



Institución  
**Universitaria**  
Reacreditada en Alta Calidad

# **EMPAQUES SOSTENIBLES: Aprovechamiento de residuos agroindustriales para disminuir los empaques plásticos de un solo uso**

**Hernán Darío Castaño Castrillón**

Instituto Tecnológico Metropolitano  
Facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas  
Medellín, Colombia

2020



# **EMPAQUES SOSTENIBLES: Aprovechamiento de residuos agroindustriales para disminuir los empaques plásticos de un solo uso**

**Hernán Darío Castaño Castrillón**

Tesis o trabajo de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Desarrollo Sostenible**

Director:

**Ph.D., Ingeniería Industrial, Carlos Mario Gutiérrez Aguilar**

Línea de Investigación:

**Biomateriales, Ecodiseño y Construcción Sostenible**

Instituto Tecnológico Metropolitano  
Facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas  
Medellín, Colombia  
2020



***Doña Rocy, Don Hernán y Cata; todo es por  
y para ustedes.***

***“Para hacer las cosas bien se necesitan  
dos factores, primero el amor y luego la  
técnica”.***

*Antoni Gaudí*



# Agradecimientos

Primero agradecer a mi familia, que son y serán siempre el motor más grande que tengo no solo para querer hacer mejores cosas, sino para continuamente superarme y poder llegar a nuevos puntos que me reten como persona y profesional.

A dos mujeres, diseñadores, mentoras y grandes amigas, por un lado Eri que siempre ha sido mi madre académica y que gracias a su apoyo incondicional y a la exigencia con la que me formó pude enfrentarme a este gran desafío académico y Vivi, que con su amor terquedad y locura por el mundo de los materiales y la sostenibilidad me hizo enamorar de un tema maravilloso.

A Caliche, porque más que ser mi tutor en esta locura, se volvió mi guía, mi sensei y uno de mis más grandes apoyos para siempre tener la moral y dedicación de trabajar de una manera continua y responsable para lograr llegar a la meta, sin olvidarme que lo más importante es disfrutar la experiencia.

A Eli y Dianita, que si bien no estuvieron de lleno ni a la par conmigo en este proceso, su trabajo, dedicación y esfuerzo siempre ha sido uno de los mayores referentes que he tenido para saber que siempre se puede hacer más y mejor y que las cosas en la vida no son solo cuestión de conocimiento, sino de pasión.

A Kathe que siempre fue mi compañera incondicional de clase, mi equipo, apoyo, mi fuente de risas y pensamientos constantes sobre nuestro rol en el mundo y por sobre todo mi fan enamorada que siempre me animaba y me brindaba el apoyo necesario para continuar y lograr cumplir el objetivo principal, sin permitirme olvidar lo valioso que es conocer un amigo en el camino

A la doctora Lina, que más que una compañera se volvió una gran amiga y una constante inspiración, no solo por su amplia experiencia y conocimiento que siempre estaba

dispuesta a compartir, sino por demostrar que con mucho esfuerzo y dedicación las cosas pueden llevarse siempre a la mejor de las resoluciones.

A mi Bioniña, que aparte de ser mi gran amiga, ha sido una inspiración y apoyo para saber lo importante que es ir más allá, aprender y formarse para siempre romperla y ser un éxito en lo que se haga, además de recordarme que la vida es una experiencia que se vive mejor con amigos locos e incondicionales.

A los profes que dentro del proceso formativo de la maestría tuve la oportunidad de conocer y de aprender de sus conocimientos tanto personales como profesionales, porque ellos no solo sembraron nuevo conocimiento en mí, sino que me hicieron reconocer la importancia de ver diferentes visiones y perspectivas del mundo. Jorge, Vladi, Carlitos, Harlem, Lila, el master JuanCa, el profe Gabo, los arquitectos y los mil invitados de Martica, gracias por no solo enseñar sino demostrar el amor y la pasión por un tema tan complejo como lo es la sostenibilidad, además agradecerle especialmente a Martica por siempre estar ahí, por su apoyo y entera dedicación no solo buscando contribuir a mi formación, sino también dándome ánimos y apoyo para continuar en cada proceso del proyecto.

Y sobre todo, gracias al ITM, que durante más de siete años ha sido mi casa de formación personal y profesional, permitiéndome tener absolutamente casi todas las experiencias, sensaciones y emociones posibles; estoy seguro de que no pude haber escogido un mejor lugar para ayudarme a construir la persona que soy hoy.

## Resumen

El Diseño Industrial como disciplina se encarga de ofrecer soluciones a las diferentes necesidades o requerimientos que se van presentando en la cotidianidad. Las diferentes áreas de aplicación del diseño permiten que se puedan obtener desarrollos que logren transformar la realidad de la sociedad desde áreas o visiones específicas; es así, que con este proyecto enfocado desde los conceptos de Diseño Sostenible y Food Design, se busca hacer una relación directa entre procesos de Diseño y los conceptos enmarcados en el Desarrollo Sostenible, con la intención de aprovechar los residuos agroindustriales provenientes de la comercialización del maíz, para permitir la creación de productos que puedan reemplazar los empaques plásticos de un solo uso, puntualmente aquellos que son utilizados en el campo de la comida rápida, fomentando una conciencia de producción y consumo responsable y un aprovechamiento de los residuos a través de estrategias de economía circular. Es así, que este proyecto presenta la obtención de un biomaterial que es usado como materia base en la elaboración de una propuesta de diseño de empaque más práctica, económica y de fácil producción para así fomentar nuevos emprendimientos y modelos de negocio de la mano de los principios del diseño y el desarrollo sostenible.

**Palabras clave:** Diseño Sostenible, Empaques, Food Design, Desarrollo Sostenible, Diseño Industrial, Maíz.

## Abstract

Industrial Design as a discipline is responsible for offering solutions to the different needs or requirements that arise in everyday life. The different areas of application of design allow for developments that can transform the reality of society from specific areas or visions; Thus, with this project focused from the concepts of Sustainable Design and Food Design, it seeks to make a direct relationship between Design processes and the concepts framed in Sustainable Development, with the intention of taking advantage of agro-industrial waste from the commercialization of the corn, to allow the creation of products that can replace single-use plastic packaging, specifically those that are used in the field of fast food, promoting an awareness of responsible production and consumption and a use of waste through strategies circular economy. Thus, this project presents the obtaining of a biomaterial that is used as a base material in the development of a more practical, economical and easy-to-produce packaging design proposal in order to promote new ventures and business models in the hands of the principles of design and sustainable development.

