradables. Sin embargo, los siguientes plásticos a base de petróleo enumerados son:

- **Succinato de poli butileno (PBS)**

El succinato de poli butileno es una resina de polímero termoplástico que tiene propiedades comparables al propileno. Se utiliza en películas de envasado para alimentos y cosméticos. El PBS puede ser degradado por Amycolatopsis sp. HT-6 y Penicillium sp. cepa 14-3. Además, se ha demostrado que Microbispora rosea, Excellospora japonica y E. viridilutea consumen muestras de PBS emulsionado. (Tokiwa, Calabia, Ugwu, & Aiba, 2009)

- **Ácido poliglicólico (PGA)**

El ácido poliglicólico es un polímero termoplástico y un poliéster alifático. El PGA se utiliza a menudo en aplicaciones médicas como las suturas PGA por su biodegradabilidad. El enlace éster en la cadena principal del ácido poliglicólico le da inestabilidad hidrolítica. Por tanto, el ácido poliglicólico puede degradarse en su monómero no tóxico, el ácido glicólico, mediante hidrólisis. Puede excretarse como agua y dióxido de carbono. (A.Gunatillake & Adhikari, 2003)

- **Policaprolactona (PCL)**

La policaprolactona ha ganado prominencia como biomaterial implantable porque la hidrólisis de sus enlaces éster ofrece sus propiedades biodegradables. Se ha demostrado

que los firmicutes y las proteobacterias pueden degradar el PCL (Tokiwa, Calabia, Ugwu, & Aiba, 2009)

- **Poli (alcohol vinílico) (PVA, PVOH)**

El poli (alcohol vinílico) es uno de los pocos polímeros vinílicos biodegradables que es soluble en agua. Debido a su solubilidad en agua (un solvente económico e inofensivo), el PVA tiene una amplia gama de aplicaciones que incluyen empaque de alimentos, recubrimiento de textiles, recubrimiento de papel y productos para el cuidado de la salud. (Chiellini, Corti, D'Antone, & Solaro, 2003)

- **Tereftalato de Adipato de Polibutileno (PBAT)**

El tereftalato de adipato de polibutileno (PBAT) es un copolímero aleatorio biodegradable.

2.9.2. Bioplásticos de origen Animal

- **Plásticos de caseina (Galatita)**

Se denomina galatita, caseína-formaldehído, marfil artificial o hueso artificial al material plástico duro que se obtiene de la caseína proveniente de la leche y el formol.

En 1897, Adolph Spitteler y W. Kirsche (con el objetivo de fabricar una pizarra blanca para la escritura) mezclaron leche agria con formaldehído. La caseína de la leche reaccionó formando un material duro pero fácil de moldear. Tal fue el comienzo de los plásticos de proteína, sustancias brillantes, parecidas al hueso. El proceso de obtención de la galalita fue patentado en 1899. La caseína es una proteína que se encuentra en la leche, que explicado a grandes rasgos, precipita al añadirle vinagre (ácido acético) y posteriormente se trata con formaldehído para endurecerla; ésta caseína se presentó por primera vez bajo el nombre comercial de Galalith en la Exposición Universal de Paris del año 1900. Su uso fue intenso, especialmente en la segunda y tercera década del siglo XX (principalmente en Alemania y Francia) hasta que fue reemplazada por el desarrollo de nuevos materiales plásticos inorgánicos. En Gran Bretaña se conocía bajo el nombre Erinoid donde tuvo gran aceptación para la realización de estilográficas, ya que permitía producir una amplia variedad de colores y acabados. (Mariano, 2011)

- Caseina; proteína de la leche
- Subproducto de industria láctea
- Galatita: plástico de caseina- formaldehido (1898).
- Termoplastico sustituto del hueso o marfil

- Cae en desuso luego de la Segunda Guerra Mundial

Figura 2. 5 Usos de la Galatita

Fuente: Producción de bioplásticos, Lucas Dettorre, Maria Sabaini, Quilmes recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=rAahBnxucP0

- **Colágeno Hidrolizado (Gelatina)**

Las películas de colágeno asimismo son usadas tradicionalmente en la elaboración de envolturas comestibles El colágeno es el mayor constituyente de la piel, tendones y tejidos conectivos, y se encuentra ampliamente distribuido en las proteínas fibrosas de los animales. La gelatina deriva de una hidrólisis parcial del colágeno, produce una película flexible y gruesa y las propiedades mecánicas mejoran cuando se utiliza cloruro de sodio (NaCl) en concentraciones bajas (Lee & Hanna, 2004)

Hoy por hoy, los embutidos como salchicha, se recubren con materiales derivados de la proteína (gelatina) o con materiales derivados de mezclas de quitósan y gelatina. Usualmente, películas de un espesor aproximado de 2.5 mm, se fabrican por varios métodos y estas estructuras membranosas delgadas son utilizadas para envolver los alimentos o como medio de separación. (Hector S. Villalba, 2006)

- Proteínas y péptidos derivados de animales
- Subproducto de industria cárnica
- Utilizado en industria alimentaria como gelificante
- Biodegradable, hidrosoluble

Figura 2. 6 Usos del colágeno Hidrolizado

Fuente: Producción de bioplásticos, Lucas Dettorre, Maria Sabaini, Quilmes

- **Quitosano**

El quitosano es un polisacárido catiónico, esencial derivado de la quitina, derivado por la des acetilación de la quitina. El quitosano es distinguido por sus excelentes propiedades para crear películas y por hacer actividad antimicrobiana y hongos. Las películas de quitosano pueden ser utilizadas para el vendaje de heridas, la renovación de tejidos y el empaque de alimentos.

El quitosano es estimado una base débil, soluble en soluciones acidas (pH < 6.5) y es insoluble en agua y solventes orgánicos. (Hinojosa, 2014)

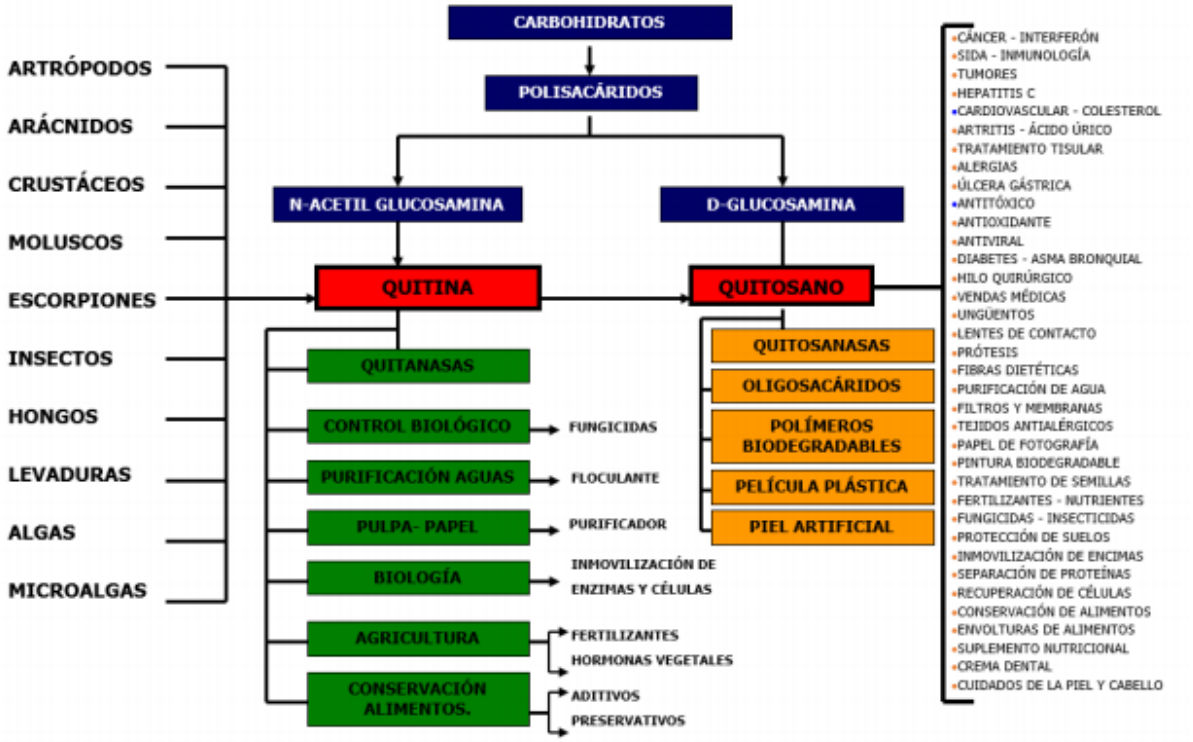
Características y propiedades del quitosano

- Fue descubierto por Rouget en 1859, quién notó que al tratar a la quitina con una solución básica caliente, se obtenía un producto soluble en ácidos orgánicos.
- El quitosano tiene un grupo amino primario y dos grupos hidroxilos libres por cada unidad de glucosa, los grupos amino reaccionan con un número de aniones multivalentes para formar hidrogeles.
- El quitosano tiene la capacidad de formar películas, geles y fibras, así como la absorción de iones metálicos, hidrocarburos aromáticos y proteínas.
- Debido a su comportamiento catiónico, el quitosano no es tóxico, es biodegradable, y es biocompatible con plásticas y animales.
- El quitosano se torna de color violeta en soluciones diluidas de ioduro y ácido, en cambio la quitina se torna de color verde.

- El quitosano es el único polisacárido catiónico pseudonatural, pues posee en su estructura una amina alifática primaria, que forma sales con ácidos y origina polielectrolítos a pH menores de 6,5. (Hinojosa, 2014)

En la figura 2.7 vemos los diferentes usos que tiene la Quitina que es utilizado en la fabricacion de incluso fertilizantes, como tambien del Quitosano que puede ser utilizado para crear peliculas biodegradables.

Figura 2. 7 Esquema de usos del quitosano



Fuente: Obtención de películas Biodegradables a partir de mezclas de quitosano de cascaras de camarón y agentes plastificantes, María Gabriela Vanegas Hinojosa, Quito 2014.

2.9.3. Bioplásticos de origen vegetal

El almidón, materia prima obtenida de diversas fuentes vegetales con diversas posibilidades de modificación química y física, es un polisacárido que puede convertirse en un biopolímero prometedor para el desarrollo de envases biodegradables, películas plásticas y otros productos para la agricultura. (Ereno, 2011)

Ventajas:

- Puede obtenerse en grandes cantidades de diversas fuentes, principalmente, maíz, papa, y mandioca.
- Espesante en industria alimentaria
- Uno de los más prometedores para el desarrollo de sustitutos de derivados del petróleo.

Desventajas:

- Utilidad limitada por ser hidrosoluble.
- Se obtiene de cultivos alimenticios (dilema alimento versus plástico).
- Requeriría extender frontera agrícola. (Ereno, 2011)

2.9.4. Bioplásticos derivados de Algas

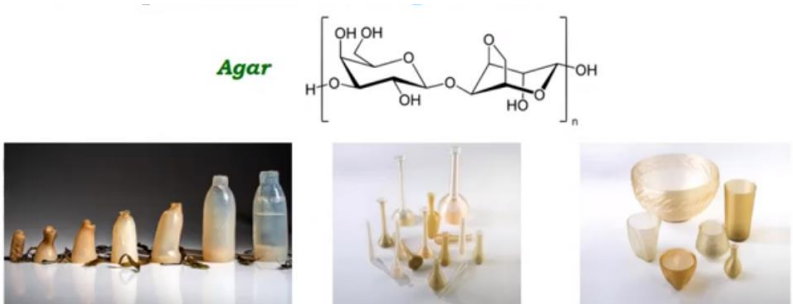
Si bien la caña de azúcar y el maíz son productos populares, su dependencia frecuente de fertilizantes sintéticos, el uso de la tierra arable para cultivos no alimentarios y la propensión al monocultivo no siempre hacen que los materiales biológicos sean la opción ecológica más común. Como resultado, un número cada vez mayor de científicos y productores de materiales se están trasladando de la tierra al mar en busca de materias primas de biomasa más sostenibles.

Considere las algas, un término general para un grupo de algas marinas y otros eucariotas fotosintéticos. Tienen un alto rendimiento y tiempos de cultivo cortos, así como la capacidad de secuestrar dióxido de carbono. Si bien las algas han atraído la atención por su potencial para desplazar los combustibles fósiles como fuente de energía, sus usos en envases y otros productos están ganando terreno. (Lirola, 2019)

- **Agar.**

El "alga" conocido con el nombre de Agar-agar, también conocido como "gelosa" en los países de habla francesa y portuguesa, no es un alga en sí, sino una sustancia blanca que se forma a partir de un extracto de algas. En concreto, es un compuesto que se obtiene a partir de diversas algas rodofitas, es decir, algas rojas principalmente del género Gelidium y / o Gracilaria. Es un polisacárido que encontramos como parte de la estructura de la pared de algunas algas. (Lirola, 2019)

Figura 2. 8 Agar Agar



Fuente: Producción de bioplásticos, Lucas Dettorre, Maria Sabaini, Quilmes

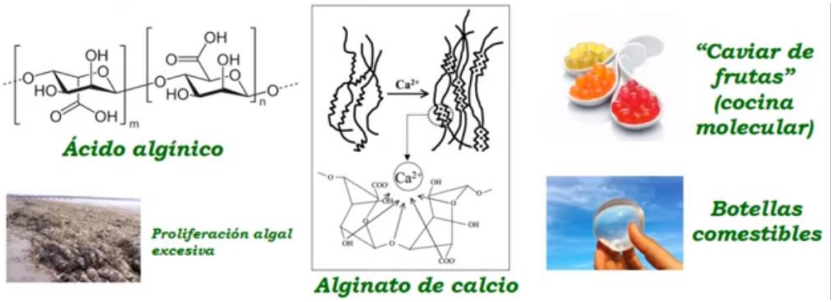
- Polisacárido derivado de algas
- Utilizando en industria alimentaria como gelificante
- No se degrada tan fácilmente como el almidón
- Gelifica por cambio de temperatura

- **Alginato**

Estos compuestos, llamados alginatos, se clasifican como carbohidratos, son asociaciones de varias unidades de ácido algínico obtenido a partir de algas pardas o pardas, están asociados con la presencia y cantidad de ácidos L-gulorónico y D-manurónico, los alginatos están involucrados en la formación de geles y espesantes que son útiles en la industria alimentaria, cosmética, farmacéutica y química, entre otras, se comercializa como sales hidrosolubles. (Farez, 2020)

- Polisacárido derivado de algas
- Utilizado en industria alimentaria como gelificante
- No se degrada tan fácilmente como el almidón
- Gelifica formando complejos con iones calcio

Figura 2. 9 Alginato



Fuente: Producción de bioplásticos, Lucas Dettorre, Maria Sabaini, Quilmes

2.9.5. Plásticos Biodegradables de Origen Biológico

Los plásticos sintetizados biológicamente son plásticos producidos a partir de orígenes naturales, como plantas, animales o microorganismos.

- **Polihidroxialcanoatos (PHA)**

Los polihidroxialcanoatos son una clase de plástico biodegradable producido naturalmente por varios microorganismos. La biosíntesis de PHA generalmente se realiza privando a los organismos de ciertos nutrientes y proporcionando un exceso de fuentes de carbono. (Kim & Lenz, 2001)

- **Ácido poliláctico (PLA)**

El ácido poliláctico es un poliéster alifático termoplástico que se sintetiza a partir de biomasa renovable, típicamente de almidón vegetal fermentado como maíz, mandioca, caña de azúcar o pulpa de remolacha azucarera. El PLA es compostable, pero no biodegradable ya que no es biodegradable fuera de las condiciones de compostaje artificial. (Kim & Lenz, 2001)

2.9.6. Mezclas de almidón

Las mezclas de almidón son polímeros termoplásticos fabricados mezclando almidón con plastificantes. Dado que los polímeros de almidón solos son frágiles a temperatura ambiente, los plastificantes se agregan en un proceso llamado gelatinización de almidón para aumentar la cristalización. Si bien todos los almidones son biodegradables, no todos

los plastificantes lo son. Por tanto, la biodegradabilidad del plastificante determina la biodegradabilidad de la mezcla de almidón. (Chaléat, Halley, & Truss, 2014)

- **Plásticos a base de celulosa**

Los bioplásticos de celulosa son principalmente los ésteres de celulosa (incluidos el acetato de celulosa y la nitrocelulosa) y sus derivados, incluido el celuloide. La celulosa puede volverse termoplástica cuando se modifica mucho. (Chaléat, Halley, & Truss, 2014)

- **Compuestos poliméricos a base de lignina**

Los compuestos poliméricos a base de lignina son polímeros aromáticos naturales bio-renovables con propiedades biodegradables. La lignina se encuentra como un subproducto de la extracción de polisacáridos del material vegetal a través de la producción de papel, etanol y más. La lignina es útil debido a su material de bajo peso y al hecho de que es más ecológico que otras alternativas. La lignina es neutra con respecto a la liberación de CO2 durante el proceso de biodegradación. Se ha descubierto que otros procesos plásticos biodegradables, como el tereftalato de polietileno (PET), liberan CO2 y agua como productos de desecho producidos por microorganismos degradantes. (Taniguchi, y otros, 2019)

La lignina exhibe propiedades químicas comparables a los productos químicos plásticos actuales, incluidos los grupos funcionales reactivos, la capacidad de formar películas, alto contenido de carbono y muestra versatilidad en comparación con varias mezclas químicas utilizadas con plásticos. La lignina también es estable y contiene anillos aromáticos. Es elástico y viscoso, pero fluye suavemente en la fase líquida. Más importante aún, la lignina puede mejorar los estándares plásticos actuales porque es antimicrobiana. (Taniguchi, y otros, 2019)

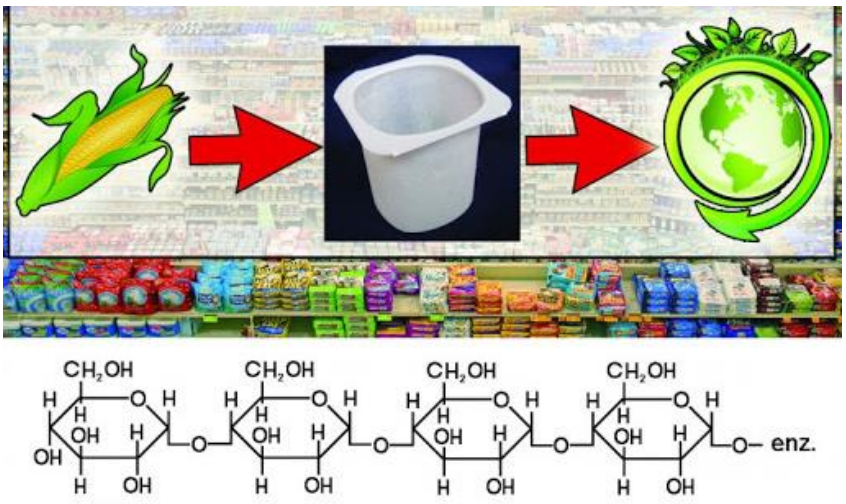
2.10. PROPIEDADES DE LOS PLÁSTICOS

Es difícil generalizar sobre las propiedades de los plásticos debido a la gran variedad que existe. Puede decirse que las propiedades de unos y otros son muy diferentes: Las más significativas son: (Espinosa, 2014)

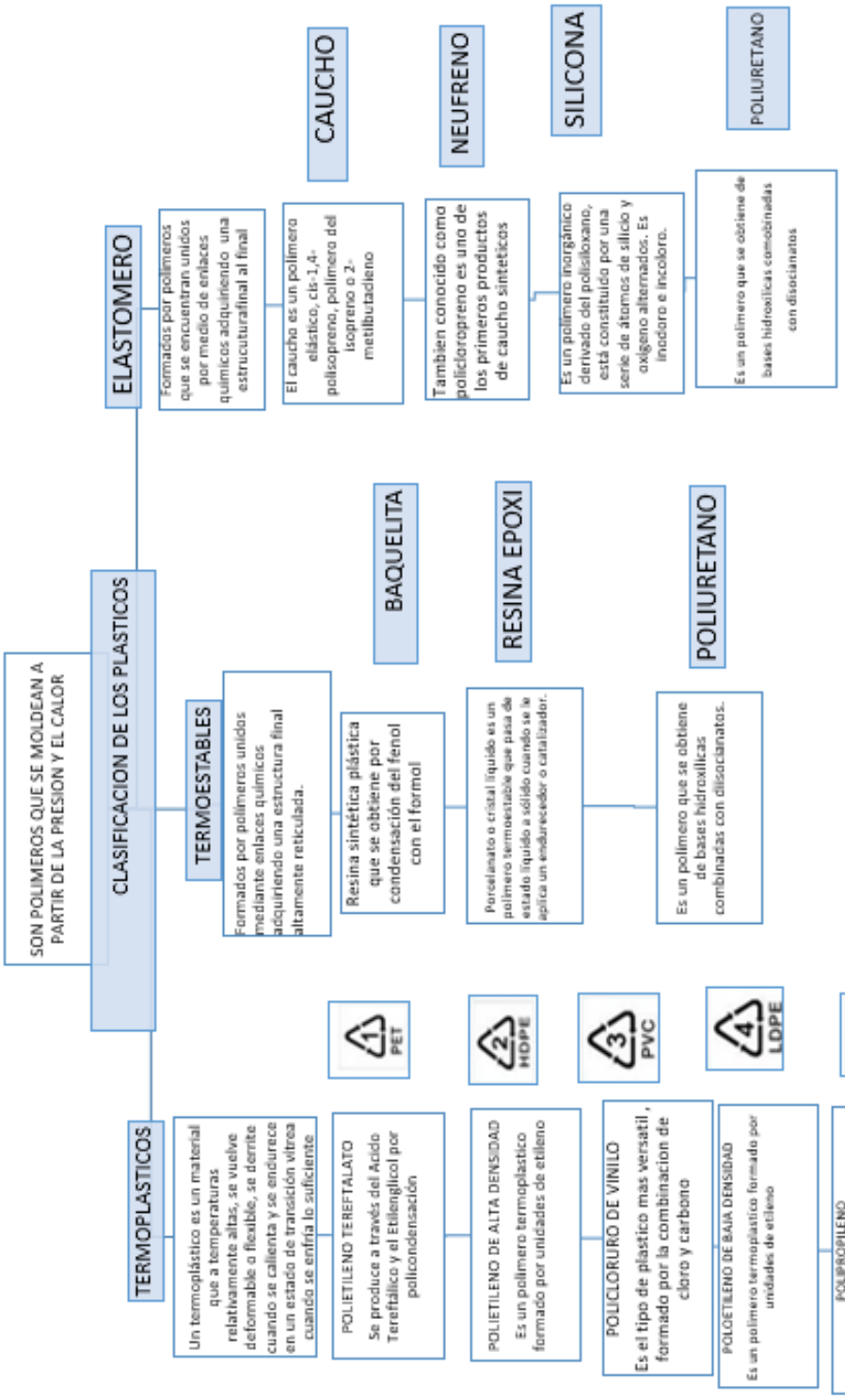
- Su principal característica es su plasticidad, es decir, son fáciles de fabricar y de dar forma.

- Los plásticos tienen una mala conductividad eléctrica por lo que pueden ser utilizados como aislantes eléctricos. Los plásticos son malos conductores de la electricidad, por lo que se pueden emplear como aislantes eléctricos. Por ejemplo, en el recubrimiento de cables.
- Los plásticos también tienen una baja conductividad térmica, es decir, son malos conductores del calor y del frío. Suelen ser materiales aislantes, es decir, transmiten el calor muy lentamente. Por ejemplo, en los mangos de la batería de cocina.
- Alcanzan una aceptable resistencia mecánica, esto es, aguantan muy bien los estiramientos, los golpes, los retorcimientos y las presiones. Teniendo en cuenta lo ligeros que son los plásticos, resultan muy resistentes. Esto explica por qué se usan junto a las aleaciones metálicas para construir aviones. Por ejemplo, casi todos los juguetes están hechos de algún tipo de plástico.
- Resisten muy bien a los agentes atmosféricos y corrosivos. Es una de las propiedades que ha generado una producción masiva de plásticos. Casi todos resisten muy bien el ataque de agentes químicos, como los ácidos, que alteran los materiales, en especial a la mayoría de los metales.
- La mayoría de los plásticos son ligeros
- El mayor inconveniente es la dificultad que presentan para su eliminación o reciclado.
- Plasticidad, muchos plásticos se reblandecen con el calor y, sin llegar a fundir, son fácilmente moldeables. Esto permite fabricar con ellos piezas de formas complicadas comparación los plásticos tradicionales y los bioplásticos. (Espinosa, 2014)

Figura 2. 10 Producción de biopolímeros



Fuente: Producción de bioplásticos, Lucas Dettorre, Maria Sabaini, Quilmes



Fuente: Elaboración Propia

2.11. BENEFICIOS DE LOS BIOPLÁSTICOS

Los bioplásticos son una alternativa a los plásticos convencionales. El concepto de bioplásticos puede ser sostenible en dos niveles diferentes. Los bioplásticos son principalmente plásticos que provienen de fuentes sostenibles como aceites vegetales, biomasa, etc. En segundo lugar, se degradan naturalmente, evitando los efectos nocivos permanentes de la eliminación de plástico.

Algunos bioplásticos combinan ambas propiedades, por lo que están hechos de fuentes sostenibles y son naturalmente biodegradables. Los bioplásticos como PHA (polihidroxialcanoatos) o PLA (ácido poliláctico) tienen estas propiedades y fueron desarrollados gracias a la biotecnología. Estos plásticos de la serie 100 son tan resistentes y versátiles como los plásticos convencionales y ya se utilizan en industrias como la agricultura, la textil, la medicina y especialmente en el envasado. (Lucas Dettorre, 2019)

Algunas ventajas de los bioplásticos son:

- Huella de carbono reducida.
- Ahorro de energía durante la producción.
- No se consumen fuentes no renovables.
- Reducción de residuos no biodegradables, que contaminan el medio ambiente.
- No contiene aditivos nocivos para la salud, como ftalatos o bisfenol-A.
- No alteran el sabor ni el olor de los alimentos que almacenan.
- Constituyen una propuesta sustentable por derivar de biomasa, un recurso renovable.
- Son biodegradables, bioasimilables y compostables
- Se degradan en poco tiempo (meses o años), no se acumulan en el medio ambiente.
- Su producción emite menos gases de efecto invernadero (GEI).
- No requieren de metodologías de fabricación diferentes a los petroderivados (estrusado, preformado, soplado). (Lucas Dettorre, 2019)

Además, los residuos urbanos representan una fuente de carbono que los convierte en una materia prima sostenible para el desarrollo de procesos productivos biotecnológicos. Casi el 60% del material contenido en los residuos es de naturaleza orgánica y los procesos

enzimáticos permiten que gran parte de este material se descomponga en sus componentes básicos, como azúcares, ácidos grasos y proteínas, que son los componentes básicos de muchos bioproductos o secundarios en generación de biocombustibles. (Matas, 2015)

Las propiedades de los materiales bioplásticos se consideran, en muchas ocasiones, muy inferiores a las de los polímeros convencionales. Ciertamente existen diferencias en algunos materiales que necesitan ser adaptados, tanto durante su transformación como en términos de propiedades de uso. Otros tienen exactamente las mismas capacidades, o incluso superan las de los materiales derivados del petróleo. El uso de bioplásticos permite observar numerosas ventajas técnicas: (NaturePlast, s.f.)

