



unl

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Unidad de Educación a Distancia y en Línea

Carrera de Agronegocios

Desarrollo de accesorios agrícolas a partir de plásticos reciclados para huertas caseras en el Centro de Investigación y Servicios de Análisis Químico CISAQ de la Universidad Nacional de Loja.

Trabajo de Integración Curricular
previo a la obtención del título de
Licenciada en Agronegocios.

AUTORA:

Alicia Isabel Gonza Tinizaray

DIRECTORA:

Ing. María José Valarezo Ulloa, PhD

Loja – Ecuador

2024

Certificación

Loja, 19 de noviembre del 2024

Ing. María José Valarezo Ulloa, PhD

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Desarrollo de accesorios agrícolas a partir de plásticos reciclados para huertas caseras en el Centro de Investigación y Servicios de Análisis Químico CISAQ de la Universidad Nacional de Loja**, de la autoría de la estudiante **Alicia Isabel Gonza Tinizaray**, con cédula de identidad Nro.**1900557776**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa

Ing. María José Valarezo Ulloa, PhD

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría.

Yo, **Alicia Isabel Gonza Tinizaray**, declaro ser autor/a del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido de este. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula de identidad: 1900557776

Fecha: 21 de noviembre del 2024

Correo electrónico: alicia.gonza@unl.edu.ec

Teléfono:0982953224

Carta de autorización por parte del autor/a, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.

Yo, **Alicia Isabel Gonza Tinizaray**, declaro ser autor/a del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Desarrollo de accesorios agrícolas a partir de plásticos reciclados para huertas caseras en el Centro de Investigación y Servicios de Análisis Químico CISAQ de la Universidad Nacional de Loja**, como requisito para optar por el título **de Licenciada en Agronegocios**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veintiún días del mes de noviembre del dos mil veinticuatro.

Firma:

Autor/a: Alicia Isabel Gonza Tinizaray

Cédula:1900557776

Dirección: Ciudad de Loja

Correo electrónico: alicia.gonza@unl.edu.ec

Teléfono: 0982953224

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Directora del Trabajo de Integración Curricular: Ing. María José Valarezo Ulloa, Ph

Dedicatoria

En primer lugar, dedico este logro alcanzado a mi Dios, por darme la fuerza para seguir en pie para lograr cumplir mi meta. A mis hijas Emily y Rafaela por ser mi mayor motivo de inspiración y alegría, ya que este logro es tanto mío como suyo, además que sepan que nunca es tarde para empezar y levantarse, espero ser ejemplo de superación y que con este trabajo recuerden siempre que los sueños son alcanzables si trabajan con amor y constancia. A mi esposo Jorge, gracias por tenerme paciencia en las largas noches de estudio, mis ausencias y sobre todo gracias por no dejar de creer en mí aquí el resultado de mi logro que también te pertenece. A mis padres, hermanas y hermanos por su amor y apoyo incondicional, me dado la fuerza para seguir adelante en cada paso de este viaje. A todos aquellos que han creído en mí y mi proyecto espero que este trabajo contribuya en mucho en un futuro.

Alicia Isabel Gonza Tinizaray

Agradecimiento

A mi tutor

Ing. María José Valarezo, por su paciencia, virtudes y constancia en este trabajo no lo hubiese logrado tan fácil. Usted formó parte importante de esta historia ya que con sus aportes profesionales logramos concluir con éxito este trabajo. Muchas gracias.

A los docentes

En especial a la Dra. Ruth Ortega, sus palabras fueron sabias, sus conocimientos rigurosos y precisos y a todos mis docentes que a lo largo del camino les debo mis conocimientos, gracias por ser gran profesionales y grandes ser humanos invaluable los llevaré conmigo siempre en mi transitar profesional.

A mis Padres

Por ser mis guías de vida, ya que a pesar de todo han estado presentes en mis sueños y esperanzas. Hoy que concluyo mis estudios les dedico a ustedes este logro, gracias por creer en mí los amo.

Alicia Isabel Gonza Tinizaray

Índice de contenidos

| | |
|---|------------|
| Portada | i |
| Certificación | ii |
| Autoría | iii |
| Carta de autorización | iv |
| Dedicatoria | v |
| Agradecimiento | vi |
| Índice de contenidos | vii |
| Índice de tablas..... | x |
| Índice de Figuras..... | x |
| Índice de anexos..... | xi |
| 1. Título | 1 |
| 2. Resumen | 2 |
| Abstract..... | 3 |
| 3. Introducción | 4 |
| 4. Marco teórico | 6 |
| 4.1 Los Plásticos origen y evolución..... | 6 |
| 4.1.1. Origen..... | 6 |
| 4.1.2 Evolución..... | 6 |
| 4.2 Tipos de plásticos..... | 7 |
| 4.3 Termoestables y termoplásticos..... | 9 |
| 4.3.1 Termoestables..... | 9 |
| 4.3.2 Termoplásticos..... | 10 |
| 4.4 Procesamiento de los plásticos..... | 10 |
| 4.5 Contaminación del plástico..... | 13 |
| 4.5.1 Suelo..... | 14 |
| 4.5.2 Mar..... | 14 |
| 4.5.3 Aire..... | 14 |

| | |
|--|-----------|
| 4.6 Tipos de reciclaje | 14 |
| 4.6.1 Reciclado mecánico | 15 |
| 4.6.2 Reciclado Químico | 16 |
| 4.7 Investigaciones Realizadas..... | 16 |
| 5. Metodología..... | 18 |
| 5.1 Ubicación de la investigación | 18 |
| 5.2 Método | 18 |
| 5.2.1 Método experimental..... | 18 |
| 5.2.2 Método cuantitativo | 18 |
| 5.2.3 Método estadístico | 18 |
| 5.3 Enfoque de la investigación | 19 |
| 5.4 Tipo de la investigación | 19 |
| 5.5 Técnicas..... | 19 |
| 5.5.1 Observación | 19 |
| 5.5.2 Fichaje | 19 |
| 5.6 Unidad Experimental | 19 |
| 5.7 Variables de estudio | 20 |
| 5.7.1 Variable Independiente | 20 |
| 5.7.2. Variables dependientes | 20 |
| 5.8 Operacionalización de variables | 20 |
| 5.9 Duración de la investigación..... | 20 |
| 5.10 Manejo del experimento..... | 20 |
| 5.10.1 Metodología para el primer objetivo | 21 |
| 5.11.2 Metodología para el segundo objetivo..... | 25 |
| c) Contenido de humedad (H)..... | 27 |
| d) Densidad (ρ) | 28 |

| | |
|---|-----------|
| 5.12.3 Metodología para el tercer objetivo. Determinar el costo-beneficio de los accesorios agrícolas (cercos), elaborados a partir de los plásticos reciclados | 28 |
| 6. Resultados | 29 |
| 6.1 Resultados del primer objetivo..... | 29 |
| 6.2 Resultados del segundo objetivo..... | 29 |
| 6.2.1 Elaboración de probetas para análisis físico mediante la técnica de extrusión. | 30 |
| 6.2.3 Compresión | 31 |
| 6.2.4 Flexión | 32 |
| 6.2.5 Diseño de accesorios y elaboración de accesorios | 32 |
| 6.3 Resultados para el tercer objetivo | 34 |
| 7. Discusión | 36 |
| 8. Conclusiones | 38 |
| 9. Recomendaciones | 39 |
| 10. Referencias | 40 |
| 11. Anexos | 43 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Tipos de plásticos y descripción..... | 8 |
| Tabla 2. Procesamiento de termoplásticos y termoestables | 11 |
| Tabla 3. Proporciones realizadas por cada variable de estudio | 19 |
| Tabla 4. Variables de Compresión, flexión, absorción de agua, humedad y densidad | 20 |
| Tabla 5. Ficha de registro del negocio | 23 |
| Tabla 6. Proporciones para cada probeta..... | 30 |
| Tabla 7. Cálculos de absorción, contenido de humedad y densidad | 31 |
| Tabla 8. Resultados de la compresión | 32 |
| Tabla 9. Resultados de la flexión | 32 |
| Tabla 10. Relación costos /beneficios | 35 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ubicación del desarrollo de la investigación. Obtenida de Google Maps..... | 18 |
| Figura 2. Flujograma de proceso del desarrollo investigativo | 21 |
| Figura 3. Recolección de plásticos del negocio | 22 |
| Figura 4. Almacenamiento de los plásticos..... | 22 |
| Figura 5. Lavado del Plástico PEAD. | 23 |
| Figura 6. Remojado de tapas plásticas | 23 |
| Figura 7. Clasificación de tapas por colores | 24 |
| Figura 8. Secado de tapas a temperatura ambiente | 24 |
| Figura 9. Trituración primaria del PEAD | 24 |
| Figura 10. Trituración del PEAD en partículas pequeña | 25 |
| Figura 11. Trituración del PP | 25 |
| Figura 12. Plástico triturado y clasificado por colores..... | 25 |
| Figura 13. Molde y diseño para prototipos de las probetas..... | 26 |
| Figura 14. Molde y diseño para prototipos de las probetas..... | 26 |
| Figura 15. Molde y diseño para prototipos de bloques | 26 |
| Figura 16. Diagrama de procesos para tratar el plástico reciclado | 29 |
| Figura 17. Probetas para la Compresión y Flexión | 30 |
| Figura 18. Probetas para la Densidad, Absorción y Contenido de Humedad..... | 30 |
| Figura 19. Molde cerco | 33 |
| Figura 20. Mezcla del plástico vertida del extrusor al molde | 33 |

| | |
|---|----|
| Figura 21. Plástico triturado puesto en molde..... | 33 |
| Figura 22. Acabado final del cerco | 34 |

Índice de anexos

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Cálculos de densidad, absorción de agua, contenido de humedad..... | 43 |
| Anexo 2. Cálculos de absorción de agua | 44 |
| Anexo 3. Cálculos de contenido de humedad | 45 |
| Anexo 4. Cálculos de densidad | 46 |
| Anexo 5. Cálculos de capacidad instalada y utilizada | 47 |
| Anexo 6. Cálculos de inversión de activos diferidos | 50 |
| Anexo 7. Cálculos de inversión de activos circulantes | 51 |
| Anexo 8. Resumen total de inversión | 54 |
| Anexo 9. Presupuesto proformado de costos y gastos | 55 |
| Anexo 10. Determinación de costos | 58 |

1. Título

Desarrollo de accesorios agrícolas a partir de plásticos reciclados para huertas caseras en el Centro de Investigación y Servicios de Análisis Químico CISAQ de la Universidad Nacional de Loja

2. Resumen

El presente trabajo de investigación fue de tipo experimental-descriptivos sobre el desarrollo de accesorios agrícolas a partir de plástico reciclado para huertas caseras se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Servicios de Análisis Químicos (CISAC) de la Universidad Nacional de Loja. Mediante diseños y desarrollo de los accesorios agrícolas de dos tipos de plásticos reciclados tipo polipropileno (PP) y polietileno de alta densidad (PEAD). Los plásticos se recolectaron, clasificaron, lavaron, secaron y trituraron; A partir de ellos, se elaboraron probetas por el medio del método de extrusión y se evaluó su comportamiento fisicoquímico. Las variables analizadas fueron densidad, contenido de humedad, absorción de agua, compresión y flexión. Se evaluaron diferentes proporciones entre %PP - %PEAD. Además, se determinó el costo-beneficio del proceso de elaboración de accesorios agrícolas. Como resultados se logró realizar todo el proceso mecánico para la obtención de 45 probetas para análisis de compresión, flexión, densidad, absorción y contenido de humedad resultando mejor la proporción 75% de PP y 25% de PEAD con un promedio de 40,65 para compresión; valores de 40,39; 78,35; 62,04 en condiciones de ambiente, calor y frío para flexión; promedio de 543,83 g/cm³ para densidad; un valor de 0,135 para absorción y para contenido de humedad valor de 1; y asimismo se diseñaron y elaboraron accesorios como cercos. Por último, el costo-beneficio del proceso de elaboración de accesorios agrícolas genera una rentabilidad de \$0,14 centavos. Se concluye que este modelo de negocio puede ser adoptado de manera efectiva y amplia en el sector agrícola aprovechando los residuos plásticos que se generan.

Palabras clave: Accesorios agrícolas, polipropileno, polietileno de alta densidad, reciclaje

Abstract

This research work was experimental-descriptive on the development of agricultural accessories from recycled plastic for home gardens. It was carried out at the Center for Research and Chemical Analysis Services (CISAC) of the National University of Loja. Through designs and development of agricultural accessories from two types of recycled plastics such as polypropylene (PP) and high-density polyethylene (HDPE). The plastics were collected, classified, washed, dried, and crushed; From them, test tubes were made by means of the extrusion method and their physicochemical behavior was evaluated. The variables analyzed were density, moisture content, water absorption, compression and bending. Different proportions between %PP - %HDPE were evaluated. In addition, the cost-benefit of the process of making agricultural accessories was determined. As a result, the entire mechanical process was carried out to obtain 45 test tubes for compression, bending, density, absorption and moisture content analysis, resulting in the best proportion of 75% PP and 25% HDPE with an average of 40.65 for compression; values of 40.39; 78.35; 62.04 in ambient, hot and cold conditions for bending; average of 543.83 g/cm³ for density; a value of 0.135 for absorption and a value of 1 for moisture content; and accessories such as fences were also designed and manufactured. Finally, the cost-benefit of the process of manufacturing agricultural accessories generates a profitability of \$0.14 cents. It is concluded that this business model can be effectively and widely adopted in the agricultural sector by taking advantage of the plastic waste that is generated.

Key words: Agricultural accessories, polypropylene, high-density polyethylene, recycling

3. Introducción

El plástico juega un papel principal en la vida cotidiana, por su amplia gama de materiales sintéticos y semisintéticos los mismos que se utilizan para la fabricación de productos esenciales para el día a día, desde envases, ropa, insumos médicos, partes de vehículos y dispositivos electrónicos, estos mejoran significativamente la calidad de vida de una manera práctica y segura. El plástico proviene del griego “plastikos” que significa moldear o dar forma, estos materiales se funde y se moldean mediante procesos industriales para dar origen a varios productos como láminas, placas, tubos, botellas, cajas, fibras, entre otros (Ecoplas, 2020).

Según Ecoplas (2020), los plásticos se producen a partir de materias primas obtenidas de los recursos naturales, la mayoría provienen del petróleo y del gas natural. Cada año se producen en el mundo más de 400 millones de toneladas de plástico; por lo cual, un tercio de ellos se utiliza una vez y los mismos son desechados en océanos, ríos y lagos una cantidad de plástico equivalente a la carga de más de 2000 camiones de basura; como resultado el medio ambiente enfrenta graves amenazas de contaminación poniendo en riesgo la vida de todas las especies incluyendo la vida humana y amenazando así sostenibilidad ambiental (Mariscal et al., 2023).