**Keywords:** Sustainable Design, Packaging, Food Design, Sustainable Development. Industrial Design, Corn.

# Contenido

<b>Resumen</b> .....	<b>IX</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>X</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>13</b>
<b>Lista de tablas</b> .....	<b>16</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>17</b>
<b>1. Conceptos preliminares para un proceso de Diseño Sostenible</b> .....	<b>22</b>
1.1 Diseño.....	23
1.2 Desarrollo Sostenible.....	24
1.2.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	26
1.3 Diseño Sostenible.....	30
1.3.1 Aplicaciones del Diseño Sostenible.....	33
1.3.2 Economía Circular.....	34
1.4 Food Design.....	35
1.4.1 Food Design + Sostenibilidad.....	36
<b>2. Exploración de materiales y procesos sostenibles</b> .....	<b>38</b>
2.1 Los materiales y procesos en la producción y consumo responsable.....	40
2.1.1 Arquitectura y Urbanismo.....	44
2.1.2 Diseño Industrial y de Productos.....	49
2.2 Desarrollo de biomateriales y materias primas sostenibles.....	56
2.2.1 Metodología de desarrollo de materias primas a base de maíz.....	59
2.2.2 Análisis exploratorio de las propiedades del material.....	70
<b>3. Desarrollo de soluciones de Diseño Sostenible</b> .....	<b>85</b>
3.1 Requerimientos de diseño para el desarrollo de productos.....	86
3.2 Desarrollo de propuestas de diseño.....	95
3.2.1 Evaluación de propuestas de diseño.....	103
<b>4. Soluciones de Diseño + Sostenibilidad</b> .....	<b>109</b>
4.1 Formación para el Desarrollo Sostenible.....	110
4.1.1 Diseño, Educación y Economía Circular: Aprovechamiento de Residuos ...	114
4.2 Diseño Sostenible y Crecimiento Verde.....	120
4.2.1 Herramienta para el Desarrollo Sostenible y la Economía Circular.....	123
<b>5. Conclusiones y recomendaciones</b> .....	<b>131</b>
5.1 Conclusiones.....	131

5.2	Recomendaciones.....	133
<b>Anexo A: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de papel a base de maíz</b>		<b>137</b>
<b>Anexo B: Estado de la Técnica de Empaques/Envases para comida rápida .....</b>		<b>138</b>
<b>Anexo C: Estado de la Técnica de innovaciones en Empaques/Envases para comida.....</b>		<b>139</b>
<b>Anexo D: Resultados encuesta de percepción del consumidor frente a empaques/envases.....</b>		<b>140</b>
<b>6.</b>	<b>Bibliografía.....</b>	<b>147</b>

# Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1-1: ODS e indicadores PDM Medellín; fuente de obtención (Alcaldía de Medellín, 2019).....	29
Figura 2-1 Centro para Paisajes Sostenibles; fuente de obtención artículo grupo ARTICE (ARTICE, 2019) .....	45
Figura 2-2 Museo del Mañana Rio de Janeiro, fuente de obtención (Amarillo Blog, 2019) .....	46
Figura 2-3 Edificio Terpel en la ciudad de Bogotá; fuente de obtención (Metro Cuadrado, 2018).....	47
Figura 2-4 Embajada de Ecuador en Colombia; Fuente de obtención (Metro Cuadrado, 2018).....	47
Figura 2-5 Complejo Ruta N; fotografía de Mauricio Ferrer. <a href="https://ciudadyarquitectura2016.wordpress.com/2016/12/03/ruta-n-medellin-colombia-2/">https://ciudadyarquitectura2016.wordpress.com/2016/12/03/ruta-n-medellin-colombia-2/</a> .....	48
Figura 2-6 Proceso de transformación de movilidad sostenible; obtenido de Instagram @arquiuurbano.....	49
Figura 2-7 Envoltorios orgánicos Mutisia; obtenido del Instagram @mutisia.envoltorios.	50
Figura 2-8 Platos elaborados a partir del uso de hojas de árbol; fuente de obtención <a href="https://ecoinventos.com/platos-biodegradables-hechos-con-hojas-naturales/">https://ecoinventos.com/platos-biodegradables-hechos-con-hojas-naturales/</a> .....	51
Figura 2-9 Sistema de envase que disminuye el consumo de agua; fuente de obtención <a href="http://www.myreplenish.com/">http://www.myreplenish.com/</a> .....	51
Figura 2-10 Fotografía de empaque biodegradable de la marca MAHÍZ; fuente de obtención personal.....	52
Figura 2-11 Zapatos elaborados a partir de PET recuperado, fuente de obtención Instagram @pachas.co .....	53
Figura 2-12 Producto de la empresa Lifepack; fuente de obtención <a href="https://lifepack.com.co/">https://lifepack.com.co/</a> .....	54
Figura 2-13 Joyería elaborada a partir de metales reciclados; fuente de obtención Instagram @lastra_taller .....	55
Figura 2-14 camisetas elaboradas a partir de plástico y algodón reciclado; fuente de obtención Instagram @bohioplaya .....	55
Figura 2-15 Partes del Maíz; ilustración personal a partir de archivo digital .....	61
Figura 2-16 Diagrama de Flujo de producción del papel; fuente personal .....	62