- Propiedades intrínsecas, como 100 % de origen biológico, transparente y reciclable: utilización y vida útil idénticas al PET.
- Biodegradabilidad

2.12. COMPARACION DE PLASTICOS TRADICIONALES Y BIOPLASTICOS

En busca de un mundo más sostenible, cada vez más empresas están reemplazando los plásticos tradicionales a base de petróleo por plásticos de origen biológico. Esta tendencia se debe al hecho de que las empresas están descubriendo sólidos beneficios para realizar el cambio.

Disminución de la dependencia de combustibles fósiles:

- Mejora del medioambiente.
- Fluctuación de los precios y la creciente escasez de petróleo.

En la actualidad, aproximadamente el 4% de la producción mundial de petróleo se destina a la producción de plásticos. Las cantidades se centran en la fabricación de bolsas, contenedores, gadgets y autopartes. La producción de plásticos a partir de materias primas renovables reduce la dependencia de los combustibles fósiles. (ZEAplast, 2012)

Características

- Reducen la huella de carbono.
- Suponen un ahorro energético en la producción.

- No consumen materias primas no renovables.
- Reducen los residuos no biodegradables, que contaminan el medio ambiente.
- No contienen aditivos perjudiciales para la salud.
- No modifican el sabor y el aroma de los alimentos contenido.

Múltiples opciones finales de su vida útil

- Las materias primas pueden ser recuperados y reciclados en nuevos productos, lo que reduce la utilización de nuevos materiales.
- Impacto ambiental negativo de productos plásticos "usados" puede ser considerablemente reducido si no se eliminan.

Los bioplásticos tienen varias opciones al final de su vida útil que pueden garantizar su seguridad y eficacia para su reutilización o reciclaje. Por ejemplo, las materias primas se pueden devolver al fabricante para su reciclaje. El PLA se puede convertir nuevamente en su materia prima, ácido láctico a través de un proceso de reciclaje químico. (ZEAplast, 2012) Una comparación bastante sintetizada se observa en la Tabla 2.2.

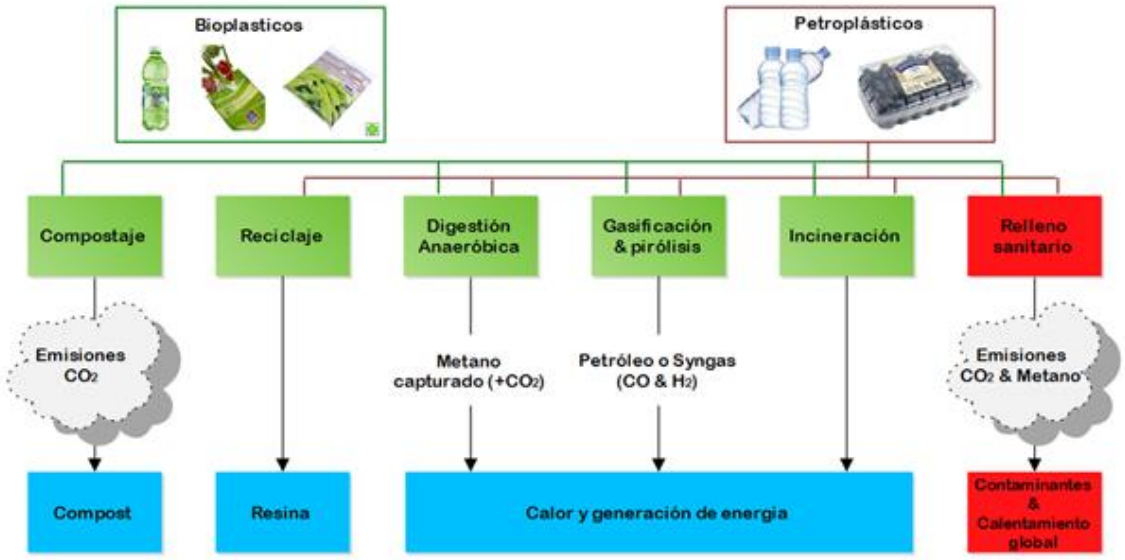
Tabla 2. 2 Características Plásticos y Bioplásticos

Características	Bioplástico	Plástico
Degradable al 100%	Si	No
Transparente	No	Si
Moldeable	Si	Si
Resistencia a la humedad	Parcialmente	Si
Impermeables	Si	Si
Resistente a la corrosión	Si	Si
Baja densidad	Si	Si
Ayuda a disminuir la contaminación	Si	No
Aislante eléctrico	Si	Si
Tiempo máximo de degradación	1 año	Mayor a 100 años
Reciclable	Si	No

Fuente: Universidad de Pihura, Facultad de Ingeniería. (2017). Análisis Experimental de la Elaboración de Bioplásticos.

La Figura 2.11 demuestra los principales métodos por los cuales podemos tratar con los desechos, entre los más comunes y más conocidos, la opción de rellenos y el de reciclaje.

Figura 2. 11 Bioplásticos vs Petroplásticos



Fuente: ZEAplast productos biodegradables. Recuperado de http://www.zeaplast.cl/plasticos-biodegradables/bioplasticos-vs-plasticos-tradicionales++-22

2.13. VENTAJAS Y DESVENTAJAS FRENTE A LOS PETROPLASTICOS

- Impacto Ambiental: elimina problemas en disposicion final de residuos y acumulacion en el medio ambiente
- Biodegradabilidad/compostaje
- Uso del suelo cultivable: actual 0,02% - 2% permititria reemplazar el 80% del plastico convencional.
- Costos economicos: mejorar la competitividad de bioderivados
- Metodos productivos: requieren la misma tecnologia. Se extrusan a menor temperatura (135 °C versus 200°C).
- Cambio cultural ya que necesitamos consientizar a la poblacion para utilizar los plasticos biodegradables
- Regulacion de los estados : se necesitan de leyes y organismo de control para de alguna manera incentivar ala produccion de bioplasticos. (Lucas Dettorre, 2019)

2.14. PROCESO Y TIEMPO DE DESCOMPOSICION DE LOS PLASTICOS BIODEGRADABLES

La verdad es que incluso si una bolsa de plástico es biodegradable, también lleva tiempo descomponerse. En comparación con el tiempo que tardan las convencionales, las biodegradables parten alrededor de los 18 meses (por eso tienen fecha de fabricación) hasta un plazo de 1 a 3 años, que en realidad no es poco tiempo. (Sanchez, 2018)

Sin embargo, se puede decir que los envases de polipropileno y polietileno no presentan degradación. Sin embargo, los envases fabricados con fécula de maíz o caña de azúcar soportan tanto altas como muy bajas temperaturas además de biodegradarse en un período de entre 120 y 180 días. También resisten el agua. Por tanto, esta capacidad de biodegradabilidad lo hace mucho más beneficioso para el medio ambiente y nuestro entorno natural, y se convierte en una alternativa muy viable al uso del plástico convencional, cuya fabricación, y en particular su uso, debería reducirse paulatinamente. Sin olvidar, por supuesto, que todos los envases que utilizamos deben ser reciclados y todos estamos contribuyendo a un mundo más limpio, saludable y duradero. (Aragon, 2021)

2.14.1. Biodegradabilidad De Envases

Se han ensayado en el laboratorio de biodegradación, montado a través de ECOEMBES en la ETSI de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid, cuatro tipos de materiales plásticos degradables, junto a la celulosa. Los ensayos se han realizado bajo la norma EN13432, empleándose los siguientes materiales:

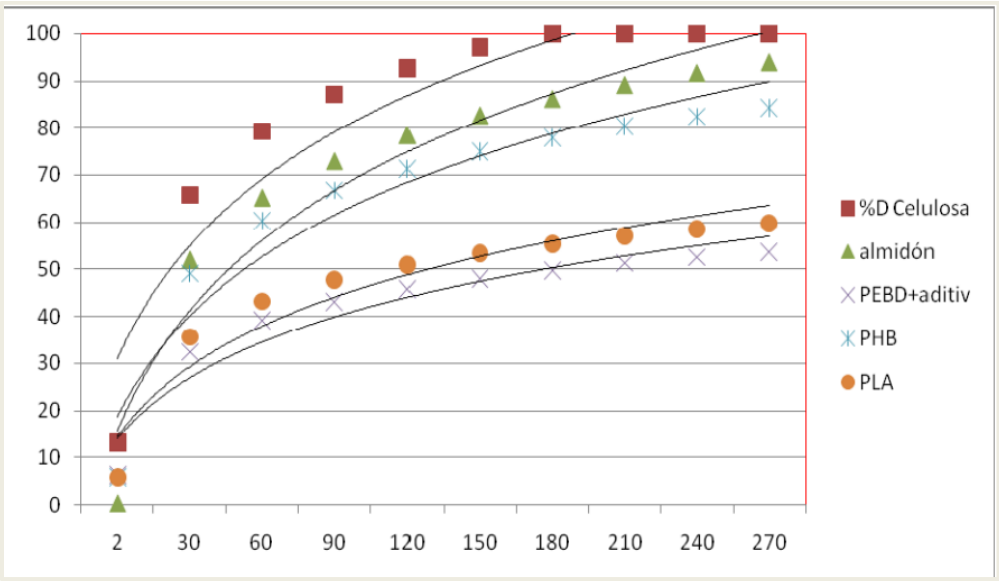
- Bolsas comerciales de PEBD + aditivos
- Bolsas comerciales de Almidón distribuida en grandes almacenes
- Botellas de PLA
- Barras de PHB puro

Los resultados a 90 días con extrapolación a 180 días, han demostrado que solamente las bolsas de ALMIDON, son biodegradables, mientras que el PHB y PLA, no llegan al valor mínimo de la biodegradación. Las bolsas de PEBD activado no son biodegradables, al menos, a tan corto plazo.

El siguiente gráfico muestra las curvas de biodegradación de los materiales ensayados

(El eje de abscisas indica los días transcurridos y el eje de ordenadas el % de degradación alcanzado) (ECOEMBES Embalajes, 2009)

Figura 2. 12 Curvas de Biodegradación de los Materiales



Fuente: ECOEMBES Embalajes. (2009). Proyecto de Análisis de Bioplásticos. Madrid

Los ensayos de biodegradabilidad a escala de laboratorio realizados bajo la Norma EN 14855 con los siguientes materiales: almidón, PLA, PHB y PEBD con aditivos, han demostrado que solamente las bolsas de almidón son biodegradables bajo las condiciones que admite la norma.

Los porcentajes de biodegradación obtenidos durante el periodo de ensayo (90 días) ordenados de mayor a menor fueron los siguientes: almidón (75,41%), PHB (67,65%), PLA (52,76%) y PEBD con aditivos (44,46%). (ECOEMBES Embalajes, 2009)

2.15. INFLUENCIA DEL PLÁSTICO EN EL MEDIO AMBIENTE

Cuando hablamos del impacto del plástico en el medio ambiente o cómo el plástico afecta al planeta, necesitamos analizar lo que está sucediendo en la tierra, en el agua y en el aire. Los 3 grandes territorios que todos los países han querido conquistar desde la antigüedad y lo están haciendo hoy en base a la contaminación de este material.

- **Tierra:**

Cuando un recipiente, bolsa o botella de plástico cae al suelo, rápidamente se liberan sustancias tóxicas que dañarán sus propiedades. Y no solo eso, lo más probable es que terminen infiltrándose bajo tierra, afectando así las aguas subterráneas y los nutrientes del suelo.

Consecuentemente, todas las especies que se alimentan de esa agua o las plantas que crecen en ella serán dañadas. (Rolleat, 2020)

- **Mar:**

Quizás el daño más visible que hace el plástico al medio marino. Se puede decir que se han convertido en los mayores vertederos de este material en el mundo. Como resultado, muchos animales aparecen enredados e incluso asfixiados por este tipo de desechos.

Y eso no es todo: cuando el plástico entra en contacto con el agua, se liberan compuestos altamente contaminantes y peligrosos como el bisfenol, que mata a muchas especies marinas. (Rolleat, 2020)

Figura 2. 13 Daños Causados en el Mar a causa de los plásticos

Fuente: https://rolleat.com/wp-content/uploads/2020/06/

- **Aire:**

Si hablamos de cómo el plástico afecta al medio ambiente, y en particular al aire, debemos distinguir entre su fabricación y su combustión. Son las dos principales fuentes de

contaminación en este entorno. En ambos casos se liberan toxinas bastante dañinas para nuestro medio ambiente y nuestra salud. (Rolleat, 2020)

2.16. DEGRADACION TERMICA

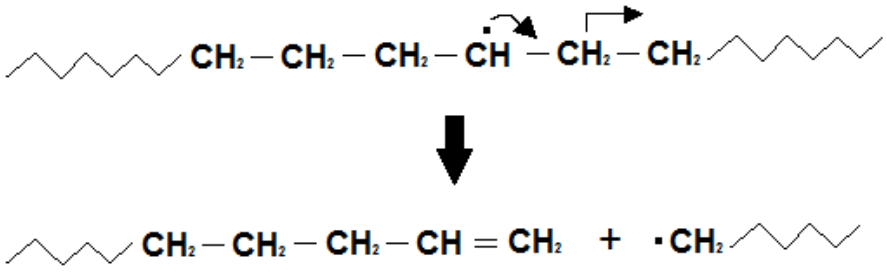
La degradación térmica consiste en la rotura de los eslabones de las cadenas moleculares a altas temperaturas. Al procesar polímeros, se exponen a altas temperaturas, por ejemplo, en el proceso de extrusión. La degradación térmica ocurre cuando el polímero se expone a altas temperaturas y sufre cambios químicos sin exposición a otras sustancias. (Bustamante, “La degradación de los plásticos”, 1994)

Cuando el material polimérico se calienta hasta el punto de ruptura del enlace, los tipos de reacciones que pueden experimentar las cadenas de polímeros debido a las elevadas temperaturas, pueden ser cualquiera de las siguientes tres formas:

2.16.1. Escisión de cadena al azar

Este tipo de reacción se produce como resultado de la producción de radicales libres a lo largo de la cadena principal del polímero, que hacen que la macromolécula se descomponga en moléculas más pequeñas de diferentes longitudes de cadena. Cuando se forma un radical en la cadena del polímero, se produce la escisión de la cadena, lo que da como resultado una molécula con un extremo insaturado y otra con un extremo de radical libre. Este radical libre puede tomar un hidrógeno del carbono enlazado y así crear un extremo insaturado con un nuevo radical libre, también existe la posibilidad de que este radical libre se pueda combinar con otro para formar un alcano. Múltiples escisiones crean moléculas lo suficientemente pequeñas como para ser volátiles, con dobles enlaces en cada extremo, en un extremo o en ninguno. (D. Aradilla Zapata, 2007)

Figura 2. 14 Escisión de cadena al azar.

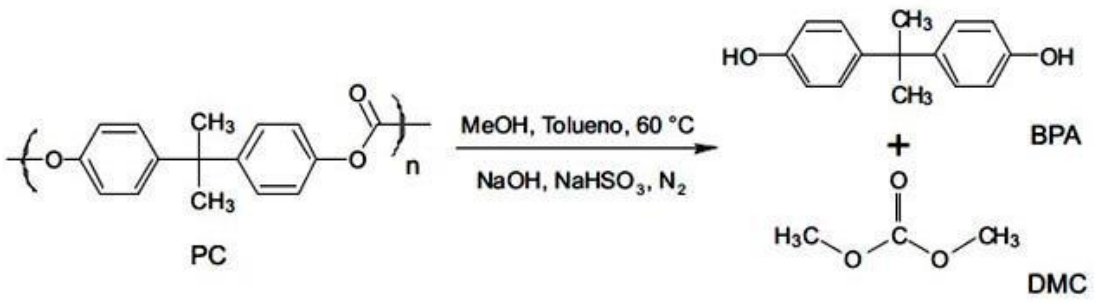


Fuente: (D. Aradilla Zapata, 2007)

2.16.2. Depolimerización escisión

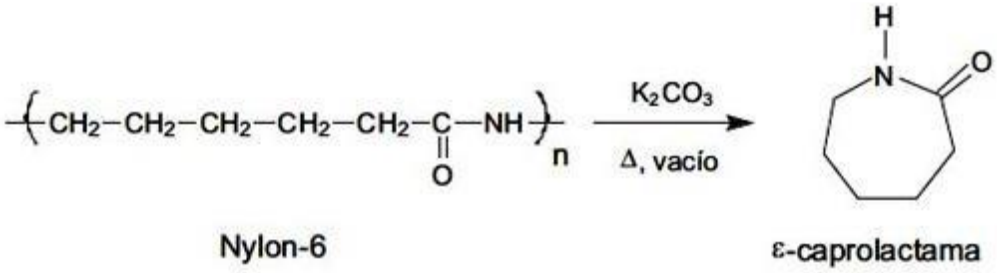
La despolimerización es un mecanismo de radicales libres en el que el polímero es nuevamente un monómero o monómeros. Cuando el poli (metacrilato de etilo) se descompone por despolimerización de radicales libres, la molécula se divide, creando pequeñas moléculas insaturadas (monómeros) y otro radical terminal. (M. Elgegren, 2012) El PMMA, tiene rendimientos cercanos en la formación de monómeros durante la degradación térmica, otros polímeros como el PE y el PP tienen rendimientos muy bajos (despreciables) para la formación de monómeros. (M. Elgegren, 2012)

Figura 2. 15 Despolimerización del Nylon-6



Fuente: (M. Elgegren, 2012)

Figura 2. 16 Despolimerización del policarbonato por metanólisis.



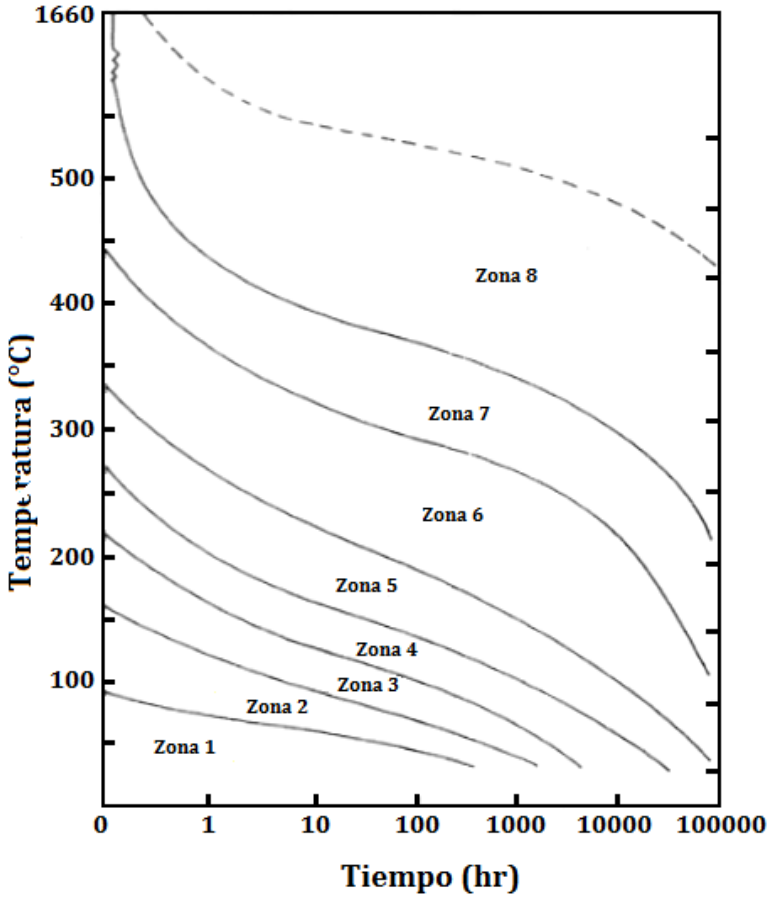
Fuente: (M. Elgegren, 2012)

2.16.3. Eliminación de grupo lateral

La presencia de sustituyentes laterales disminuye la estabilidad térmica. Algunos polímeros tienden a soportar temperaturas notablemente altas, mientras que otros pueden degradarse y perder la mayoría de sus propiedades importantes. Por esta razón, los polímeros se clasifican según ocho zonas horarias de temperatura. El teflón, las resinas epoxi y las resinas fenólicas se encuentran en la zona cinco.

Las zonas seis y siete con mayor resistencia térmica se obtienen con cadenas inorgánicas como las siliconas reticuladas o en cadenas en las que hay más grupos aromáticos y pocos enlaces simples. Los polímeros que son térmicamente estables debido a la presencia de aromáticos en la cadena principal son más rígidos y tienen puntos de fusión y transición vítrea más altos. (Prolongo, 1996)

Figura 2. 17 Zonas de temperatura-tiempo de estabilidad térmica de polímeros



Fuente: (Prolongo, 1996)

2.17. DEGRADACIÓN MECÁNICA

La degradación mecánica generalmente se refiere a los efectos macroscópicos causados bajo la influencia de fuerzas cortantes o durante el procesamiento o servicio del material.

Un ejemplo es la trituración de látex de caucho natural para reducir el peso molecular y permitir una vulcanización correcta. Durante las aplicaciones de polímeros reticulados

orientados o de alto peso molecular, la rotura de la unión primaria puede ocurrir debido a condiciones de fatiga, lo que finalmente conduce a fallas.

La degradación mecánica de los polímeros también tiene lugar durante el proceso de extrusión debido a las altas fuerzas de cizallamiento, debido a la longitud de las moléculas del polímero, tienen la capacidad de convertir la energía mecánica aplicada en energía de cizallamiento en los enlaces de la columna vertebral, lo que conduce a la división de la columna vertebral. que conduce a una pérdida de peso molecular.

Otras posibilidades de envejecimiento mecánico en polímeros son la acción de fuerzas de cizallamiento, por ejemplo durante el procesamiento en el tornillo de extrusión, durante el cual se forman radicales macro-alquilo que conducen a una oxidación acelerada. (Halim Hamid S., 1992)

2.18. DEGRADACIÓN POR RADIACIÓN SOLAR (FOTODEGRADACIÓN)

La fotodegradación puede ocurrir cuando el polímero se expone a radiación ultravioleta y gamma. Esta propiedad es muy relevante ya que algunos polímeros se someten a un tratamiento con rayos ultravioleta o esterilización gamma para reducir el riesgo potencial de contaminación bacteriana. (J. Domb A., 1997)

Gran parte de la radiación solar (UV) no llega a la superficie terrestre ya que es absorbida por la atmósfera; sin embargo, radiación con una longitud de onda entre 280 y 400 nm si llega a la superficie terrestre. La energía que posee esta radiación varía de 72 a 100 Kcal, y es suficiente para romper los enlaces covalentes y provocar el amarilleamiento y fragilidad de los polímeros orgánicos. Este es el caso de las películas de polietileno que se utilizan en la agricultura y con el tiempo pierden elasticidad, se vuelven quebradizas, quebradizas y por lo tanto tienden a rasgarse con facilidad.

Este envejecimiento se atribuye a una reacción de foto-oxidación térmica en cadena producida por radiación lumínica, en la que se generan grupos carbonilo, responsables de desencadenar las reacciones degradativas del polímero. (D. Aradilla Zapata, 2007)

Algunos polímeros como el polietileno, PVC, poliestireno, poliéster y polipropileno se degradan cuando se exponen a longitudes de onda de 300, 310, 319, 325 y 370 nm, respectivamente, por lo que estos polímeros deben estar elaborados con una gran cantidad de aditivos que eviten la fotodegradación. Como se mencionó anteriormente, los enlaces covalentes de los polímeros se rompen por las altas ondas UV del espectro solar, lo que

conduce a la fotodegradación. La sensibilidad de los polímeros a la degradación por luz UV se indica en la tabla 3.1. (Halim Hamid S., 1992)

Tabla 2. 3 Sensibilidad de Polímeros

Polímero	Longitud de onda de mayor sensibilidad (nm).
Poliacetales	300-320
Poli-Acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS)	Menor a 380
Policarbonato	295, 340
Polietileno	Menos de 300
Polimetilmetacrilato (PMMA)	290-315
Polipropileno	310
Poliestireno	Menos de 430
Polisulfona	Menos de 320
Policloruro de vinilo (PVC)	310 y 370
Polifenileno óxido (PPO)	Menos de 370
Poli-para-fenileno-tereftalamida (Kevlar)	Menos de 450

Fuente: A. Great Britain, Elsevier Science Limited, 1994.

Hoy en día se aceptan dos mecanismos que explican dicho fenómeno, denominados Norrish tipo I y Norrish tipo II. (D. Aradilla Zapata, 2007)

En el modelo Norrish tipo I, el proceso de degradación transcurre a partir de grupos carbonilo. La división homolítica de un enlace alfa, frecuentemente, es seguida por la decarbonilación del radical acilo intermedio formado, es una de las reacciones más comunes de cetonas excitadas. (Klán P. y Wirz J., 2009)

La reacción Norrish tipo II requiere de la presencia de un átomo hidrógeno sobre el átomo de carbono que está en posición g con respecto al grupo carbonilo. Esto produce una cetona y un compuesto vinílico. (H., 1975)

2.19. DEGRADACIÓN QUÍMICA

Tabla 2. 4 Resistencia a la degradación de materiales poliméricos en varios ambientes.

Polímero	Ácido		Base		Disolvente orgánico	Oxígeno y ozono
	Débil	Fuerte	Débil	Fuerte		
Termoplásticos						

Fluorocarbonos	N	N	N	N	N	N
Metacrilato de polimetilo	R	A O	R	A	A	R
Nylon	G	A	R	R	R	S A
Polietileno (baja densidad)	R	A O	R	R	G	A
Polietileno (alta densidad)	R	A O	R	R	G	A
Polipropileno	R	A O	R	R	R	A
Poliestireno	R	A O	R	R	A	S A
Cloruro de polivinilo	R	R	R	R	A	R
Termoestables						
Epoxi	R	S A	R	R	G	S A
Fenólicos	S A	A	SA	A	S A	-
Poliésteres	S A	A	A	A	S A	A

N = no; R = generalmente resistente; SA = ligero ataque; A = atacado; AO = atacado por ácidos oxidantes; G = buena.