Por lo tanto, surge la práctica del reciclaje en donde nos brinda la necesidad de solucionar los problemas ambientales que generan estos residuos. Según Rubiano, y otros, (2011), el reciclado de los plásticos actualmente está enmarcado en proyectos de desarrollo sostenible, en los cuales se busca: la conservación de nuestro medio ambiente, reducir o retardar el agotamiento de los recursos naturales, promover el uso de energías alternativas que poco impacten el medio ambiente y desarrollar conciencia, para que nuestra acción sobre la naturaleza genere un ambiente amable y amigable en nuestro entorno

Ante la inminente contaminación por los residuos plásticos, la importancia de esta investigación radica en la necesidad de diseñar accesorios agrícolas para los huertos domésticos. Esto ayudaría a descontaminar el ambiente y permitiría a los hogares producir alimentos sanos y seguros. Utilizar plásticos reciclados para construir cercas, pueden reducir significativamente la cantidad de residuos plásticos que acaban en los vertederos.

Esta investigación ofrece múltiples beneficios para el sector agrícola ya que, a través del reciclaje y transformación del plástico en accesorios, se promueve la práctica sostenible que ayuda a la reducción del impacto ambiental, así mismo esta actividad puede reducir los costos de producción ofreciendo a los agricultores productos económicos y accesibles.

Un estudio realizado por Ecuador "Zero Waste Alliance" confirmó que Estados Unidos es uno de los mayores países productores de residuos plásticos del mundo. Ecuador es el tercer país de América Latina que más residuos recibe según la investigación de Machado (2022), además aclara que entre 2020 y 2021 llegaron al país 12.791 toneladas de residuos plásticos desde Estados Unidos. Esta cifra sólo es superada por las 20,975 toneladas importadas por El Salvador y las 147,897 toneladas recibidas por México. Por lo tanto, el país importó 47.569 toneladas de plásticos en los años 2018 y 2021 por un monto que bordea los 19 millones de dólares, estos desechos importados sirven para la fabricación de envases, empaques y fundas y otros productos de un solo uso, los mismo que ahondan más en los problemas de contaminación ambiental.

Otro problema es que entre el 30% y 50% de la basura plástica importada llega mezclada con otros materiales que hacen imposible su reciclaje, por lo que se ha optado por enterrar directamente en botaderos y rellenos sanitarios del país causando aún más daño, tal cual lo explica María F. Soliz, coordinadora de la investigación. (Machado, 2022)

La presente investigación tuvo como objetivo general: diseñar y desarrollar accesorios agrícolas a partir de plásticos reciclados tipo polipropileno (PP) y polietileno de alta densidad (PEAD), que cumplan con normas calidad, en el Centro de Investigación y Servicios de Análisis Químico CISAQ de la Universidad Nacional de Loja. Así mismo los objetivos específicos que guiaron este estudio fueron: tratar el plástico reciclado tipo polipropileno (PP) y polietileno de alta densidad (PEAD), para la elaboración de accesorios agrícolas; diseñar y elaborar prototipos para accesorios agrícolas a partir del método de extrusión; y evaluar su comportamiento físico en base a la compresión, flexión, absorción de agua, humedad y densidad; y determinar el costo-beneficio del proceso de elaboración de accesorios agrícolas a partir de los plásticos reciclados.

El alcance de este estudio se centra en el desarrollo sostenible y la innovación en el campo agrícola mediante el reciclaje de plásticos, al dar el tratamiento adecuado a los tipos de plásticos utilizados en la presente investigación se busca no solo dar a conocer que se puede crear accesorios agrícolas, sino que también esto puede servir como un negocio rentable. También proporciona una base sólida para futuras investigaciones.

4. Marco teórico

4.1 Los Plásticos origen y evolución

4.1.1. Origen

Un plástico es un polímero, es decir, un material formado por la unión repetitiva de miles de átomos hasta formar moléculas de gran tamaño, conocidas como macromoléculas. Son compuestos orgánicos integrados principalmente de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, cloro, azufre, silicio y fósforo. Existen distintos tipos de polímeros: aquellos que están formados por un mismo monómero unido de manera repetitiva y los que están constituidos por dos o tres monómeros diferentes. Asimismo, dependiendo de estas características se obtendrán ramificaciones y un peso molecular del polímero para cada uno. Estos aspectos determinarán el uso final del plástico, por ejemplo, algunos podrían usarse en el área automotriz, otros en empaques, juguetes, etcétera. (Santillana, 2018)

El primer plástico se remonta a un torneo celebrado en 1860, donde los fabricantes estadounidenses de bolas de billar Phelan y Collander ofrecieron una recompensa de 10.000 dólares a cualquiera que pudiera encontrar un sustituto aceptable del marfil natural. Uno de los participantes fue el inventor estadounidense Wesley Hyatt, quien desarrolló un método para tratar a presión la piroxilina, una sustancia química baja en carbono pretratada con alcanfor y una pequeña cantidad del disolvente alcohólico nitrato de nitrocelulosa, obteniendo así un producto llamado celuloide, un producto maleable, barato con el mismo que se empezaron a fabricar distintos objetos como los magos de los cuchillos, armazones de lentes y películas cinematográficas, sin embargo, no fue hasta 1907 que se introdujeron los polímeros sintéticos. Leo Beckeland descubrió un compuesto de fenol y formaldehído, al que llamó "baquelita", y apareció en el mercado en 1909. Este material tiene una excelente resistencia mecánica, aislamiento eléctrico y resistencia a altas temperaturas. (Saucedo, 2017)

4.1.2 Evolución

Saucedo (2017) nos describe, que los avances en los primeros plásticos alentaron a los químicos y a la industria a buscar otras moléculas simples que pudieran unirse para formar polímeros. En la década de 1930, los químicos británicos descubrieron que el gas etileno se polimeriza bajo calor y presión para formar un material termoplástico al que llamaron polietileno (PE). El polipropileno (PP) apareció alrededor de los años 50.

Además, la sustitución de los átomos de hidrógeno del etileno por átomos de cloro produce cloruro de polivinilo (PVC), un plástico duro y resistente al fuego, especialmente adecuado para todo tipo de tuberías. Añadiendo diversos aditivos se pueden obtener materiales

más blandos como sustituto del caucho, utilizado a menudo en ropa, manteles, cortinas y juguetes impermeables. Un plástico similar al PVC es el politetrafluoroetileno (PTFE), comúnmente llamado teflón, que se utiliza en rodillos y sartenes antiadherentes.

Además, otro plástico desarrollado en Alemania en la década de 1930 fue el poliestireno (PS), un material muy transparente que se utiliza a menudo para fabricar gafas. El poliestireno expandido (EPS) es una espuma rígida blanca que se utiliza principalmente para embalaje y aislamiento. (Saucedo, 2017)

También en los años treinta del siglo pasado se creó el nailon, la primera fibra artificial. fue descubierto por Wallace Carothers, un químico que trabajaba para DuPont descubrió que dos sustancias químicas, la hexametildiamina y el ácido adípico, podían formar polímeros que podían bombearse a través de agujeros y al estirarse formar hilos que podían tejerse. Se utilizó por primera vez en la producción de paracaídas para las fuerzas armadas de EE. UU. durante la Segunda Guerra Mundial, antes de extenderse rápidamente a la industria textil, donde se utilizaba para fabricar calcetines y otros tejidos combinados de algodón o lana. Al nylon le siguen otras fibras sintéticas como el orlón y el acrilán. (Saucedo, 2017)

El uso de tereftalato de polietileno (PET) ha crecido rápidamente durante la última década, principalmente en envases de botellas y frascos, donde el material ha reemplazado al vidrio y al PVC en el mercado de envases. (Saucedo, 2017)

4.2 Tipos de plásticos

Palacios (2020), nos comenta que los materiales plásticos se pueden clasificar en términos generales como termofraguantes y termoplásticos. Los compuestos termofraguantes son formados mediante calor y con o sin presión, resultando un producto que es permanentemente duro. El calor ablanda primero al material, pero al añadirle más calor o sustancias químicas especiales, se endurecen por un cambio químico conocido como polimerización y no puede ser reblandecido. La polimerización es un proceso químico que da como resultado la formación de un nuevo compuesto. Los materiales termoplásticos son procesados principalmente por extrusión, termoformado y satinado.







Díaz (2013), deduce que los productos finales son sólidos, aunque en alguna etapa de su procesamiento son fluidos bastante fáciles de formar por aplicación de calor y presión. En forma final, los plásticos consisten en largas cadenas de moléculas o polímeros, que se obtienen a partir de bloques de moléculas o monómeros; por medio de catalizadores, calor y presión.

Juste (2020), nos menciona que existen diversas formas de clasificar los plásticos, pero primero hablaremos de los que tienen un símbolo de reciclaje con un número. Se trata del código de reciclaje de los plásticos, código de Identificación de Resinas o Código de

Identificación del Plástico de la SPI (Sociedad de Industrias de Plástico). Según este, aquí explicamos los diferentes tipos de plásticos y en la siguiente Tabla 1. describimos a continuación.

Tabla 1. Tipos de plásticos y descripción

| <i>Tipos de plásticos</i> | <i>Descripción</i> | <i>Imagen</i> | <i>Código</i> |
|---|---|--|---|
| PET (Tereftalato de Polietileno) | Este tipo de plástico es el tereftalato de polietileno, este es transparente y no transpira, este es uno de los más reciclados y se encuentran en las envolturas de plásticos, botellas plásticas, envases de alimentos. |  |  |
| PEAD o HD PE (polietileno de alta densidad) | Este plástico es llamado polietileno de alta densidad y se encuentra en productos como los tetrabriks, envases de alimentos, envases de productos cosméticos y algunas tuberías, |  |  |
| PVC (policloruro de vinilo). | Este plástico es conocido como policloruro de vinilo, se utilizan para hacer tuberías, canalones, cables, algunas botellas y garrafas, etc. Este resulta ser uno de los plásticos más peligrosos para la salud y el medio ambiente. |  |  |
| LDPE o PEBD (polietileno de baja densidad) | Este es llamado polietileno de alta densidad, es un plástico reciclable se usa en bolsas de basura, papel de cocina transparente o filme, botellas de plástico blando, etc. |  |  |

| | | | |
|--------------------------|---|--|---|
| PP (polipropileno) | Este plástico es el polipropileno, está muy presente en la construcción y la industria automovilística, pero también en pajillas para beber y las tapas y los tapones plásticos de algunos envases. |  |  |
| PS (poliestireno) | Este tipo de plástico se llama poliestireno a este lo encontramos en algunos juguetes, cubiertos y corcho blanco el cual es utilizado para empacar y proteger productos electrónicos |  |  |
| Otros tipos de plásticos | Este tipo de plásticos es la que engloba el conjunto de plásticos no reciclables, este no se recicla por el simple hecho que suelen ser mezcla de algunos anteriores tipos de los anteriores mencionados, son muy útiles para realizar manualidades y aprovechamiento |  |  |

Nota: (Juste, 2020). *Tipos de plásticos*

4.3 Termoestables y termoplásticos

4.3.1 Termoestables

Son llamados también termofijos, estos al ser calentados no sufren deformaciones y una vez que estos polímeros adquieren su rigidez no pueden volverse a trabajar, además estos siempre se presentan en forma líquida, más o menos viscosa (resina) y al añadirles catalizadores se efectúa el proceso de proliferación lo que produce el endurecimiento de la resina en una

forma irreversible; insolubles para la mayoría de los solventes, encuentran aplicaciones en entornos de mucho calor, pues como se menciona anteriormente no se pueden ablandar y se carbonizan a altas temperaturas (Palacios, 2020).

Palacios (2020), nos comenta que según su componente principal y características se los polímeros se clasifican en:

Resinas fenólicas

Resinas de poliéster

Resina epoxicas

Poliuretano

Resina de Melamina

4.3.2 Termoplásticos

Palacios (2020) indica que las resinas termoplásticas son fácilmente conformables al aplicarles temperatura y presión, entre los métodos más usados para su manufactura se encuentran la inyección, extrusión, soplado y termoformado. La temperatura máxima de trabajo para los productos moldeados es bastante más baja que la temperatura de ablandamiento o de fusión, usualmente alrededor de la mitad de la temperatura de fusión correspondiente. Variaciones en los esfuerzos mecánicos o condiciones ambientales pueden reducir los márgenes de resistencia del material. Otra característica de estos materiales es su tendencia a absorber agua, ya sea del ambiente o por inmersión. En general, los termoplásticos se pueden clasificar con referencia a su arreglo molecular, lo cual influye en su proceso de fusión, solidificación, y puede determinar las propiedades físicas y mecánicas.

Además, según Juste (2020), que debido al comportamiento químico, los termoplásticos se reciclan por el proceso mecánico y son los siguientes.

Policloruro de vinilo

Polietileno

Polipropileno

Polietileno

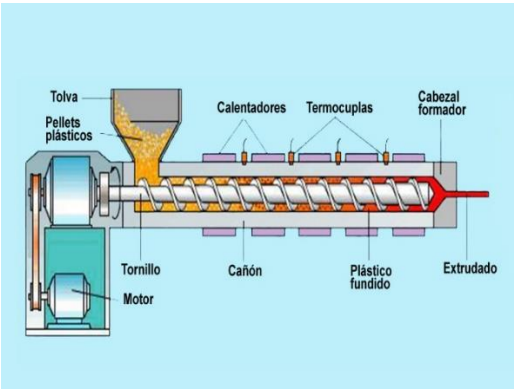
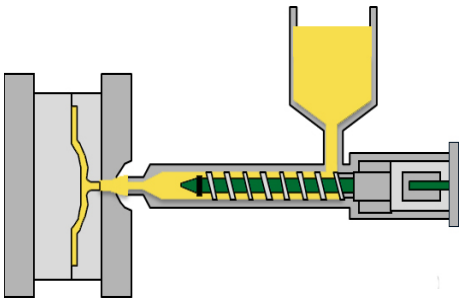
Policarbonato

4.4 Procesamiento de los plásticos

Se denomina procesamiento de polímeros a la obtención de objetos útiles o productos de interés a partir de materiales poliméricos, en la Tabla 2. se revisarán las más importantes tecnologías para el procesamiento. Los termoplásticos representan aproximadamente el 90% de todos los polímeros producidos en el mundo y durante su procesamiento no cambian la estructura molecular del polímero, salvo que ocurra la degradación por elevadas temperaturas

o por esfuerzo de corte, por otro lado los termoestables se fabrican por curado in situ, y esto no se pueden por ningún motivo recuperar para posteriores procesos de transformación, esto es porque existen uniones químicas de ratificación sobre las cadenas poliméricas originales.. (Meira & Gugliotta, 2019)