Figura 2-17: Obtención de materias primas provenientes de la plaza Minorista José María Villa; Fuente personal .....	64
Figura 2-18: Proceso de limpieza de la materia prima, fuente de obtención personal .....	65
Figura 2-19: Proceso de secado de los capachos de maíz; fuente de obtención personal. ....	65
Figura 2-20 Triturado manual de los capachos de maíz secos; fuente de obtención personal. ....	66
Figura 2-21 Proceso de cocción de la fibra con NaOH; fuente de obtención personal ....	66
Figura 2-22 Tamizado y limpieza del licor de la pasta; fuente de obtención personal .....	67
Figura 2-23 Conformado de la pasta de celulosa; fuente de obtención personal .....	68
Figura 2-24 Proceso de fabricación de las probetas por inmersión; fuente de obtención personal.....	68
Figura 2-25 proceso de fabricación y secado de la probeta en el marco; fuente de obtención personal .....	69
Figura 2-26 Probetas de material secas; fuente de obtención personal.....	69
Figura 2-27 Comparación de probetas, a la izquierda probeta B sin NaOH y a la derecha probeta A con NaOH; fuente de obtención personal .....	70
Figura 2-28 Variaciones de color a partir de pigmentación natural; fuente de obtención desarrollo personal.....	76
Figura 2-29 Comparación de fibras de probetas para analizar la opacidad; fuente de obtención desarrollo personal .....	77
Figura 2-30 Probeta sumergida en agua para comprobar su resistencia a la humedad; fuente de obtención personal.....	79
Figura 2-31 Análisis de probeta frente a resistencia a la humedad, a la izq. la probeta una vez es sacada del agua y a la der. la probeta después de haberse secado; fuente de obtención desarrollo personal.....	79
Figura 2-32 Probeta rectangular para el análisis básico de biodegradabilidad; fuente de obtención personal .....	81
Figura 2-33 Probeta cortada para análisis básico de biodegradabilidad; fuente de obtención personal .....	82
Figura 2-34 Frascos con tierra para generar control del proceso de degradación; fuente de obtención personal .....	82
Figura 2-35 Resultado de biodegradabilidad de la probeta rectangular; fuente de obtención personal .....	83
Figura 2-36 Resultados de proceso de biodegradabilidad de la probeta cortada; fuente de obtención personal .....	84
Figura 3-1 Empaque tradicional de hamburguesa; fuente de obtención personal .....	96
Figura 3-2 Desarrollo del empaque para hamburguesa; fuente de obtención personal ...	96
Figura 3-3 Dimensiones estructurales del empaque tradicional para hamburguesas; fuente de obtención desarrollo personal.....	97
Figura 3-4 Propuesta de Diseño de empaque #1, fuente de obtención desarrollo personal .....	98
Figura 3-5 Propuesta de Diseño de empaque #2, fuente de obtención desarrollo personal .....	99

Figura 3-6 Propuesta de Diseño de empaque #3, fuente de obtención desarrollo personal .....	100
Figura 3-7 Propuesta de Diseño de empaque #4, fuente de obtención desarrollo personal .....	101
Figura 3-8 Propuesta de Diseño de empaque #5, fuente de obtención desarrollo personal .....	102
Figura 3-9 Dimensiones estructurales del empaque para hamburguesas; fuente de obtención desarrollo personal.....	105
Figura 3-10 Prototipo del empaque sin ensamblar; desarrollo personal .....	106
Figura 3-11 Prototipo del empaque ensamblado; desarrollo personal.....	106
Figura 3-12 Prototipo del empaque conteniendo el producto; desarrollo personal.....	107
Figura 3-13 Interacción de usuario con el prototipo del empaque y el producto; desarrollo personal .....	107
Figura 4-1 ODS e indicadores PDM Medellín; fuente de obtención (Alcaldía de Medellín, 2019).....	112
Figura 4-2 Portada Guía de los vagos para salvar el mundo; fuente de obtención (Organización de Naciones Unidas, 2019).....	117
Figura 4-3 Niveles 1 y 2 de la guía de los vagos para salvar el mundo; fuente de obtención (Organización de Naciones Unidas, 2019).....	118
Figura 4-4 Niveles 3 y 4 de la guía de los vagos para salvar el mundo; fuente de obtención (Organización de Naciones Unidas, 2019).....	119
Figura 4-5 Lienzo de modelo de negocio Canvas; fuente de obtención (Hernández, 2019) .....	125
Figura 4-6 EcoCanvas: diseño de negocio para la economía circular; fuente de obtención (Cerantola, 2020).....	127
Figura 4-7 Estructura de lienzo de modelo de negocio verde y economía circular con explicación de variables, desarrollo personal .....	129
Figura 0-1 Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de celulosa de mazorca en el proceso se elaboración de papel.....	137
Figura 0-1 Análisis de empaques existentes en el mercado; fuente de obtención desarrollo personal .....	138
Figura 0-1 Análisis de características de empaques existentes en el mercado; fuente de obtención desarrollo personal.....	139

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 2-1 Comparación básica de propiedades de las probetas; fuente de obtención personal.....	71
Tabla 3-1 Condiciones de análisis de los requerimientos de diseño del producto; fuente de obtención creación personal .....	87
Tabla 3-2 Requerimientos de Diseño de Producto; Fuente de obtención creación personal .....	88
Tabla 3-3 Requerimientos de diseño filtrados para el proyecto; Fuente de obtención creación personal.....	89
Tabla 3-4 Requerimientos de Diseño de Producto para el desarrollo de un envase para comida rápida a partir de residuos del maíz; fuente de obtención creación personal .....	93
Tabla 3-5 Matriz de evaluación de cumplimiento de los requerimientos de las diferentes propuestas; fuente de obtención creación personal .....	103
Lista de Símbolos y abreviaturas	

## Abreviaturas

<b>Abreviatura</b>	<b>Término</b>
<i>ODS</i>	<i>Objetivos de Desarrollo Sostenible</i>
<i>ACV</i>	<i>Análisis de Ciclo de Vida</i>
<i>ASTM</i>	<i>American Society of Testing Materials</i>
<i>NaOH</i>	<i>Hidróxido de Sodio</i>
<i>PDS</i>	<i>Product Design Specifications</i>
<i>D</i>	<i>Demanda – Aplica netamente para el cuadro del PDS</i>
<i>d</i>	<i>Deseo - Aplica netamente para el cuadro del PDS</i>

## Introducción

Uno de los escenarios mundialmente sobresalientes en relación con los sistemas productivos es el sector de los polímeros; que, con tan solo unas décadas de su uso en la industria global, se han generado más toneladas de residuos sólidos que en el resto de la historia de la humanidad (Cáceres, 2017). La velocidad de producción ha sido acelerada, pasando de 15 millones de toneladas en 1964, hasta llegar a los 311 millones de toneladas en 2014 (Foro Económico Mundial, 2016).

La problemática del manejo de los residuos (especialmente de los polímeros) se evidencia a lo largo del planeta; de acuerdo al Banco Mundial, diariamente a nivel mundial se generan en promedio 0.64 kg de residuos por persona; sin embargo, y en términos locales, en Colombia la proporción es mayor; ya que diariamente la producción es de 0.95kg (Osorio, 2017) y el 56% de ese consumo está ligado netamente con el plástico de un solo uso, como lo son los pitillos, cubiertos, tapas de refrescos, envases y una gran cantidad de empaques y envolturas (El Espectador, 2018), los cuales tienen una corta vida útil y un largo proceso de descomposición.