Fuente: Fontana M. G. y Greene N. D., Corrosion Engineering, McGraw Hill Book Company, New York, 1978.

En general, los materiales poliméricos son más resistentes que los metálicos a los ataques de disoluciones ácidas y alcalinas. La tabla 2.4 muestran una comparación puramente cualitativa pero muy importante, del comportamiento de varios polímeros en estas disoluciones.

Los fluorocarbonos y el cloruro de vinilo tienen una extraordinaria resistencia al ataque químico de ambos tipos de disoluciones. (W. D. C., 1996)

La degradación química de los polímeros es un fenómeno que afecta el desempeño de todos estos materiales en la vida cotidiana. Los efectos del envejecimiento se pueden sentir en la reacción dentro del reactor donde se sintetizan los polímeros, en el proceso de extrusión donde se forman, durante su vida útil, después de fallas, y finalmente en la reutilización o liberación del material al medio ambiente.

Existen dos tipos generales de procesos de degradación química en los polímeros, que se podría decir son análogas a los dos tipos de polimerización: la reacción por etapas y la reacción en cadena. (W. B. F., 1975)

Degradación aleatoria, que es similar a la polimerización en varios pasos. En este caso, la ruptura o división en puntos aleatorios a lo largo de la cadena, lo que deja fragmentos aún grandes en comparación con una unidad de monómero.

La despolimerización de la cadena da como resultado una liberación excesiva de unidades monoméricas de un extremo de la cadena en una reacción de despropagación o es esencialmente lo contrario de la polimerización en cadena.

Estos dos tipos de envejecimiento pueden ocurrir por separado o en combinación y ocurrir de manera completamente aleatoria o preferencial en los extremos de las cadenas o en los eslabones débiles de la cadena.

La diferenciación entre los dos procesos de degradación química es posible en algunos casos controlando el peso molecular del residuo en función de la extensión de la reacción. El peso molecular disminuye rápidamente cuando ocurre un envejecimiento aleatorio; sin embargo, esto permanece constante cuando se trata de la despolimerización en cadena, ya que las macromoléculas se reducen a monómero que escapa de la muestra residual en forma de gas.

El envejecimiento químico, como se mencionó anteriormente, generalmente ocurre por agentes químicos, tales como oxígeno, ozono, ácidos y agua. Los más importantes son la degradación oxidativa (del oxígeno) y la hidrólisis (del agua).

El estudio de las reacciones de degradación de los polímeros ha despertado un gran interés en los últimos tiempos, no solo para prevenir el envejecimiento, sino también para reciclar, convertir o eliminar residuos sin dañar el medio ambiente. (W. B. F., 1975)

2.19.1. Degradación oxidativa

Esta degradación se produce por la oxidación de sustancias químicas, siendo las más comunes el oxígeno y el ozono en la atmósfera.

La degradación oxidativa consiste en la unión de oxígeno activo al polímero; después de todo, es una reacción redox orgánica. Como ocurre en el envejecimiento térmico, el oxígeno produce radicales libres en las cadenas de los polímeros, que pueden dar lugar a todo tipo de reacciones degradativas secundarias.

En este tipo de envejecimiento, en su primera fase, el oxígeno se concentra en los carbonos sensibles que se encuentran en la cadena y se forma un peróxido que posteriormente se descompone en acetona o aldehído.

Al aire libre, las reacciones con el oxígeno molecular son muy importantes, sin embargo, a temperatura ambiente, la mayoría de los polímeros son muy estables en este sentido.

Para que se produzca una reacción con el oxígeno, debe existir un mecanismo que desencadene la producción de radicales libres, como la luz ultravioleta, la radiación gamma, el estrés mecánico o la acción de la electricidad. Pequeñas cantidades de peróxidos, compuestos oxigenados e impurezas incorporadas al polímero durante el procesamiento pueden tener efectos significativos sobre la velocidad de aparición y la oxidación. (Bustamante, “La degradación de los plásticos”, nº 94, pp. 67-86)

2.19.2. Oxidación por el efecto de gases contaminantes

En el medio ambiente, las sustancias que más provocan la degradación de los polímeros son los contaminantes atmosféricos, como el dióxido de nitrógeno (NO2), el dióxido de azufre (SO2) y el ozono (O3) y, como se mencionó anteriormente, su ataque se ve muy potenciado por la radiación ultravioleta. (Bustamante, “La degradación de los plásticos”, nº 94, pp. 67-86)

2.20. COMPOSTAJE

El compostaje o “composting” es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener “compost”, abono excelente para la agricultura.

El compost o mantillo se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo. El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura y ayuda a reducir la erosión y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

En los últimos veinticinco años se ha puesto de manifiesto la necesidad de estudiar y desarrollar materiales poliméricos que permitan su reutilización y reciclaje, volviendo a ser parte del ciclo económico. Para ello es necesario considerar aspectos importantes como el proceso de degradación que sufren estos materiales durante su síntesis, procesamiento, uso y reprocesamiento. De estos procesos, el reprocesamiento es el de mayor cuidado,

dado que puede dar lugar a la degradación térmica, degradación termo-oxidativa o degradación mecánica, que afecta la estructura de los polímeros y las propiedades de los materiales con los que se mezclan, dando como consecuencia una reducción en la vida útil del producto terminado. En adición, este proceso trae consigo algunos beneficios como: suplir en parte la necesidad de materia prima, disminuir la disposición de residuos y beneficios económicos, cuando las piezas rechazadas en la producción son retornadas al proceso.

El compostaje es la técnica de observar a la naturaleza en el proceso de la descomposición, que se produce cuando las plantas y restos orgánicos de los animales muertos se acumulan en el suelo y se descomponen gracias a los insectos y microorganismo para transformarse en nutrientes para las plantas. El hombre ha utilizado este proceso natural acelerándolo para su beneficio dando lugar al compostaje. (Bustamante, “La degradación de los plásticos”, nº 94, pp. 67-86)

Figura 2. 18 Proceso-compostaje

Fuente: AUBERT, C. 1998. El huerto biológico

Desde hace cientos de años, el hombre ha usado el compost para mejorar la tierra. Hoy en día también es una manera de reducir los residuos urbanos que se añaden a los vertederos. Hay que tener en cuenta que la comida desperdiciada es un grave problema ambiental, estos residuos urbanos son muy perjudiciales para el medio ambiente, ya que causan un aumento en las emisiones de CO2 y juega un papel fundamental en el Calentamiento Global. De esta manera por cada 100 kilogramos de basura orgánica se obtienen 30 kilogramos de compost. (Taniguchi, y otros, 2019)

Figura 2. 19 Compostadora-jardin

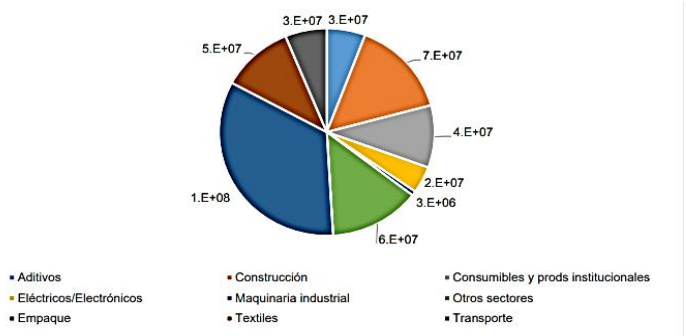
Fuente: AUBERT, C. 1998. El huerto biológico

2.21. PROBLEMÁTICA GLOBAL DEL PLASTICO Y ANALISIS DEL IMPACTO

Estos macro plásticos que día a día millones de personas tiramos a la basura se van fragmentando progresivamente en trozos cada vez más pequeños, dando lugar a partículas diminutas, que es lo que conocemos como los micro plásticos.

El origen más evidente es el anteriormente mencionado de la degradación de macro plásticos, como envases y bolsas, que se arrojan al medio ambiente a un ritmo vertiginoso. Otra fuente de emisión la constituyen las microesferas de plástico utilizadas en productos de cosmética e higiene personal como jabones, pasta dentífrica o detergentes, que han sido prohibidas ya en países como Estados Unidos, Canadá y Reino Unido. Además, las aguas procedentes de las lavadoras están muy concentradas en fibras plásticas microscópicas procedentes de la gran cantidad de tejidos sintéticos utilizados en la industria textil. (G, 2016)

Figura 2. 20 Producción global de plástico por sector industrial, toneladas



Fuente: Universidad de Oxford, Our Word in data

Como se pudo observar en la figura 3.1 el material mayormente producido a nivel mundial son los empaques, seguido de materiales de construcción, textiles, etc esto significa que son los sectores que contaminan mucho más el medio ambiente con los diferentes tipos de compuestos utilizados para sus fines.

Estos compuestos que van a parar al desagüe de nuestras casas se conducen a las plantas de tratamiento de aguas residuales, en donde no se consigue su completa eliminación, por lo que se acaban vertiendo a los ríos y mares. Con ello, esta agua se retorna al medio natural contribuyendo a la presencia de microsplásticos en nuestras fuentes de recursos hídricos, desde las que luego se capta agua para el suministro a los hogares. Desgraciadamente, los tratamientos de potabilización previos a la distribución del agua tampoco consiguen, en la actualidad, una eliminación total de estos contaminantes. (Mundo Plast, 2019)

Figura 2. 21 Contaminación de los Plásticos en el Medio Ambiente

Fuente: Universidad de Oxford, Our Word in data

El impacto de estos compuestos es tal que en los últimos meses se han ido difundiendo a través de la prensa diversos estudios que indicaban la detección de microplásticos en el aire, el agua, los alimentos e incluso en los excrementos de seres humanos.

Este resultado se plantea un problema muy importante para la salud, ya que las partículas de menor tamaño (en el caso en el que fueran microplásticos) preocupan porque pueden ser capaces de penetrar en las células y, por lo tanto, generar consecuencias sobre nuestra

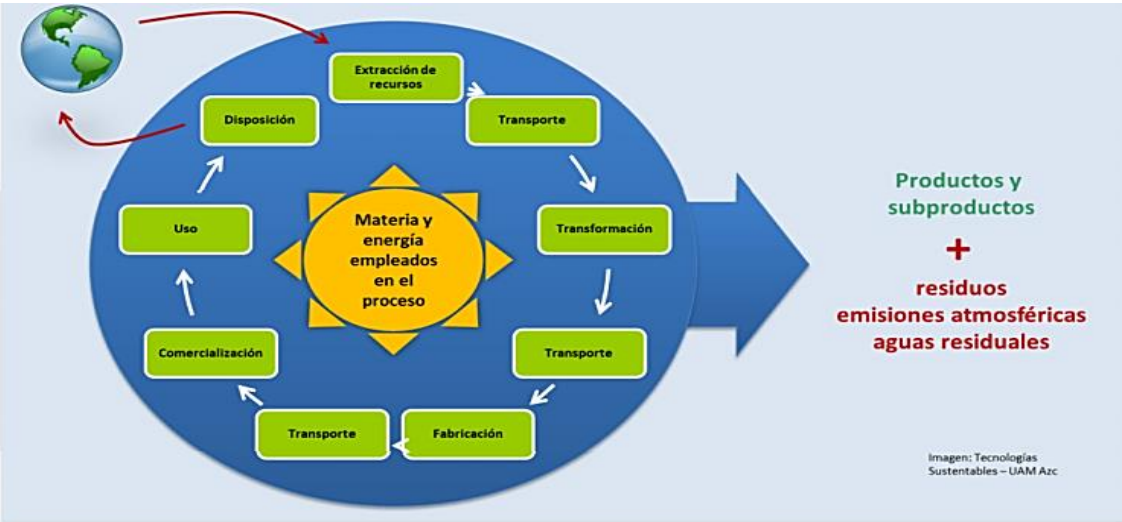
salud. Por el contrario, las partículas de mayor tamaño encontradas no serían absorbidas o metabolizadas por el organismo y podrían eliminarse fácilmente. A pesar de las cuestiones que se puedan plantear en relación con el nivel de precisión o rigor científico de los resultados proporcionados por estos estudios, lo cierto es que muchas de las aguas que consumimos, tanto del grifo como embotellada, actualmente pueden presentar micro plásticos. (RESEARCH, 2016)

De esta forma, los seres humanos hemos iniciado un ciclo que empieza y acaba en nosotros. Los plásticos que consumimos y desechamos vuelven a través del agua que bebemos y de los alimentos que ingerimos. Por tanto, la solución podría pasar, quizás, por centrar todos los esfuerzos en simplemente mejorar las tecnologías para el tratamiento de las aguas o bien, podría divergir en varias direcciones que tuviesen como punto de partida la concienciación, tanto para fomentar el reciclaje y la reducción en el consumo de plásticos, disminuyendo así la cantidad de residuos que van a parar al medio ambiente, como para potenciar el desarrollo e investigación de nuevos materiales biodegradables y tecnologías de tratamiento. (Hernández, 2018)

El análisis de ciclo de vida (ACV) es una herramienta que permite determinar el impacto de algún proceso o producto en el ambiente, generado tanto por el uso de recursos naturales y energía como por las descargas, emisiones y residuos producidos. A diferencia de los análisis tradicionales, en que sólo se considera el producto ya terminado, el ACV usa un enfoque cradle-to-grave (de la cuna a la tumba), tomando en cuenta los efectos generados desde la extracción de materia prima a partir de la naturaleza, hasta la reincorporación de los materiales al ambiente. De esta manera, se genera una visión integral de los impactos que se generan en un producto o proceso. (RESEARCH, 2016)

Un producto o servicio puede afectar a uno o más de los elementos que conforman el ambiente. Con el fin de sistematizar la evaluación de dichos impactos, éstos se clasifican en categorías específicas, relacionadas con el suelo, la atmósfera, los recursos hídricos, el agotamiento de los recursos o la toxicidad a los seres vivos como se muestra en la figura 2.22.

Figura 2. 22 Ciclo de vida de los productos



Fuente: El Origen de los Plásticos Alethia Vázquez

Al comparar dos materiales, puede encontrarse que cada uno ocasiona efectos en categorías de impacto diferentes, por lo que no siempre es posible identificar “la mejor opción”. En este sentido, el valor de los ACV no radica en la posibilidad de cuantificar impactos, sino en el hecho de que proporcionan una visión completa que permite considerar a la vez los distintos aspectos que conforman el ambiente y mejorar así tanto los productos como los procesos. (Hernández, 2018)

Figura 2. 23 Categorías de impacto en un análisis de ciclo de vida

Fuente: El Origen de los Plásticos, Alethia Vázquez

2.22. GENERALIDADES DE ESTUDIO DE MERCADO

En los últimos cinco años algunos fabricantes de envases plásticos han lanzado al mercado varias formas de plásticos biodegradables fabricados con polímeros procedentes de recursos naturales renovables o bioplásticos (BPL), fundamentalmente de los vegetales, especialmente maíz, confiados en que la demanda responderá positivamente a sus ofertas. Después de haber pasado por las fases de desarrollo y homologación de aplicaciones durante varios años, los productos de BPL hoy en día han demostrado ser adecuados para introducirse comercialmente en ciertos sectores. Por otro lado, tanto el hecho de emplear recursos renovables, como el potencial comportamiento en los procesos de biodegradabilidad y compostaje de muchos productos fabricados con BPL, son a priori argumentos convincentes de mercado, aunque llenos de no pocos problemas:

- Qué capacidad de producción de biopolímeros se necesitará para satisfacer el mercado, cuando éste se desarrolle masivamente.
- Qué previsiones de futuro hay para el mercado de BPL
- Cuál va a ser el porcentaje de sustitución de los plásticos tradicionales en los envases por BPL.
- Cuál va a ser la gestión adecuada de los residuos de BPL
- Cuál es el efecto ambiental que tiene la producción de BPL frente al reciclado de los plásticos existentes (Mariano, 2011)

2.23. EL MERCADO DE LOS BIOPLASTICOS

En las previsiones que se hacen a nivel mundial para 2010, se espera que el crecimiento de la capacidad global instalada para la producción de materiales biodegradables sea de 75% con respecto al presente. Aunque en la actualidad los valores absolutos no alcanzan ni el 1% de la demanda total de resinas plásticas en el mundo, el crecimiento de las resinas biodegradables es muy alto.

Existe una combinación de factores que está impulsando el crecimiento y aceptación de las resinas biodegradables, estos son:

- El precio ascendente y alto de las resinas derivadas del petróleo.

- La concienciación de los consumidores sobre la necesidad de proteger el medio ambiente, adquiriendo productos “más ecológicos”.
- La madurez tecnológica ya alcanzada en la generación básica de productos con estas resinas
- Las leyes gubernamentales que se están gestando en varios países, especialmente de Europa, fomentando el uso de estos productos biodegradables.
- La exclusión de sistemas de gestión de residuos tales como los vertederos y la mala imagen de la valorización energética como solución final.

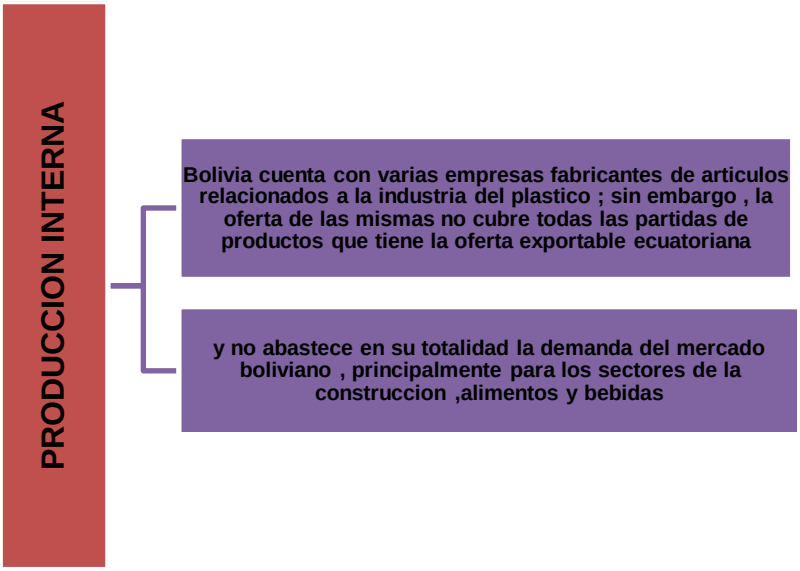
Los datos difundidos por la asociación European Bioplastics muestran el dinamismo del mercado de los bioplásticos a nivel global. (Espinosa, 2014)

Para complementar y apoyar un poco más este análisis es que se hizo una serie de encuestas digitales y también presenciales en la ciudad de El Alto, cuyos resultados se pueden apreciar en el siguiente capítulo.

2.24. ANALISIS DE MERCADO EN BOLIVIA

El mercado de los productos plásticos en mercados bolivianos actualmente es uno de los motores actuales de la economía boliviana, es el crecimiento de la demanda interna, que se ha fortalecido con un mayor ingreso en especial de la clase media. Esta mayor capacidad de consumo y expansión de la demanda agregada dinamiza la actividad económica, lo que ha incrementado las importaciones de todas las industrias incluyendo los productos plásticos. (MASQUI, 2015)

Figura 2. 24 Analisis de produccion de plasticos en Bolivia



Fuente: Elaboración Propia en base a documentos recopilados (ECOEMBES Embalajes, 2009)

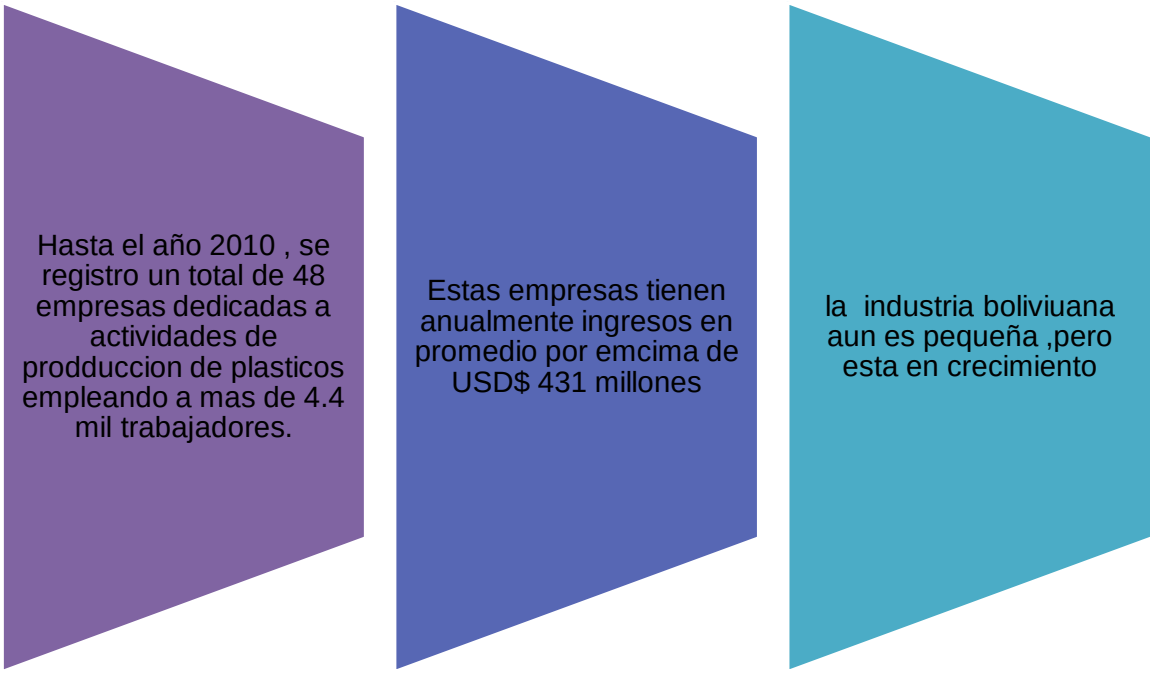
2.25. EMPRESAS MAS REPRESENTATIVAS EN LA PRODUCCION DE PLASTICOS

Tabla 2. 5 Listado de empresas de plásticos en Bolivia

EMPRESA	PRODUCTOS FABRICADOS	SITIO WEB
Empacar	Tapas de Plástico	www.empacar.com.bo
Fabrica Boliviana de Envases	Envases de Hojalata y plásticos	www.fabe.com.bo
Industria ravi	tapas de plásticos	www.gruporavi.com
Plasmar	conductores eléctricos, tuberías de presión en PVC	www.tigre.com.bo

Fuente: Elaboración Propia en base a documentos recopilados (ECOEMBES Embalajes, 2009)

Figura 2. 25 Situación económica de las empresas productoras de plásticos en Bolivia



Fuente: Elaboración Propia en base a documentos recopilados (ECOEMBES Embalajes, 2009)

Tabla 2. 6 Importaciones de productos plásticos

IMPORTACIONES DE PRODUCTOS PLASTICOS	
Las importaciones totales de todo tipo de plasticos realizadas por Bolivia , alcanzaron un valor CIF de USD$ 437,4 millones en 2013 y casi USD$ 400 millones entre ene-oct del presente año	Sin embargo, los productos con potencial para oferta exportable ecuatoriana sumaron un total de USD$ 126 millones hasta octubre del 2012

Fuente: Elaboración Propia en base a documentos recopilados (ECOEMBES Embalajes, 2009)

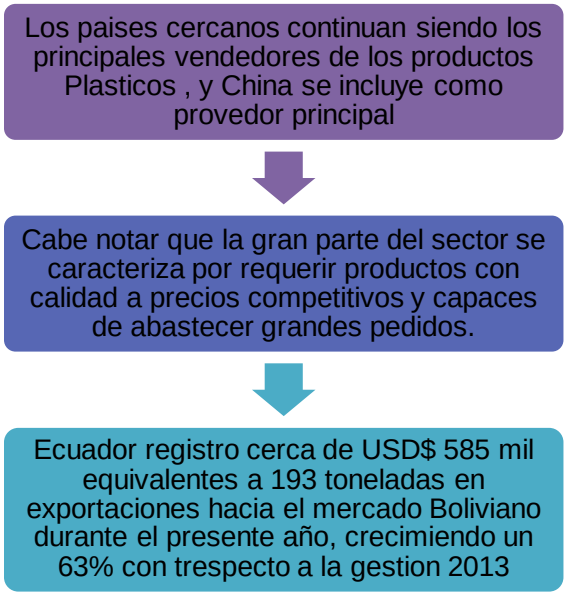
Tabla 2. 7 Importaciones de productos plásticos
Expresados en valor (dólares) y volumen (tonelada)

PAIS ORIGEN	VOLUMEN (t)	valor FOB(USD)	Valor CIF (USD)
Perú	13,768	43,195,704	45,920,663
China	12,406	19,740,785	22,460,444

Brasil	3,144	12,502,705	13,242,595
Argentina	2,022	8,108,880	8,837,533
Chile	842	6,980,950	7,719,709
Estados Unidos	2,182	5,246,629	5,842,896
Paraguay	669	4,321,834	4,552,110
Colombia	457	3,524,360	3,755,359
México	1.117	2,959,963	3,269,799
Taiwán	2.218	1,996,824	2,185,403
Demas países (98)	2,218	8,139,661	8,972,133

Fuente: Elaboración Propia en base a documentos recopilados (ECOEMBES Embalajes, 2009)

Figura 2. 26 Diagrama de flujo sobre importación de plásticos a Bolivia



Fuente: Elaboración Propia en base a documentos recopilados (ECOEMBES Embalajes, 2009)

2.26. ESTUDIO DE MERCADO DE LOS BIOPLASTICOS

2.26.1. EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE BIOPLÁSTICOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS (EUROPA, NORTE AMERICA, ASIA-PACIFICO)

El mercado de bioplásticos ha experimentado un importante crecimiento en los últimos años, aunque partiendo de pequeños consumos. En el año 2005, el mercado global de bioplásticos se estimó en 94.800 toneladas (incluyendo materiales espumados de

embalaje) y se espera que se alcancen las 214.000 toneladas para el año 2010, lo que representa un crecimiento anual del 17,7% para el periodo 2005-2010. Excluyendo los materiales espumados para embalaje, el cual es un sector más maduro dentro del campo de los bioplásticos, el mercado global en el año 2005 fue de 71.700 toneladas y las previsiones de crecimiento anual para el periodo 2005-2010 son del 20,3%. Los datos de mercado se resumen en la tabla 1. (LEIA, 2007)

Tabla 2. 8 Consumo global de bioplásticos (toneladas) por tipo de polímero en los años 2000, 2005 y previsiones para el 2010

Tipo de Polímero	2000	2005	2010
Almidón	15.500	44.800	89.200
PLA	8.700	35.800	89.500
PHA	0	200	2.900
Sintéticos	3.900	14.000	32.800
TOTAL	28.100	94.800	214.400

Fuente: Elaboración Propia en base a información obtenida de BIOPLASTICOS, Observatorio Industrial del Sector Químico, 2007.