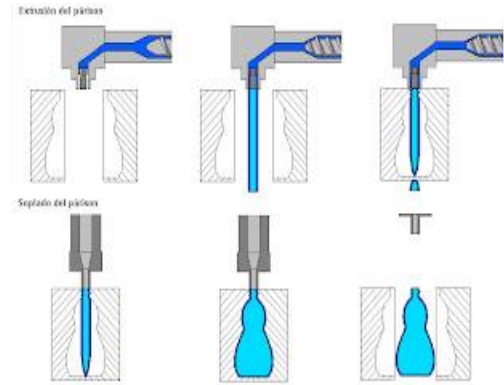
Tabla 2. *Procesamiento de termoplásticos y termoestables*

| Métodos De Procesamientos | Descripción | Figura |
|--------------------------------------|---|--|
| Extrusión por empuje | <p>El proceso de extrusión se utiliza ampliamente en la industria de plásticos para la producción en continuo de piezas con sección constante de materiales termoplásticos (y algunos termoestables). Se utiliza también para recubrimiento de superficies y en el moldeo por soplado y termoconformado para la obtención de las preformas.</p> <p>Consiste en obligar a un material fundido a pasar a través de una boquilla o matriz que tiene la forma adecuada, para obtener el diseño deseado. El equipo debe ser capaz de proporcionar sobre el material suficiente presión de una forma continua, uniforme y reblandecer y acondicionar el material de forma que pueda ser extruido. Para ello, se requiere de una máquina compuesta de un cilindro y un husillo o tornillo de plastificación que gira dentro del cilindro, como se muestra en la Figura 2.1</p> |  |
| Inyección | <p>El moldeo por inyección es, quizás, el método de moldeo más característico de la industria de plásticos. Consiste básicamente en fundir un material plástico en condiciones adecuadas e introducirlo a presión en las cavidades de un molde donde se enfría hasta una temperatura apta para que las piezas puedan ser extraídas</p> |  |

sin deformarse como se muestra en la Figura 2.3

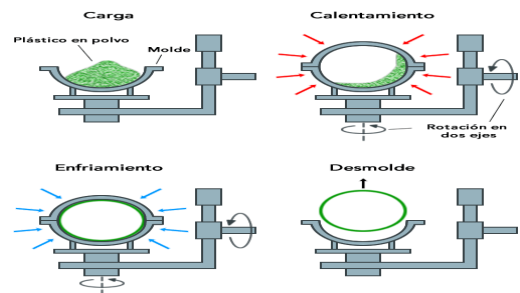
Moldeo por soplado

Mediante el proceso de soplado pueden fabricarse cuerpos huecos como son depósitos de combustibles, bidones, tablas de surf, depósitos de aceite de calefacción y botellas. El proceso consiste básicamente en insuflar aire en una preforma tubular fundida que se encuentra en el interior del molde. Se emplea exclusivamente con materiales termoplásticos. Para ello son necesarias dos piezas fundamentales: una extrusora o una inyectora con la que preparar la preforma y una unidad de soplado el proceso de soplado se indica en la Figura 2.4



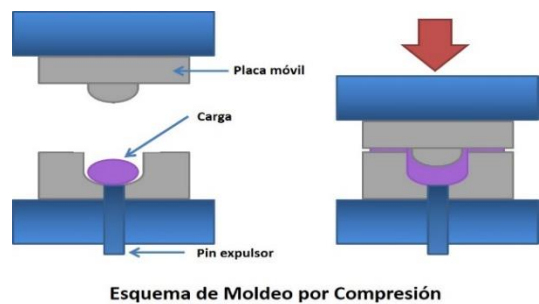
El moldeo rotacional o rotomoldeo es un método para transformar plásticos, que generalmente se encuentran en polvo o en forma de pasta líquida, para producir artículos huecos. En rotomoldeo, a diferencia de lo que ocurre en las demás técnicas de transformación, el calentamiento y enfriamiento del plástico tienen lugar en el interior de un molde en el que no se aplica presión como se muestra en la Figura 2.5

Moldeo Rotacional



Moldeo por Compresión

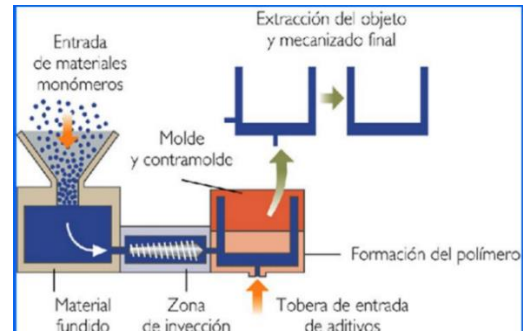
El moldeo por compresión se puede aplicar tanto a termoestables como a termoplásticos. Sin embargo, en el último caso este procedimiento es de poca utilidad (frente a los descritos anteriormente) por la necesidad del enfriamiento posterior del molde. En cambio, en los termoestables el ciclo de enfriamiento no se requiere porque la forma queda definida por las reacciones de entrecruzamiento que impiden que el material caliente fluya



como se muestra en la Figura 2.6

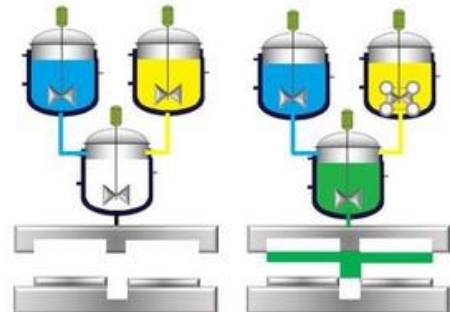
Moldeo por transferencia

El moldeo por transferencia es un proceso en el que se carga y mide la cantidad de material a emplear, antes que tenga lugar el proceso de moldeo. El material se precalienta y carga en una cámara y luego se emplea un émbolo (o pistón) para forzarlo hacia las cavidades del molde. A diferencia del moldeo por compresión, el llenado del molde a través del émbolo permite obtener mayores tolerancias dimensionales con menor impacto ambiental. Además, pueden emplearse mayores presiones que en el moldeo por inyección para el llenado del molde, y por lo tanto se puede partir de un material más sólido como se muestra en la Figura 2.7



Moldeo por inyección reactiva

El RIM es una técnica que permite obtener (por inyección a baja presión) piezas de reactivos que se polimerizan en un molde. La técnica permite por ejemplo producir piezas rígidas como paragolpes de coche o espumas de poliuretano mediante el curado de polioles con isocianatos. La producción de piezas requiere de tiempos del procesamiento relativamente cortos, del orden del minuto, como se muestra en la Figura 2.8



Nota: (Meira & Gugliotta, 2019) (Beltran & Marcilla, 2012) Tecnología de los polímeros y materiales polímeros y procesos.

4.5 Contaminación del plástico

En la década de los 50 el plástico comienza a comercializar productos de la vida cotidiana a gran escala donde la humanidad tenía fe ciega en esta nueva tecnología que surgió, esperando así resolver todos los problemas, este producto reemplaza al acero en autos, al papel y vidrio en los embalajes y además a la lana, algodón en la ropa y a la madera en muebles, era muy preferido por su practicidad, durabilidad y conveniencia. A partir de los años 70 nace el

primer movimiento ambientalista, en vista que los residuos del plástico no se degradan , generando así conciencia sobre los costos ambientales, además esta basura plástica no es biodegradable esto significa que no hay organismos que transforman en materia orgánica, y tampoco permanece intacta en el tiempo, estos se van fragmentando, degradando y desintegrando por la acción de temperatura, los rayos UV, y el viento, hasta hacerse pequeños, a medida que ocurre este proceso siguen en el ambiente en forma de micro y nanopartículas. (Buteler, 2019)

Brianese (2021), nos menciona en su artículo; El impacto ambiental del plástico en la naturaleza que los plásticos provocan generan un gran efecto en medio ambiente y por ende lo desequilibran y su impacto se ve reflejado en la contaminación del suelo mar y aire los tres grandes territorios que desde la antigüedad todos los países han querido conquistar y hasta hoy en la actualidad los han hecho a base de contaminación lo que provocan pérdida de la biodiversidad, volviéndose en los últimos años más abundantes en todo el mundo, pero que sucede en la tierra, mar y aire.

4.5.1 Suelo

Cuando se dejan caer al suelo envases, bolsas o botellas de plástico, rápidamente se liberan sustancias tóxicas que perjudican su rendimiento. No sólo eso, sino que probablemente eventualmente se filtrarán a través del subsuelo, afectando el agua subterránea y los nutrientes del suelo. Como resultado, cualquier especie que se alimente de esa agua o de las plantas que crezcan en ella acabará sufriendo.

4.5.2 Mar

El daño causado por el plástico al medio marino es quizás el más evidente. Sin duda se han convertido en los vertederos de este material más grandes del mundo. Como resultado, muchos animales quedan enredados o incluso asfixiados por dichos desechos. Cuando el plástico entra en contacto con el agua libera compuestos altamente contaminantes y peligrosos como el BPA, que acaba con muchas especies marinas.

4.5.3 Aire

Si hablamos de cómo afecta el plástico al medio ambiente, especialmente al aire, tenemos que distinguir entre su producción y su combustión. Estas son las dos principales fuentes de contaminación ambiental. En ambos casos se liberan toxinas muy perjudiciales para nuestro medio ambiente y nuestra salud.

4.6 Tipos de reciclaje

Para reciclar plástico, primero hay que clasificarlo por resina. Es decir, se dividen en 7 categorías diferentes: PET, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS y la séptima categoría se denomina

“Otros”. Esta separación se produce porque las resinas que componen cada categoría de plástico termodinámicamente son incompatibles entre sí. A esto hay que sumar el trabajo de separar las fundas, que muchas veces no son del mismo material. No es el único poco práctico; durante el proceso de reciclaje, el plástico pierde algunas de sus propiedades originales, por lo que se deben añadir varios aditivos para restaurar su propiedad.

4.6.1 Reciclado mecánico

De acuerdo con Rubiano et al., (2011), comentan que es un proceso que consiste en someter el material a reciclar, a diferentes fases de transformación de forma, hasta obtener un producto final que pueda ser empleado por las industrias de la transformación del plástico. En este proceso no hay rompimiento de las macromoléculas, sino la aplicación de calor para el cambio de forma del material plástico.

Los pasos para el proceso son de forma manual y son los siguientes:

Limpieza: Proceso consistente en tomar los materiales plásticos recuperados, revisarlos y eliminar bolsas con cintas plásticas o pegantes, tintas de impresión, grasas o ganchos que puedan alterar drásticamente la calidad del producto.

Clasificación: Se separan manualmente, en lotes, los diferentes tipos de plásticos antes de transformarlos, almacenados y marcándose para su posterior procesamiento.

Lavado: Los productos plásticos a reciclar se lavan en grandes tanques con agua fría y detergentes o en agua caliente, para eliminar impurezas como tierra, grasa, detergentes, o cualquier otra impureza que se pueda eliminar por este medio.

Trituración: Manual o mecánicamente se procede a picar en tamaños lo suficientemente pequeños para su fácil manipulación y para lograr mayores densidades del material a procesar.

Aglutinado: Se toma el material ya picado y por medio de una cuchilla giratoria se friccionan los pedazos de material plástico entre sí para elevar su temperatura. Cuando se ha alcanzado una temperatura lo suficientemente alta, se introduce una pequeña cantidad de agua líquida a temperatura ambiente, la cual se mezcla rápidamente con el material plástico debido a la cuchilla giratoria, pero la alta temperatura hace que rápidamente se evapore el agua, lo que trae como consecuencia la formación de pequeños granos asimétricos fácilmente manipulables. Como esta presentación no es la adecuada para su manipulación industrial, se procede con la siguiente etapa.

Paletizado: Proceso consistente en la formación de granulado de material plástico. Para lograr esto, se utiliza una extrusora, la cual emplea como material de consumo, el previamente aglutinado. Aplicando presión y calor, se funde el material plástico en una cámara diseñada

para tal fin dentro de la cual se encuentra un tornillo, el cual facilita la fundición y el transporte del plástico fundido hasta una boquilla donde se da forma cilíndrica al material que sale de la boquilla, se enfría en un tanque de refrigeración, se estira el material por medio de un jalador rotatorio y se parte en trozos pequeños con una máquina picadora.

Conformado: consiste en someter a presión al material fundido para hacerlo pasar a través de una matriz. Las materias primas se introducen en forma sólida y en la máquina se funden, se homogenizan y conforman. Dentro de los diversos procesos, se pueden encontrar: Extrusión, Termoformado, Soplado, Inyección, Compresión, Transferencia, Calandrado.

4.6.2 Reciclado Químico

Rubiano et al., (2011) nos señala que consiste en la aplicación de calor y catalizadores a los materiales plásticos, con el fin de alterar la longitud de las cadenas moleculares que los componen, de tal forma que se obtengan moléculas más cortas para producir otros tipos de plásticos o combustibles. Algunas de las técnicas son: Pirólisis, Gasificación, Hidrogenación, Cracking, Disolventes.

4.7 Investigaciones Realizadas

El desarrollo de infraestructuras agrícolas a partir de plásticos reciclados para huertas caseras ha demostrado ser muy interesantes debido a que son muy beneficiosas y sostenibles para el medio ambiente; hay algunas investigaciones que abordan temas que tienen mucho en común como: la reducción de residuos plásticos, sostenibilidad y la seguridad alimentaria.

Méndez (2022) expone, Reciclaje de plásticos de uso agrícola, en esta investigación hace referencia que al existir una gran diversidad de materiales plásticos y se generan en altos volúmenes nace la importancia de analizar cómo es el tratamiento de los materiales plásticos y optando como alternativa como el reciclado y así mismo minimizar el impacto ambiental, además menciona que los plásticos han crecido rápidamente en el sector agrícola por lo que lograron el aumento de la producción y reducción de costos y los principales artículos empleados en la agricultura están hechos de diferentes materiales plásticos como: polietileno de baja densidad (LDPE), el cual es utilizado en películas para invernadero y acolchado están son muy beneficiosos porque protegen al cultivo de las condiciones ambientales además de insectos y plagas; el polietileno de alta densidad (HDPE), se utilizan contenedores para viveros o cintilla para riego y para el envase de plaguicida y pesticida; polipropileno (PP), también se utiliza para contenedores par viveros o cubiertas flotante y poliestireno en charolas para vivero, etc. El aprovechamiento de todos estos materiales recuperados dependerá de las etapas previas de separación, lavado y paletizado, así como de la preparación o reformulación de las mezclas de material reciclado con material virgen.

Sierra et al., (2013) quienes investigaron sobre la reutilización de plásticos agrícolas en la fabricación de bituminosas siguiendo la tecnología por vía seca, los mismos que le dan una valorización de los residuos plásticos procedentes de la agricultura , además constituye una posibilidad de contribuir a solucionar el problema ambientales, y con el objetivo de mejorar el betún, utilizado para el pavimentación de carreteras, es decir que se da mediante la incorporación del polímero durante la mezcla del árido y el betún obteniendo así una mezcla bituminosa con propiedades mejoradas.