Y aunque se implementen nuevos procesos de desarrollo para estos productos (como lo es el caso de la incorporación de los biopolímeros (Castro et al., 2016)), aún se dificulta en gran medida la aplicación de estas acciones en países que no cuentan con grandes desarrollos e infraestructura tecnológica que pueda dar soporte a estas producciones.

Sin embargo, los polímeros no son el único problema en cuanto a manejo de residuos; en Colombia, según la Superintendencia de Servicios Públicos y el Departamento Nacional de Planeación, durante el año 2015, se generaron 9'967.844 toneladas de residuos (Colprensa, El Colombiano, 2017) abarcando no solo polímeros, sino también los desechos de la agroindustria, uno de los sectores con mayor variedad y oferta a nivel nacional. Y es que la agroindustria cuenta con una oferta nacional disponible de alimentos de 28,5 millones de toneladas, de los cuales se pierden y desperdician 9,76 millones de toneladas anualmente, lo que equivale al 34% del total producido en el país (Maussa, 2018).

A su vez, uno de los productos a nivel nacional que posee grandes aplicaciones en la gastronomía tradicional colombiana es el maíz, esto en relación con las grandes cantidades de productos a nivel nacional. Es así que el maíz y sus derivados, permiten que ocupe un lugar muy importante en cuanto a su producción, con una generación anual que superará más de 1,7 millones de toneladas (Fenalce, 2019); las cuales, no son aprovechadas al cien por ciento; ya que elementos como la tusa y el capacho son desechados, siendo estas materias primas muy interesantes para el desarrollo de diversos productos o aplicaciones (Restrepo et al., 2016).

El diseño industrial como disciplina busca fomentar soluciones prácticas, innovadoras y creativas a través de un ejercicio proyectual (Munari, 1983); proponiendo una relación de estructuras organizativas, funcionales, expresivas y económicas de la actividad de producir objetos, servicios o experiencias con una ética global que mejoren la sostenibilidad y la protección del medio ambiente (Alvarado Nieto, Roa López, & Zuleta Ortiz, 2016, pág. 166).

La incorporación de procesos sostenibles en las actividades de diseño y desarrollo, especialmente en la industria de los empaques no son una actividad nueva, ya que desde finales del siglo pasado se buscan establecer pautas para mejorar la disposición final de los residuos provenientes de empaques, envases y embalajes (Aarnio & Hämäläinen, 2008); sin embargo, las soluciones se han ido estableciendo en relación a las tecnologías de la época, y cada vez se han podido encontrar parámetros que ayuden a incorporar mejores formas de abordar la problemática, hasta llegar incluso a procesos de alta ingeniería y la incorporación de nuevos materiales menos contaminantes (Idrees et al., 2018).

A nivel local, Medellín cuenta con grandes avances a nivel ambiental, social y tecnológico, por lo cual es necesario que los residuos no sean un problema, sino más bien una oportunidad de transformación enmarcada en los pilares fundamentales del desarrollo sostenible y a su vez en procesos de creación y diseño, disminución del uso de plásticos y el desaprovechamiento de productos de la agroindustria, se llega al objetivo general de la investigación, el cual consiste en diseñar un sistema de empaque primario sostenible para comida rápida (hamburguesas) a partir del uso de residuos del maíz que pueda influenciar en la incorporación de prácticas de economía circular en la Plaza Minorista José María Villa.

De esta manera, se plantea el aprovechamiento de los residuos provenientes del maíz y de las aplicaciones que se pueden generar con este, como lo son la creación de biopolímeros para el desarrollo de películas o láminas e incluso celulosas para la fabricación de papel (Prado Martínez, & otros, 2012) para plantear una solución objetual desde el Diseño Industrial con un énfasis en el Food Design<sup>1</sup> y que apunte directamente a los diferentes ODS (Herrera, 2018) y a los pilares del desarrollo sostenible.

La composición de materiales con matrices poliméricas a partir del uso de fibras naturales (Restrepo et al., 2016), el desarrollo de empaques con materias primas obtenidas a través del procesamiento de residuos de hojas o tallos de diferentes alimentos como la yuca y el plátano (Grisales Meneses & Giraldo Mejía, 2004) y la aplicación de procesos más eficientes en el desarrollo de empaques son grandes avances que ha tomado la industria del packaging a nivel mundial; esto enfocado principalmente a aquellos empaques para comidas o alimentos (Marcinkowski & Kowalski, 2012).

Es así, como a través de la implementación de las diferentes técnicas, métodos y herramientas provenientes del diseño industrial (y a su vez del Food Design (Reissig, 2018)) y el aprovechamiento de residuos agroindustriales, se plantean los pilares para el desarrollo de empaques de un solo uso, reemplazando así de manera paulatina la gran cantidad de polímeros de rápido desecho presentes en un sinnúmero de empaques de la cotidianidad con un énfasis en el sector de las comidas rápidas y domicilios (Aarnio & Hämäläinen, 2008), los cuales han venido en un gran auge y apogeo en los últimos años con la aparición de grandes cantidades de restaurantes, sucursales e incluso de aplicaciones móviles.

Si bien los procesos de obtención de materias primas de residuos agroindustriales para el desarrollo de materiales sostenibles aplicados a diferentes tipologías de empaques ya se han ejecutado (Majewski & Błędzki, 2013) y han demostrado tener funcionalidad y éxito frente al comportamiento del consumidor (Duan et al., 2019), en ninguno de los casos de

---

<sup>1</sup> El Food Design hace referencia a una vertiente del diseño, en la cual se fundamentan procesos de creación, desarrollo e implementación con, para y a través de la comida (Zampollo, 2015)

estudio o análisis revisados, se ha presentado el aprovechamiento y vinculación de los residuos de un sector como lo es una Plaza de Mercado.

A su vez, partiendo del objetivo general del presente proyecto con la obtención de la materia prima para el desarrollo de un empaque con menores afectaciones en cuanto a los componentes ambientales, económicas y sociales, también se estructura una serie de objetivos específicos que facilitarán el cumplimiento de dicha actividad. Es así como los objetivos específicos del presente proyecto son:

- Desarrollar un biomaterial con residuos provenientes del maíz con las propiedades físicas, mecánicas y de acabados finales comparables con el desarrollo de empaques para comidas rápidas (hamburguesas tanto al detal como congeladas).
- Plantear a modo de prototipo una propuesta de empaque primario sostenible para comidas rápidas (hamburguesas) que disminuya el uso de polímeros y que se degrade más fácilmente.
- Proponer las variables de un modelo de economía circular Resource Recovery (Eco Circular, 2018) con la fabricación de empaques que permita generar ingresos adicionales a la comunidad de vendedores de la plaza minorista de Medellín.