América del Norte es el segundo consumidor de bioplásticos, con un consumo significativamente inferior a Europa Occidental, ya que en América del Norte el problema de los vertederos de residuos no es tan acuciante al disponer de grandes extensiones de terreno. Sin embargo, las actitudes del gobierno y de los consumidores, hasta ahora poco concienciados con el reciclaje de residuos de embalaje, están comenzando a cambiar. Durante los últimos años existen tendencias positivas para el desarrollo del mercado de los bioplásticos como son: el crecimiento de infraestructuras de compostaje, el incremento de las cuotas de vertido en vertederos y la concienciación de los fabricantes de envases alimentarios de que existe mercado para materiales compostables.

En la región de Asía-Pacífico el mayor consumidor de bioplásticos es Japón seguido por Australia y Nueva Zelanda. En la tabla 2.9 se resumen los datos de mercado por área geográfica. (ECOEMBES Embalajes, 2009)

Tabla 2. 9 Consumo global de bioplásticos (toneladas) por región en los años 2000, 2005 y previsiones para el 2010 y 2020

Región	2000	2005	2010	% incremento 2005-2010	Proyección al 2020
Europa Occidental	15.500	55.700	129.400	18,4	700.569
América del Norte	6.700	21.300	46.500	16,9	221.614
Asia-Pacífico	5.800	17.800	38.500	16,7	180.372
TOTAL	28.000	94.800	214.400	17,7	1.102.555

Fuente: Elaboración Propia en base a información obtenida de BIOPLASTICOS, Observatorio Industrial del Sector Químico, 2007.

2.26.1.1. Europa Occidental

Por tipo de polímero, los consumos de Europa Occidental se muestran en la tabla 3. El almidón es el bioplástico más consumido en Europa occidental con un 54% en el año 2005, seguido por el PLA con el 34% y por los poliésteres alifático-aromáticos con un 12%. (ECOEMBES Embalajes, 2009)

Tabla 2. 10 Consumo de bioplásticos en Europa Occidental (toneladas) por tipo de polímero en los años 2000, 2005 y previsiones para el 2010 y 2020

Tipo de Polímero	2000	2005	2010	Incremento (%) 2005-2010	Proyección al 2020
Almidón	10.300	29.900	62.100	15,8	269.263
PLA	3.700	19.000	50.500	21,6	356.966
Sintéticos	1.500	6.700	15.800	18,7	87.733
PHA	0	100	1.000	60,0	109.951
TOTAL	15.500	55.700	129.400	18,4	823.913

Fuente: Elaboración Propia en base a información obtenida de BIOPLASTICOS, Observatorio Industrial del Sector Químico, 2007.

2.26.1.2. América del Norte

Por tipo de polímero, los consumos en América del Norte y las previsiones de consumo para el año 2010 se muestran en la tabla 4. El PLA es el bioplástico con mayor consumo

en América del Norte en el año 2005, con un 45% sobre el total del consumo de bioplásticos, seguido por el almidón con un 38% y los sintéticos con un 17%. El PLA es además el que mayor previsión de crecimiento anual presenta hasta el año 2010. (ECOEMBES Embalajes, 2009)

Tabla 2. 11 Consumo de bioplásticos (toneladas) en América del Norte por tipo de polímero en los años 2000, 2005 y previsiones para el 2010

Tipo de Polímero	2000	2005	2010	Incremento (%) 2005-2010	Proyección al 2020
Almidón	2.800	8.000	14.000	11,9	43.095
PLA	2.700	9.600	22.600	18,7	118.284
Sintéticos	1.200	3.600	8.400	18,4	45.477
PHA	0	0,1	1.500	71,0	320.665
TOTAL	6.700	21.300	46500	16,9	527.521

Fuente: Elaboración Propia en base a información obtenida de BIOPLASTICOS, Observatorio Industrial del Sector Químico, 2007.

2.26.1.3. Asia-Pacífico

Japón es el mayor consumidor de bioplásticos de esta región seguido por Australia y Nueva Zelanda. Taiwán y Japón son los países que presentan las mayores perspectivas de crecimiento en el consumo de bioplásticos. Taiwan ha introducido políticas medioambientales prohibiendo el uso de bolsas desechables y comenzando con bolsas de compra basadas en recursos procedentes del petróleo y vajilla desechable. En Japón, se creó en 1989 The Biodegradable Plastics Society (BPS) para desarrollar tecnología para plásticos biodegradables, extenderlos y comercializarlos y desarrollar métodos de evaluación y certificación para los mismos. (ECOEMBES Embalajes, 2009)

Tabla 2. 12 Consumo de bioplásticos (toneladas) en Asia-Pacífico por tipo de polímero en los años 2000, 2005 y previsiones para el 2010

Tipo de Polímero	2000	2005	2010	Incremento (%) 2005-2010	Proyección al 2020
Almidón	2.300	6.900	13.100	13,8	47.719

PLA	2.300	7.200	16.400	18,0	85.834
Sintéticos	1.200	3.700	8.600	21,1	58.336
PHA	0	100	400	54,0	30.010
TOTAL	5.800	17.900	38.500	16,7	221.899

Fuente: Elaboración Propia en base a información obtenida de BIOPLASTICOS, Observatorio Industrial del Sector Químico, 2007.

2.26.2. MERCADO DE BIOPLÁSTICOS

El mercado de los envases fabricados con bioplásticos es un mercado alternativo o de sustitución, ya que pretende sustituir un porcentaje de envases convencionales por envases biodegradables. En este mercado, la oferta depende básicamente del precio del petróleo, que determina el precio de los envases fabricados con polímeros no biodegradables (PET, PEAD, etc.) y marca, por tanto, la competitividad de los envases fabricados con BPL. El desarrollo óptimo y rentable de las capacidades productivas de dichos envases se verifica con precios alrededor de 200$/barril. La demanda se está generando desde las propias empresas productoras, apelando a un sentido más ecológico y de consumo responsable, a través del empleo de envases biodegradables. Para que exista esta demanda se deben alcanzar los siguientes hitos:

- Lograr la biodegradabilidad total del envase.
- Conseguir una respuesta positiva de los consumidores al precio de los envases biodegradables, que hoy en día son de 2 a 4 veces más altos que los de los envases convencionales.
- Fabricar BPL a partir de cultivos que no sean utilizados para la alimentación humana. (Alvarez), 2000

Aunque la capacidad productiva mundial de biopolímeros estimada en 2007 es de unas 300.000 t, lo que no supone ni el 1% del consumo total mundial de plástico, se espera un alto crecimiento del sector de envases fabricados con bioplásticos:

- Entre 700.000 y 1 millón de toneladas para el 2011, según escenarios de crecimiento del precio del petróleo.

- Entre 3 y 5 millones de toneladas para el 2020, siempre y cuando el precio del barril de petróleo esté por encima de los 200$ en ese año. Con estas capacidades de producción, se estima que la sustitución de los envases convencionales podría alcanzar hasta un 30% en peso, pero la hipótesis más plausible, dada la evolución del mercado del petróleo con vistas al 2020, es que se alcance un 10% de sustitución como máximo.

Los sectores más importantes a los que van destinados estos polímeros biodegradables son:

1. Envases y bolsas de la compra en comercio y grandes superficies
2. Desechables (maquinillas de afeitar y otros enseres)
3. Eléctrico-electrónico (ordenadores, fotografía)
4. Automóvil (revestimientos interiores y salpicaderos)
5. Sanitario (prótesis)
6. Agrícola (plásticos para invernaderos)

2.26.3. OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICOS A TRAVES DE POLISACARIDOS

En la papa el almidón lo encontramos en un 20 por ciento, utilizado para la producción de bioplásticos por sus propiedades que, a diferentes cambios de temperatura y acidez, adquiere propiedades semejantes a los plásticos cotidianos, es considerado un bioplástico por su tasa de degradación. (ruiz, 2016)

En cuanto a los procesos de elaboración del almidón plastificado tenemos a él soplado, la extracción, termoformado y moldeo por inyección ((Rezanka, 2003)

El tiempo de degradación se realiza en pocos días y no existe acumulación de los residuos. Uno de los que más abundan en la naturaleza es la celulosa, encontrada principalmente en las plantas dentro de la pared celular de, su resistencia a la biodegradación es mayor que el almidón. En cuanto a la degradación anaeróbica de este polisacárido es muy lenta en comparación a la aeróbica. El acetato de celulosa es un derivado de este polisacárido y al producirse se trasforma en un material termoplástico amorfo el cual lo hace resistente y duro. (frotini, 2018)

El quitasano se obtiene a través de la desacetilación enzimática o química, su producción es media y se realiza mediante el tratamiento de caparazones de cangrejos, camarones y crustáceos, y son obtenidos de los desechos de plantas procesadoras de las especies mencionadas (Mancilla, 2012)

Su degradación es rápida en condiciones aeróbicas y ambientes acuosos (Boyer, 1994).

Al ser un material biodegradable acuático, tiene la posibilidad de inhibir una amplia variedad de bacterias debido a sus propiedades antimicóticas (Mancilla, 2012)

2.26.4. OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICOS A TRAVEZ DE PROTEINAS

Las proteínas tienen presentan dos tipos de estructura y podemos encontrar al globular por su solubilidad en agua y a las que forman esferas como el gluten y la soya, la estructura fibrilar presenta insolubilidad en el agua y están presente en el tejido animal Debido a sus propiedades hidrofílico las proteínas presentan una gran alternativa porque son menos permeables al oxígeno. Las proteínas globulares como la soya sirven para la obtención de películas. Asimismo, la semilla de mango es una alternativa para el desarrollo de procesos industriales en la elaboración de bioplástico); el cual se obtiene mediante una mezcla termoplástica de proteína, plastificante y algunos aditivos. ((Fernandez - Espada) Ruiz, 2016)

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

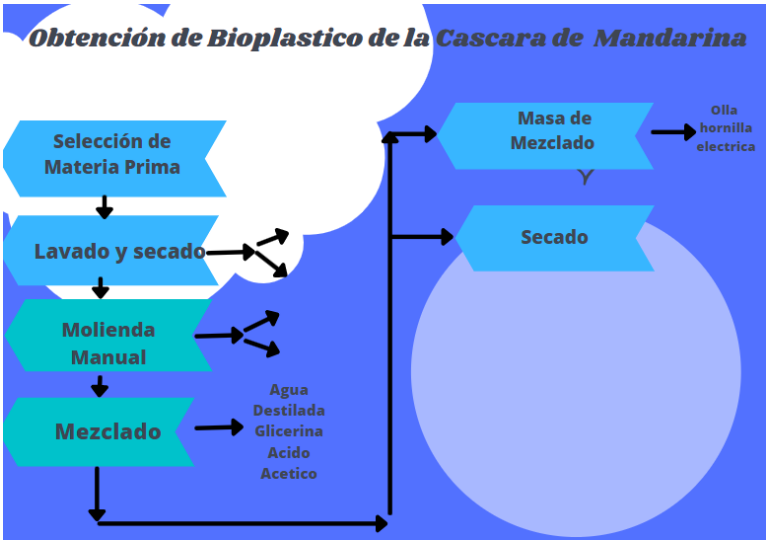
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación se caracteriza por ser de tipo experimental. En la cual se va obteniendo información a medida que se realizan las pruebas de laboratorio, por tanto corresponde más a un análisis de campo iniciando por ser hipotética, donde se consideran ciertas relaciones de muestras para las pruebas y éstas van mejorando con las pruebas siguientes, pues se van sacando conclusiones parciales en cada prueba.

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación que está más relacionado a la selección como los métodos y técnicas elegidos fue combinado de una manera razonablemente lógica para que el problema de la investigación sea manejado de manera eficiente. Como fue mencionado se desarrolla de manera experimental y la metodología se resume en la serie de pasos siguiente:

Figura 3. 1 Diseño y metodología base seleccionada para las pruebas de laboratorio



Fuente: Elaboración propia en Canva

3.3. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Las variables estudiadas y analizadas en la presente investigación se enfocan en la muestra, donde la variable independiente resultaría ser la elección de la materia utilizada que corresponde a material orgánico, en este caso cáscara de mandarina, naranja, plátano. Las variables dependientes serían

las que son medibles como ser: el porcentaje en peso, volumen, masa inicial, masa final. Y las variaciones que se harían en estas cantidades para observar las variaciones en las propiedades de los productos finales. Que para los fines concernientes a la investigación fueron seis las pruebas principales a lo largo de la fase experimental.

Las variables específicamente se refieren a:

- Volúmenes iniciales de aditivos líquidos
- Pesos iniciales y finales medidos
- Porcentajes en peso de los productos obtenidos
- Temperatura de trabajo para la fase de calentamiento

3.4. MUESTRA

La muestra está conformada en base a material orgánico y un conjunto de aditivos, como ser:

- Agua destilada
- Glicerina
- Metabisulfito de sodio
- Colorantes naturales
- Ácido acético

Los materiales orgánicos seleccionados son:

- Almidon de cáscara de naranja
- Almidon de cáscara de mandarina
- Almidon de cáscara de plátano.

3.5. AMBIENTE DE INVESTIGACIÓN

Los ambientes donde se desarrollaron las pruebas corresponden al área de laboratorio de la carrera de ingeniería de Gas y Petroquímica. Para la realización de cada prueba se realizó la coordinación previa con el encargado de Laboratorio. El ambiente cuenta con los equipos necesarios para la realización de las pruebas. De lo único que se hizo la compra fue de los elementos aditivos y otros materiales necesarios para la validación de las muestras.

3.6. TECNICAS E INSTRUMENTOS

Los instrumentos y materiales empleados se describen en la tabla 3.2. y 3.3.

Tabla 3. 1 Aditivos Reactivos

Nro.	Reactivo	Fotografía	Descripción
1	Agua Destilada		Componente liquido del cual han sido eliminados las impurezas e iones que contenía el agua de origen.
2	Glicerina		Es un alcohol líquido que se utilizara como agente plastificante
3	Papel aluminio		Se utilizará para darle forma uniforme a la mezcla obtenida.
4	Acido acético		es un compuesto orgánico líquido incoloro con un olor acre y un sabor agrio que se utilizara de igual forma como un agente plastificante
5	Metabisulfito de Sodio		Es un polvo blanco utilizado mayormente como conservante. En este caso se utilizará para darle mayor dureza a la película obtenida.
6	Papel filtro		Se utiliza como un tamiz para filtrar impurezas insolubles el cual se utilizará para filtrar el almidón a obtenerse
7	Pectina		Es una fibra presente de manera natural en las plantas, en este caso se la utilizara para gelificar la película con mayor rapidez.
8	Colorantes Naturales		De origen vegetal, le dará el color deseado ala película a obtener el bioplástico deseado.
9	Cascaras de plátano		Materia prima para este proyecto, origen orgánico, del cual se obtiene el almidón que contiene amilosa y glucosa, materiales con los cuales podremos formar películas plásticas.
10	Cascaras de naranja		Materia prima para este proyecto, origen orgánico, del cual se obtiene el almidón que contiene amilosa y glucosa, materiales con los cuales podremos formar películas plásticas.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. 2 Equipos de laboratorio

	Nro.	Nombre	Fotografía	Descripción
MATERIALES DE CASA	1	Botella		
	2	Tela		
	3	Toalla		
	4	Hornilla		Hornilla pequeña eléctrica de 220 V
	5	Licuadora		
	6	Un pedazo de vidrio		
	7	Olla pequeña		
MATERIALES DE LABORATORIO	8	Vaso precipitado		Recipiente de laboratorio, generalmente de vidrio de 500ml.
	9	Varilla de Vidrio		Se utiliza generalmente para disolver mezclas, ya sea en un matraz o en un vaso precipitado.
	10	Balanza digital		Son instrumentos de pesaje que utilizan la acción de la gravedad para determinar la masa de un objeto, en este caso la balanza a utilizar tiene una capacidad máxima de 6Kg.

	11	Probeta		Es un instrumento volumétrico graduado, utilizado para realizar la medición de volumen de líquidos.
	12	Mortero manual		Generalmente fabricado de porcelana, sirve para moler y mezclar sustancias.
	13	Balanza digital de mayor precisión		Esta balanza es de mayor capacidad ya que aísla dentro de su cámara a los elementos a pesar para que no se ejerza otro tipo de fuerzas externas en la medición que es de mayor precisión.
	14	Pipeta		Se utiliza para dosificar líquidos, es decir para poder tener una mayor precisión en la medición de volúmenes de los líquidos.

Fuente: Elaboración propia.

3.7. PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN

Se iniciaron con pruebas de laboratorio en las que se tomaron como aditivos base: glicerina, almidón de cascaras, agua destilada. Posteriormente y con la finalidad de mejorar las propiedades se fueron incluyendo también otros aditivos como ser: Bisulfito de sodio, colorantes naturales, ácido acético, entre otros. La base para recolección de datos fue incluir los datos de forma manual en las tablas Modelos de Registros de Información de Laboratorio que se encuentran en Anexo 5.

3.7.1. OBTENCION DE BIOPLASTICO DE FACIL DEGRADACION A PARTIR DE DESECHOS ORGANICOS

3.7.1.1. A PARTIR DE CASCARA DE PLATANO

- OBTENCION DE ALMIDON

Figura 3. 2 Obtención de almidón a partir de cascara de plátano

Fuente: Elaboración propia

Se introduce agua en la Licuadora, agregamos las cascaras de plátano previamente lavados para así poner a funcionar la licuadora. Posterior a esto se extrae la mezcla de la licuadora para pasarlo a través de una tela que en este caso servirá como filtro para separar el almidón del agua y así obtener el almidón de las cáscaras de plátano.

Procedimientos por pasos

Paso 1: Se procedio a lavar las cascaras de los platano

Figura 3. 3 Materia prima para la obtencion de almidon

Fuente: Elaboración propia en base a 1er laboratorio realizado el 11-08-2021.

Paso 2: Cortar la cáscara de plátano en pequeños trozos y se le puso a la licuadora.

Figura 3. 4 Prodedimineto de obtencion de almidon a partir de cascara de platano

Fuente: Elaboración propia en base a 1er laboratorio realizado el 11-08-2021.

Paso 3: Colocar los trozos de cáscara en un recipiente

Figura 3. 5 Almidón obtenido de cascara de plátano

Fuente: Elaboración propia en base a 1er laboratorio realizado el 11-08-2021.

Paso 4: Colocarlo a la hornilla y añadir agua destilada

Figura 3. 6 Comienzo de prueba para la obtención de bioplastico

Fuente: Elaboración propia en base a 1er laboratorio realizado el 11-08-2021.

Paso 5. Será Agregado a la mezcla el vinagre con ayuda de un agitador.

Figura 3. 7 Agregado de vinagre en la mezcla

Fuente: Elaboración propia en base a 1er laboratorio realizado el 11-08-2021.

Paso 6: A la vez se añadio10 gotas de glicerina

Figura 3. 8 Agregado de glicerina en la mezcla

Fuente: Elaboración propia en base a 1er laboratorio realizado el 11-08-2021.

Paso 7: La mezcla obtenida se debe revolver hasta su completa homogenización y cocción hasta que espese.

Figura 3. 9 Mezcla en etapa final

Fuente: Elaboración propia en base a 1er laboratorio realizado el 11-08-2021.

Paso 8: La pasta, así obtenida, se dispersa sobre una superficie seca y lisa para su secado.

Figura 3. 2 Producto final obtenido

Fuente: Elaboración propia en base a 1er laboratorio realizado el 11-08-2021.

3.7.1.2. A PARTIR DE CASCARA DE NARANJA Y MANDARINA

Paso 1: Se lavar las cascaras de naranja o mandarina .

Figura 3. 3 Materia prima para obtención de almidón

Fuente: Elaboración propia en base a 4to laboratorio realizado el 27-08-2021.

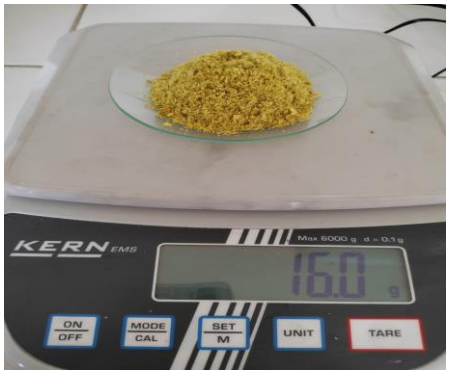
Paso 2. Se tritura la cascaras de naranja con la ayuda de una licuadora hasta obtener pequeños trozos

Figura 3. 4 Cernido de almidón obtenido

Fuente: Elaboración propia en base a 4to laboratorio realizado el 27-08-2021.

Paso 3. Colocamos la cascara de naranja y se procede a medir con una balanza.

Figura 3. 5 Medición de reactivos



Fuente. Elaboración propia en base a 4to laboratorio realizado el 27-08-2021.

Paso 4. Colocarlo a la hornilla y añadir agua destilada

Figura 3. 6 Comienzo de prueba para la obtención de bioplástico

Fuente: Elaboración propia en base a 4to laboratorio realizado el 27-08-2021.

Paso 5. A la vez se añadió 60 gotas de glicerina

La mezcla obtenida se debe revolver hasta su completa homogenización y cocción hasta que espese.

Figura 3. 7 Agregado de glicerina y mezclado hasta conseguir la homogenización

Fuente: Elaboración propia en base a 4to laboratorio realizado el 27-08-2021.

Paso 7. La pasta, así obtenida, se dispersa sobre una superficie seca y lisa para su secado.

Figura 3. 8 Producto final obtenido

Fuente. Elaboración propia en base a 4to laboratorio realizado el 27-08-2021.

3.1.2.3. A PARTIR DE CASCARAS DE NARANJA

El procedimiento es el mismo que se realizó para la obtención del almidón de cascaras de plátano.

Figura 3. 9 Materia prima para la obtención de almidón

Fuente: Elaboración propia en base a 6to laboratorio realizado el 13-09-2021.

Paso 1. Triturado de almidón obtenido

Una vez extraído el almidón de la licuadora secar bien ya que éste aun contiene un porcentaje de humedad, una vez seco utilizamos el mortero de laboratorio para así triturarlo y convertirlo en polvo.

Figura 3. 10 Almidón obtenido a partir de cascara de naranja

Fuente. Elaboración propia en base a 6to laboratorio realizado el 13-09-2021.

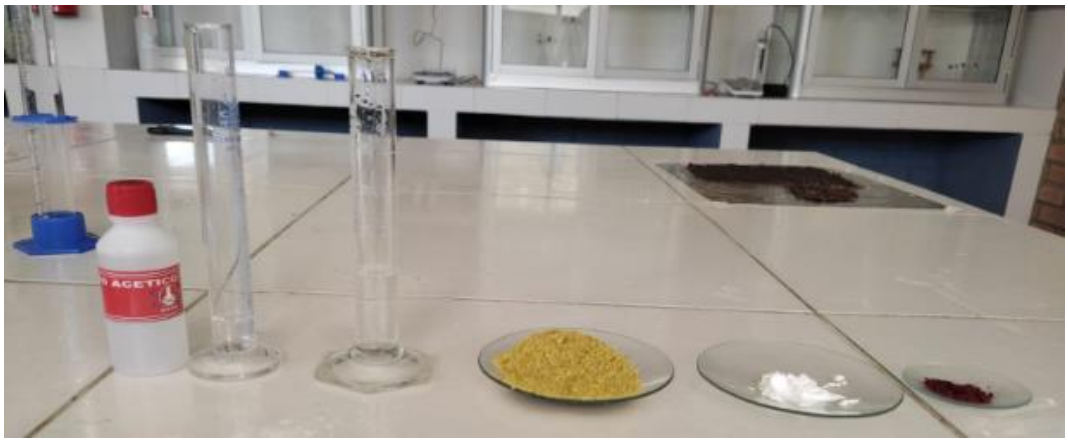
Paso 2. Obtención de la resina bioplástica

a. Cantidades a utilizar:

- 14 gr de Almidón de Naranja
- 1,4 gr de Bisulfito de Sodio
- 70 ml de agua destilada
- 14 ml de vinagre

- 1 gr de colorante verde

Figura 3. 11 cantidades a utilizar en laboratorio



Fuente. Elaboración propia en base a 6to laboratorio realizado el 13-09-2021.

b. Procedimiento:

- Primeramente, se prende la hornilla eléctrica, esperar unos minutos hasta que se caliente. Poner la olla e introducir primeramente el agua destilada, seguido de el almidón de cascara de naranja triturado y el vinagre, mezclamos por un momento.
- Seguidamente agregar el bisulfito de sodio y mezclar nuevamente, y posterior a esto agregar el colorante natural.
- Finalmente agregar la glicerina y mezclar por unos minutos hasta que la mezcla se convierta en una pasta uniforme para poder retirarla en unos y dispersarla sobre una superficie lisa (papel aluminio) para dejarla secar.
- Observar y evaluar resultados.

Figura 3. 12 Producto final obtenido a partir de almidón de cascara de naranja

Fuente. Elaboración propia en base a 6to laboratorio realizado el 13-09-2021.

En algunas ocasiones el termino erosión puede confundirse con degradación. La degradación de polímeros es el proceso de escisión de cadena por el rompimiento de enlaces entre los monómeros de la cadena principal del polímero. En consecuencia, el envejecimiento conduce a la reducción de las cadenas de polímeros. En contraste, la erosión es la masa que se pierde de un polímero, sin que haya reacción química, lo cual puede deberse a la perdida de monómeros, oligómero, o incluso piezas del polímero que no están degradadas. (J. Domb A., 1997)

3.1.3. ANALISIS DE DEGRADACION DE MUESTRAS

Recordando del anterior capítulo, se sabe que todos los polímeros se degradan de una u otra forma, por lo tanto, todos los polímeros tendrían que considerarse degradables, sin embargo, no es aceptable este resultado para fines de aplicación, por lo cual se han establecido algunos criterios. La solución que se encuentra es medir la degradación no en términos de tiempo absoluto, pero si relativo a la duración de una aplicación o en relación al tiempo de vida humano. Cuando un polímero no se degrada dentro del tiempo de vida de humana, usualmente no se considera degradable.

Un polímero puede tener diversos cambios ya sean físicos o químicos:

Entre los cambios físicos, están la decoloración, perdida de brillo superficial, formación de grietas, superficies untuosas, erosión superficial y pérdida de importantes propiedades como resistencia a la tracción-deformación, tensión, tenacidad, elasticidad, entre otras.

Por otra parte, entre los cambios químicos sufridos a causa del envejecimiento están: el rompimiento de cadenas, cambios en sustituyentes laterales, reacciones de entrecruzamiento.

Frecuentemente, el término de degradación se utiliza sólo para las reacciones que conducen a la reducción del grado de polimerización, conservando básicamente la estructura química original.

3.1.4. CRITERIOS CONSIDERADOS PARA EVALUAR MUESTRAS DE LABORATORIO

Los efectos de degradación considerados para las muestras iniciales fueron analizados mediante los siguientes criterios.