Díaz & Caleño (2017), en su investigación hace referencia a la utilización de envases de plástico más conocidos como PET, donde estos después de utilizarlos son arrojados a la basura afectando así el entorno por lo que plantea el reciclaje de las mismas para la elaboración de huertas , ya que estos envase sirven como el trasplante de hortalizas a cultivar, sirviendo como cama para el sustrato, las mismas que se pueden acomodar en diferentes espacios de la vivienda como son las azoteas, jardines, paredes de patio entre otros, además resalta que es un material de bajo costo y de gran impacto ambiental, también comenta que este tipo de materiales ayuda a tener un mejor control de plagas, optimizando el resultado de los cultivos y por la calidad del material que es resistente a diferentes condiciones climáticas.

Urías & Ochoa (2020), el presente artículo analiza diversos ejemplos de huertos urbanos implementados como estrategia para incrementar la resiliencia en ciudades de África, Asia y América Latina, cada una con diferentes contextos económicos, sociales y climáticos con el objetivo de identificar prácticas que puedan ser replicables en contextos similar, además hace referencia que desde la resiliencia económica, social y ambiental los huertos urbanos han demostrado ser una estrategia viable para resolver el problema de la contaminación mediante el reciclaje.

5. Metodología

5.1 Ubicación de la investigación

El proyecto de investigación se desarrolló en el Centro de Investigación y servicios de análisis químico CISAQ de la Universidad Nacional de Loja, ubicado en el barrio la Argelia, ciudad de Loja, como se muestra en la Figura 1.

El trabajo de integración curricular es parte del proyecto de investigación “*Obtención de plástico biodegradable de poliácido láctico (PLA) a partir de desechos orgánicos 47DI-LAQ-2023*”



Figura 1. Ubicación del desarrollo de la investigación. Obtenida de Google Maps

5.2 Método

5.2.1 Método experimental

A través de este Método, se pudo tratar dos tipos de plástico como son el PP y el PEAD para obtener probetas con las características adecuadas que nos permitan elaborar accesorios agrícolas, por lo tanto, fue necesario realizar pruebas de análisis físicas.

5.2.2 Método cuantitativo

En este método se abordó datos de bases numéricas de las variables de estudio y así mismos la descripción de los elementos que se utilizaron para la realización de las probetas, con el propósito de seleccionar la mejor proporción para la elaboración de los accesorios agrícolas.

5.2.3 Método estadístico

5.2.3.1 Análisis estadístico descriptivo. Los resultados obtenidos de las variables se los analizan y se representan mediante tablas para una mejor descripción de los resultados obtenidos.

5.3 Enfoque de la investigación

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, el misma que nos permitirá abordar datos de naturaleza numérica como porcentajes y estadísticas sobre el objeto de estudio, el propósito y así se desarrollarán diversos procedimientos para alcanzar y cumplir con el objetivo.

5.4 Tipo de la investigación

La presente investigación fue de tipo experimental- descriptivo el mismo que nos permitió describir las variables de estudio y cada etapa desde el tratamiento de los plásticos hasta la obtención de los accesorios agrícolas.

5.5 Técnicas

5.5.1 Observación

Esta técnica permitió realizar visitas periódicas al laboratorio CISAQ, para visualizar y tomar nota de las acciones que se llevaron a cabo para las pruebas de los procesos desde el tratado hasta la obtención del producto terminado.

5.5.2 Fichaje

Mediante fichas realizadas en Excel se registraron pesos, tipos de plásticos, variables estudiadas y analizadas en el laboratorio y temperaturas de trabajo.

5.6 Unidad Experimental

Se realizó la mezcla de las diferentes proporciones del plástico (PP y PEAD), sometidas a una temperatura de 240 y 210°C a través de la técnica de extrusión, las proporciones se establecieron de acuerdo con las variables de estudio: Compresión, Flexión, Absorción de agua, humedad y densidad, posteriormente se fabricaron 45 prototipos según las especificaciones detalladas en la Tabla 3.

Tabla 3. Proporciones realizadas por cada variable de estudio

| <i>Proporciones</i> | <i>Plástico</i> | <i>Temperatura °C</i> | <i>Repeticiones</i> | <i>UE</i> |
|---------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|-----------|
| 100% | PP | 240-210 | 9 | |
| 75%:25% | PP:PEAD | 240-210 | 9 | |
| 50%:50% | PP:PEAD | 240-210 | 9 | 45 |
| 25%:75% | PP:PEAD | 240-210 | 9 | |
| 100°% | PEAD | 240-210 | 9 | |

5.7 Variables de estudio

5.7.1 Variable Independiente

Tipos de plástico

Temperatura

5.7.2. Variables dependientes

Se analizarán las siguientes variables dependientes estas son:

Compresión. - se trata cuando las fuerzas tratan de aplastar o comprimir un cuerpo.

Flexión. - la flexión significa que sobre un cuerpo actúan fuerzas que tienden a doblar el cuerpo

Absorción de agua y densidad - La absorción es un fenómeno físico que implica la difusión de masa en el que uno o más componentes de una mezcla gaseosa se disuelven en un líquido. No implica cambios químicos, por lo que es reversible y la densidad, es la relación entre el peso(masa) de una sustancia y el volumen que ocupa.

5.8 Operacionalización de variables

Se realizaron mezclas de diferentes proporciones del PP y PEAD, con tres repeticiones por cada proporción, posteriormente se analizaron 45 prototipos con el objetivo de analizar y evaluar las propiedades físicas de cada combinación, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Variables de Compresión, flexión, absorción de agua, humedad y densidad

| <i>PP (%)</i> | <i>PEAD (%)</i> | <i>Compresión</i> | <i>Flexión</i> | <i>Absorción de agua</i> | <i>Humedad</i> | <i>Densidad</i> |
|---------------|-----------------|-------------------|----------------|--------------------------|----------------|-----------------|
| 100 | 0 | | | | | |
| 75 | 25 | | | | | |
| 50 | 50 | | | | | |
| 25 | 75 | | | | | |
| 0 | 100 | | | | | |

5.9 Duración de la investigación

La investigación tuvo una duración de 12 semanas, desde la recolección de la materia prima (plásticos) hasta la caracterización de los prototipos, el diseño y elaboración de accesorios

5.10 Manejo del experimento

En la siguiente Figura 2. representa las diferentes actividades que se llevaron a cabo durante el proceso del proyecto

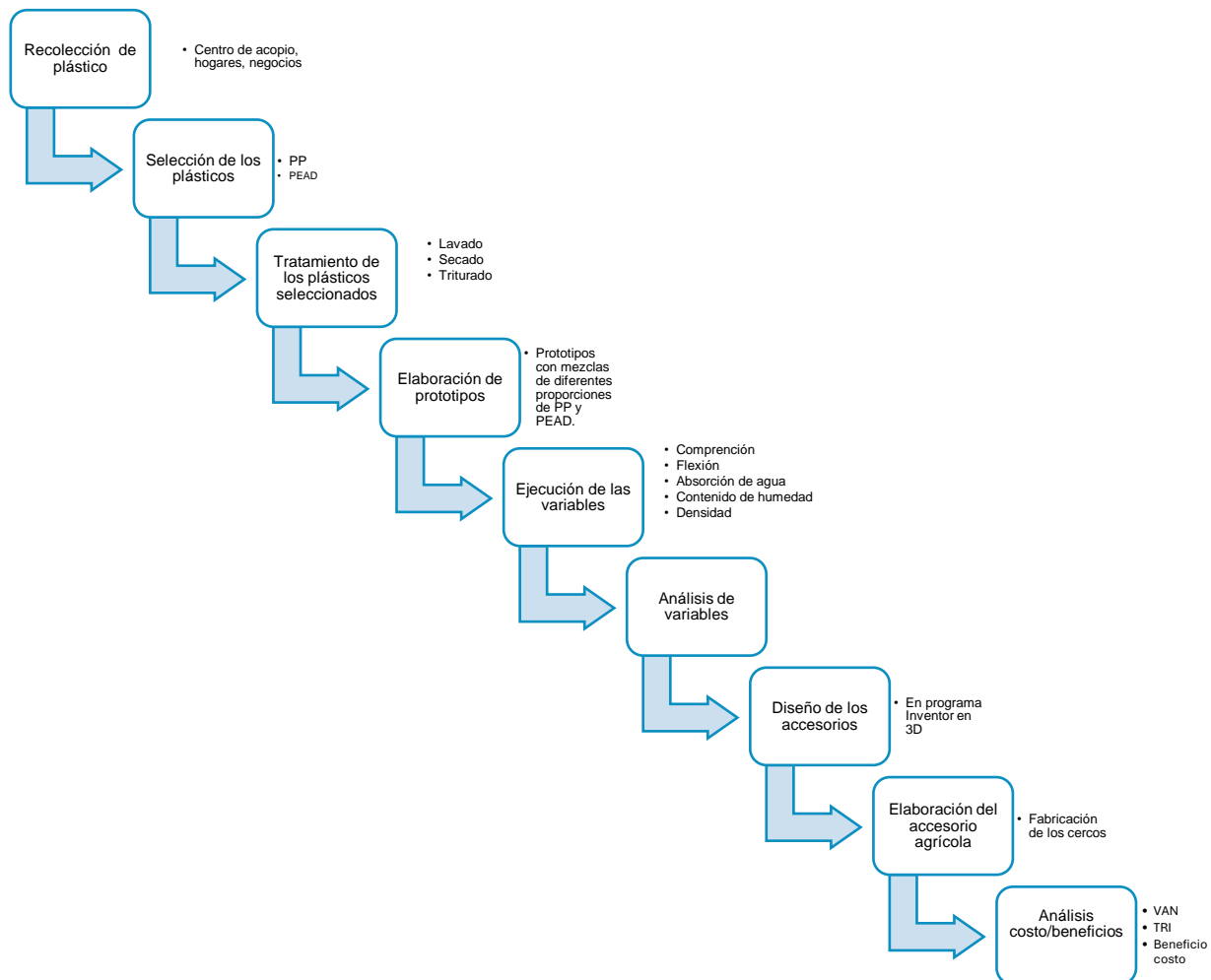


Figura 2. Flujograma de proceso del desarrollo investigativo

5.10.1 Metodología para el primer objetivo. Tratar el plástico reciclado tipo polipropileno (PP) y polietileno de alta densidad (PEAD), para la elaboración de accesorios agrícolas.

Para la elaboración de los accesorios agrícolas se realizaron las siguientes actividades

Actividad 1. Recolectar los desechos plásticos

Los plásticos se recolectaron durante tres semanas del negocio familiar y además de la planta de reciclaje del centro integral de manejo de residuos sólidos de la ciudad de Loja.

La recolección de plástico tipo polipropileno (tapas) se realizó en el Centro de Manejo Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Loja y el plástico tipo polietileno de alta densidad (bidones de aceite, galones de salsa de tomate) del negocio familiar, como se muestra en la Figura 3. El almacenamiento se realizó en el CISAQ, como se muestra en la Figura 4.



Figura 3. Recolección de plásticos del negocio



Figura 4. Almacenamiento de los plásticos

Actividad 2. Clasificar los desechos plásticos

La clasificación de los desechos plásticos se realizó mediante el Código de Identificación de Plásticos, un sistema establecido por la Sociedad de la Industria de Plásticos, este sistema se basa en el triángulo de Möbius, que incluye un número de identificación del 1 al 7. En este contexto, el polietileno de alta densidad (PEAD) se identificó con el número 2 y el polipropileno (PP) con el número 5. Además, se clasificaron las tapas según colores y tonalidades. Para registrar esta clasificación, se crearon fichas en Excel, como se muestra en la Tabla 5. Los materiales empleados en este proceso fueron:

Mascarilla

Guantes

Balanza

Tabla 5. Ficha de registro del negocio

| Tipo de Plástico | Semanas | | | | Total, de kg |
|------------------|---------|----|----|----|--------------|
| | kg | Kg | kg | kg | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| PP | 20 | 15 | 15 | 20 | 70kg |
| PEAD | 20 | 10 | 15 | 20 | 65kg |
| | | | | | 135 KG |
| | | | | | Total |

Actividad 3. Lavado de los plásticos

Para el lavado de las tapas se empleó una secuencia de detergente/agua y se dejó en reposo 48 horas previo al enjuague y para el lavado de los bidones y galones se empleó la misma secuencia con tiempo de reposo de una semana como se muestran en las Figuras 5 y 6.



Figura 5. Lavado del Plástico PEAD.



Figura 6. Remojado de tapas plásticas

Actividad 4. Clasificación

Para obtener una gama de colores de los prototipos finales se clasificaron las tapas por colores como se muestra en la en la Figura 7.



Figura 7. Clasificación de tapas por colores

Actividad 5. Secado del plástico

El exceso de agua de los plásticos tipo PP y PEAD se eliminó con ayuda de un colador. Posteriormente los plásticos se dispersaron sobre una superficie lisa y se dejaron secar a temperatura ambiente (23°C) en un periodo de 72 horas como se muestra en la Figura 8.



Figura 8. Secado de tapas a temperatura ambiente

Actividad 6. Triturado

Para el proceso de trituración se utilizó una máquina trituradora de aspas; los plásticos tipo PEAD (bidones de aceite y galones de salsa), tuvieron una trituración primaria para obtener láminas pequeñas como se muestra en la Figura 9., luego se colocaron en el triturador para la obtención final de pellets como se muestra en la Figura 10. El plástico tipo PP (tapas) se colocaron directamente para su trituración como resultado final se muestra en la Figura 11y 12. Tamaño de partícula de los plásticos fue de $\pm 0,1-0,5$ mm.



Figura 9. Trituración primaria del PEAD



Figura 10. Trituración del PEAD en partículas pequeña



Figura 11. Trituración del PP



Figura 12. Plástico triturado y clasificado por colores

5.11.2 Metodología para el segundo objetivo. Diseñar y elaborar prototipos para accesorios agrícolas a partir del método de extrusión; y evaluar su comportamiento físico en base a compresión, flexión, absorción de agua, humedad y densidad.

Actividad 1. Elaboración de probetas para análisis físicos de los materiales

Para evaluar los comportamientos físicos se utilizaron para la compresión bloques de 5cm por 5cm, para lo cual se utilizaron mezclas del PP y PEAD en proporciones diferentes las cuales fueron: 100% PP, 75% PP y 25% PEAD, 50%PP y 50% PEAD, 25%PP y 75%PEAD, 100%PEAD, estas combinaciones de plásticos se las trabajo en el extrusor en Temperatura uno(T1) en 240°C y Temperatura dos (T2) en 210°C, los moldes y diseño es muestra en la Figura 13.

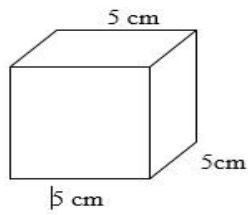


Figura 13. Molde y diseño para prototipos de las probetas

Para la evaluación de flexión, se utilizaron bloques de 10 cm por 10 cm con un grosor de 2 cm en diferentes proporciones de; 100% PP, 75% PP y 25% PEAD, 50%PP y 50% PEAD, 25%PP y 75%PEAD, 100%PEAD, estas combinaciones de plásticos se las trabajo en el extrusor en Temperatura uno(T1) en 240°C y Temperatura dos (T2) en 210°C, los moldes y diseño es muestra en la Figura 14.