El enfoque de esta investigación radica en la vinculación de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles; principalmente el objetivo 11 “Ciudades y Comunidades Sostenibles” y 12 “Producción y Consumo Responsables” (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2018), ambos enfocados en procesos de generación de productos, bienes o servicios con una conciencia responsable frente a la comunidad en la que se generan y usan.

De igual manera, se resalta la importancia de la ejecución y desarrollo de esta investigación en pro de mejorar la aplicación de la Resolución 1407 de 2018 del Ministerio de Medio Ambiente que busca implementar una mejor política en la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques a nivel nacional (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

Es así como se plantea que al proponer el diseño de un sistema de empaque sostenible para comida rápida (hamburguesas) a partir del uso de residuos agroindustriales

provenientes del maíz de la Plaza Minorista José María Villa de Medellín, Antioquia, puede disminuir los impactos ambientales producidos por plásticos de un solo uso y a su vez generar beneficios económicos con la incorporación de nuevos mercados de producción y venta a partir de modelos de negocio de economía circular y crecimiento verde.

Y es que con lo anterior se puede plantear un ejercicio de prospectiva por medio del cual se proyecten diversas predicciones como lo son la generación de una alternativa de manejo eficiente en cuanto a la recuperación de los residuos generados por el proceso de venta del maíz, la fabricación de un biomaterial que permita el desarrollo de una propuesta de diseño de empaque para comidas rápidas (Georgakoudis et al., 2018) y la incorporación de un nuevo mercado económico a partir de modelos de economía circular y crecimiento verde (Eco Circular, 2018).

De esta forma, en una época de modas pasajeras y de tendencias efímeras, conjugar el diseño con la sustentabilidad no parece nada fácil (Gardetti, 2013), sin embargo, estos campos pueden traer soluciones que permitan un cambio total en las perspectivas de producción y consumo en la sociedad actual.

# 1. Conceptos preliminares para un proceso de Diseño Sostenible

El objetivo principal del presente proyecto de investigación se centró en generar por medio de una solución objetual (diseño de empaque para comida rápida), una propuesta con la cual puedan disminuirse la producción y consumo de plásticos de un solo uso, a partir de estrategias de Diseño y Desarrollo Sostenible, haciendo una aplicación de metodologías, métodos y técnicas que combinen los procesos de generación de materias primas, creación de producto y estrategias para la implementación de los mismos.

De esta manera, al momento de iniciar un proceso de investigación y desarrollo, es de vital importancia hacer un acercamiento teórico no solo a la problemática planteada que desea resolverse (disminución de producción y consumo de plásticos de un solo uso), sino también, esclarecer una guía de trabajo conceptual y referencial, por medio de la cual, cualquier persona pueda comprender de manera simple la temática y el trabajo que se adelanta, en especial frente al contrastar conceptos como el diseño aplicado a la sostenibilidad.

En este capítulo se busca generar en primera instancia un acercamiento conceptual a los componentes asociados a un proceso de Diseño (enfocado principalmente en Diseño Industrial y de productos) y al Desarrollo Sostenible. A su vez, también se plantea exponer los componentes o factores implícitos en el proceso de creación, que inciden en el desarrollo de productos, servicios o experiencias enfocados en resolver problemáticas sociales, económicas y ambientales que generen un cambio trascendental en un segmento específico de la sociedad.

Si bien, en este apartado del proyecto se expondrán cada uno de los factores principales que se aplican en la ejecución del desarrollo del producto por medio del cual se busca responder a la problemática de generación de residuos provenientes de plásticos de un solo uso, en primer momento, se plantea un acercamiento básico a lo que se comprende como Diseño Industrial, para facilitar la comprensión del proceso de creación.

## 1.1 Diseño

El diseño es una disciplina que a lo largo de los años ha ido cobrando mayor auge en la sociedad, posibilitando así que el diseñador tome un rol central en la ejecución de diversas actividades que estén en pro de mejorar la calidad de vida de las personas y comunidades (Heskett, 2005), valiéndose así de diferentes áreas de trabajo por medio de las cuales se puede responder a necesidades, requerimientos o deseos de la sociedad y el medio en el que esta habita.

Un proceso de diseño asertivo debe estar enmarcado por una serie de variables que permita una consecución exitosa de los resultados esperados; es así que la ecuación principal de diseño debe estar conformada por un problema, que a su vez debe verse inmerso en un análisis y recopilación de datos, que fomenten un proceso creativo, el cual se materialice por pruebas y experimentación, las cuales llevan un proceso riguroso de verificación para llegar a una posible solución (Munari, 1983).

Si bien, el diseño no es una ciencia exacta, este debe valerse de herramientas y procesos metodológicos enfocados en la generación no solo de un producto, servicio o experiencia que cumpla a cabalidad la necesidad planteada, sino que su proceso metodológico o de desarrollo, logre propiciar herramientas conceptuales o técnicas que desde una perspectiva científica puedan replicarse con facilidad (Hernández Sampieri et al., 2014).

Las herramientas de diseño permiten que las problemáticas planteadas desde un enfoque de investigación puedan resolverse desde la aplicación de soluciones en el campo objetual, combinando así diversas estrategias de creación y desarrollo que posibilitan analizar desde diversas perspectivas la funcionalidad y replicabilidad de los proyectos (Victoria Uribe et al., 2010).

Además, el Diseño desde su labor de transformación de la sociedad por medio de soluciones a las necesidades o requerimientos presentados desde cualquiera de sus visiones (Heskett, 2005), debe trabajar de una manera responsable con las actividades, materias y procesos de su medio, teniendo una visión responsable e integral de su papel en la sociedad, a partir de una visión crítica enfocada en fomentar acciones que preserven los recursos y que promuevan acciones de impactos positivos para las comunidades (Victoria Uribe et al., 2010).