- **Cambios Superficiales.**

Como primer factor, se consideró un análisis superficial. La mayoría de las degradaciones tienen lugar en la superficie del material, donde los efectos del envejecimiento son máximos debido a la alta intensidad del oxígeno, la gran disponibilidad de este y la alta temperatura. Mientras que la degradación es mayor en la superficie, esta cae abruptamente hacia el centro de la pieza. Por tanto, una capa exterior quebradiza se forma en la pieza debido a la intemperie. Mediante observación continua a simple vista es posible observar el deterioro por agrietamiento, decoloración y un cambio en el brillo o color inicial del material.

- **Cambios Mecánicos.**

Asimismo, se consideró de gran importancia considerar el envejecimiento mecánico, porque muchos polímeros son usados por poseer propiedades físicas únicas las cuales les permiten ser de utilidad para ciertas aplicaciones que requieren de condiciones severas.

Aparte del importante papel que juega la fractura en la determinación de las aplicaciones de los polímeros, podría también ser un indicativo del proceso de esfuerzo inducido en materiales poliméricos, que frecuentemente son acompañados por ruptura de enlaces en la cadena principal en el polímero.

- **Degradación Química**

La degradación química se refiere en su estricto sentido, a los procesos a los cuales son inducidos bajo la influencia de químicos (ácidos, bases, solventes, gases reactivos) puestos en contacto con polímeros. En ciertos casos, se puede observar de manera significativa el efecto del envejecimiento, sobre todo a temperaturas elevadas porque la energía de activación para estos procesos es alta.

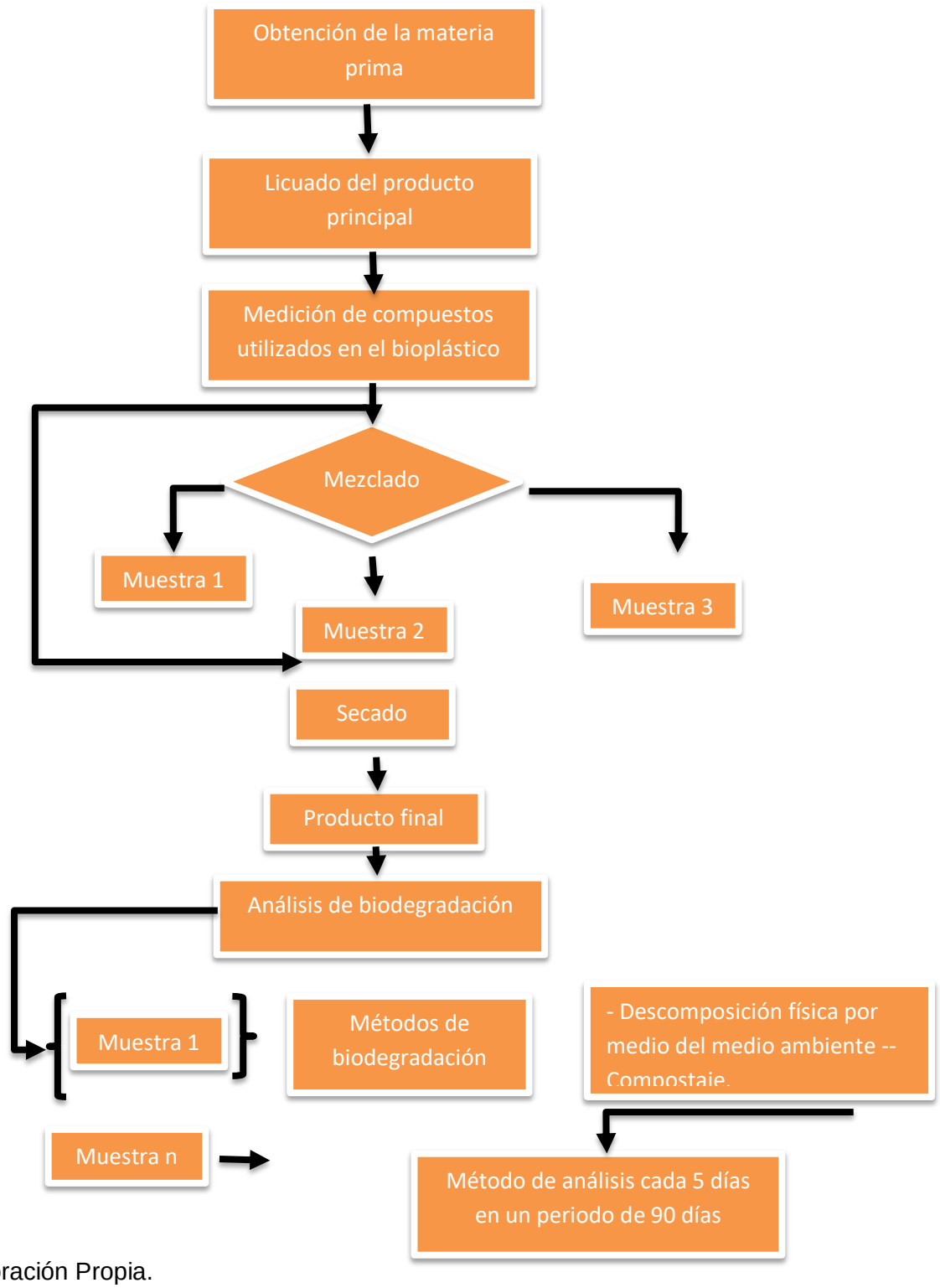
De todos los mecanismos de degradación de polímeros, el envejecimiento químico se determinó para las pruebas como el más importante para los plásticos que son biodegradables.

Para realizar las pruebas biodegradabilidad se eligieron dos sistemas la descomposición física por medio del medio ambiente y por Compostaje.

Se utiliza una muestra de 6 g para su posterior análisis y comportamiento en función al tiempo.

$$Porcentaje\ de\ degradacion = \frac{(peso\ inicial - peso\ final)}{peso\ inicial} * 100$$

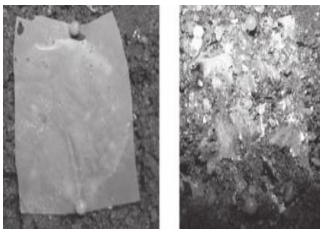
Figura 3. 13 Flujograma de pasos a seguir en laboratorio



Fuente: Elaboración Propia.

Así también en base a la disposición de métodos de degradación como se muestra en la tabla es que se aplicaron distintas formas con el fin de desintegrar la condición original de nuestros productos.

Tabla 3. 1 Métodos de degradación de biopolímeros

METODOS	PROCESO	MATERIALES	IMAGEN
DEGRADACION TERMICA	POR EFECTO DE LA TEMPREATURA ESTOS SE DEGRADAN EN UN CIERTO TIEMPO ESTO SE DA POR LA RUPTURA DE LOS ENLACES COBALENTES DE LA CADENA COMO CONSECUENCIA DEL AUMENTO DE TEMPERATURA.	1.- CALOR, AUMENTO DE TEMPERATURA	
DEGRADACION HIDROLITICA	SE PRODUCE COMO CONSECUENCIA EL CONTACTO DEL MATERIAL CON UN MEDIO ACUOSO. LA PENETRACION DEL AGUA DENTRO DE LA MATRIZ PROVOCA EL INFLAMIENTO RUPTURA DE PUENTES DE HIDROGENO Y MUCHO MAS LO QUE OCASIONA LA DEGRADACION.	1.- MEDIO ACUOSO	
FOTO DEGRADACION	ESTO SE DAGRACIAS AL EFECTO DE LA LUZ SOLAR, YA QUE LA FOTODEGRADACION OCURRE A VELOCIDADES MAS ELEVADAS.	.- RADIACION UTRAVIOLETA	
BIODEGRADACION	HACE REFERENCIA A LA TRANSFORMACION Y DETERIORO QUE SE PRODUCE EN EL POLIMERO DEBIDO A LA ACCION DE ENZIMAS Y/O MICROORGANISMOS COMO BACTERIAS HONGOS Y ALGAS.	1.- BACTERIAS 2.- HONGOS 3.- ALGAS	

Fuente: Elaboración propia

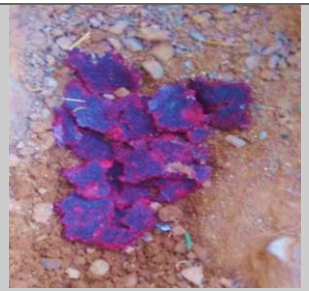
Tabla 3. 2 Método de desintegración o descomposición física

METODO	DESCRIPCION DEL METODO	TIEMPO	DESCRICION DEL PROCESO	PROCESO
DESINTEGRACION O DESCOMPOSICION FISICA	El método utilizado tiene como propósito el analizar el tiempo de biodegradabilidad. Obteniendo el bioplástico en el laboratorio de la carrera de Ingeniería de Gas y Petroquímica se tomó una pequeña muestra del producto para ser analizada y observar los cambios formados con el transcurso del tiempo. El bioplástico obtenido a base de los residuos	1 DIA	En el proceso de obtención de bioplástico biodegradable tomamos una muestra del plástico para analizar el proceso de biodegradabilidad la muestra fue analizada	
		5 DIAS	Empieza a formar unas pequeñas aberturas en el plástico de forma que se va rompiendo y comprimiéndose si manipulamos el producto	
		10 DIAS	La muestra tomada pasado un tiempo empieza a mostrar características de formación con textura dura con una proporción elástica al momento de manipular el producto.	

	orgánicos la muestra utilizada es dejada a un ambiente fresco no ingresa calor a la muestra obteniendo una descomposición al medio ambiente	15 DIAS	Se puede observar la formación en la muestra una formación de corteza de color oscuro en los bordes y formándose pequeñas muestras duras cambiando la forma	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. 3 Métodos de compostaje

METODO	DESCRIPCION DEL METODO	TIEMPO	DESCRICION DEL PROCESO	PROCESO
COMPOSTAJE	El método utilizado tiene como propósito el analizar el tiempo de biodegradabilidad. Obteniendo el bioplástico en el laboratorio de la carrera de Ingeniería de Gas y Petroquímica se tomó una pequeña muestra del producto para ser analizada y observar	1 DIA	En el proceso de obtención de bioplástico biodegradable tomamos una muestra es enterrada en la tierra para su posterior análisis	
		5 DIAS	Durante este periodo se procede a extraer la tierra para su análisis se observa que la muestra tiene características de estar húmedo suave con una pequeña elongación y frágil a la	

	los cambios formados con el transcurso del tiempo. En este caso se realizará con el método de compostaje la muestra obtenida es enterrada en la tierra para analizar la degradación por este método y obtener las diferencias al otro método mencionado		fuerza aplicada y se procede a enterrarlo de nuevo para su posterior análisis.
		10 DIAS	Desenterramos la muestra para su análisis se observa la aparición de un color opaco en las rupturas en la muestra y una forma seca del producto se procede a enterrar el producto
		15 DIAS	Se desentierra la muestra y se observa el cambio de color de la muestra a un color reduciendo el espesor de la muestra y obteniendo el producto más seco hasta la siguiente revisión.

Fuente: elaboración propia

3.1.4. PRUEBAS MECÁNICAS

Se utilizó una muestra de 6 g para su posterior análisis

a) Determinación del Color

Para ser evaluado el color con un espectro colorímetro midiendo las diferentes componentes

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta h)^2}$$

b) Determinación de la humedad y temperatura

Estos parámetros serán determinados en el ambiente en los cuales se llevarán los estudios al momento de realizar la extracción de las muestras.

c) Elongación

La muestra será colocada en un dispositivo que nos ayude a expandir la muestra con una fuerza externa hasta que se produzca la ruptura calculando el porcentaje de elongación.

$$\%\, Porcentaje\ de\ elongacion = \frac{(\ long.\ final - long.inicial)}{long.inicial} * 100$$

d) Flexión

Colocamos la muestra en dos soportes separada dos procedemos a jalar la muestra a hasta que se produzca una ruptura anotando la distancia desplazada de la muestra debe ser anotada y analizada

3.2. ENCUESTAS VIRTUALES Y ENTREVISTAS PRESENCIALES

Para el análisis de aceptación de bioplásticos, así como para otros factores se utilizaron como base las siguientes preguntas presentadas en el modelo de la encuesta presentada en el Anexo 6. Se plantearon las entrevistas de manera presencial y también de forma virtual.

CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DE ENCUESTAS

4.1.1. RESULTADOS ENCUESTAS DIGITALES

1. ¿Cree usted que es importante reciclar los plásticos? ¿Por qué?

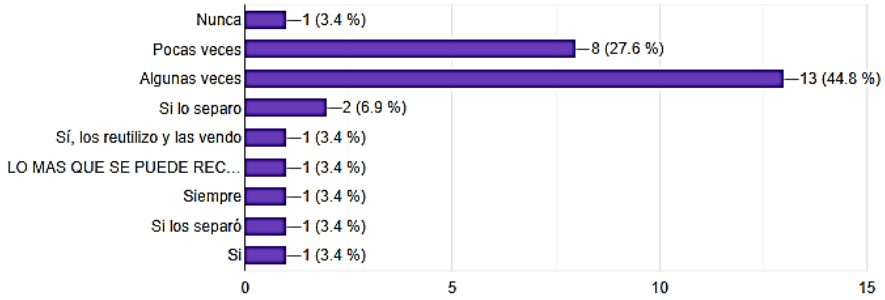
Figura 4. 1 Respuestas a la importancia de reciclar

Se tendria una mejor conservación de la naturaleza ya que estos reciclados se convierten en nuevos productos de uso
Claro que es importante porque asi no contaminamos el medio ambiente.
Si, ya que eso puede evitar la contaminación en el planeta tierra
Si, ya que eso puede evitar la contaminación en el planeta tierra
Si, medio ambiente
Si es muy importante reciclar por que daña el medio ambiente .. y al planeta tierra.
Si, para no generar más y que sea desechada de igual manera así se reduciría
Es importante reciclar ya que esto podría servir como materia prima en un proceso de transformación de combustible como por ejemplo pirolisis de plástico y de esa forma evitar contaminación
Si porque su degradacion es larga y contamina el medio donde vivimos
Si, para reducir la contaminación.
Sí, porque los plasticos asi reducimos la cantidad de basura que afecta a nuestro ecosistema
SI ES IMPORTANTATE DEBIDO A QUE EL PLASTICO ES UN COMPUESTO INORGANICO Y TARDA EN DESCOMPONERSE LO CUAL GENERA BASURA
Si, por qué hay que cuidar en medio ambiente y hacer uso de las tres R.
Si por que bien sabemos que los plasticos hacen daño al nuestro planeta.
Si, es importante. Porque asi disminuimos la produccion de mas plasticos.
Sport antes de circular los plásticos ya que se podría aprovechar los de una manera para obtener recursos económicos ya que estos plásticos son materia prima para obtener otros plásticos y que tienen un costo y beneficio es importante el reciclado y en otros países lo practican En cambio es sería bueno incentivar en nuestro país a ese tipo de propuestas desde ciclado de plásticos para que tengan un costo y beneficios.
Si, ya que los plásticos se pueden reutilizar, además de disminuir la contaminación actual
Es importantísimo porque de esa manera no se evita que contaminen el medio ambiente en general
Si.. El plástico en el medio ambiente se va fragmentando en trocitos cada vez más diminutos. Que atraen y acumulan sustancias tóxicas, de tal manera si no reciclamos como se debe tendrá un alto impacto en la naturaleza
Para evitar más contaminación

Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas digitales

2. ¿Usted separa o recicla los envases de plásticos PET de la basura que se genera en su casa?

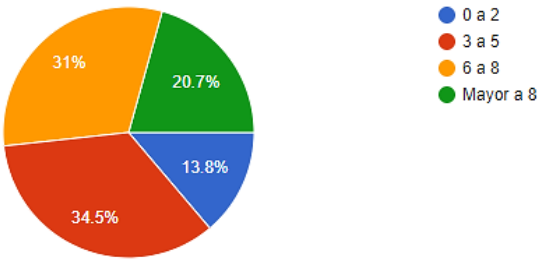
Figura 4. 2 Frecuencia de reciclaje



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas digitales

3. ¿Cuántas bolsas aproximadamente desecha a la semana?

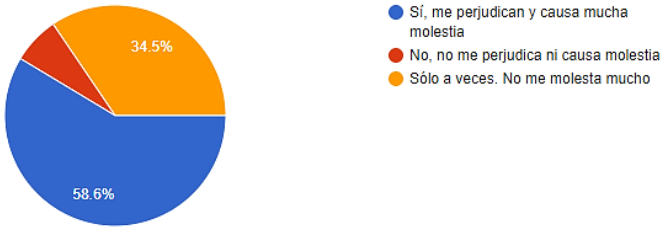
Figura 4. 3 Desecho de bolsas plásticas



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas digitales

4. ¿Los desechos de los envases plásticos perjudican su vida cotidiana?

Figura 4. 4 Perjuicio de los envases plásticos

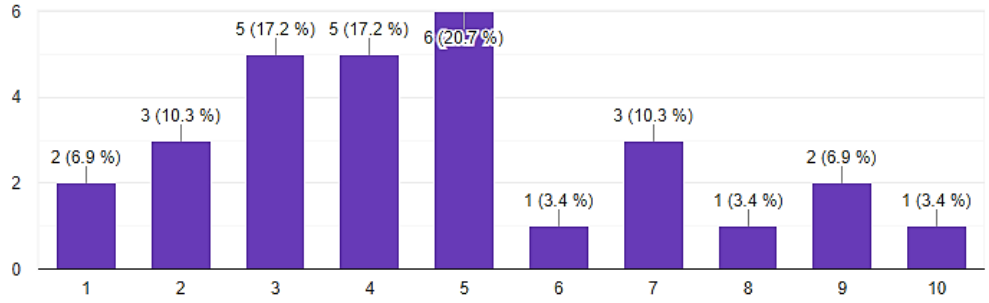


Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas digitales

5. ¿Usted cree que es importante y necesario el uso de los plásticos en su vida diaria?

¿Del 1 al 10 en qué nivel considera usted la necesidad que tiene con los plásticos?

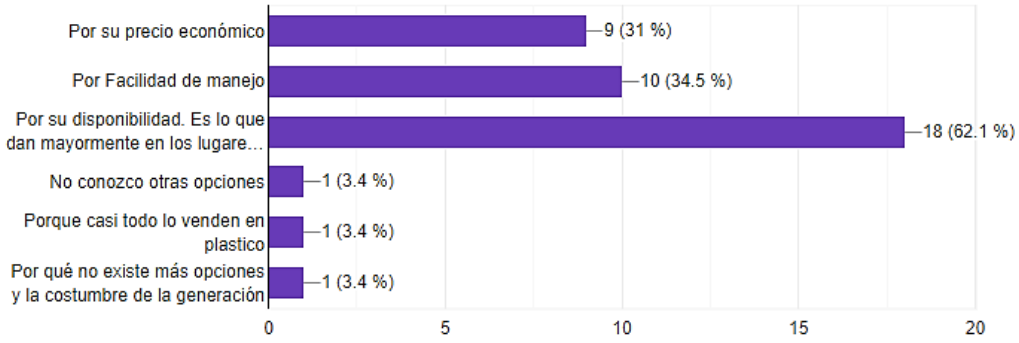
Figura 4. 5 Importancia de la utilización de los plásticos



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas digitales

6. ¿Cuál o cuáles son las razones por las que usted decide utilizar los materiales plásticos?

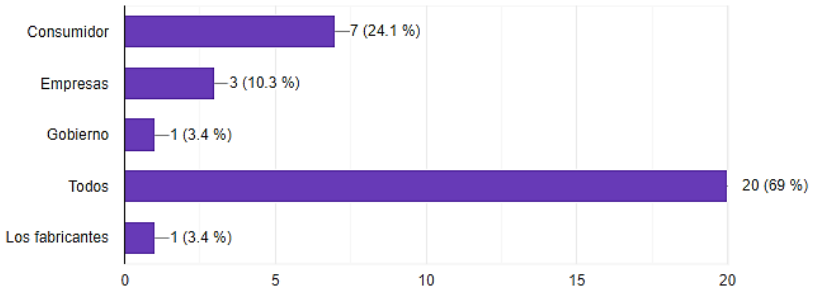
Figura 4. 6 Razones por la cual se utilizan mayormente los plásticos



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas digitales

7. En su opinión, ¿Quién tendría más culpa de que exista el problema de contaminación de residuos plásticos?

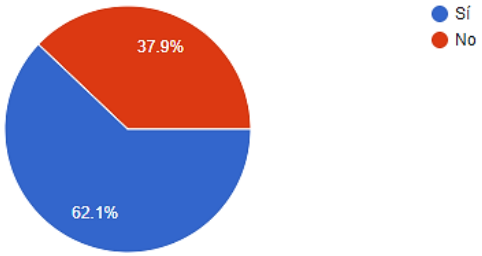
Figura 4. 7 Responsabilidad por la contaminación causada por los plásticos



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas digitales

8. ¿Utiliza bolsas reutilizadas o bolsas de tela o de otro material para sus compras?

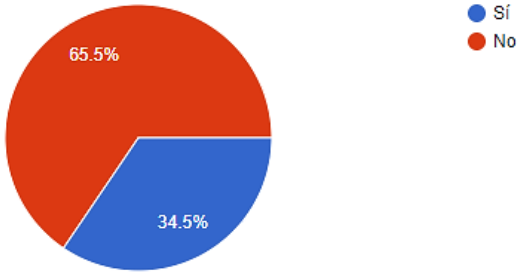
Figura 4. 8 Utilización de materiales no plásticos



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas digitales

9. ¿Usted considera que gasta mucho dinero en bolsas plásticas?

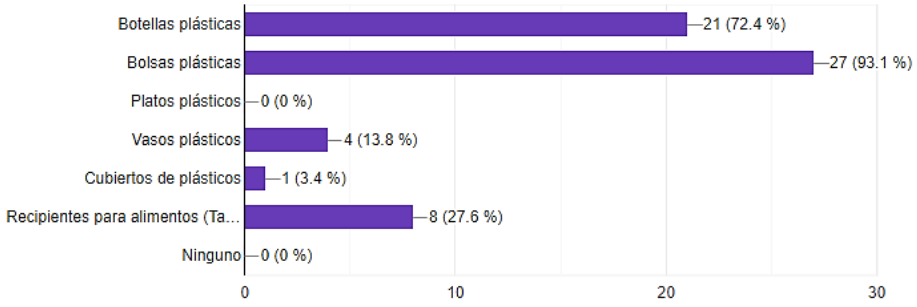
Figura 4. 9 Inversión en la compra de bolsas



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas digitales

10. ¿Qué tipo de materiales plásticos utiliza principalmente? (seleccione 2)

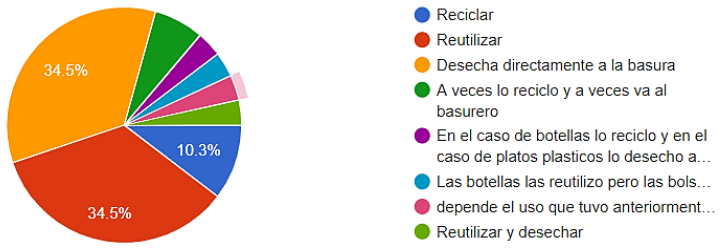
Figura 4. 10 Materiales plásticos de preferencia



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas digitales

11. ¿Qué hace usted con los plásticos que ya dejo de utilizar?

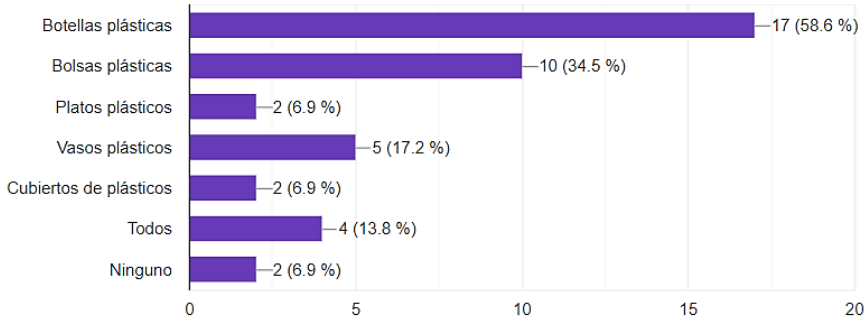
Figura 4. 11 Destino de plásticos ya utilizados



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas digitales

12. En caso de que reutilice. ¿Qué tipos de plásticos reutiliza principalmente?

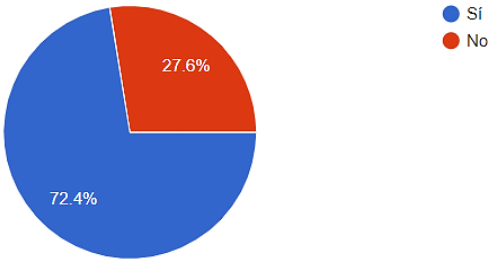
Figura 4. 12 Plásticos mayormente reutilizados



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas digitales

13. ¿Sabía usted que existen los bioplásticos degradables (es decir se desintegran en poco tiempo y no estarían hechos a partir de petróleo)

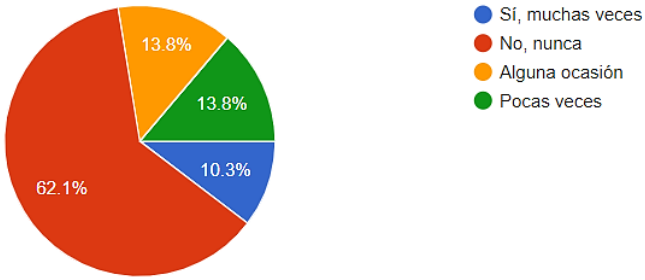
Figura 4. 13 Conocimiento de los bioplásticos



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas digitales

14. ¿Usted utiliza o alguna vez utilizo los plásticos biodegradables?

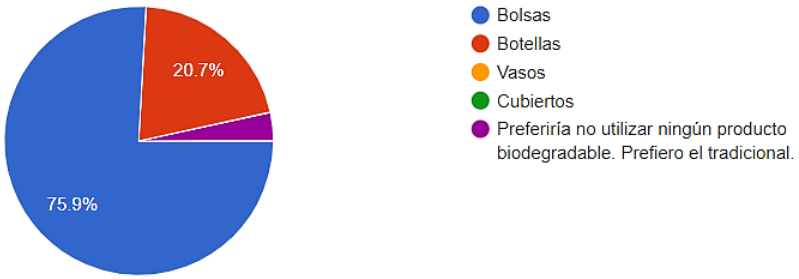
Figura 4. 14 Utilización de los bioplásticos



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas digitales

15. ¿Cuál sería el principal producto biodegradable que utilizaría?