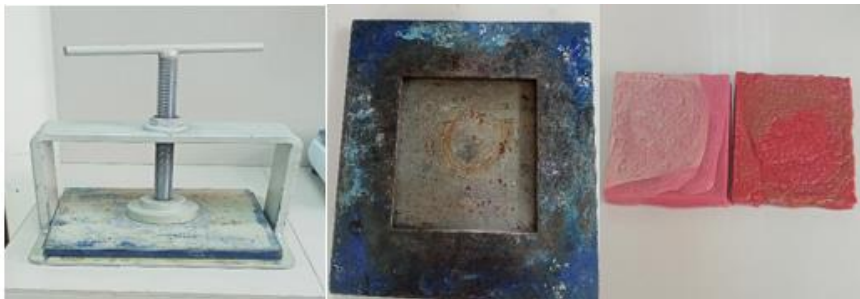


Figura 14. Molde y diseño para prototipos de las probetas

Para la evaluación de absorción y densidad bloques de 5cm por 5cm, para lo cual se utilizaron mezclas del PP y PEAD en proporciones diferentes las cuales fueron: 100% PP, 75% PP y 25% PEAD, 50%PP y 50% PEAD, 25%PP y 75%PEAD, 100%PEAD, estas combinaciones de plásticos se las trabajo en el extrusor en Temperatura uno(T1) en 240°C y Temperatura dos (T2) en 210°C, los moldes y diseño es muestra en la Figura 15.



Figura 15. Molde y diseño para prototipos de bloques

Actividad 2. Evaluar su comportamiento físico de las probetas

a) **Índice de absorción total de agua (AA).** El porcentaje de absorción de agua se midió a través de la NORMA NTE INEN 3066. Este método consiste en la impregnación con agua de la probeta (M_i), y luego la suspensión de esta en un recipiente con agua durante 24 horas. Se seca el agua superficial de la probeta y se toma su peso (M_s), posterior a esto, se coloca la probeta en la estufa a 100°C durante 24 horas y se vuelve a realizar la lectura del peso (M_d).

El índice de absorción de agua se expresa relacionando la diferencia del peso de la probeta saturada menos el peso de la probeta seca contra el peso de la probeta seca, expresado en porcentaje. Para calcular la absorción de agua se utiliza la siguiente fórmula.

$$AB (\%) = \frac{M_s - M_d}{M_s - M_i} \times 100$$

En dónde;

M_s es la masa de la unidad saturada (kg),

M_i es la masa de la unidad sumergida (kg),

M_d es la masa de la unidad seca al horno (kg).

b) **Resistencia a la flexión y carga de rotura a temperatura ambiente ($\pm 21^\circ\text{C}$), frío ($\pm 10^\circ\text{C}$) y calor ($\pm 30^\circ\text{C}$). (RF).** El ensayo de tracción por flexión consiste en la aplicación de una fuerza vertical (P) a una velocidad definida al centro de la muestra colocada horizontalmente sobre dos soportes (L) hasta llegar a la rotura de esta (F). La fórmula para obtener el valor de la resistencia a flexo tracción es la siguiente:

$$f = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Donde:

F= resistencia flexo Tracción (Mpa)

P= Carga de rotura (N)

L= luz entre soportes (mm)

b= ancho de la baldosa (mm)

h= espesor de la baldosa (mm)

c) **Contenido de humedad (H).**

Para calcular el contenido de humedad de la unidad entera al momento en que se determina la masa recibida (cuando se mide M_r) se utiliza la siguiente fórmula.

$$H (\%) = \frac{M_r - M_d}{M_s - M_d} \times 100$$

En dónde;

M_r es la masa de la unidad tal como se recibe (kg),

M_s es la masa de la unidad saturada (kg),

M_d es la masa de la unidad seca al horno (kg).

El cálculo anterior del contenido de humedad sólo es aplicable a la unidad entera al momento en que se determina la masa tal como se recibe, M_i .

d) Densidad (ρ)

Para calcular la densidad de la unidad seca al horno se utiliza la siguiente fórmula:

$$D \text{ (kg/m}^3\text{)} = M_d / M_s - M_i \times 1000$$

En dónde;

M_d es la masa de la unidad seca al horno (kg).

M_s es la masa de la unidad saturada (kg),

M_i es la masa de la unidad sumergida (kg)

Actividad 3. Diseño de los accesorios

Los modelos se diseñaron mediante una aplicación de software llamado Inventor, y molde será de aluminio fundido de 24x18x 1cm

Actividad 4. Elaboración de los accesorios

Para la elaboración se realiza mediante la técnica de extrusión y a través de horno eléctrico

Técnica de extrusión

Para la elaboración de los accesorios se utilizará un proceso de extrusión, que permite modelar y fundir el plástico a flujo constante de presión y fuerza. Para el proceso se utilizará un extrusor de tornillo sin fin, que consta de una tolva para el ingreso del material, un motor, un rotor, un cilindro o cañón, un tornillo sin fin de 100 cm de largo, un cabezal y una boquilla de diámetro variado. El proceso de calentamiento se realizará a través de dos resistencias eléctricas ubicadas al exterior del cañón, conocidos también como calefactores. Se establecerá un rango de temperaturas de trabajo entre 240°C y 210°C, tomando en cuenta la temperatura de fusión de ambos polímeros.

Horno eléctrico

Para la elaboración de los accesorios caseros, optamos por fundir mediante un horno eléctrico, gracias sus dos resistencias situadas tanto en la parte superior e inferior permiten transmitir el calor de afuera hacia dentro, obteniendo un plástico fácil moldear

5.12.3 Metodología para el tercer objetivo. Determinar el costo-beneficio de los accesorios agrícolas (cercos), elaborados a partir de los plásticos reciclados

Actividad 1. Costo- beneficio.

Estudios de análisis de costos-beneficio este es un proceso sumamente importante el cual nos permite evaluar los beneficios económicos y así determinar cuánto cuesta producir plásticos a partir del reciclaje de estos.

6. Resultados

En este capítulo se expresaran los resultados que se obtuvieron mediante las técnicas de observación directa y fichajes, las mismas que nos permitieron analizar las variables para dar cumplimiento al objetivo general propuesto que es “Diseñar y desarrollar accesorios agrícolas a partir de plásticos reciclados tipo polipropileno (PP) y polietileno de alta densidad (PEAD), que cumplan con normas calidad, en el Centro de Investigación y servicios de análisis químico CISAQ de la Universidad Nacional de Loja”. Estos resultados se presentan de acuerdo con el desarrollo de cada objetivo específico.

6.1 Resultados del primer objetivo. *Tratar el plástico reciclado tipo polipropileno (PP) y polietileno de alta densidad (PEAD), para la elaboración de accesorios agrícolas.*

En la Figura 16 se muestra el proceso de tratado del plástico reciclado tipo PP y PEAD. En el diagrama de proceso ; se empieza recolectando y almacenando toda la materia prima que se es posible, los lugares de recolección fueron de negocio familiar donde poseen el plástico tipo PEAD y desde Centro de residuos sólidos de la ciudad de Loja los PP, después se procede a lavar y a retirar toda clases de impurezas con agua y detergente, seguidamente se clasifican de acuerdo a su tipo y colores, y deja secar al ambiente durante 72 horas , después se realizó una trituración primaria de los plásticos de mayor tamaño para poder realizar una segunda trituración en molino eléctrico para obteniendo el plástico en forma de pallets.

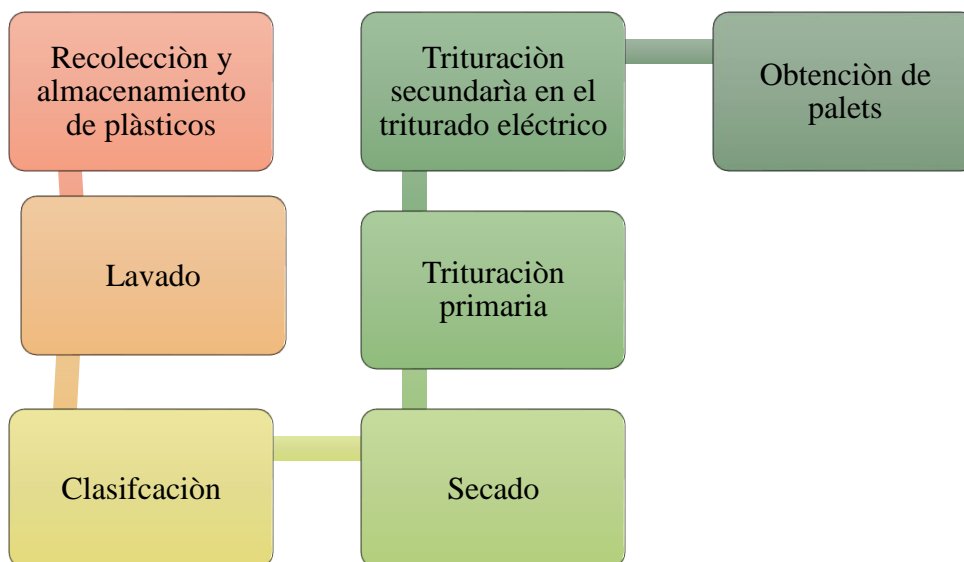


Figura 16. Diagrama de procesos para tratar el plástico reciclado

6.2 Resultados del segundo objetivo. Diseñar y elaborar prototipos para accesorios agrícolas a partir del método de extrusión; y evaluar su comportamiento físico en base a compresión y flexión, absorción de agua, humedad y densidad. Para dar cumplimiento con este objetivo se realizó los siguientes pasos.

6.2.1 Elaboración de probetas para análisis físico mediante la técnica de extrusión.

Se elaboraron 45 probetas para el análisis de cinco propiedades fisicoquímicas. Para determinar la Compresión, Flexión, se utilizaron probetas de 10x10 cm y para Densidad, Absorción y Contenido de Humedad, se emplearon probetas de 5x5 cm como se muestra en las Figuras 17, 18 y cada una se elaboró con las proporciones que se indica en la Tabla 6.



Figura 17. Probetas para la Compresión y Flexión



Figura 18. Probetas para la Densidad, Absorción y Contenido de Humedad

Tabla 6. Proporciones para cada probeta

| Proporciones | Plástico | Temperatura °C | Repeticiones | UE |
|--------------|----------|----------------|--------------|----|
| 100% | PP | 240-210 | 9 | |
| 75%:25% | PP/PEAD | 240-210 | 9 | |
| 50%:50% | PP/PEAD | 240-210 | 9 | 45 |
| 25%:75% | PP/PEAD | 240-210 | 9 | |
| 100°% | PEAD | 240-210 | 9 | |

6.2.2 Resultados para los análisis Densidad, Absorción y Contenido de Humedad

Se realizaron de acuerdo con la Norma INEN 3066 y el mismo que se describe en la Tabla 7: por lo tanto, podemos visualizar que la absorción de agua no es constante y muestra variaciones según las diferentes proporciones aunque en la mayoría son mínimas, se registra un aumento significativo en la proporción 4 (25% de PEAD y 75% de PP), mientras que el menor valor lo presenta la proporción 3 que contiene cantidades iguales de PEAD y PP, en cuanto al contenido de humedad es relativamente constante en todas las proporciones y la densidad varía significativamente entre las diferentes proporciones siendo mayor la proporción 4 que contiene

25% PEAD y 75% de PP y la menor cantidad lo presenta la proporción 3 que contiene 50% de PEAD y 50% de PP.

Tabla 7. Cálculos de absorción, contenido de humedad y densidad

| Proporción PEAD% | PP% | Repeticiones | Absorción (AB)%= $\frac{(Ms-Md)}{Md} * 100$ | Contenido de humedad (CH)%= $\frac{(Mr-Md)}{(Ms-Md)} * 100$ | Densidad (Kg/m3) = $\frac{Md}{(Ms-Mi)} * 1000$ | Densidad (g/cm3) | |
|------------------|-----|--------------|--|---|--|---------------------|--------|
| 1 | 100 | 0 | 1 | 0,103 | 1 | 121000 | 121,0 |
| | | | 2 | 0,103 | 1 | 484000 | 484,0 |
| | | | 3 | 0,106 | 1 | 945000 | 945,0 |
| 2 | 25 | 75 | 1 | 0,107 | 1 | 117250 | 117,25 |
| | | | 2 | 0,105 | 1 | 158333 | 158,33 |
| | | | 3 | 0,104 | 1 | 478500 | 478,5 |
| 3 | 50 | 50 | 1 | 0,103 | 0 | 243250 | 243,25 |
| | | | 2 | 0,099 | 1 | 0 | 0,00 |
| | | | 3 | 0,102 | 1 | 196400 | 196,4 |
| 4 | 25 | 75 | 1 | 0,103 | 1 | 162500 | 162,5 |
| | | | 2 | 0,201 | 1 | 497000 | 497,00 |
| | | | 3 | 0,103 | 1 | 972000 | 972,00 |
| 5 | 0 | 100 | 1 | 0,102 | 1 | 488500 | 488,5 |
| | | | 2 | 0,102 | 1 | 492500 | 492,5 |
| | | | 3 | 0,104 | 1 | 483000 | 483,00 |

6.2.3 Compresión

Como podemos observar que en la Tabla 8 se muestran los resultados que la mezcla de 2 tiene mayor resistencia a la compresión Mpa con un promedio 40,65, y además la mezcla 5 la cual tiene 100% de PEAD es menor la resistencia con un promedio 21,31, además se puede notar que a medida que se disminuye el PP la resistencia a la compresión también se disminuye, por lo tanto estos resultados sugieren que la adición del PEAD al PP puede mejorar la resistencia a la compresión hasta cierto punto, pero si agrega demasiado PEAD produce disminución de la resistencia.

Tabla 8. Resultados de la compresión

| Proporción | PP % | PEAD % | Resistencia a la compresión Mpa | | | Promedio |
|------------|------|--------|---------------------------------|-------|-------|----------|
| | | | Ambiente | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | 100 | 0 | 29,97 | 31,5 | 32,78 | 31,42 |
| 2 | 25 | 75 | 62,9 | 30,03 | 29,02 | 40,65 |
| 3 | 50 | 50 | 40,23 | 29,63 | 30,32 | 33,39 |
| 4 | 25 | 75 | 29,49 | 31,49 | 29,47 | 30,15 |
| 5 | 0 | 100 | 3,89 | 30,05 | 29,99 | 21,31 |

6.2.4 Flexión

La resistencia a la flexotracción aumenta cuando tiene más PEAD por lo tanto como se observa en la Tabla 9 en la mezcla 4 con 25% PP y 75% PEAD tiene mayor resistencia a la flexotracción en todas las condiciones, por lo tanto, se sugiere que la adición del PEAD en mayor cantidad que el PP mejora la resistencia.