Es así que, con el fin de ofrecer soluciones creativas e innovadoras, se plantea generar un contraste entre el Diseño Industrial y el Desarrollo Sostenible, por lo cual, a continuación, se complementan los conceptos o áreas particulares que deben tenerse presentes para generar un desarrollo de productos inspirado en la aplicación del Desarrollo Sostenible con un enfoque que reúna los factores de sostenibilidad económica, social y ambiental.

## 1.2 Desarrollo Sostenible

Como eje principal de la investigación, es fundamental aclarar el acercamiento conceptual al término Desarrollo Sostenible, el cual, si bien puede tener una gran cantidad de aplicaciones y escenarios de acción, tendrá un enfoque puntual en la ejecución de este proyecto, manteniendo el contraste de los tres pilares principales del concepto (la sostenibilidad económica, social y ambiental) con una aplicación al desarrollo de soluciones de diseño desde un componente de productos y servicios.

En primera instancia y como acercamiento básico, puede comprenderse el concepto de Desarrollo Sostenible al desligarse cada una de las palabras que lo componen. Por un lado, el *desarrollo* se ha comprendido (principalmente después de la segunda guerra mundial) como un proceso o una actividad enmarcada desde el crecimiento económico y de la transformación a desde diferentes enfoques (económico, político, cultural y/o social) en un lugar, región o territorio específico (Gómez de Segura, 2014).

Mientras que, por otra parte, *sostenible* o *sostenibilidad*, se entiende en su gran mayoría desde un enfoque proveniente de la ecología y la economía en los cuales se habla sobre la capacidad de perdurar o mantenerse en el tiempo, por medio de acciones que posibiliten esta preservación (Real Academia de la Lengua, 2019).

Sin embargo, la composición de ambas palabras, han permitido la aparición de un concepto que ha ganado fuerza principalmente desde finales del siglo XX, después del informe "Nuestro Futuro Común" de la Asamblea General de las Naciones Unidas, en el cual, se describe el Desarrollo Sostenible como un "desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades" (Organización de Naciones Unidas, 1987).

Esta situación hace un llamado a reflexionar sobre los procesos productivos y de consumo de la sociedad; teniendo como eje primordial a las comunidades con miras a fortalecer y satisfacer las necesidades económicas, sociales, ambientales de manera efectiva y perdurable en el tiempo (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2018).

En una visión global, la definición presentada con anterioridad hace referencia al acercamiento más común que se interpreta del Desarrollo Sostenible, sin embargo, no solo es necesario comprender cómo se percibe este concepto, sino, cómo es aplicado en las problemáticas comunes de la sociedad, por eso no solo basta comprender este factor, sino hacer una correlación entre la aplicación de este proceso con una problemática real de la sociedad.

Como en todo proyecto de investigación abordado desde una mirada proyectual, debe esclarecerse una problemática que sea la precursora de la actividad de investigación y posterior desarrollo de soluciones (Hernández Sampieri et al., 2014), para este caso, el enfoque o problemática principal se aborda desde un componente ambiental, el cual está relacionado con las altas tasas de producción de residuos asociado a los polímeros y a los elementos de un solo uso (Foro Económico Mundial, 2016).

La problemática del manejo de los residuos (especialmente de los polímeros) se evidencia a lo largo del planeta; de acuerdo al Banco Mundial, diariamente a nivel mundial se generan en promedio 0.64 kg de residuos por persona; sin embargo, y términos locales, en Colombia la proporción es mayor; ya que diariamente la producción es de 0.95kg (Osorio, 2017) y el 56% de ese consumo está ligado netamente con el plástico de un solo uso, como lo son los pitillos, cubiertos, tapas de refrescos, envases y una gran cantidad de empaques y envolturas (El Espectador, 2018), los cuales tienen una corta vida útil y un largo proceso de descomposición.

Y es que en relación con el tiempo que tardan estos productos, puede percibirse que la fabricación de estos en muchas ocasiones tarda aproximadamente 60 segundos, multiplicando su producción en un día por millones; mientras que el uso no sobrepasa los 20 minutos o incluso mucho menos. Y aunque se implementen nuevos procesos de desarrollo para estos productos; como lo es el caso de la incorporación de los biopolímeros

(Castro et al., 2016), aún se dificulta en gran medida la aplicación de estas acciones en países que no cuentan con grandes desarrollos e infraestructura tecnológica que pueda dar soporte a estas producciones.

Es así, que estas prácticas han alcanzado niveles insostenibles a escala mundial, teniendo repercusiones negativas sobre el ambiente, con la contaminación de fuentes hídricas, deforestación, desperdicio injustificado de agua, desperdicio de alimentos, elevadas emisiones de CO<sub>2</sub>, altos consumos energéticos y una gran cantidad de impactos asociados a la fabricación de dichos utensilios (Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial, 2005).

### **1.2.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible**

En septiembre de 2015, la Organización de las Naciones Unidas, decide hacer un acuerdo a nivel mundial por medio del cual se puedan reestablecer los Objetivos del Milenio y estructurar una estrategia a 15 años por medio de la cual se logre llegar una transformación colectiva por medio de la cooperación de todos los países a nivel mundial (SDSN, 2017); es así que se da paso a la creación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como una serie de estrategias a nivel mundial, por medio de los cuales se fomentan estrategias que logren preservar los bienes y servicios del presente para las generaciones futuras.

Si bien, los ODS se estructuran de tal manera que sean una consecución de acciones o áreas de trabajo por medio de las cuales las comunidades, instituciones y gobiernos puedan ejercer directamente acciones en pro de mejorar las condiciones actuales de la sociedad (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2018), es claro comprender que dentro de un proyecto deben acotarse la aplicación de los mismo para poder obtener resultados más fáciles de cuantificar en relación a las metas establecidas.

Es así, que es importante hacer una revisión puntual sobre los ODS en los cuales se proyecta esta investigación, permitiendo generar una línea de acción mucho más clara frente a los resultados que se desean obtener.

Es importante entender que el enfoque de este proyecto radica en la vinculación de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles; principalmente el objetivo 11 “Ciudades y

Comunidades Sostenibles” y 12 “Producción y Consumo Responsables” (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2018), ambos enfocados en procesos de generación de productos, bienes o servicios con una conciencia responsable frente a la comunidad en la que se generan y usan. A continuación, se exponen de manera precisa los objetivos principales a los cuales apunta la investigación:

- **ODS 11 - Ciudades y Comunidades Sostenibles:** este objetivo puede ser uno de los que mayor peso o relevancia puede visualizarse a nivel de las ciudades o municipalidades en los países alrededor del mundo, esto por la directa intención de promover acciones que permitan la incorporación de una transformación desde los procesos de gobernanza y gobernabilidad hacia la materialización de estrategias urbanas que transformen la realidad de las ciudades y sus habitantes (PNUD - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2019).