Figura 4. 15 Posible producto biodegradable a ser utilizado mayormente



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas digitales

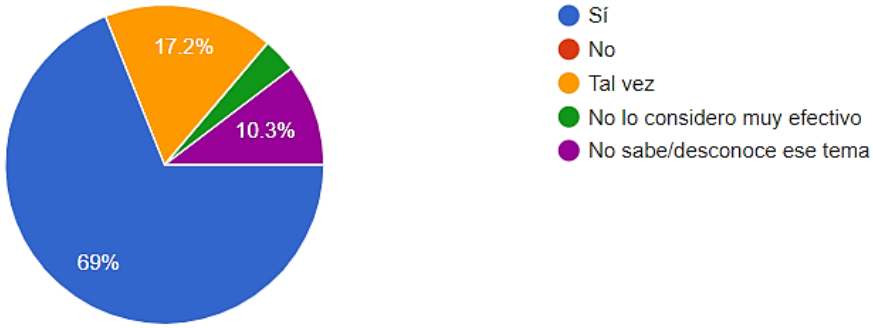
16. ¿Usted compraría bolsas o plásticos biodegradables hechos en Bolivia?

Figura 4. 16 Preferencia a productos nacionales

Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas digitales

17. ¿Usted cree que se pueda fabricar plásticos con desechos orgánicos?

Figura 4. 17 Conocimiento sobre la obtención de bioplásticos a partir de desechos orgánicos



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas digitales

18. ¿A usted le gustaría utilizar las bolsas biodegradables sabiendo que ayudan a preservar el medio ambiente a pesar de que su valor sea elevado al del plástico normal? ¿Sí, no por qué?

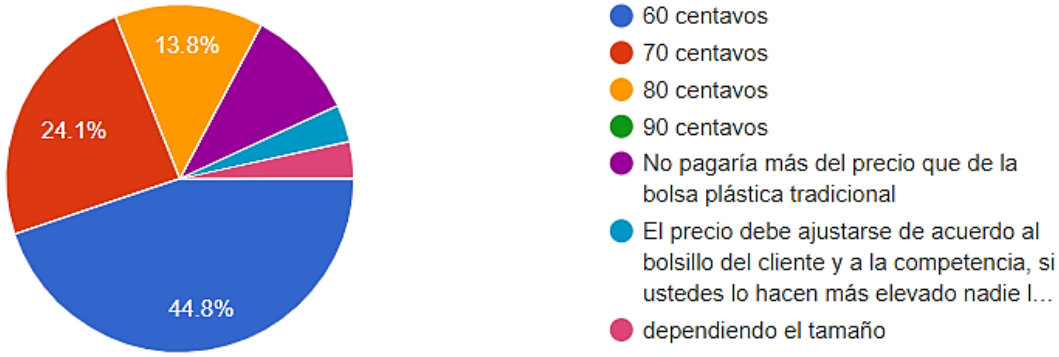
Figura 4. 18 Preferencia hacia los bioplásticos

elevado al del plástico normal?. Sí, no porqué?
Si, es una forma de conservación de nuestro planeta
Para no dañar eñ medio ambiente
Si, ya que las bolsas biodegradables preservarian el planeta tierra
Si, ya que las bolsas biodegradables preservarian el planeta tierra
Si
Si me gustaría utilizar bolsas biodegradables..
Si, aprendería a darle uso pocas veces por su valor porque muchas veces le dan usos inútiles al plástico por su bajo costo
Pues de alguna manera habría que intentarlo para poder salvar la naturaleza y que no haya mas contaminación
Si utilizaria esas bolsas porque son amigables con nuestro planeta pero seria bueno buscar una manera de que el precio sea mas accesible al bolsillo
Me encantaría, pero el costo si es un tema problemático. Si no es para alimentos es posible que los use.
Sí, pero solo cuando sea estable economicamente
AUNQUE COSTARA MAS SI AYUDA AL MEDIO AMBIENTE SI LOS UTILIZARIA POR RESPETO AL SUELO QUE HABITO
En la mejor opción que podemos tomar como seres humanos, para dejarles un poco de esperanza a las futuras generaciones.
Si por qué asi cuido mi planeta.
Si, lo utilizaria porque asi ayudo a la preservacion ambiental, pero ojo que hoy en dia la personas prefieren articulos economicos, por lo cual tal vez la percepcion del comprador no sea tan buena.
Si me gustaria ya que de esa forma ayudo al medio ambiente y respecto al presio seria bueno evaluar esa parte ya que compitiendo con lo tradicional, Para empezar seria que tengan el mismo coste y mas adelante cuando la gente se ambiente al producto ya elevar un poco el precio.
Si, con q se cuide el medio ambiente, pero el precio tendria q ser no.muy elevado
Si, poco a poco entre más utilizado bajará su precio
Si
Si lo usaría
No los usaría porque seguiría usando las bolsas de tela
Si, porque contribuiría al cuidado del medio ambiente
No el plastico despues de proseso se reutiliza
Si
No, por qué repercute en mi economía
Si, aunque prácticamente mi familia creo q no lo aria, más que todo por el costo,pero mi persona si
el precio es el problema mayor de los plasticos ya que si furan de costo elevado no los compraria, pero si fueran paralelas al precio de los plasticos en el mercado Si los compraria.
Si, porque es importante cuidar nuestro medio ambiente.
No, si la diferencia en el costo es significativo y la disposición de las mismas

Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas digitales

19. Hasta qué monto estaría dispuesto a pagar por una bolsa plástica biodegradable si una bolsa plástica tradicional costará 50 centavos.

Figura 4. 19 Predisponibilidad a pagar un precio mayor al de los plásticos tradicionales



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas digitales

20. (opcional) Quisiera dar un aporte u opinión sobre el tema de Bioplásticos o el uso de plásticos. Su aporte sería incluido en el proyecto con su autoría citada.

Figura 4. 20 Comentarios respecto al proyecto

20. (opcional) Quisiera dar un aporte u opinión sobre el tema de Bioplásticos o el uso de plásticos. Su aporte sería incluido en el proyecto con su autoría citada.
contaminamos el medio ambiente ya que solo lo utilizamos para unos minutos u horas y después lo desechamos en las calles y no en los contenedores .
contaminamos el medio ambiente ya que solo lo utilizamos para unos minutos u horas y después lo desechamos en las calles y no en los contenedores .
Si seria bueno que reciclamos y que toda las personas aporten con la limpieza de todo lugar.... y así ya no podríamos contaminar el medio ambiente .... mejor sería que ya no entre la bolsa plástica...
El uso de bioplastico solo se podría dar uso en sociedades que puedan acogerlo por su precio un poco elevado pero en algunas sociedades no, ahí seguirían con lo mismo
derivados del petróleo y gas natural las que utilizamos diariamente ... Si se diera este proyecto de bioplasticos sería un impacto muy grande a nivel mundial para reducir la contaminación..
Es preocupante el uso de plásticos. Debería haber regulación en tema de uso de plásticos los cuáles no han sido utilizados al máximo. La reutilización es importante tambien el reciclaje, aunque no entendí la diferencia entre reutilización y reciclaje.
EL USO DE BIOPLASTICOS APORTA DE GRAN MANERA A CUIDAR EL MEDIO AMBIENTE YA QUE SU DESINTEGRACION ES MAS RAPIDA ENTONCES SI HUBIERA MAS BIOPLASTICOS A VISTA DE LAS PERSONAS LA USARIAN MAS AL CONOCER SUS BENEFICIOS
Me encantaría, contáctenme por favor, cel. 74843610 Ingeniero Petroquímico de profesión.
Mayormente la sociedad hoy en día se acostumbro a utilizar los plásticos pero no se dan cuenta cuanto daño hacen al planeta, pero quienes debería prevenir esto es desde la cabeza el gobierno debía prohibir o reducir la fábrica de plásticos.
BIOPLASTICOS, para que esta idea resulte con una buena aceptacion por parte de las personas es en el costo, el producto que baya a resultar tiene que ser apta para la economia del pueblo.
internacional para preservar el medio ambiente ya que tiene muchos beneficios que aportan como su fácil degradación y a nosotros mismos ya que no sería un problema lidiar tanto con los desechos de los envases de la comida Qué son las que se producen más Cómo botellas bolsas
Que esta bien, deberia de insentivarse la práctica de recolección y usó de plásticos
Tenemos que verlo como opción fundamental ya que de otro modo seguiremos contaminando el medio y matando animales
Me parese que ayudaría mucho el planeta
Buena iniciativa
Directamente con una norma se debería de prohíbir la fabricación o importancion de bolsas plásticas
A BASE DE CÁSCARA DE PLÁTANO Y NARANJA PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR EL USO DE PLÁSTICOS SINTÉTICOS EN EL MERCADO DE EL ALTO, y donde tuve problemas es en el costo del producto ya que la mayoria de las personas adquieren lo mas barato y los

Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas digitales

4.1.2. RESULTADOS ENCUESTAS PRESENCIALES EN LA CIUDAD DE EL ALTO

1. ¿Cree usted que es importante reciclar los plásticos? ¿Por qué?

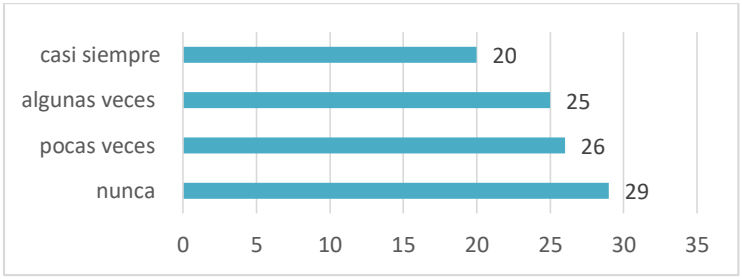
Figura 4. 21 Respuestas a la importancia de reciclar

sí, para no hacer mucha basura
sí, ya que ayuda a no contaminar el medio ambiente
sí, por que ensucian las calles de la ciudad
sí, para no contaminar mucho al medio ambiente
sí, para no contaminar de basura ni desechos
sí, es importante para no acumular basura
sí, muy importante para que ayudemos a preservar al medio ambiente
sí, porque podemos reutilizar algunas cosas
sí, es muy importante porque ayuda a evitar la contaminación del medio ambiente
sí, los plásticos se degradan en 500 años y contaminan el medio ambiente
sí, porque contaminan el medio ambiente, y se puede obtener varios productos reciclando
sí, muy importante.
sí, porque no contaminamos y reciclamos
si. Es bueno para reutilizar para no dañar el medio ambiente
sí, porque así evitamos el calentamiento global
sí, es muy importante reciclar los platicos
sí, porque así le damos más utilidad a las botellas
sí es muy importante, porque reutilizamos más las cosas y le damos más uso
sí, porque ayuda a reservar el medio ambiente
sí claro, por es muy importante para cuidar el medio ambiente

Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas presenciales en la ciudad de El Alto

2. ¿Usted separa o recicla los envases de plásticos PET de la basura que se genera en su casa?

Figura 4. 22 Frecuencia de reciclaje

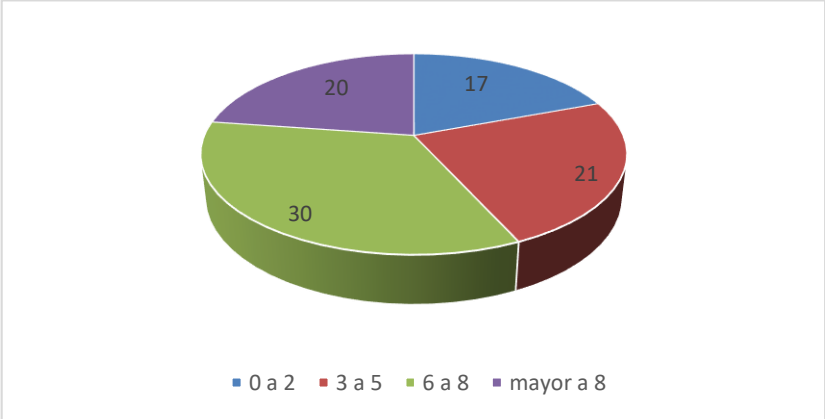


Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas presenciales en la ciudad de El Alto

Según los resultados de la pregunta 2, se observa que la frecuencia de reciclaje ALGUNAS VECES es la de mayor elección, siendo el resultado del 45%, en comparación a la cantidad de personas que nunca recicla con el valor de 1%. Lo que puede dar a concluir que este análisis comportamental está más sujeto a hábitos que en muchos casos lleva a estos resultados.

4. ¿Cuántas bolsas aproximadamente desecha a la semana?

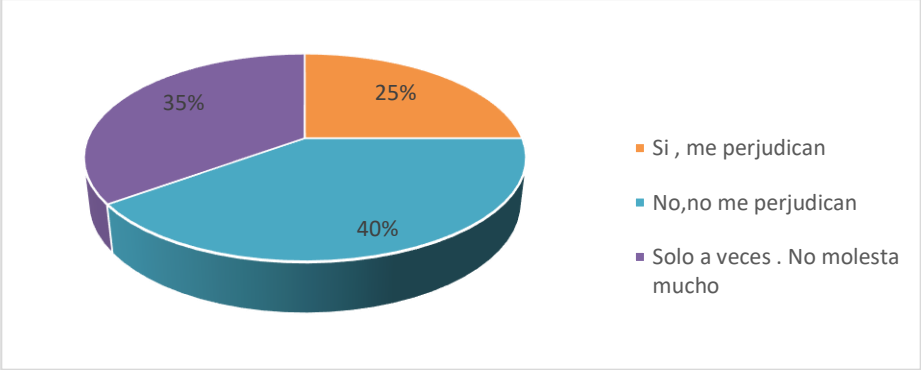
Figura 4. 23 Desecho de bolsas plásticas



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas presenciales en la ciudad de El Alto

4. ¿Los desechos de los envases plásticos perjudican su vida cotidiana?

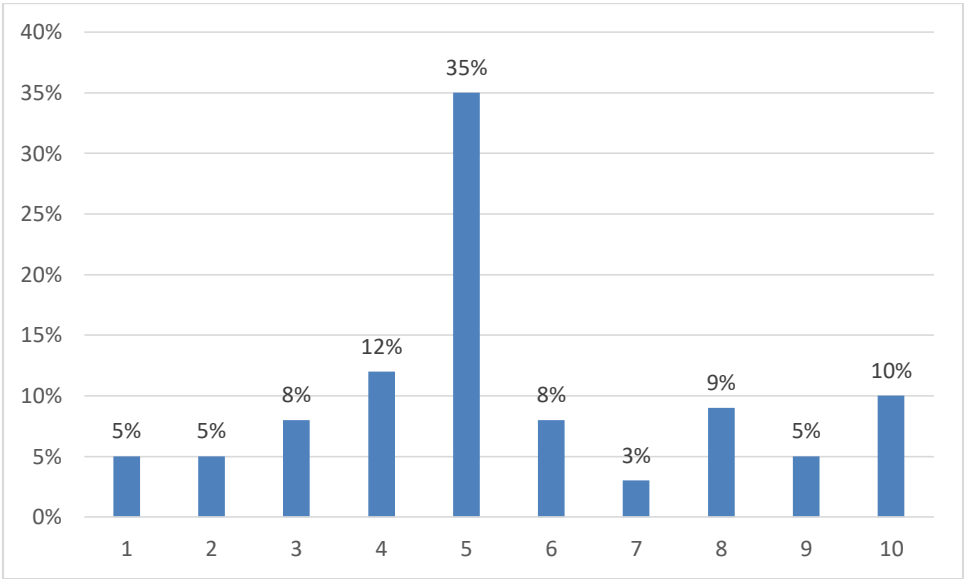
Figura 4. 24 Perjuicio de los envases plásticos



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas presenciales en la ciudad de El Alto

5. ¿Usted cree que es importante y necesario el uso de los plásticos en su vida diaria? ¿Del 1 al 10 en qué nivel considera usted la necesidad que tiene con los plásticos?

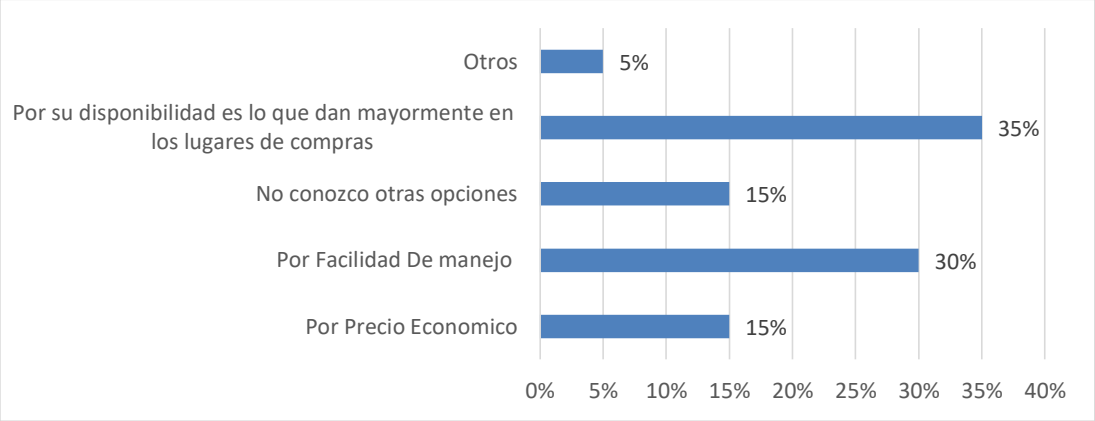
Figura 4. 25 Importancia de la utilización de los plásticos



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas presenciales en la ciudad de El Alto

6. ¿Cuál o cuáles son las razones por las que usted decide utilizar los materiales plásticos?

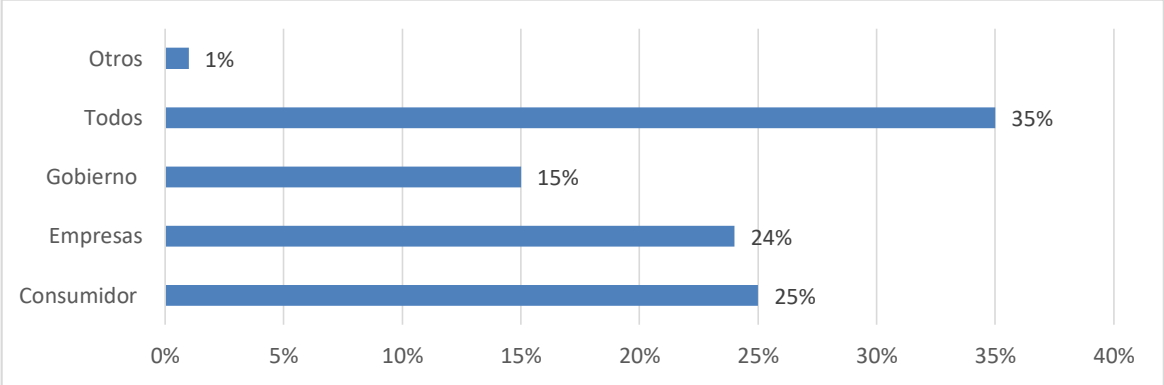
Figura 4. 26 Razones por la cual se utilizan mayormente los plásticos



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas presenciales en la ciudad de El Alto

7. ¿En Su opinión ¿Quién tendría más la culpa de que exista el problema de contaminación de residuos plásticos?

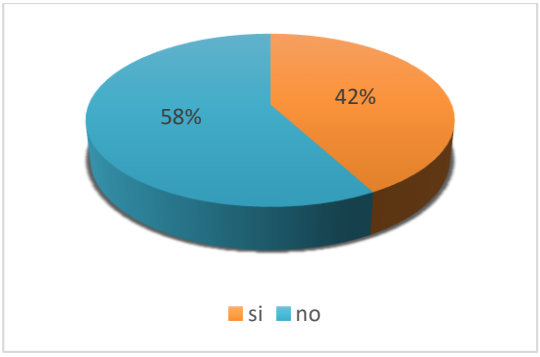
Figura 4. 27 Responsabilidad por la contaminación causada por los plásticos



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas presenciales en la ciudad de El Alto

8. ¿Utiliza bolsas reutilizadas o bolsas de tela o de otro material para sus compras?

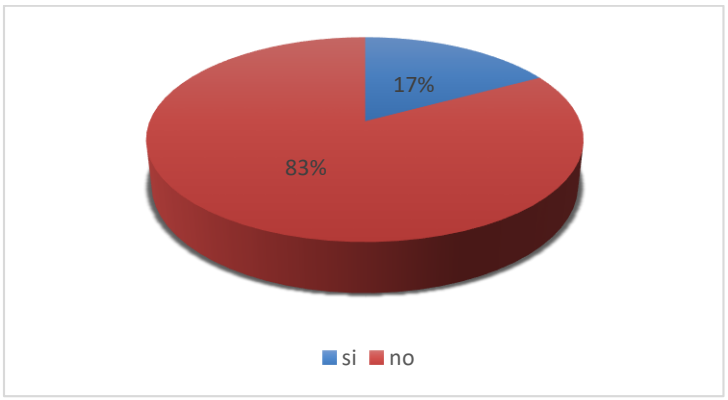
Figura 4. 28 Utilización de materiales no plásticos



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas presenciales en la ciudad de El Alto

9. ¿Usted considera que gasta mucho dinero en bolsas plásticas?

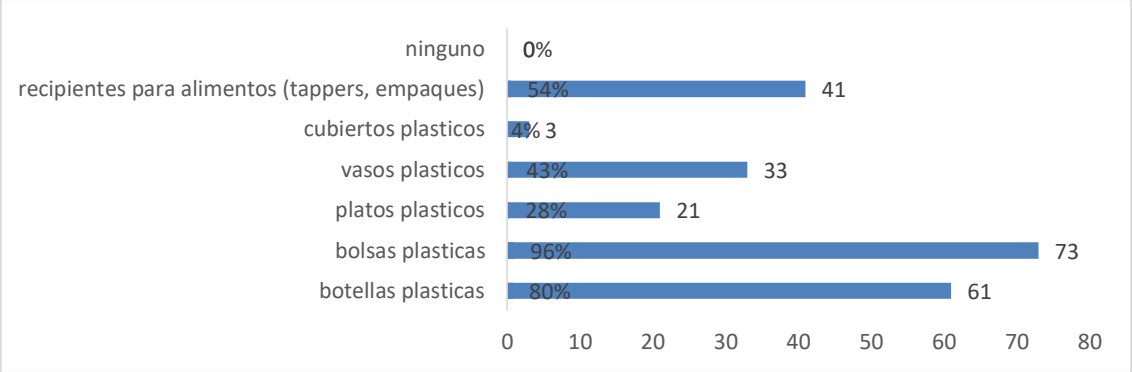
Figura 4. 29 Inversión en la compra de bolsas



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas presenciales en la ciudad de El Alto

10. ¿Qué tipo de materiales plásticos utiliza principalmente?

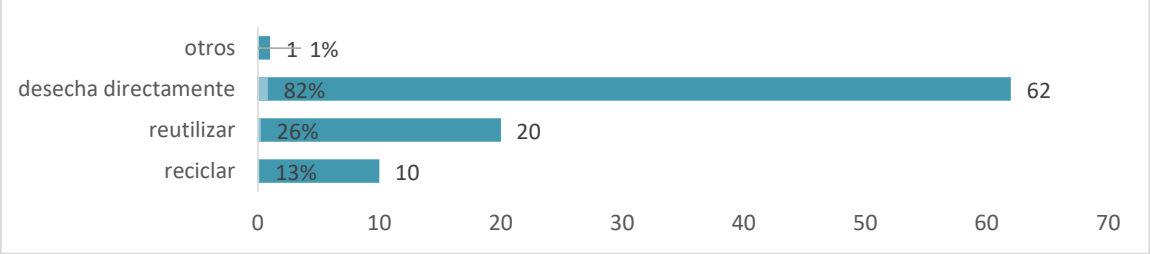
Figura 4. 30 Materiales plásticos de preferencia



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas presenciales en la ciudad de El Alto

11. ¿Qué hace usted con los plásticos que ya dejo de utilizar?

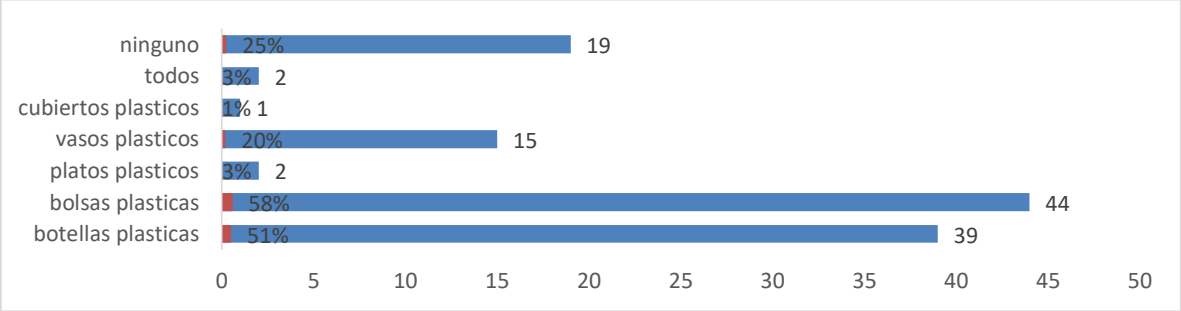
Figura 4. 31 Destino de plásticos ya utilizados



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas presenciales en la ciudad de El Alto

12. En caso de que reutilice. ¿Qué tipo de plásticos reutiliza principalmente?

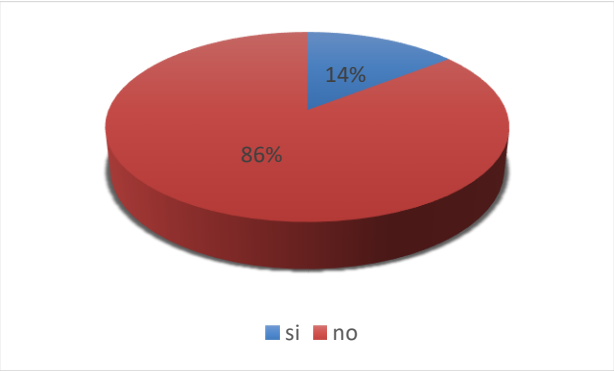
Figura 4. 32 Plásticos mayormente reutilizados



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas presenciales en la ciudad de El Alto

13.- ¿Sabía usted que existen los bioplásticos degradables (es decir se desintegran en poco tiempo y no estarían hechos a partir de petróleo)?