Tabla 9. Resultados de la flexión

| Proporción | PP % | PEAD % | RF (Mpa) | | | | | | Promedio | | |
|------------|------|--------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|
| | | | Ambiente | | | Calor | | | Frio | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | Ambiente | Calor | Frio |
| 1 | 100 | 0 | 22,68 | 3,79 | 19,96 | 26,73 | 23,59 | 23,49 | 15,48 | 26,73 | 23,54 |
| 2 | 75 | 25 | 26,15 | 27,95 | 25,83 | 40,93 | 30,16 | 30,86 | 26,65 | 40,93 | 30,51 |
| 3 | 50 | 50 | 35,42 | 39,04 | 35,34 | 46,94 | 45,51 | 55,71 | 36,6 | 46,94 | 50,61 |
| 4 | 25 | 75 | 41,64 | 40,16 | 39,38 | 78,35 | 64,81 | 59,27 | 40,39 | 78,35 | 62,04 |
| 5 | 0 | 100 | 31,63 | 30,89 | 33,03 | 43,19 | 40,99 | 41,43 | 31,85 | 43,19 | 41,21 |

6.2.5 Diseño de accesorios y elaboración de accesorios

Para el diseño de los accesorios hemos realizado mediante un programa de software llamado Inventor, este programa ofrece herramientas específicas para el diseño mecánico 3D, de esta forma hemos diseñado los accesorios agrícolas (cercos), como se muestra en la Figura 19. Los materiales del molde son de aluminio fundido con las medidas de 24 x18 x1 cm.

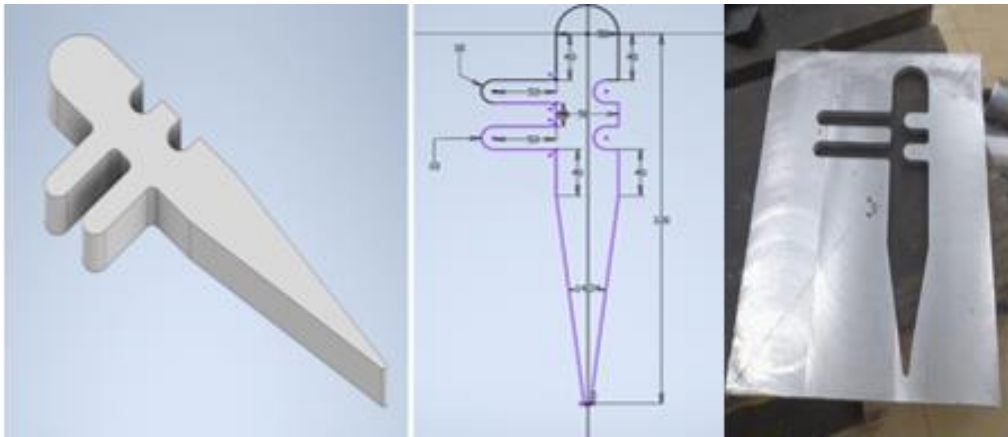


Figura 19. Molde cerco

6.2.6 Elaboración de accesorio

Los accesorios que se elaboraron son los cercos para jardines o huertas caseras este se lo realizó mediante la técnica de extrusión el mismo que nos permite transformar el plástico triturado en una mezcla homogénea la cual es vertida directamente en el molde como se muestra en la Figura 20. De la misma forma colocamos el plástico triturado en el molde y lo sometemos a una temperatura de 250°C en el horno eléctrico para darle forma y resistencia como se muestra en la Figura 21, como proceso final lo pulimos y retocamos para asegurar su calidad y durabilidad y como resultado final se muestra en la Figura 22.



Figura 20. Mezcla del plástico vertida del extrusor al molde



Figura 21. Plástico triturado puesto en molde



Figura 22. Acabado final del cerco

6.3 Resultados para el tercer objetivo

Determinar el costo-beneficio del proceso de elaboración de accesorios agrícolas a partir de los plásticos reciclados.

El proyecto refleja un desempeño financiero positivo durante los cinco años evaluados, con flujos de caja netos crecientes que sustentan su viabilidad económica. En el año 0 se realizó una inversión inicial de 4.208,49 USD, necesaria para poner en marcha las operaciones. A partir del primer año, los ingresos superan los costos y gastos operativos, generando flujos netos favorables, lo que indica una correcta planificación y eficiencia en la gestión. Para la evaluación del proyecto, se aplicó una tasa de descuento del 9%, que corresponde al rendimiento promedio que ofrece el mercado financiero nacional por depósitos a plazo fijo. Esto asegura que los flujos futuros sean comparables con las oportunidades de inversión alternativas disponibles en el mercado. El Valor Actual Neto (VAN), calculado con esta tasa, asciende a 900,63 USD, lo que indica que el proyecto no solo recupera la inversión inicial, sino que genera un valor adicional. Además, para la proyección de los costos y gastos se consideró una tasa de inflación del 1,37%, correspondiente al promedio de los últimos cinco años. Esta consideración garantiza que las proyecciones financieras sean coherentes con la realidad económica nacional, reduciendo el riesgo de subestimaciones y permitiendo tomar decisiones más fundamentadas. En términos de rentabilidad, la Tasa Interna de Retorno (TIR) alcanzó un 17%, superior a la tasa de descuento del 9%. Esto sugiere que el proyecto ofrece una rentabilidad mayor que las alternativas financieras disponibles, lo que lo hace atractivo para los inversionistas. La relación Beneficio/Costo, con un valor de 1,14, indica que por cada dólar invertido se genera una rentabilidad adicional de 0,14 centavos. Una ratio mayor a 1 confirma la eficiencia económica del proyecto y refuerza su viabilidad como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Relación costos /beneficios

Tasa de inflación 1.37%

| | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Inversión inicial | 4.208,49 | | | | -125,07 | |
| TOTAL INGRESOS | | 10.632,90 | 10.967,41 | 11.308,93 | 11.657,59 | 12.015,52 |
| (-) TOTAL COSTOS y GASTOS | | 9.666,28 | 9.792,33 | 9.920,11 | 10.049,65 | 10.180,95 |
| TOTAL FLUJO | -4.208,76 | 966,63 | 1.175,08 | 1.388,82 | 1.482,88 | 1.833,57 |

VAN= \$900.31 Siempre que sea mayor a uno se aprueba el proyecto

TIR = 17% Cuando sea mayor a la tasa de descuento se aprueba el proyecto

BENEFICIO COSTO= 1.14 Esto significa que por cada dólar invertido se obtendrá \$0,14 centavos de rentabilidad.

7. Discusión

Para el tratamiento del plástico reciclado de tipo polipropileno (PP) y polietileno de alta densidad (PEAD), para posteriormente elaborar accesorios agrícolas, fue necesario realizar todo el proceso necesario en este caso el procesamiento mecánico que incluye recolectar, separar, lavar, secar y triturar el plástico. Mediante el reciclaje mecánico los residuos plásticos son triturados, lavados, extruidos y paletizados para producir plásticos reciclados, este proceso permite reciclar repetidas veces, aunque con una pérdida progresiva de propiedades (Plastics Europe, 2022). De la misma manera Castro (2023) menciona que este reciclaje de forma mecánica permite una solución sostenible y eficiente logrando así buscar la calidad de los desechos como las materias primas a utilizar.

Luego del respectivo proceso mecánico y mediante el proceso de extrusión se logró la obtención de 45 probetas para análisis de compresión, flexión (probetas de 10x10), densidad, absorción y contenido de humedad (probetas de 5x5), estos análisis revelaron que, la proporción que presenta una mayor resistencia a la compresión Mpa, mayor absorción de agua, mayor contenido de humedad y mayor densidad es la de 75% de PP y 25% de PEAD, mientras que, por el contrario, la mezcla de 25% de PP y 75% de PEAD presenta menor resistencia a la compresión, pero mayor resistencia a la flexión en todas las condiciones (ambiente, calor, frío), el valor más bajo lo registra la proporción de 100% de PP. La proporción que presenta menos absorción, menor contenido de humedad y densidad es la de 50% de PEAD y 50% de PP. Además, se pudo cumplir con el diseño de accesorios agrícolas como cercos a través del método de extrusión.

En este sentido, Meza et al., (2022) señalan que “la extrusión es el proceso más importante de la obtención de formas plásticas en volumen de producción, es un proceso continuo donde el producto en estado líquido-viscoso es empujado a través de un dado que le proporciona la forma definitiva”. La mezcla en proporciones adecuadas del PP y PEAD reciclados, permite obtener materiales a bajo costo, mejorando sus propiedades mecánicas y durabilidad para reducir el impacto ambiental (Burga & Rosales , 2020).

Por otro lado, Córdova et al., (2010) en su estudio encontraron que el PP reciclado tiene un comportamiento de alta compresión lo que concuerda con los resultados encontrados en este estudio.

El costo-beneficio del proceso de elaboración de accesorios agrícolas a partir de los plásticos reciclados dio como resultados una rentabilidad de \$0,14 centavos debido a que los ingresos fueron mayores a los egresos, generando un retorno económico positivo, aunque

relativamente bajo. Sin embargo, el hecho de que la relación sea mayor a 1 indica que la inversión es rentable, lo que hace que la cadena de valor del plástico se convierta en una actividad productiva. En ese sentido, la demanda del plástico reciclado ha crecido en los últimos años, ya que ha permitido implementarlo en la fabricación de utensilios y otros elementos logrando conseguir múltiples beneficios como reducir en un 45% el consumo de energía, reducir la huella de carbono en un 40%, así mismo el costo de la materia prima en el mercado se reduce hasta en un 30%, lo que lo convierte en un negocio rentable (ASEPLAST, 2023). Así mismo en un estudio realizado por Gómez (2017) en Colombia acerca del reciclaje como modelo de negocio encontró como resultado que se obtiene una rentabilidad de 0,69 pesos colombianos, lo cual determina una ganancia.

En cuanto al método experimental utilizado en la presente investigación permitió realizar las respectivas pruebas para identificar las características requeridas de los prototipos, así mismo el método cuantitativo y estadístico sirvieron para analizar los datos numéricos, en general la metodología empleada permitió el cumplimiento de los objetivos propuestos.

De la misma manera este estudio ayudó a dar respuesta a cada una de las preguntas de investigación planteadas: ¿Cómo obtener accesorios agrícolas de los plásticos tipo polipropileno (PP) y polietileno de alta densidad (PEAD)?, a través de los procedimientos y análisis correspondientes para el adecuado tratamiento de estos plásticos se pudo obtener accesorios agrícolas, lo que indica que es posible su elaboración, dando respuesta también a la siguiente pregunta; ¿Es posible elaborar prototipos para accesorios agrícolas a partir del método de extrusión de plásticos reciclables; y evaluar su comportamiento físico en base a análisis de comprensión y flexión, ¿absorción de humedad y densidad?. Finalmente, se determina que la fabricación de accesorios agrícolas con plásticos reciclados si genera una rentabilidad lo que puede ser considerado como un negocio rentable, esta afirmación da como respuesta a la pregunta; ¿Es rentable la elaboración de accesorios agrícolas a partir de los plásticos reciclados como un modelo de negocios?

En resumen, los hallazgos encontrados son confiables debido a la efectividad de los métodos utilizados y sirven de referencia para futuras investigaciones.

8. Conclusiones

- En primer lugar, se logró tratar de manera adecuada el plástico reciclado de tipo polipropileno (PP) y polietileno de alta densidad (PEAD), con lo cual se puede verificar que estos materiales pueden ser reutilizados convenientemente para la elaboración de accesorios agrícolas, contribuyendo significativamente a la reducción de residuos plásticos convirtiéndolos en materiales útiles en el ámbito agrícola.
- Mediante el método de extrusión se diseñaron y elaboraron prototipos para accesorios agrícolas, logrando la obtención de probetas que sirvieron para el análisis de propiedades fisicoquímicas, que a través de la evaluación se determinó que la proporción de 75% de PP y 25% de PEAD mostró mayores valores en cuanto a resistencia a la compresión Mpa, absorción de agua, contenido de humedad y densidad, y la proporción 25% de PP y 75% de PEAD registró mayor valor para flexión, además se diseñaron y elaboraron cercos.
- Además, se concluye que, a través del análisis de la relación costo-beneficio del proceso de elaboración de accesorios agrícolas mediante el uso de plásticos reciclados se logró determinar que es rentable, lo que sugiere que este modelo de negocio puede ser adoptado de manera más amplia en el sector agrícola.

9. Recomendaciones

- Se recomienda realizar estudios donde se utilice otros tipos o combinaciones de plásticos reciclables para elaborar otro tipo de productos o que puedan mejorar las características de los accesorios agrícolas.
- Para próximas investigaciones se recomienda realizar pruebas de durabilidad a largo plazo en condiciones reales de uso de los accesorios agrícolas para evaluar su comportamiento con el tiempo, además se pueden implementar nuevos diseños de accesorios con la misma base material.
- Dado que el costo-beneficio es rentable se recomienda promover la utilización de plásticos reciclables como materia prima para la elaboración de variedad de accesorios agrícolas, lo que puede abrir nuevas oportunidades de mercado para productos sostenibles y viables en el aspecto económico.