La vinculación de prácticas y procesos sostenibles a nivel de comunidad, ciudad o región implica la necesidad de hacer modificaciones en la infraestructura, en los procesos de densificación de las zonas urbanas, en estrategias de crecimiento económico (McCormick et al., 2013), aprovechamiento de recursos propios de la región para potenciar actividades de economía circular y un sinnúmero de procesos que lleven al equilibrio los tres pilares del Desarrollo Sostenible.

Al realizar una revisión focalizada de dicho objetivo en el contexto a trabajar en el proyecto, el cual es la ciudad de Medellín, Colombia, puede notarse el arduo trabajo que ha tenido la potencialización de estrategias para fomentar acciones que mejoren los indicadores de esta necesidad (Alcaldía de Medellín, 2019). Como puede observarse posteriormente en la Figura 1-1, las acciones ejecutadas durante la gobernación municipal del periodo 2016 – 2019, demuestran que el trabajo que se ha venido adelantando en hacer a Medellín una ciudad sostenible han tenido gran peso, principalmente en la implementación de estrategias de transformación urbana (Empresa de Desarrollo Urbano, 2020).

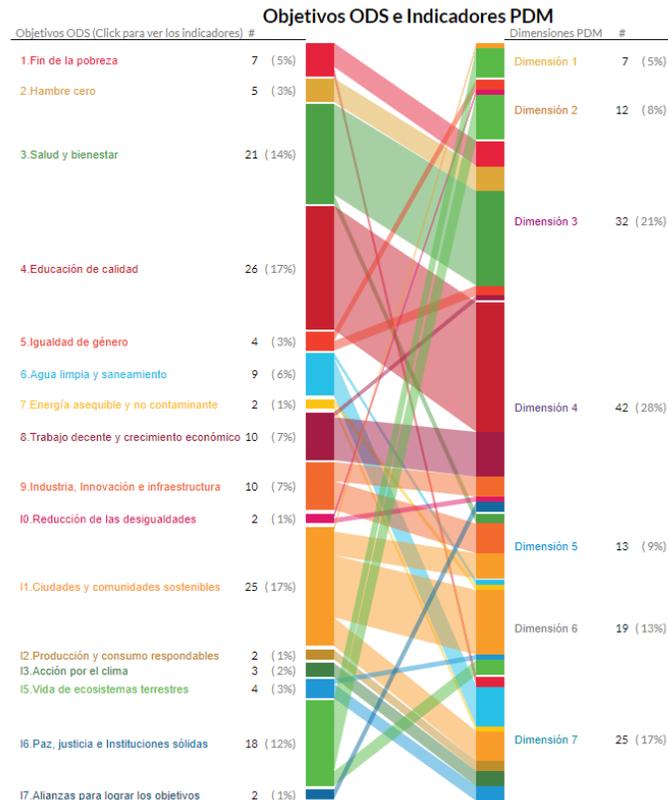
- **ODS 12 - Producción y Consumo Responsables:** el objetivo de producción y consumo responsable tiene su principal proceso de aplicación en el área industrial, en

las empresas, plantas o fábricas que se encargan de generar bienes y/o servicios, implementando procesos o estrategias por medio de las cuales se mejoren las prácticas tanto a nivel empresarial en la producción, como en un nivel de consumo por parte de los usuarios de dicha producción (PNUD - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2019) .

Las estrategias aplicables a este objetivo no pueden enmarcarse en un proceso unidireccional en el cual las empresas solo se encarguen de mejorar sus condiciones ambientales, de uso de recursos o de implementación de procesos, también debe existir un proceso por medio del cual los consumidores adopten una postura crítica frente a la compra consciente y responsable, priorizando productos regionales y a su vez aquellos que no impliquen grandes procesos de generación o complejos mecanismos de disposición final (McCormick & Leire, 2019).

Al igual que se presenta en el objetivo anterior, cabe resaltar cómo se encuentra la situación actual en la ciudad de Medellín con el cumplimiento de este objetivo . Es así, que al analizar de manera rápida la información que se presenta en los indicadores de cumplimiento de los ODS a nivel municipal, se observa la necesidad inminente de mejorar los procesos frente a este objetivo, ya que las cifras de cumplimiento se encuentran en el porcentaje más bajo (Alcaldía de Medellín, 2019).

Figura 1-1: ODS e indicadores PDM Medellín; fuente de obtención (Alcaldía de Medellín, 2019)



Como se presenta en la Figura 1-1, al año 2019, Medellín en su programa municipal de implementación de los ODS, ha mostrado avances significativos en el cumplimiento de varios de los objetivos, entre ellos el objetivo de Ciudades y Comunidades Sostenibles, el cual se presenta con altos índices de ejecución, lo cual demuestra la capacidad de trabajo en pro de dicho objetivo. En cuanto al objetivo de producción y consumo responsable, se hace evidente la necesidad en pro de mejorar las cifras de aplicación del mismo, ya que es uno de los 7 objetivos con menor porcentaje de avance a nivel municipal.

Al revisar y contrastar la información obtenida a nivel municipal del cumplimiento de dichos ODS, se demuestra que el proyecto tiene dos grandes impactos iniciales en términos de transformación social. Por una parte, continúa potenciando un objetivo que ha tenido un buen cumplimiento y avance a nivel urbano como lo es la transformación del territorio por medio de estrategias de sostenibilidad y a su vez, también se ve directamente influenciado un objetivo que necesita avanzar sustancialmente en su cumplimiento para mejorar los indicadores locales.

De igual manera, cuando se plantea un proyecto enmarcado en elementos que directamente está ligado a los principios del Desarrollo Sostenible y a su vez enfocado en cumplir los ODS, indirectamente se permean otros objetivos, que, si bien no son los implicados, también permite potenciarlos, tal es el caso del **ODS 9 – Industria, Innovación e Infraestructura**, ya que al proponer una estrategia no solo desde el diseño de productos, sino también en la implementación de nuevos modelos de negocio, se involucra directamente al sector industrial de la región, ofreciendo una nueva área de actuación.