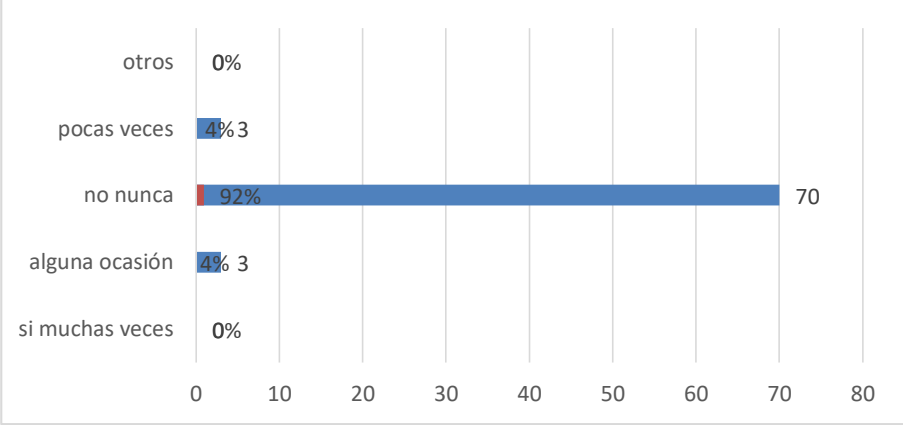
Figura 4. 33 Conocimiento de los bioplásticos



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas presenciales en la ciudad de El Alto

14.- ¿Usted utiliza o alguna vez utilizo los plásticos biodegradables?

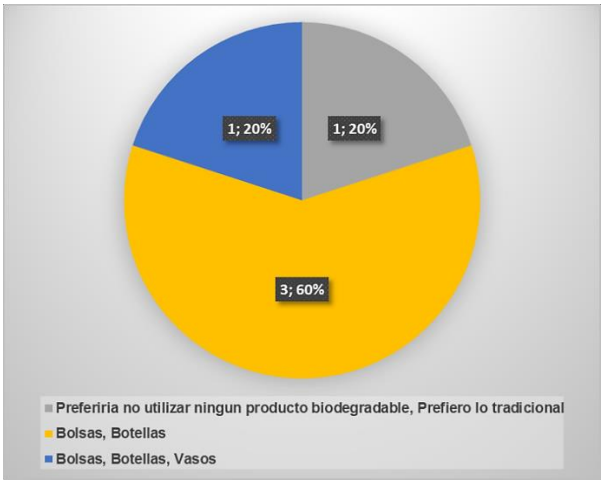
Figura 4. 34 Utilización de los bioplásticos



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas presenciales en la ciudad de El Alto

15. ¿Cuál sería el principal producto biodegradable que utilizaría?

Figura 4. 35 Posible producto biodegradable a ser utilizado mayormente

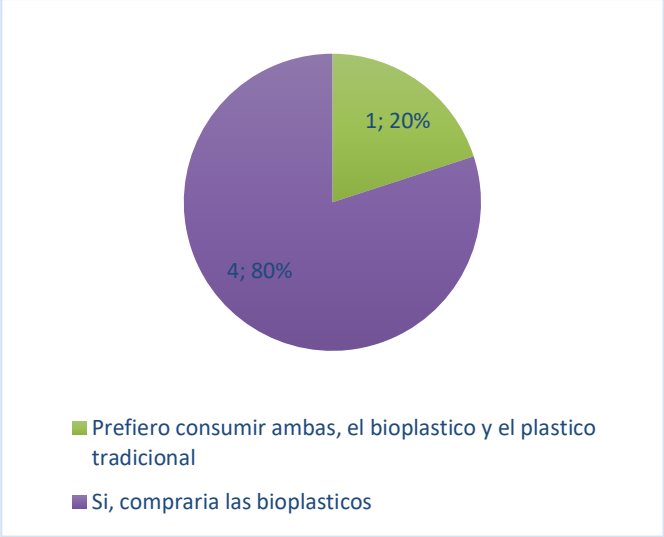


Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas presenciales en la ciudad de El Alto

Se observa en la elaboración de plásticos biodegradables la mayor parte de la sociedad opta por BOLSAS, BOTELLAS un 60% y es la mayor elección, por otra parte, la sociedad

16. ¿Usted compraría bolsas y plástico biodegradables hechos en Bolivia?

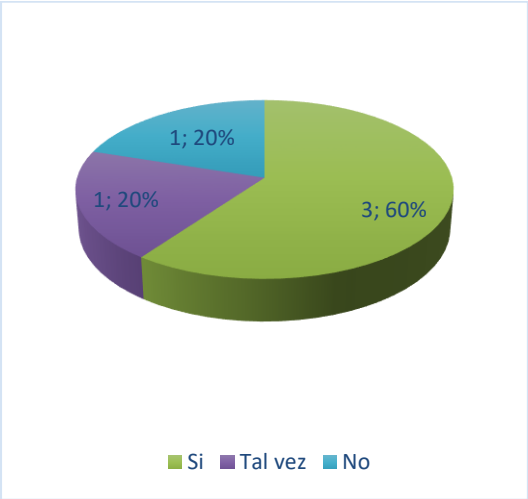
Figura 4. 36 Preferencia a productos nacionales



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas presenciales en la ciudad de El Alto

17. ¿Usted cree que se pueda fabricar plásticos con desechos orgánicos?

Figura 4. 37 Conocimiento sobre la obtención de bioplásticos a partir de desechos orgánicos



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas presenciales en la ciudad de El Alto

En el Resultado obtenido vemos que SI, comprarían los Bioplásticos ya que la materia está elaborada en Bolivia y la mayor parte de la sociedad un 80% quiere el mejoramiento en el aspecto de los desechos y plásticos y un 20 % prefiere consumir ambas partes tanto los bioplásticos y plásticos.

18. ¿A usted le gustaría utilizar las bolsas biodegradables sabiendo que ayuda preservar el medio ambiente a pesar de que su valor sea elevado al del plástico normal? ¿Si, no por qué?

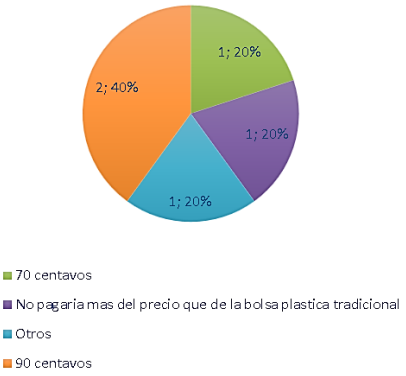
Figura 4. 38 Preferencia hacia los bioplásticos

Si serian muy buenos
Si se degradaría en menos tiempo
Si son mejor que las botellas plásticas hechas de petróleo
Si, si ayudan al medio ambiente
Si, por que son mejor que los plásticos desechables

Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas presenciales en la ciudad de El Alto

19. Hasta que monto estaría dispuesto a pagar por una bolsa plástica biodegradables si una bolsa plástica tradicional costara 50 centavos.

Figura 4. 39 Predisponibilidad a pagar un precio mayor al de los plásticos tradicionales



Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas presenciales en la ciudad de El Alto

20. Quisiera dar un aporte u opinión sobre el tema de bioplásticos o el uso de plásticos. Su aporte Sera incluido en el proyecto con su autoría citada.

Figura 4. 40 Comentarios respecto al proyecto

Sería muy bueno ayudar a cuidar el medio ambiente
Ayudaríamos en reciclar las botellas y colaboraríamos al país
Nose mucho acerca del tema
Si porque debemos cuidar el medio ambiente para las próximas generaciones
Que tengamos nuestras propias bolsas de tela para evitar la contaminación

Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de las encuestas presenciales en la ciudad de El Alto

Se observa qué hoy en día el MEDIO AMBIENTE se encuentra muy contaminado y lo que necesitamos es encontrar la manera de poder reducir el impacto que causan los plásticos.

Según los resultados de las encuestas hechas en la ciudad de El Alto, se observa que el producto biodegradable de mayor elección son BOLSAS hace notar que es el más utilizado a diferencia de otros productos como ser botella, vasos, cubiertos. Los que escogieron bolsas son un total de 95.9%, la frecuencia de la botella forma un total de 20.7%, el preferiría no utilizar ningún producto biodegradable tiene un total mínimo de porcentaje, y vasos, cubiertos no han sido escogido. Lo cual da a entender viendo las encuestas, la ciudad del Alto utilizaría más el producto biodegradable bolsas.

Asimismo, se obtuvo como resultado que la mayoría de las respuestas fueron que les gustaría utilizar las bolsas biodegradables ya que este ayuda preservar el medio

ambiente, pero existe también respuestas en donde hay muchos que no lo utilizarían por el costo elevado que este tendría ya que la economía de muchas familias en la ciudad de El Alto no es estable. Esto según las respuestas a preguntas abiertas.

Según otra encuesta se observa que la de mayor elección a pagar por una bolsa plástica biodegradable es de 60 CENTAVOS siendo el resultado de la encuesta, lo que puede dar a concluir que en este análisis está sujeto al precio elevado que nos llevan a estos resultados. Los que escogieron 60 centavos son un total de 44.8%, la frecuencia de 70 centavos forma un total 24,1%, 80 centavos fue elegido con una cantidad total de 13.8%,90 centavos no tuvieron un porcentaje, el no pagaría más del precio que la de la bolsa plástica tradicional tuvo un porcentaje mínimo.

Se fabricaría plásticos con desechos orgánicos, de acuerdo a la encuesta se observa que la frecuencia de fabricación, SI es la de mayor elección en comparación a los otros resultados, lo que puede dar a concluir en este análisis que gracias a este resultado se puede poner en marcha. Los que escogieron SI son un total de 69%, NO fue la que no tuvo ni una respuesta, la frecuencia TAL VEZ tiene un total de 17.2%, NO LO CONSIDERO MUY EFECTIVO tuvo un porcentaje mínimo, y hay un 10,3% que desconocen de la probabilidad de fabricación de plásticos de desechos orgánicos. Lo cual da a entender que la mayoría de los ciudadanos de la ciudad de El Alto ya conocen de este tema y sería bueno saber más. se observa la opinión de cada persona en donde el plástico es muy dañino para el medio que nos rodea es una contaminación directa al medio ambiente, muchos tienen la misma perspectiva sobre el plástico, donde se llega a concluir la ciudad del alto está de acuerdo en la inversión del bioplástico para una mejor vida a nuestra naturaleza. Lo cual da un incentivo para que se lleve a cabo el proyecto de los Bioplásticos.

4.2. RESULTADOS DE PRUEBAS

Tabla 4. 1 Resultados de pruebas 1 y 2

PRUEBA 1 ALMIDON DE PLATANO			
ADITIVOS	PESO/VOLUMEN	% EN PESO	OBSERVACIONES
Vinagre	5 ml	8,0%	Para esta 1ra prueba se tuvo un tiempo de mezclado de 6 minutos y una temperatura de 80°C.
Glicerina	5 ml	8,0%	
Agua destilada	50 ml	80,3%	
Almidon	2,28 gr	3,7%	
PRUEBA 2 ALMIDON DE NARANJA			
ADITIVOS	PESO/VOLUMEN	% EN PESO	OBSERVACIONES
Vinagre	10 ml	11,6%	Se tuvo un tiempo de 7 minutos con una temperatura de 100°C, el producto demoro alrededor de 12 hr en deshidratarse.
Almidon	16 gr	18,6%	
glicerina	8 ml	9,3%	
agua destilada	50 ml	58,0%	
bicarbonato de sodio	1,6 gr	1,9%	
colorante	0,6 gr	0,7%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. 2 Resultados de prueba 3 y 4

PRUEBA 3 ALMIDON DE MANDARINA			
ADITIVOS	PESO/VOLUMEN	% EN PESO	OBSERVACIONES
almidon	14 gr	13,2%	Se tuvo un tiempo de 7 minutos con una temperatura de 100°C, el producto demoro alrededor de 15 hr en deshidratarse.
vinagre	14 ml	13,2%	
agua destilada	70 ml	66,0%	
glicerina	7 ml	6,6%	
colorante	1 gr	0,9%	
PRUEBA 4 ALMIDON DE NARANJA			
ADITIVOS	PESO/VOLUMEN	% EN PESO	OBSERVACIONES
colorante	1 gr	0,4%	Se tuvo un tiempo de 6,5 minutos con una temperatura de 150°C, el producto demoro alrededor de 24 hr en deshidratarse.
bisulfito de potasio	1,04 gr	0,4%	
almidon	40 gr	14,7%	
agua destilada	200 ml	73,5%	
vinagre	20 ml	7,4%	
glicerina	10 ml	3,7%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. 3 Resultados de prueba 5 y 6

PRUEBA 5 ALMIDON DE PLATANO			
ADITIVOS	PESO/VOLUMEN	% EN PESO	OBSERVACIONES
colorante	0,3 gr	0,2%	Se tuvo un tiempo de 8 minutos con una temperatura de 120°C, el producto demoro alrededor de 12 hr en deshidratarse.
almidon	30 gr	18,7%	
agua destilada	100 ml	62,4%	
vinagre	10 ml	6,2%	
glicerina	10 ml	6,2%	
acido acetico	10 ml	6,2%	
PRUEBA 6 ALMIDON DE NARANJA			
ADITIVOS	PESO/VOLUMEN	% EN PESO	OBSERVACIONES
colorante	0,2 gr	0,2%	Se tuvo un tiempo de 6 minutos con una temperatura de 150°C, el producto demoro alrededor de 15 hr en deshidratarse.
bisulfito de potasio	1 gr	0,8%	
almidon	20 gr	16,5%	
agua destilada	80 ml	66,0%	
glicerina	10 ml	8,3%	
acido acetico	10 ml	8,3%	

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio

Se obtuvieron productos de buena resistencia y dureza. Las condiciones para obtener el polímero biodegradable a escala laboratorio son: temperatura de 80°C y tiempos de mezclado de 6.5 minutos. Los espesores de las placas de Bioplasticos con los cuales se obtiene una mezcla homogénea están entre 1.0 mm y 2 mm, con espesores mayores el mezclado es irregular y los productos obtenidos, no son uniformes y presentan anomalías de flujo. El secado del material después de pasarlo por mezcla con aditivos fue durante un tiempo de 12 horas con el fin de eliminar la mayor cantidad de agua.

En la mayoría de las mezclas iniciales no se observó una distribución homogénea de los gránulos de almidón de plátano y naranja, pero tuvo mejoras con la mandarina, lo cual indica que la dispersión fue mejorando a medida que se realizaron las pruebas con variaciones en cantidades de aditivos.

En cuanto a las pruebas de laboratorio, se observaron mejores resultados a partir de la cascara de mandarina, con la cantidad de reactivos adecuada, que para el caso más efectivo en cuanto a propiedades de material fueron cuando se utilizaron el ácido acético y el metabisulfito de sodio, como aditivos que no fueron tomados en cuenta en pruebas

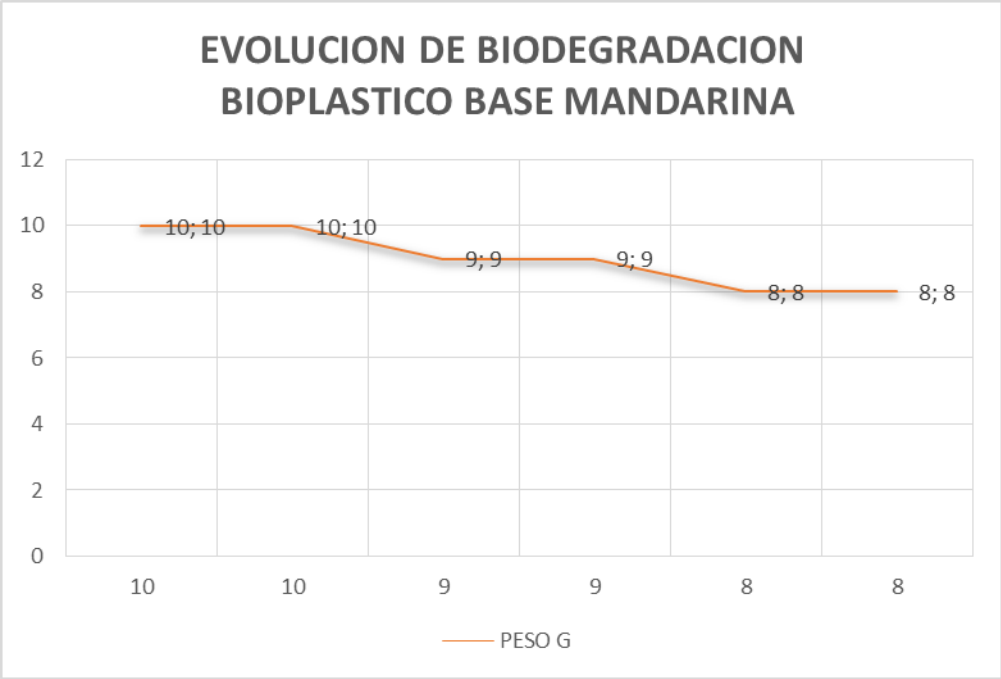
iniciales. La dureza y resistencia presentada se optimizaron gracias a gelificantes naturales como la pectina y glicerina.

A partir de las encuestas se observa que la frecuencia de si, compraría los bioplásticos es la de mayor elección a diferencia, de prefiero consumir ambas, lo que puede dar a concluir que este análisis está sujeto al pensamiento de cada persona que nos lleva a estos resultados. Los que escogieron si, compraría los bioplasticos tiene un total de 82.8%, prefiero consumir ambas el bioplástico y el plástico tradicional tiene un total de 13.8%. y el no prefiero seguir usando las bolsas tradicionales tiene un total mínimo de 3.4%. Lo cual da a entender gracias a la encuesta realizada, que las personas de la ciudad de El Alto comprarían bolsas o plásticos biodegradables hechos en Bolivia.

- Las sustancias utilizadas no contaminan el medio ambiente
- Se puede producir bioplásticos de diferentes desechos orgánicos
- No contienen aditivos perjudiciales para la salud
- Se motivo al reciclado de los plásticos
- Mediante las encuestas se pudo concientizar a las personas sobre los bioplásticos
- Se analiza nuevas opciones para el uso de los plásticos
- Reutilización de desechos orgánicos

Así también, con respecto a la hipótesis: “El bioplástico a partir de desechos orgánicos es una alternativa efectiva en pro del medio ambiente porque cumple las expectativas de biodegradabilidad”; se pudo verificar que resultaría ser efectivo puesto que tomando como muestra parte de la población de El Alto, se demostró aceptabilidad en cuanto al uso de los bioplásticos, e incluso su compra aunque resulte relativamente un poco más costoso que un plástico convencional. Además que se verifico que ayudaría a reducir el impacto negativo al medio ambiente, ya que lo que se utilizaron para las pruebas fueron desechos orgánicos al cuál se le está dando una utilidad, en lugar de generar plásticos convencionales que dañan el medio ambiente. Finalmente se verifico el nivel de biodegradabilidad que según compostaje dieron resultados efectivos, principalmente con la cascara de mandarina, demostrando una reducción aproximadamente de 20% en peso para un lapso de 15 días.

Figura 4. 40 Posible producto biodegradable a ser utilizado mayormente



Fuente: Elaboración propia en base a pruebas de compostaje

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La Alta contaminación y acumulación de basura que se vive actualmente, el consumo de energía por reducir y eliminar los desechos es en la mayoría de los casos alto y costoso, existiendo, por otro lado, métodos de reusó y reciclaje que favorecen al medio ambiente y ralentizan la producción de desechos, es por ello que este proyecto se enfoca en la obtención de bioplásticos a partir de desechos orgánicos , con el fin de promover una conciencia verde, amigable con el medio ambiente y con el reaprovechamiento de la materia.
- Dentro de las revisiones bibliográficas, se hizo una recolección de información de estudio de mercado de bioplásticos en diferentes regiones, además de sus formas de producción. Lo cual se incluyó en el marco conceptual.
- Es posible obtener bioplástico a partir de diferentes productos cuya composición de almidón es distinta. Estas evidencias prueban una vez más la tendencia de investigación en la que se encuentran los biopolímeros. Lo cual fue constado en las pruebas realizadas, ya que modificando la composición se observaba que cambiaban las condiciones finales, como su dureza, fragilidad entre otros.
- Se realizaron varias pruebas de laboratorio, seleccionando seis como representativas en la que se obtuvieron los mejores resultados y se reflejaron los valores de porcentajes en peso para su consideración como muestras para pasar a una fase de biodegradación.
- El bioplástico frente a convencionales de plásticos derivados del petróleo, tiene menor tiempo de degradación debido a su característica más resaltante: su biodegradabilidad. Se analizaron diferentes muestras para someterlos a compostaje durante cierto periodo de tiempo en el que se observó una reducción en peso de 20%.
- En el aspecto socio-económico, si bien como se evaluó en los antecedentes el costo de producción de los biopolímeros es elevado con respecto al costo de producción

de los plásticos convencionales. Se pudo constatar mediante encuestas virtuales y entrevistas en la ciudad de El Alto, que el nivel de aceptación de los bioplásticos es bastante bueno y que incluso llegarían a pagar un monto adicional por los bioplásticos con el fin de reducir la basura por plásticos convencionales en la ciudad.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar las pruebas de elasticidad, resistencia a la tracción, dureza y densidad para la caracterización del bioplástico.
- Se recomiendan realizar los estudios de biodegradabilidad del bioplástico.

- Se recomienda mejorar la calidad del biopolímero mediante el uso de aditivos químicos que mejoren la resistencia y elongación ya que el biopolímero obtenido.
- El proceso de obtención del almidón debe de hacerse con mucho cuidado porque de eso depende la calidad del biopolímero.
- Estudiar qué otros tipos de uso se le puede dar al biopolímero obtenido, ya que, conociendo las utilidades de este, se abriría un potencial mercado en productos biodegradables.

BIBLIOGRAFIA

(Fernandez - Espada) Ruiz, L. (2016). *Desarrollo de materiales bioplasticosproteicos con Elevada capacidad de absorcion de agua.*

(2019). *El Deber*.

A.Gunatillake, P., & Adhikari, R. (2003). BIODEGRADABLE SYNTHETIC POLYMERS FOR TISSUE ENGINEERING. *European Cells and Materials.*, 2. doi:10.22203/eCM.v005a01

Aguamarket. (4 de febrero de 2017). *Aguamarket.* Obtenido de https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=6271

Alvarez, J. V. (s.f.). *Bioplásticos: efectos e impactos sobre la gestión de los envases.* Madrid.

Antonio, H. (2002). *Biophysical and biochenical characteristics of cutin es.* España: Facultad de ciencias .

Aragon, J. D. (23 de febrero de 2021). *Jimara Ecopackging*. Obtenido de https://comercialjimara.es/tendencias-en-biodegradabilidad-el-almidon-de-maiz-y-la-cana-de-azucar/

Bustamante, B. P. (1994). “La degradación de los plásticos”. *Revista universidad EAFIT*, vol. 30, nº 94, pp. 67-86.

Bustamante, B. P. (nº 94, pp. 67-86). “La degradación de los plásticos”. *Revista universidad EAFIT, vol. 30*, 1994.

Cainco. (26 de mayo de 2020). *Empresa y desarrollo cainco*. Obtenido de https://www.cainco.org.bo/empresaydesarrollo/2020/05/26/alerta-de-mercado-productos-de-plastico-no-celular/

Cardona, D. (enero de 2018). *Grupo La Caña.* Obtenido de https://www.grupolacana.com/la-revolucion-del-bioplastico/

castro, I. G. (2007). *Reutoilizacion , reciclaje descomposicion final .* Peru: Departamentos De Ingenieria Mecanica .

Chaléat, C., Halley, P. J., & Truss, R. (2014). Mechanical Properties of Starch-Based Plastics. *Starch Polymers, Elsevier,*, 22-23. doi:10.1016/b978-0-444-53730-0.00023-3

CHAN, J., BURUGAPALLI, K., KELLY, J., & PANDIT, .. (2008). Influence of clinical application on bioresorbability: Host response. *Woodhead Publishing Series in Biomaterials*, 12. doi:https://doi.org/10.1533/9781845695033.5.267

Chiellini, E., Corti, A., D'Antone, S., & Solaro, R. (2003). Biodegradation of poly (vinyl alcohol) based materials. *Progress in Polymer Science*, 21. doi:10.1016/S0079-6700(02)00149-1

D. Aradilla Zapata, F. E. (2007). “Degradación de residuos de materiales plásticos”. En *ngeniería Química, vol. 448* (págs. nº ISSN 0210-2064, pp. 186-190).

Deber, A. p.-E. (Agosto de 2019). *Deber -Alternativas para vivir sin Plastico*. Obtenido de https://eldeber.com.bo/para-ellas/se-acabo-alternativas-para-vivir-sin-plastico_142471

Diaz, A. (14 de diciembre de 2020). *statista*. Obtenido de https://es.statista.com/estadisticas/636183/produccion-mundial-de-plastico/

ECOEMBES Embalajes. (2009). *Proyecto de Analisis de Bioplasticos.* Madrid.

Ereno, D. (2011 de enero de 2011). plastico vegetal. *revista Pesquisa*, 12. Obtenido de https://revistapesquisa.fapesp.br/es/plastico-vegetal-2/

Espinosa, A. (2014). *Los Plasticos.* Gobierno de Canarias.

Farez, C. O. (12 de febrero de 2020). *obtencion de un polimero biodegradable a partir de alginato de calcio extraido de la biomasa del alga parda.* Ecuador, ecuador.

frotini, P. (2018). *Resistencia al impacto de materiales plasticos.* IMTEMA.

G, N. R. (2016). *PRODUCTOS DE PLASTICOS BIODEGRADABLES .* LIMA: BIOTECNOLOGIA.

Gordon S.H., I. S. (1996). *Starch-Based Plastic (Measurement of Biodegradability).* Florida: CRC Press.

H., B. H. (1975). *Comprehensive chemical kinetics.* Netherlands: ELSEVIER SCIENTIFIC PUBLISHING COMPANY.

Halim Hamid S., B. A. (1992). *Handbook of Polymer Degradation.* New York: Marcel Dekker, Inc.

Hector S. Villalba, H. A. (2006). *Biopolimeros naturales usados en empaques biodegradables.* colombia: Hector S. Villalba.

Hernández, M. B. (4 de DICIEMBRE de 2018). *Noticias ambientales*. Obtenido de https://www.iagua.es/noticias/gestion-agua-etsii-upm/agua-y-plastico-problema-global

Hinojosa, M. G. (2014). *obtencion de peliculas biodegradables a partir de mezclas de Quitosano de casrcaras de camaron y agentes plastificantes.* quito: Repositorio digital.

Inoquos. (4 de Enero de 2018). Obtenido de InoquoS: https://www.inoquos.com/blog/2018/01/siete-tipos-de-plastico-y-lo-que-debes-saber-sobre-ellos

J. Domb A., K. J. (1997). *Handbook of Biodegradable Polymers,.* singapore: harwood academic publisher.

Kim, Y. B., & Lenz, R. W. (2001). Polyesters from Microorganisms. *Biopolyesters*, 16. doi:10.1007/3-540-40021-4_2

Klán P. y Wirz J. (2009). *Photochemistry of Organic Compounds from concepts to practice.* Chichester,: Wiley.