10. Referencias

- ASEPLAST. (2023). *FORTALECIMIENTO DE LA CADENA DE RECICLAJE DE POLIESTIRENO Y POLIPROPILENO*". Obtenido de <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2024/01/4.-Informe-Componente-1-Clu%CC%81ster-Pla%CC%81sticos.pdf>
- Beltrán, M., & Marcilla, A. (2012). *Tecnología de los Polímeros*. España. Obtenido de https://books.google.co.ve/books?id=jxilUUn4_QAC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false
- Brianese, A. (2021). El impacto ambiental del plástico en la naturaleza. *Vitrubio Soluciones Ambientales*.
- Brianese, A. (2021). El impacto ambiental del plástico en la naturaleza. *Vitrubio*. Obtenido de <https://www.ambientevitrubio.com/post/el-impacto-ambiental-del-pl%C3%A1stico-en-la-naturaleza>
- Burga, T., & Rosales, W. (2020). Reutilización de desechos plásticos y fibra. *Universidad César Vallejo*. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60165/Burga_RTA-Rosales_RWA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Buteler, M. (2019). El problema del plástico. *Desde la Patagonia Difundiendo saberes*, 56-60. Obtenido de https://desdelapatagonia.uncoma.edu.ar/wp-content/uploads/2019/12/13.-Buteler_Revista-28.pdf
- Castro, Á. (2023). *¿Qué es y cómo funciona el reciclaje mecánico?* México: Plastics Technology México. Obtenido de <https://www.pt-mexico.com/articulos/que-es-y-como-funciona-el-reciclaje-mecanico-de-plasticos>
- Córdova, C., Mera, J., Martínez, D., & Rodríguez, J. (2010). APROVECHAMIENTO DE POLIPROPILENO Y POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD RECICLADOS, REFORZADOS CON FIBRA VEGETAL, TETERA (Stromanthe Stromathoides). *Revista Iberoamericana de Polímeros*. Obtenido de <https://reviberpol.org/wp-content/uploads/2019/07/2010-cordoba.pdf>
- Cornish, M. (1997). *El ABC de los plásticos*. México.
- Díaz, Á., & Caleño, A. (2017). *IMPLEMENTACIÓN DE HUERTAS CASERAS MEDIANTE LA REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS PLÁSTICAS (TIPO PET), DIRIGIDO A 15 FAMILIAS DEL MUNICIPIO DE CHAPARRAL TOLIMA A FIN DE MINIMIZAR SU*

- IMPACTO AMBIENTAL*. Ibague. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/13461>
- Díaz, F. (2013). CONFORMADO DE MATERIALES PLÁSTICOS CONFORMADO DE MATERIALES PLÁSTICO. *Universidad Nacional Autónoma de México*. Obtenido de http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m6/conformado%20de%20plasticos.pdf
- Ecoplas. (2020). Manual de los plásticos en la economía circular. *Ecoplas org*. Obtenido de <https://ecoplas.org.ar/site2020/wp-content/uploads/2021/05/Libro-digital-Manual-Economia-Circular-OK.pdf>
- Gómez, L. (2017). EL RECICLAJE DE PET, PEAD, PEBD, PS Y PP EN ESTIBAS PLÁSTICAS COMO MODELO DE NEGOCIO. *Universidad del Rosario*. Obtenido de <https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/e45ca6a4-33bd-4735-8c12-70a1f5ef1f29/content>
- Juste, I. (2020). Tipos de plástico. *Ecología Verde*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-plasticos-1732.html>
- Machado, J. (05 de 04 de 2022). Ecuador es el tercer país de la región que más basura plástica importa. *Primicias*.
- Meira, G., & Gugliotta, L. (2019). *Polímeros*. Argentina. Obtenido de <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/6570>
- Méndez, A. (2022). Reciclaje de plástico de uso agrícola. *Plastic Technology México*. Obtenido de <https://www.pt-mexico.com/articulos/reciclado-de-plasticos-de-uso-agricola>
- Meza, A., García, E., González, R., Sierra, R., Chávez, F., & Reyes, R. (2022). Diseño y construcción de extrusora de PET reciclado. *Conciencia Tecnológica*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/944/94472192003/94472192003.pdf>
- Palacios, I. (2020). *Plásticos*. México. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/tipos-de-plasticos-ipn/235973307>
- Plastics Europe. (2022). *LA ECONOMÍA CIRCULAR DE LOS PLÁSTICOS*. Obtenido de <https://plasticseurope.org/es/wp-content/uploads/sites/4/2023/03/PlasticsEurope-circularidad-2021.pdf>
- Rubiano, J., Pérez, M., Barrera, O., Orozco, W., Quesada, F., Diaz, M., & Gaviria, L. (2011). Manejo de los materiales plásticos reciclados y mejoramiento de sus propiedades. *Ingeniería Industrial*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/236383521.pdf>
- Santillana, M. (2018). Una vida de plástico. *Ciencia UNAN*. Obtenido de <https://ciencia.unam.mx/leer/766/una-vida-de-plastico>

- Saucedo, D. (2017). DESCUBRIMIENTO Y EVOLUCIÓN DE LOS PLÁSTICOS. *Academia*.
Obtenido de
https://www.academia.edu/34592585/DESCUBRIMIENTO_Y_EVOLUCI%C3%93N_DE_LOS_PL%C3%81STICOS
- Sierra, M., Partal, P., Hidalgo, M., & Torres, J. (2013). Reutilización de residuos plásticos agrícolas en la fabricación de mezclas bituminosas siguiendo la tecnología por vía seca. *Plastic Road*. Obtenido de
https://www.aopandalucia.es/inetfiles/agencia_innovacion_estructura/852018101124.pdf
- Urias, S., & Ochoa, J. (2020). Huertos urbanos como estrategia de resiliencia urbana en países en desarrollo. *Revista Científica Viviendas y Comunidades Sustentables*. Obtenido de
<https://www.redalyc.org/journal/6651/665170465004/html/>

11. Anexos

Anexo 1. Cálculos de densidad, absorción de agua, contenido de humedad

| Proporción | PEAD | PP | Repeticiones | Masa de la unidad tal como se recibe Mr(g) | Peso del agua expresada en gramos | Peso sumergido | Masa de la unidad sumergida Mi(g) | Masa de la unidad saturada (Ms) g | Masa de la unidad seca al horno (Md), g | Absorción (AB)%= (Ms-Md)/Md *100 | Contenido de humedad (CH)%= (Mr-Md)/(Ms-Md) *100 | Densidad (Kg/m ³) =(Md/(Ms-Mi)) *1000 | Densidad (g/cm ³) |
|------------|------|-----|--------------|--|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|--|--|---|-------------------------------|
| 1 | 100 | 0 | 1 | 96,9 | 221,3 | 318,2 | 97,7 | 96,90 | 96,8 | 0,103 | 1 | 121000 | 121,0 |
| | | | 2 | 96,9 | 221,2 | 318,1 | 97,1 | 96,9 | 96,8 | 0,103 | 1 | 484000 | 484,0 |
| | | | 3 | 94,6 | 220,7 | 315,3 | 94,7 | 94,6 | 94,5 | 0,106 | 1 | 945000 | 945,0 |
| 2 | 25 | 75 | 1 | 93,9 | 220,6 | 314,5 | 94,7 | 93,9 | 93,8 | 0,107 | 1 | 117250 | 117,25 |
| | | | 2 | 95,1 | 219,3 | 314,4 | 95,7 | 95,1 | 95 | 0,105 | 1 | 158333 | 158,33 |
| | | | 3 | 95,8 | 218,7 | 314,5 | 96 | 95,8 | 95,7 | 0,104 | 1 | 478500 | 478,5 |
| 3 | 50 | 50 | 1 | 97,3 | 292,5 | 389,8 | 97,8 | 97,4 | 97,3 | 0,103 | 0, | 243250 | 243,25 |
| | | | 2 | 100,9 | 291,8 | 392,7 | 100,1 | 100,9 | 100,8 | 0,099 | 1 | 0 | 0,00 |
| | | | 3 | 98,3 | 290,3 | 388,6 | 98,8 | 98,3 | 98,2 | 0,102 | 1 | 196400 | 196,4 |
| 4 | 25 | 75 | 1 | 97,6 | 289,4 | 387 | 98,2 | 97,6 | 97,5 | 0,103 | 1 | 162500 | 162,5 |
| | | | 2 | 99,6 | 288,5 | 388,1 | 99,8 | 99,6 | 99,4 | 0,201 | 1 | 497000 | 497,00 |
| | | | 3 | 97,3 | 317,1 | 414,4 | 97,4 | 97,3 | 97,2 | 0,103 | 1 | 972000 | 972,00 |
| 5 | 0 | 100 | 1 | 97,8 | 315,2 | 413 | 98 | 97,8 | 97,7 | 0,102 | 1 | 488500 | 488,5 |
| | | | 2 | 98,6 | 314,6 | 413,2 | 98,8 | 98,6 | 98,5 | 0,102 | 1 | 492500 | 492,5 |
| | | | 3 | 96,7 | 314,4 | 411,1 | 96,9 | 96,7 | 96,6 | 0,104 | 1 | 483000 | 483,00 |

Anexo 2. Cálculos de absorción de agua

| Proporción | PEAD | PP | Repeticiones | Masa de la unidad tal como se recibe Mr(g) | Peso del agua expresada en gramos | Peso sumergido | Masa de la unidad saturada (Ms) g | Masa de la unidad seca al horno (Md), g | Absorción (AB)%=$\frac{(Ms-Md)}{Md} \cdot 100$ |
|-------------------|-------------|-----------|---------------------|---|--|-----------------------|--|--|--|
| 1 | 100 | 0 | 1 | 96,9 | 221,3 | 318,2 | 96,90 | 96,8 | 0,103 |
| | | | 2 | 96,9 | 221,2 | 318,1 | 96,9 | 96,8 | 0,103 |
| | | | 3 | 94,6 | 220,7 | 315,3 | 94,6 | 94,5 | 0,106 |
| 2 | 25 | 75 | 1 | 93,9 | 220,6 | 314,5 | 93,9 | 93,8 | 0,107 |
| | | | 2 | 95,1 | 219,3 | 314,4 | 95,1 | 95 | 0,105 |
| | | | 3 | 95,8 | 218,7 | 314,5 | 95,8 | 95,7 | 0,104 |
| 3 | 50 | 50 | 1 | 97,3 | 292,5 | 389,8 | 97,4 | 97,3 | 0,103 |
| | | | 2 | 100,9 | 291,8 | 392,7 | 100,9 | 100,8 | 0,099 |
| | | | 3 | 98,3 | 290,3 | 388,6 | 98,3 | 98,2 | 0,102 |
| 4 | 25 | 75 | 1 | 97,6 | 289,4 | 387 | 97,6 | 97,5 | 0,103 |
| | | | 2 | 99,6 | 288,5 | 388,1 | 99,6 | 99,4 | 0,201 |
| | | | 3 | 97,3 | 317,1 | 414,4 | 97,3 | 97,2 | 0,103 |
| 5 | 0 | 100 | 1 | 97,8 | 315,2 | 413 | 97,8 | 97,7 | 0,102 |
| | | | 2 | 98,6 | 314,6 | 413,2 | 98,6 | 98,5 | 0,102 |
| | | | 3 | 96,7 | 314,4 | 411,1 | 96,7 | 96,6 | 0,104 |

Anexo 3. Cálculos de contenido de humedad

| Proporción | PEAD | PP | Repeticiones | Masa de la unidad tal como se recibe Mr(g) | Peso del agua expresada en gramos | Peso sumergido | Masa de la unidad saturada (Ms) g | Masa de la unidad seca al horno (Md), g | Contenido de humedad (CH)%= $\frac{(Mr-Md)}{(Ms-Md)}*100$ |
|------------|------|-----|--------------|--|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------|---|---|
| 1 | 100 | 0 | 1 | 96,9 | 221,3 | 318,2 | 96,90 | 96,8 | 1 |
| | | | 2 | 96,9 | 221,2 | 318,1 | 96,9 | 96,8 | 1 |
| | | | 3 | 94,6 | 220,7 | 315,3 | 94,6 | 94,5 | 1 |
| 2 | 25 | 75 | 1 | 93,9 | 220,6 | 314,5 | 93,9 | 93,8 | 1 |
| | | | 2 | 95,1 | 219,3 | 314,4 | 95,1 | 95 | 1 |
| | | | 3 | 95,8 | 218,7 | 314,5 | 95,8 | 95,7 | 1 |
| 3 | 50 | 50 | 1 | 97,3 | 292,5 | 389,8 | 97,4 | 97,3 | 0 |
| | | | 2 | 100,9 | 291,8 | 392,7 | 100,9 | 100,8 | 1 |
| | | | 3 | 98,3 | 290,3 | 388,6 | 98,3 | 98,2 | 1 |
| 4 | 25 | 75 | 1 | 97,6 | 289,4 | 387 | 97,6 | 97,5 | 1 |
| | | | 2 | 99,6 | 288,5 | 388,1 | 99,6 | 99,4 | 1 |
| | | | 3 | 97,3 | 317,1 | 414,4 | 97,3 | 97,2 | 1 |
| 5 | 0 | 100 | 1 | 97,8 | 315,2 | 413 | 97,8 | 97,7 | 1 |
| | | | 2 | 98,6 | 314,6 | 413,2 | 98,6 | 98,5 | 1 |
| | | | 3 | 96,7 | 314,4 | 411,1 | 96,7 | 96,6 | 1 |

Anexo 4. Cálculos de densidad

| Proporción | PEAD | PP | Repeticiones | Masa de la unidad tal como se recibe Mr(g) | Peso del agua expresada en gramos | Peso sumergido | Masa de la unidad sumergida Mi(g) | Masa de la unidad saturada (Ms) g | Masa de la unidad seca al horno (Md), g | Densidad (Kg/m3) =(Md/(Ms-Mi))*1000 | Densidad (g/cm3) |
|------------|------|-----|--------------|--|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|-------------------------------------|------------------|
| 1 | 100 | 0 | 1 | 96,9 | 221,3 | 318,2 | 97,7 | 96,90 | 96,8 | 121000 | 121,0 |
| | | | 2 | 96,9 | 221,2 | 318,1 | 97,1 | 96,9 | 96,8 | 484000 | 484,0 |
| | | | 3 | 94,6 | 220,7 | 315,3 | 94,7 | 94,6 | 94,5 | 945000 | 945,0 |
| 2 | 25 | 75 | 1 | 93,9 | 220,6 | 314,5 | 94,7 | 93,9 | 93,8 | 117250 | 117,25 |
| | | | 2 | 95,1 | 219,3 | 314,4 | 95,7 | 95,1 | 95 | 158333 | 158,33 |
| | | | 3 | 95,8 | 218,7 | 314,5 | 96 | 95,8 | 95,7 | 478500 | 478,5 |
| 3 | 50 | 50 | 1 | 97,3 | 292,5 | 389,8 | 97,8 | 97,4 | 97,3 | 243250 | 243,25 |
| | | | 2 | 100,9 | 291,8 | 392,7 | 100,1 | 100,9 | 100,8 | 126000 | 126,00 |
| | | | 3 | 98,3 | 290,3 | 388,6 | 98,8 | 98,3 | 98,2 | 196400 | 196,4 |
| 4 | 25 | 75 | 1 | 97,6 | 289,4 | 387 | 98,2 | 97,6 | 97,5 | 162500 | 162,5 |
| | | | 2 | 99,6 | 288,5 | 388,1 | 99,8 | 99,6 | 99,4 | 497000 | 497,00 |
| | | | 3 | 97,3 | 317,1 | 414,4 | 97,4 | 97,3 | 97,2 | 972000 | 972,00 |
| 5 | 0 | 100 | 1 | 97,8 | 315,2 | 413 | 98 | 97,8 | 97,7 | 488500 | 488,5 |
| | | | 2 | 98,6 | 314,6 | 413,2 | 98,8 | 98,6 | 98,5 | 492500 | 492,5 |
| | | | 3 | 96,7 | 314,4 | 411,1 | 96,9 | 96,7 | 96,6 | 483000 | 483,00 |

Anexo 5. Cálculos de capacidad instalada y utilizada

| ACTIVIDAD | TIEMPO |
|---|---------------|
| Lavado y enjabonado de tapas de plástico | 5 |
| Triturado de tapas tipo PP | 5 |
| Se procede a agregar lo triturado en el molde para introducir en el horno | 5 |
| Se procede al prensado del molde en forma directa | 5 |
| Se procede al enfriado del molde | 10 |
| Se desmolda el producto y se procede al cortado de filos sobrantes | 3 |
| TOTAL | 33 |

| Capacidad Instalada | | |
|----------------------------|---------------|----------------------------|
| Producir un cerco | 1 | 33 |
| | X | 480 |
| 1 día | 15,0 | Unidades por día |
| 5 días | 75,0 | Unidades por semana |
| 22 días | 330,0 | Unidades por mes |
| 264 días | 3960,0 | Unidades por Año |

| Años | Capacidad Instalada | Porcentaje de Producción | Capacidad Utilizada |
|-------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| 1 | 3960,0 | 100% | 3960 |
| 2 | 3960,0 | 100% | 3960 |
| 3 | 3960,0 | 100% | 3960 |
| 4 | 3960,0 | 100% | 3960 |
| 5 | 3960,0 | 100% | 3960 |

Anexo 6. Cálculos de inversión de activos fijos

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|--------------------------------|----------|--------|-----------------|--------------|
| ACTIVOS | | | | |
| FIJOS | | | | |
| HERRAMIENTAS/MATERIALES | | | | |
| Moldes de aluminio | 2 | | 25,00 | 50,00 |
| TOTAL | | | | 50,00 |

| | | | | |
|------------------------|---|--|--------|---------------|
| EQUIPOS CÓMPUTO | | | | |
| Computador | 1 | | 560,00 | 560,00 |
| TOTAL | | | | 560,00 |

| | | | | |
|--------------------------|---|--|----------|-----------------|
| MAQUINARIA | | | | |
| Molino de aspas | 1 | | 1.500,00 | 1.500,00 |
| Extractor de olores | 1 | | 257,00 | 257,00 |
| Balanza digital de 500 g | 1 | | 80,00 | 80,00 |
| TOTAL | | | | 1.837,00 |

| RESUMEN DE INVERSIÓN EN ACTIVOS FIJOS | |
|--|-----------------|
| DESCRIPCIÓN | VALOR TOTAL |
| Herramientas | 50,00 |
| Equipos Cómputo | 560,00 |
| Maquinaria | 1.837,00 |
| Subtotal | 2.447,00 |
| 5% Imprevistos | 122,35 |
| TOTAL | 2.569,35 |

| DEPRECIACIÓN DE ACTIVOS FIJOS | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------|------------------|--------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|
| DETALLE | % DEPREC. | VIDA ÚTIL | VALOR | VALOR RESIDUAL | VALOR A DEPRECIAR | DEPRECIACIÓN |
| Herramientas | 10% | 10 | 50,00 | 5,00 | 45,00 | 4,50 |
| Equipos de Cómputo | 33% | 3 | 560,00 | 184,80 | 375,20 | 125,07 |
| Maquinaria | 10% | 10 | 1837,00 | 183,70 | 1653,30 | 165,33 |
| TOTAL | | | | | | 294,90 |
| Equipos de Cómputo - Reinversión | 33% | 3 | 560,00 | 184,80 | 375,20 | 125,07 |
| TOTAL | | | | 558,30 | | 419,96 |

Anexo 6. Cálculos de inversión de activos diferidos

| INVERSIÓN EN ACTIVOS DIFERIDOS | |
|---------------------------------------|-----------------|
| DESCRIPCIÓN | V. TOTAL |
| Elaboración del Proyecto | 50,00 |
| Permiso de Funcionamiento | 144,00 |
| Gastos de Constitución | 409,00 |
| Marcas y Patentes | 208,00 |
| SUBTOTAL | 811,00 |
| 5% Imprevistos | 40,55 |
| TOTAL | 851,55 |

Anexo 7. Cálculos de inversión de activos circulantes

| MATERIA PRIMA DIRECTA | | | | | | |
|------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|
| PRODUCTO | CANTIDAD | UNIDAD DE MEDIDA | COSTO UNITARIO | COSTO X UNIDAD | COSTO MENSUAL | COSTO ANUAL |
| Tapas de plástico tipo PP | 1 | Kg | 0,46 | 0,02 | 1,73 | 7,59 |
| TOTAL | | | 0,46 | 0,02 | 1,73 | 7,59 |

| MATERIA PRIMA INDIRECTA | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|
| PRODUCTO | CANTIDAD | UNIDAD DE MEDIDA | COSTO UNITARIO | COSTO X UNIDAD | COSTO MENSUAL | COSTO ANUAL |
| Agua potable | 1 | L | 0,53 | 0,04 | 11,55 | 138,60 |
| TOTAL | | | 0,53 | 0,04 | 11,55 | 138,60 |

| SUELDO MANO OBRA DIRECTA | |
|---------------------------------|----------------|
| RUBROS / PRESUPUESTO | OBRERO |
| Salario Básico Unificado | 460,00 |
| Décimo Tercer 1/12 | 38,33 |
| Décimo Cuarto SBU 1/12 | 38,33 |
| Vacaciones 1/24 | 19,17 |
| Aporte Patronal 10,15% | 46,69 |
| Aporte IECE 0,5% | 2,30 |
| Aporte SECAP 0,5% | 2,30 |
| TOTAL MENSUAL | 607,12 |
| TOTAL ANUAL | 7285,48 |

| RESUMEN DE INVERSIÓN EN ACTIVOS DIFERIDOS | | |
|--|----------------|--------------|
| DESCRIPCIÓN | MENSUAL | ANUAL |
| Materia Prima Directa | 1,73 | 7,59 |

| | | |
|--------------------------|---------------|----------------|
| Materia Prima Indirecta | 11,55 | 138,60 |
| Sueldo Mano Obra Directa | 607,12 | 7285,48 |
| TOTAL | 620,40 | 7431,67 |

GASTOS ADMINISTRATIVOS

| SERVICIOS BÁSICOS | | |
|-------------------|---------------|---------------|
| DESCRIPCIÓN | COSTO MENSUAL | COSTO ANUAL |
| Agua | 6,40 | 76,80 |
| Luz | 9,20 | 110,40 |
| TOTAL | 15,60 | 187,20 |

| SUMINISTROS | | | | |
|--------------------------------|----------|------------------|---------------|---------------|
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | UNIDAD DE MEDIDA | COSTO MENSUAL | COSTO ANUAL |
| Estilete | 2 | | 0,50 | 1,00 |
| Detergente | 5 | kg | 10,00 | 120,00 |
| Agenda de notas | 2 | | 2,50 | 5,00 |
| Bolígrafo/Lapicero | 3 | | 1,20 | 1,20 |
| Gafas de protección industrial | 1 | | 5,00 | 5,00 |
| Guantes resistentes al calor | 2 | | 6,25 | 12,50 |
| Mascara de gases | 1 | | 12,50 | 12,50 |
| Mandil de laboratorio | 1 | | 25,00 | 25,00 |
| TOTAL | | | 62,95 | 182,20 |

| RESUMEN DE GASTOS DE ADMINISTRACIÓN | | |
|--|----------------|---------------|
| DESCRIPCIÓN | MENSUAL | ANUAL |
| Servicios Básicos | 15,60 | 187,20 |
| Suministros | 62,95 | 182,20 |
| TOTAL | 78,55 | 369,40 |

GASTOS DE VENTA

| PUBLICIDAD | | |
|--------------------|----------------------|--------------------|
| DESCRIPCIÓN | COSTO MENSUAL | COSTO ANUAL |
| Redes Sociales | 100 | 1200 |
| TOTAL | 100 | 1200 |

TOTAL CAPITAL DE TRABAJO

| TOTAL CAPITAL DE TRABAJO | | |
|---------------------------------|----------------------|--------------------|
| DESCRIPCIÓN | COSTO MENSUAL | COSTO ANUAL |
| Gastos de Producción | 620,40 | 7431,67 |
| Gastos de Administración | 78,55 | 369,40 |
| Gastos de Venta | 100,00 | 1200,00 |
| SUBTOTAL | 798,95 | 9001,07 |
| 5% Imprevistos | 39,95 | 450,05 |
| TOTAL | 838,90 | 9451,12 |

Anexo 8. Resumen total de inversión

| RESUMEN TOTAL DE LA INVERSIÓN | |
|--|-----------------|
| ACTIVOS FIJOS | MONTO |
| Herramientas | 50,00 |
| Equipos de Cómputo | 560,00 |
| Maquinaria | 1.837,00 |
| Subtotal | 2.447,00 |
| 5% Imprevistos | 122,35 |
| Total Inversión en Activos Fijos | 2.569,35 |
| ACTIVOS DIFERIDOS | MONTO |
| Elaboración del Proyecto | 50,00 |
| Permisos de Funcionamiento | 144,00 |
| Gastos de Constitución | 409,00 |
| Marcas y Patentes | 208,00 |
| Subtotal | 811,00 |
| 5% Imprevistos | 40,55 |
| Total Inversión en Activos Diferidos | 851,55 |
| ACTIVOS CIRCULANTE | MONTO |
| Gastos de Producción | 7.431,67 |
| Gastos de Administración | 369,40 |
| Gastos de Venta | 1.200,00 |
| Subtotal | 9.001,07 |
| 5% Imprevistos | 450,05 |
| Total Inversión en Activos Circulante | 9.451,12 |
| Capital de trabajo | 787,59 |
| TOTAL INVERSIÓN | 4.208,49 |

Anexo 9. Presupuesto proformado de costos y gastos

| RUBROS/PERIODOS | PRESUPUESTO PROFORMADO DE COSTOS Y GASTOS | | | | |
|---------------------------------------|---|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 |
| COSTOS DE OPERACIÓN | | | | | |
| Materia Prima Directa | 7,59 | 7,69 | 7,80 | 7,91 | 8,01 |
| Materia Prima Indirecta | 138,60 | 140,50 | 142,42 | 144,37 | 146,35 |
| Sueldo Mano Obra Directa | 7.285,48 | 7.385,29 | 7.486,47 | 7.589,03 | 7.693,00 |
| Amortizacion de activo diferido | 170,31 | 170,31 | 170,31 | 170,31 | 170,31 |
| Total Costo de Producción | 7.601,98 | 7.703,79 | 7.807,00 | 7.911,63 | 8.017,68 |
| GASTOS DE ADMINISTRACIÓN | | | | | |
| Servicios Básicos | 187,20 | 189,76 | 192,36 | 195,00 | 197,67 |
| Suministros | 182,20 | 184,70 | 187,23 | 189,79 | 192,39 |
| Dep. Herramientas | 4,50 | 4,50 | 4,50 | 4,50 | 4,50 |
| Dep. Equipos de Cómputo | 125,07 | 125,07 | 125,07 | 125,07 | 125,07 |
| Dep. Maquinaria | 165,33 | 165,33 | 165,33 | 165,33 | 165,33 |
| Total Gastos de Administración | 664,30 | 669,36 | 674,49 | 679,69 | 684,96 |
| GASTOS DE VENTAS | | | | | |
| Publicidad | 1.200,00 | 1.216,44 | 1.233,11 | 1.250,00 | 1.267,12 |
| Total de Gastos de Ventas | 1.200,00 | 1.216,44 | 1.233,11 | 1.250,00 | 1.267,12 |
| COSTO TOTAL | | | | | |
| Imprevistos | 200,00 | 202,74 | 205,52 | 208,33 | 211,19 |
| TOTAL COSTOS | 9.666,28 | 9.792,33 | 9.920,11 | 10.049,65 | 10.180,95 |

| COSTO UNITARIO DE PRODUCCIÓN | | | |
|-------------------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Años | Costo total | unidades | costo unitario |
| 1 | 9.666,28 | 3960 | 2,44 |
| 2 | 9.792,33 | 3960 | 2,47 |
| 3 | 9.920,11 | 3960 | 2,51 |
| 4 | 10.049,65 | 3960 | 2,54 |
| 5 | 10.180,95 | 3960 | 2,57 |
| PRECIO DE VENTA | | | |
| Años | Costo | Utilidad % | Precio de |
| 1 | 2,44 | 10% | 2,69 |
| 2 | 2,47 | 12% | 2,77 |
| 3 | 2,51 | 14% | 2,86 |
| 4 | 2,54 | 16% | 2,94 |
| 5 | 2,57 | 18% | 3,03 |
| INGRESOS TOTALES | | | |
| Años | Precio de venta | Unidades producidas | Total ingresos |
| 1 | 2,69 | 3960 | 10.632,90 |
| 2 | 2,77 | 3960 | 10.967,41 |
| 3 | 2,86 | 3960 | 11.308,93 |
| 4 | 2,94 | 3960 | 11.657,59 |
| 5 | 3,03 | 3960 | 12.013,52 |

| ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Detalle | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
| Ingresos o ventas | 10.632,90 | 10.967,41 | 11.308,93 | 11.657,59 | 12.013,52 |
| Costos Operativos | 9.666,28 | 9.792,33 | 9.920,11 | 10.049,65 | 10.180,95 |
| Utilidad Bruta | 966,63 | 1.175,08 | 1.388,82 | 1.607,94 | 1.832,57 |
| 15 % utilidad trabajadores | 144,99 | 176,26 | 208,32 | 241,19 | 274,89 |
| utilidad antes del impuesto ala renta | 821,63 | 998,82 | 1.180,49 | 1.366,75 | 1.557,69 |
| 0% impuesto a la renta + 60\$ | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 60,00 |
| Utilidad Líquida | 761,63 | 938,82 | 1.120,49 | 1.306,75 | 1.497,69 |

Anexo 10. Determinación de costos

| DETERMINACION DE COSTOS | | | |
|--------------------------------------|------------|--|-----------------|
| ELEMENTOS | UNIDADES | DESCRIPCIÓN | PRECIO ESTIMADO |
| Materia prima | | | |
| Tapas de plástico | 1 kg | Botellas de poliproleno | \$ 0,46 |
| Materiales | | | |
| Estilete | 1 unidad | Estilete metalico Industrial Stanley 10-209 199 Cuchillo | \$ 18,00 |
| Moldes | 2 unidades | Moldes de aluminio fundido | \$ 50,00 |
| Detergente | 5 KG | Bolsa de detergente de 5Kg para uso industrial | \$ 10,00 |
| Agenda de notas | 1 unidad | Agenda de notas de pasta gruesa 100 hojas | \$ 2,50 |
| Boligrafo/Lapicero | 1 unidad | Boligrafo punta fina color azul | \$ 0,40 |
| Equipo de protección personal | | | |
| Gafas de protección industrial | 1 unidad | Lente de policarbonato resistente a roturas y rayones | \$ 3,25 |
| Guantes resistentes al calor | 1 unidad | Guantes de cuero split elaborado bajo norman INEN | \$ 2,50 |
| Mascara de gases | 1 unidad | Mascara anti gas con 2 filtros intercambiables, talla | \$ 45,00 |
| Mandil de laboratorio | 1 unidad | Mandil adecuado para uso industrial marca 3m, talla | \$ 25,00 |
| Maquinaria | | | |
| Extrusor de plástico derretido | 1 unidad | Maquina recicladora de plastico de 220 V | \$ 2.076,00 |
| Molino de aspas | 1 unidad | Maquina trituradora de plastico de 210 V | \$ 1.500,00 |
| Extractor de olores | | | \$ 257,00 |
| Balanza digital | 1 unidad | Balanza Jontex Electronica De 40 Kilos / 88 Libras | \$ 80,00 |
| Equipo de computacion | | | |
| Computador | 1 unidad | Computador Cpu Core I5 12va 12gb Ssd 512 Gb Led 19 | \$ 560,00 |
| TOTAL | | | \$ 4.070,11 |