Lee, D., & Hanna, W. (2004). *University of Georgia Cooperative Extension Service Bulletin.* united nations: Extension Service Bulletin 1216.

LEIA. (2007). BIOPLASTICOS. *Obsertatorio industrial del sector quimico*, 140.

Lirola, A. (14 de enero de 2019). *CONASI*. Obtenido de https://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/agar-agar-propiedades-como-cocinarla/

Lucas Dettorre, M. S. (2019). *produccion de bioplasticos. fortalezas y debilidades frente a los polimeros de origen fosil.* quilmes.

M. Elgegren, G. J. (2012). “Reciclaje químico de desechos plásticos”. *Revista de la sociedad química del Perú, vol. 78*, nº ISSN 1810-634X, pp. 105-119.

Mancilla, B. M. (2012). *Tecnologia de polimeros procesados y propiedades.* Españ: union de editorias universitarias españolas.

Mariano. (4 de agosto de 2011). *Tecnologia de los Plasticos*. Obtenido de https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/08/galalita-caseina-formaldehido.html

MASQUI, E. F. (23 de ENERO de 2015). *COMUNIDAD DEL COMERCIO EXTERIOR*. Obtenido de comunidad.todocomercioexterior.com.ec/profiles/blogs/productos-pl-sticos-mercado-con-demanda-creciente-en-santa-cruz

Matas, M. N. (20 de Abril de 2015). *ABENGOA.* Obtenido de http://www.theenergyofchange.com/advantages-bioplastics

Mundo Plast. (09 de diciembre de 2019). *Mundo Plast*. Obtenido de https://mundoplast.com/crecimiento-mercado-bioplasticos/

Nature Plast. (2020). Obtenido de Nature Plast: http://natureplast.eu/es/el-mercado-de-los-bioplasticos/historia-de-los-bioplasticos/

NaturePlast. (s.f.). *NaturePlast L expert en Bioplastiques*. Obtenido de http://natureplast.eu/es/el-mercado-de-los-bioplasticos/ventajas-de-los-bioplasticos/

Pan-Montojo, N. (3 de septiembre de 2020). *El Agora*. Obtenido de https://www.elagoradiario.com/desarrollo-sostenible/economia-circular/plasticos-biodegradables-solucion-ecologica-con-problemas-de-etiquetado/

Perez, J. P. (2014). La industria del plastico en Mexico y el mundo. *Comercio Exterior*.

Plast, N. (junio de 2020). *Nature Plast.* Obtenido de Nature Plast: http://natureplast.eu/es/el-mercado-de-los-bioplasticos/historia-de-los-bioplasticos/

Poznyak, T. I., Oria, I. C., & Poznyak, A. S. (2019). *Ozonation and Biodegradation in Environmental Engineering.* Ameta: in-Chief: Suresh C. Ameta and Rakshi. doi:https://doi.org/10.1016/C2016-0-03865-2

Prolongo, M. G. (1996). *"Propiedades químicas y físicas de polímeros" de Elementos estructurales con materiales poliméricos.* Coruña: UNIVERSIDADE DA CORUÑA.

RESEARCH. (2016). EL ORIGEN DE LOS PLASTICOS Y SU IMPACTO. *RESEARCH*, 15.

Rezanka, F. M. (2003). *BIodegradables plastics from rnewable sources.*

Roa, M. M. (04 de junio de 2020). *statista*. Obtenido de https://es.statista.com/grafico/21899/distribucion-de-la-produccion-mundial-de-plastico-por-region-en-2018/

Rolleat. (23 de junio de 2020). *Rolleat*. Obtenido de https://rolleat.com/es/impacto-ambiental-del-plastico/

ruiz, F. E. (2016). En *Desarrollo de materiales bioplasticosproteicos con elevada capacidad de absorcion de agua* (pág. 53).

Sanchez, J. (23 de Abril de 2018). *Ecologia Verde*. Obtenido de https://www.ecologiaverde.com/cuanto-tarda-en-degradarse-el-plastico-biodegradable-1272.html

Stagnet J. Dias V & HESTRIN, S. (1954). Avérous & Pollet, 2012). En *Avérous & Pollet, 2012).* (pág. 126).

Stiftung, H. B. (2019). *Atlas del plastico.*

Taniguchi, I., Yoshida, S., Hiraga, K., Miyamoto, K., Kimura, Y., & Oda, K. (2019). Biodegradation of PET: Current Status and Application Aspects. *ACS Catalysis*, 34. doi:10.1021/acscatal.8b05171

Tokiwa, Y., Calabia, B. P., Ugwu, C., & Aiba, S. (2009). Biodegradability of Plastics. *International Journal of Molecular Sciences*, 11-15. doi:10.3390/ijms10093722

Vazquez, A. (2016). EL ORIGEN DE LOS PLASTICOS. *EL ORIGEN DE LOS PLASTICOS*.

W., B. F. (1975). *Ciencia de los polímeros.* Barcelona: REVERTÉ S. A.

W., D. C. (1996). *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales 2.* Barcelona: REVERTÉ, S. A.

YouMatter Definition. (21 de Enero de 2020). *YouMatter*. Obtenido de https://youmatter.world/en/definition/biodegradable-plastic/

ZEAplast. (12 de febrero de 2012). *ZEAplast productos biodegradables*. Obtenido de http://www.zeaplast.cl/plasticos-biodegradables/bioplasticos-vs-plasticos-tradicionales++-22

ZeaPlast, T. (Febrero de 2016). *ZeaPlast*. Obtenido de ZeaPlast: http://www.zeaplast.cl/plasticos-biodegradables/historia-de-los-bioplasticos++-20

ANEXOS

ANEXO 1

REGISTRO SENAPI

ANEXO 2

NORMATIVAS Y REGULACIONES PARA POLÍMEROS BIODEGRADABLES

1. La norma ASTM D6400 define a un polímero biodegradable como un material que es capaz de descomponerse en CO2, metano, agua, componentes inorgánicos o biomasa, como resultado de la acción de microorganismos. Los polímeros compostables son materiales biodegradables que adicionalmente son capaces de experimentar la biodegradación en un medio de compost y se descomponen a una velocidad cercana a la de los materiales compostables conocidos. Los estándares internacionales más ampliamente empleados para validar la compostabilidad industrial de un material plástico son EN 13432 (Europea), AS 4736 (Australia), ISO 17088 (Internacional) y ASTMD6400. Es importante resaltar que estas normas validan productos y no materiales, ya que el material puede tener un comportamiento diferente dependiendo de su forma o presentación. En general, estas norman especifican que un producto fabricado con un material biodegradable debe cumplir con las siguientes características.
   1.1. Desintegración (degradación física): el material debe desintegrarse en un 90 % en fragmentos menores a un tamaño específico (usualmente 2x2 mm), dentro de un plazo determinado según la norma (usualmente 12 semanas).
   1.2. Biodegradación inherente (degradación química): debe cumplir con un nivel de conversión del carbono orgánico en CO2, dentro de un plazo determinado según la norma. La mayoría de las normas definen en un compostaje industrial un 90 % de degradación en 180 días a 58 °C
   1.3. Ecotoxicidad (efecto en las plantas): se compara el crecimiento de plantas en un compost control (obtenido de residuos orgánicos que no contiene el material de ensayo), con una muestra de compost del mismo residuo orgánico que contiene 10% de material de ensayo, añadido al comienzo del compostado. No deben presentarse diferencias significativas en el crecimiento y desarrollo de las plantas en los dos medios. En este aspecto, la norma australiana (AS 4736) es la más exigente al incluir la prueba de lombriz, en la que se usa un compost con presencia de lombrices y éstas deben sobrevivir a lo largo de la prueba.

1.4. Características químicas: el plástico o producto deberá tener concentraciones de metales pesados (Cu, Zn, Ni, Cd, Pb, Hg, Cr, Mo, Se, As) inferiores al 50 % delas prescritas para compost en el país donde se vende el producto. En este aspecto, la norma europea EN 13432 es más exigente que las normas estadounidenses al incluir más materiales en la lista de restricciones.

2. La Norma D6868, Especificación para plásticos biodegradables utilizados como revestimiento en papel y otros sustratos compostables, cubre los requerimientos para la rotulación de materiales y productos que tengan una película o revestimiento plástico unido a sus componentes compostables cuando el producto en su totalidad está diseñado para ser compostado en instalaciones de compostaje municipales o industriales.
3. La Norma D6866, Métodos de prueba para determinar el contenido de bioderivados en muestras sólidas, líquidas y gaseosas utilizando análisis de radiocarbono, es un método de prueba estándar para determinar el contenido de bioderivados en plásticos bioderivados. El programa Bio Preferred del gobierno de los EE.UU., que ordena la compra de productos bio derivados, hace referencia a la norma D6866 como la norma que debe utilizarse para informar el contenido de bio derivados en productos bio derivados. Los plásticos y productos bio derivados son aquellos en los que el carbono proviene de fuentes biológicas en contraposición a las materias primas del petróleo/fósiles.
4. Resolución 4143 de 2012 Esta resolución establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos plásticos y elastoméricos y sus aditivos, destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano en el territorio nacional. Con el fin de proteger la vida, la salud y prevenir las prácticas que puedan inducir a error o engaño a los consumidores.

Va dirigida a todas las personas naturales o jurídicas que desarrollan actividades de fabricación, almacenamiento, comercialización, distribución, transporte de materiales, objetos, envases y equipamientos plásticos y elastoméricos y sus aditivos, nacionales e importadas, destinadas a entrar en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano. Determina la lista de sustancias permitidas polímeros y aditivos empleados en la fabricación de objetos, envases, materiales y equipamientos plásticos y

elastoméricos y sus aditivos, destinados a entrar en contacto con los alimentos y bebidas, deben estar en las listas positivas sean de la FDA (Food and Drug Administration); CE (Unión Europea o Estados Miembro de la Unión Europea) o Mercosur. Determina entre otros los límites de migración de compuestos, permeabilidad, porcentaje máximo de participación de metales, y el tipo de materiales colorantes y aditivos permitidos en la elaboración de recipientes o artículos que puedan entrar en contacto con los seres humanos.

ANEXO 3

NORMATIVAS Y REGULACIONES PARA PRUEBAS DE BIODEGRADABILIDAD

Los ensayos de biodegradabilidad abordan el deterioro de las propiedades físicas de los productos y materiales respetuosos con el medio ambiente en condiciones ambientales específicas. Los ensayos de productos biodegradables deben realizarse de acuerdo con una serie de normas internacionales como la ASTM D6400 y la ASTM D5338 definidas por la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales, la ISO 17088 y la ISO 16929 establecidas por la Organización Internacional de Normalización o la norma europea EN 13432.

Se suele aplicar la norma ISO 16929 para el compostaje a escala piloto y la norma OCDE 301B para la biodegradación de líquidos. En cambio, la prueba más común destinada a la biodegradación de sólidos es la ISO 16929, para los líquidos la OCDE 301 y la ASTM D5864 para los lubricantes.

No obstante, estas pruebas se complementan con ensayos de biodegradación, toxicología y bioacumulación de forma simultánea para realizar un análisis del destino medioambiental del producto para las declaraciones reglamentarias y de terceros en la etiqueta.

ISO 20200, Diseñado específicamente para materiales plásticos, este método de ensayo permite evaluar el grado de desintegración en condiciones de compostaje aeróbico simulado, mediante técnicas de tamizado y cambio de masa. De este modo, indica la probabilidad de que un plástico se desintegre cuando se coloca en el entorno del compost.

UNE-EN-ISO 14852:2005: Determinación de la biodegradabilidad aeróbica final de materiales plásticos en medio acuoso. Método según el análisis del dióxido de carbono generado (ISO 14852:1999).

UNE-EN-ISO 14855:2005: Determinación de la biodegradabilidad aeróbica final y desintegración de materiales plásticos en condiciones de compostaje controladas. Método según el análisis del dióxido de carbono generado (ISO 14855:1999).

UNE-EN-ISO 17556:2005 Plásticos: Determinación de la biodegradabilidad aeróbica última en el suelo mediante la medición de la demanda de oxígeno en un respirómetro o bien mediante la cantidad de dióxido de carbono generada (ISO 17556:2003).

ANEXO 4

PRODUCCION DE ENVASES BIODEGRADABLES SEGÚN EMPRESAS EN LA CIUDAD DE LA PAZ

Según una entrevista de la gerencia de operaciones de IngePlas S.R.L. y departamento de ventas con ejecutivos de IntexPlast S.R.L., no se conoce planes a corto o mediano plazo de inversión en incremento de la capacidad de producción.

Tabla 1. Producción de envases flexibles Biodegradables

AÑO	INGEPLAST	INTEXPLAST	OFERTA TOTAL
	PLASTICO BIODEGRADABLE (tn/año)	PLASTICO BIODEGRADABLE (tn/año)	(tn/año)
2015	135	160	295
2016	135	160	295
2017	135	160	295
2018	135	160	295
2019	135	160	295
2020	135	160	295
2021	135	160	295
2022	135	160	295
2023	135	160	295
2024	135	160	295

Fuente: Santos Marin, R. Y. (2015). Estudio de Factibilidad establecimiento de planta Industrial para la producción de envases Plásticos flexibles Biodegradables. La Paz.

Con el calculo mostrado anteriormente sobre la produccion de envases y con los datos obtenidos de fuentes primarias y secundarias sobre demanda de los envases en La Paz, finalmente se obtuvo la proyección de la demanda insatisfecha mostrado en la tabla 2.

Tabla 2. Proyección de demanda Insatisfecha

AÑO	DEMANDA (Tn/año)	OFERTA (Tn/año)	DEMANDA INSATISFECHA (Tn/año)
2015	6.269	295	5.974
2016	6.686	295	6.391
2017	7.137	295	6.842
2018	7.625	295	7.330
2019	8.153	295	7.858
2020	8.724	295	8.429
2021	9.343	295	9.048
2022	10.014	295	9.719
2023	10.743	295	10.448
2024	11.534	295	11.239

Fuente: Santos Marin, R. Y. (2015). Estudio de Factibilidad establecimiento de planta Industrial para la producción de envases Plásticos flexibles Biodegradables. La Paz.

ANEXO 5

REPORTE VISITA PLANTA BIODIESEL

INTRODUCCION

Se realizó la visita el día 2 de junio del presente año a la empresa ECOEARTH a las 9:30 de la mañana, se hizo la visita con los compañeros auxiliares de investigación y las ingenieras docentes de investigación a la cabeza de la ingeniera elma coordinadora del instituto de investigación para la obtención de Diesel utilizan tecnología “Cero”

En el municipio de la paz está la planta piloto de la empresa ECOEARTH S.R.L., que produce hidrocarburos a partir de la descomposición química de los residuos derivados del petróleo, proceso que es conocido como pirólisis. Las características y el funcionamiento fueron explicados por el Ing.

Una planta podría convertir cerca de 90 toneladas de residuos derivados del petróleo en 112 mil litros de combustible al día (94% de diésel y 6% de gasolina). “el objetivo del municipio es dotarle a la ciudad de una tecnología que en el corto plazo le permita ir avanzando en la sustitución paulatina de la práctica que identifica al relleno sanitario como única solución

“una planta cuesta $us10 mm, más terrenos equipos y logísticas. Por lo tanto, a este precio, 40 plantas para cubrir todo el mercado de importación requerirán una inversión global que llegará a los $us400 mm, un gasto único que se hará para ahorrar $us600 mm cada año en subvenciones al tesoro”, indicó el ingeniero encargado.

Además, aseguró que el precio al que podría comercializarse cada litro del combustible estará en promedio entre bs3.10 y bs3.20, es decir, “mucho más bajo que el diésel comercial que compra cada usuario a bs3.72”.

ANTECEDENTES

Con respaldo de la tecnología mexicana, la empresa ECOEARTH SRL de capitales bolivianos ofreció refinar 112 mil litros diarios de diésel y gasolina a partir del reciclaje de

plástico, llantas y aceites en desuso. Esta acción supondría un ahorro de al menos 90 millones de dólares en subvenciones por la importación del combustible, de los 600 millones que paga el estado actualmente.

Para lograr su propósito la planta requiere reutilizar 50.000 millones de goma en desuso, 45.000 litros de aceite sucio y al menos 40.000 kilos de plásticos (bolsas nylon, botellas pet y otros), la refinadora requiere acopiar 90 toneladas de desechos clasificados por día.

La calidad del combustible de ECOEARTH fue certificada por la agencia nacional de hidrocarburos (ANH) que aprobó su uso para fines industriales y en el transporte liviano y pesado.

La tecnología que hace posible este producto es el uso de pirolisis a través de calor filtrado y catálisis

La pirolisis es la descomposición química de materia orgánica y todo tipo de materiales excepto metales y vidrios, causados por el calentamiento a altas temperaturas en ausencia de oxígeno y de cualquier halógeno .involucra además cambios simultáneos de composición química y estado físico, los cuales son irreversibles.

Bajo este método un visionario empresario en México opto por crear plantas para producir diésel y gasolinas a partir del reciclado de residuos seleccionados, en este país funcionan entre ocho a diez plantas por lo que esta probada para producir.

DESCRIPCION DE EQUIPOS

- REACTOR: Un reactor químico es un equipo en cuyo interior tiene lugar una reacción química, diseñado para maximizar la conversión y la selectividad de esa reacción con el menor coste posible. Si la reacción química es catalizada por una enzima purificada o por el organismo que la contiene, se habla de biorreactores. El diseño de un reactor químico requiere conocimientos de termodinámica, cinética química, transferencia de masa y energía, mecánica de fluidos y tener en cuenta los costos.
- DESTILADOR: es un elemento esencial utilizado en la destilación de mezclas líquidas para separar la mezcla en sus partes componentes o fracciones, en función de las diferencias en las volatilidades. Las columnas de fraccionamiento se utilizan en destilaciones de laboratorio a pequeña escala, así como para destilaciones industriales a gran escala.

- TERMOMETRO: funcionan según el principio de medición por dilatación de gas, por la expansión diferente de un bimetal o por expansión de un líquido y pueden medir temperaturas con rangos entre - 200 +700 ° C.
- QUEMADOR: son unos de los componentes principales de una caldera; utilizando un combustible, ya sea líquido o gaseoso, provocan una chispa que da origen a una flama, la cual permite obtener el calor necesario para iniciar una combustión.

DESCRIPCION DE MATERIALES

- 50.000 millones de goma en desuso
- 45.000 litros de aceite sucio
- 40.000 kilos de plásticos (bolsas nylon, botellas pet y otros)

gomas (neumáticos):

Los elastómeros o cauchos son materiales poliméricos cuyas dimensiones pueden variar según sea el tipo de esfuerzo al que son sometidos, volviendo a su forma cuando el esfuerzo se retira.

El caucho natural se extrae a partir del árbol Hevea Brasilienses que es un látex con partículas de caucho en suspensión. Después de un proceso de secado y de ahumado se utilizan diferentes productos. (castro, 2007)

aceite sucio:

Aceite usado es cualquier aceite que haya sido refinado del petróleo crudo o cualquier aceite sintético que haya sido usado y como resultado de tal uso esté contaminado con impurezas físicas o químicas. En términos sencillos: aceite usado es exactamente lo que su nombre implica, cualquier aceite proveniente de petróleo crudo o sintético que haya sido utilizado. Durante el uso normal del aceite, pueden mezclarse con éste impurezas tales como tierra, partículas de metal, agua, y productos químicos que afecten a la larga el rendimiento de dicho aceite. (Aguamarket, 2017)

plásticos (bolsas nylon, botellas pet y otros):

- LDPE (Polietileno de baja densidad)
  Al igual que el HDPE es muy seguro, lo podemos encontrar en bolsas y botellas para agua. Podemos reutilizarlo, sin embargo, no siempre es reciclable. (Inoquos, 2018)
- PET:
  Este es el plástico que podemos encontrar más comúnmente en envases de alimentos como botellas de agua, refrescos, jugos, aceites, etc. El PET es un material que se pude reciclar si se deposita en los contenedores adecuados. Inclusive podemos reutilizar una botella rellenándola si nos aseguramos de que esté bien limpia. (Inoquos, 2018)
- **PP(Polipropileno)**
  Su uso es muy frecuente en pajitas o popotes, envases de yogures y mantequilla.

Resiste al calor y sirve de barrera contra la humedad, la grasa y productos químicos. Es seguro reutilizarlo y también es reciclable. (Inoquos, 2018)

DESCRIPCION DEL PROCESO

paso1: Recolección del reciclado de plásticos y neumáticos en desuso

Paso 2: Cortar el material reciclado (plásticos, gomas, nylon)

Paso 3: Se pone el material reciclado en el reactor

Paso 4: Se da el proceso de pirolisis a una temperatura de 420 a 450 °C

Paso 5: Se da la conversión catalítica

Paso 6: Condensación, Sepacion

DESCRIPCION DE PRODUCTO Y MATERIA PRIMA

- Diesel: o Dísel, también denominado gasóleo o gasoil, es un hidrocarburo líquido de densidad sobre 850 kg/m³ (0,850 g/cm³@15°c), compuesto fundamentalmente por parafinas y utilizado principalmente como combustible en calefacción y en Motores Diésel

- la materia prima que se pudo obtener es el Diesel la calidad del combustible de ECOEARTH fue certificada por la agencia nacional de hidrocarburos (ANH) que aprobó su uso para fines industriales y en el transporte liviano y pesado.

BENEFICIOS:

- Reducción de desechos sólidos en las naturaleza
- Producción de combustible a bajo costo
- El proceso es sostenible y limpio
- Reducción de subvención de hidrocarburos a 0
- Generación de fuentes laborales

Generación de un nuevo mercado con respecto a desechos

ANEXO 5

MODELO DE FICHA DE LABORATORIO

Ficha de laboratorio

Prueba N°.	

I. MATERIALES Y/ EQUPOS A UTILIZAR.

Nro.	NOMBRE	CARACTERISTICAS

Reactivos a utilizar

Nro.	NOMBRE	CANTIDAD o PORCENTAJES

Tabla . Ficha de resultados

	REACTIVOS UTILIZADOS											
NRO. DE PRUEBA	AGUA DESTILADA	GLICERINA	PAPEL ALUMINIO	ACIDO ACETICO	METABISULFITO DE	PAPEL FILTRO	PECTINA	COLORANTES	ALMIDON DE CASCARA	ALMIDON DE CASCARA	VINAGRE	RESULTADOS OBTENIDOS
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												

ANEXO 7

MODELO DE ENCUESTAS REALIZADAS EN LA CIUDAD DE EL ALTO

UNIVERSIDA PUBLICA DE EL ALTO
INSTITUTO DE INVESTIGACION INGENIERIA DE GAS Y PETROQUIMICA

ENCUESTA

Nombre del encuestado: .....

Genero:	Masculino		**Edad**	
	Femenino		**Pais, Ciudad**	

1 Crees que es importante reciclar los platicos ¿Por qué?

.....

.....

2¿separan los envases de plásticos PET de la basura que se genera en su casa, en una bolsa especial?

a) Nunca	b).Pocas veces	c).Algunas veces	d).Casi siempre

3 ¿Cuantas bolsas desecha a la semana?	**0 a 2**	3 a 5	6 a 8	mayor a 8	

4. Los desechos de los envases plásticos perjudican su vida cotidiana?

Sí, me perjudican y causa mucha molestia
No, no me perjudica ni causa molestia
Sólo a veces. No me molesta mucho

5. ¿Usted cree que es importante y necesario el uso de los plásticos en su vida diaria?
¿Del 1 al 10 en que nivel considera usted la necesidad que tiene con los plásticos?

menos importante	1 2 3 4 5 6 7 8 9	más importante

6. ¿Cuál o cuáles son las razones por las que usted decide utilizar los materiales plásticos?

Por su precio económico	Por Facilidad de manejo	No conozco otras opciones
Por su disponibilidad Es lo que dan mayormente en los lugares de compras.		Otros:

7. En su opinión, ¿Quién tendría más culpa de que exista el problema de contaminación de residuos plásticos?

	Consumidor		Gobierno	Otros:
	Empresas		Todos	

8. ¿Utiliza bolsas reutilizadas o bolsas de tela o de otro material para sus compras?

	SI		NO

9. ¿Usted considera que gasta mucho dinero en bolsas plásticas?

	SI		NO

10. ¿Qué tipo de materiales plásticos utiliza principalmente?

Botellas plásticas	Platos plásticos	Cubiertos de plásticos	Ninguno
Bolsas plásticas	Vasos plásticos	Recipientes para alimentos (Tappers, empaques)	

11. ¿Qué hace usted con los plásticos que ya dejo de utilizar?

	Reciclar	Desecha directamente a la basura
	Reutilizar	Otros:

12. En caso de que reutilice. Qué tipos de plásticos reutiliza principalmente?

Botellas plásticas		Platos plásticos	Cubiertos de plásticos	Ninguno
Bolsas plásticas		Vasos plásticos	Todos	

13. ¿Sabía usted que existen los bioplásticos degradables (es decir se desintegran en poco tiempo y no estarían hechos a partir de petróleo)

	SI		NO

14. ¿Usted utiliza o alguna vez utilizo los plásticos biodegradables?

	Sí, muchas veces		Alguna ocasión	Otros:
	No, nunca		Pocas veces	

15. ¿Cuál sería el principal producto biodegradable que utilizaría?

Bolsas	Cubiertos	
Botellas	Preferiría no utilizar ningún producto biodegradable. Prefiero el tradicional	
Vasos	Otros:	

16. ¿Usted compraría bolsas o plásticos biodegradables hechos en Bolivia.

Sí, compraría las bioplásticos	No, prefiero seguir usando las bolsas tradicionales.	
Prefiero consumir ambas, el bioplástico y el plástico tradicional.		Otros:

17. ¿Usted cree que se pueda fabricar plásticos con desechos orgánicos?

	SI		NO	
Tal vez	No lo considero muy efectivo		No sabe/desconoce ese tema	

18. ¿A usted le gustaría utilizar las bolsas biodegradables sabiendo que ayudan a preservar el medio ambiente a pesar de que su valor sea elevado al del plástico normal?. Sí, no porqué?

.....

.....

19. Hasta qué monto estaría dispuesto a pagar por una bolsa plástica biodegradable si una bolsa plástica tradicional costará 50 centavos.

60 centavos	90 centavos					
70 centavos	No pagaría más del precio que de la bolsa plástica tradicional					
80 centavos	Otros:					

20. (opcional) Quisiera dar un aporte u opinión sobre el tema de Bioplásticos o el uso de plásticos. Su aporte sería incluido en el proyecto con su autoría citada.

.....

.....