Con relación al análisis de los indicadores a nivel municipal presentados con antelación; es importante resaltar el ODS 12, el cual habla de lograr el crecimiento económico y desarrollo sostenible, mediante un cambio en los métodos de producción y consumo de bienes y recursos (Organización de Naciones Unidas, 2018), tal como se plantea desde los empaques de un solo uso principalmente en sus materias primas a la hora de la fabricación.

Potenciar un proyecto que enmarca no solo la posibilidad de permitir la transformación de una ciudad o comunidad en un territorio más sostenible y a su vez fomentar prácticas que contribuyan al crecimiento económico de la región, es un claro ejemplo de una transformación a una ciudad sostenible/eco-ciudad con una visión desde el Desarrollo Sostenible (Evans et al., 2019).

### **1.3 Diseño Sostenible**

El diseño industrial es una disciplina que busca fomentar soluciones prácticas, innovadoras y creativas a través de un ejercicio proyectual (Munari, 1983); proponiendo una relación de estructuras organizativas, funcionales, expresivas y económicas de la actividad de producir objetos, servicios o experiencias con una ética global que mejoren la sostenibilidad y la protección del medio ambiente (Alvarado Nieto, Roa López, & Zuleta Ortiz, 2016, pág. 166).

La sostenibilidad desde el Diseño Industrial se define como el conjunto de relaciones estructurales, organizativas, funcionales, expresivas y económicas de la actividad de producir objetos con una ética global que mejoren la sostenibilidad y protección del medio

ambiente (Alvarado Nieto et al., 2016). Es así, como una visión particular desde el diseño muestra que los procesos enfocados en la sostenibilidad no solo se limitan a productos, sino también servicios y experiencias.

La correlación de la sostenibilidad y el diseño deben entenderse desde el punto en el que el Diseño como disciplina, da soluciones desde el concepto que se ha abordado a través del proceso de investigación y posteriormente de agente que fomente un espacio transdisciplinar e integrador, que busque así el sano desarrollo de una gran cantidad de conocimientos, áreas y técnicas con un enfoque puesto en la resolución de problemas; cuidando que los métodos de producción actuales no sean agresivos y devastadores para el ambiente, garantizando un equilibrio entre el crecimiento económico y el bienestar de las comunidades, validando así la satisfacción de las necesidades actuales sin que se comprometan las de las siguientes generaciones.

De esta manera surgen soluciones integrales, no solo pensadas desde su función, sino también desde la obtención de sus materias primas, sus procesos productivos y de la misma manera, sus posteriores impactos con la comunidad y el ambiente al momento de ser desechados o terminar su ciclo de vida.

A lo largo de la historia han surgido importantes acercamientos que desde el Diseño Industrial como disciplina puede proponer elementos que solucionen de manera práctica diferentes actividades de la vida diaria; algunos estudios sugieren una correlación entre el diseño y el crecimiento macroeconómico, debido a que establecen una relación directa, la cual ayudaría a enfrentar de una mejor forma los retos sociales, medioambientales y económicos a los cuales las comunidades de hoy atraviesan en su día a día (Ferruzca Navarro & Rodríguez Martínez, 2011).

Ezio Manzini propone una definición para el Diseño Sostenible como una actividad estratégica que transforma sistemas existentes y crea otros a partir de la disminución de consumo de energías y el aprovechamiento de recursos para mejorar los diferentes contextos de la vida (Enzio. Manzini & Vezzoli, 2003). Manzini también percibe la sostenibilidad en el diseño desde la posibilidad de generar espacios por medio de los cuales se generan empleos, se permite la participación ciudadana y se hace frente a las

problemáticas ambientales (Ezio Manzini, 2006), demostrando así que el diseño debe permear de igual manera las construcciones sociales, económicas y ambientales.

En el diseño sostenible al igual que en cualquier otro proceso de investigación y creación, es común encontrar una gran diversidad de metodologías por medio de las cuales se puede potenciar la generación de respuestas a las problemáticas que se plantean. Para este proyecto, se resalta la implementación de dos conceptos muy comúnmente usados en el diseño sostenible, las cuales son Cradle to Cradle y Zero Waste.

Tanto Cradle to Cradle como Zero Waste, más que metodologías o procesos rigurosos de trabajo, son concepciones o perspectivas de aprovechamiento y uso de recursos, enfocadas en disminuir los procesos de contaminación generados por la disposición final de una gran cantidad de materias primas y productos.

Por un lado, Cradle to Cradle es un término que toma gran apogeo desde que William McDonough y Michael Braungart publican en el año de 2002 el libro “De la cuna a la cuna, rediseñando la forma en que hacemos las cosas”, en el cual se estructura una metodología por medio de la cual se entiende que todos los materiales o elementos no deben solo “tomarse, usarse y desecharse”, sino que al final de sus vidas útiles, estos deben permitir ser precursores de la generación de nuevos desarrollos a partir del uso de la mayor cantidad de sus componentes o partes (Braungart & McDonough, 2002).

Esta estrategia busca no solo la capacidad de tomar conciencia del reciclaje o reuso de los elementos, sino de generar procesos por medio de los cuales, desde el nacimiento de una idea, se entienda cómo esta al finalizar su ciclo de vida podrá disponerse de una manera que: no implique daños para el medio o que pueda ser reutilizado en otro proceso igual o de inferior complejidad como en el que ya había sido usado (Braungart & McDonough, 2002).

De igual manera, el movimiento Zero Waste, surge como una estrategia de diversos países europeos, por medio de la cual se establece una forma de pensamiento enfocada a una producción que no genere desperdicios ni que contribuya a incrementar la tasa de crecimiento de los rellenos sanitarios (Homez, 2019). Esta estrategia de producción se suma a la capacidad de las empresas (no solo de productos sino de servicios también), en

generar un pensamiento crítico frente al uso de las materias primas o elementos necesarios para cumplir las demandas del mercado (Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 2013).

Es así, que al orientar un proceso de diseño sostenible enfocado en la generación de productos y que a su vez se encuentre guiado por las concepciones estratégicas dentro de los conceptos Cradle to Cradle y Zero Waste, fomentando así, la relación directa de un proceso de diseño de producto, con alto impacto en el componente no solo ambiental sino también económico y social.

### **1.3.1 Aplicaciones del Diseño Sostenible**

Al igual que en cualquier otra rama del diseño, el Diseño Sostenible tiene tantas aplicaciones como los mismos diseñadores deseen darle, permitiendo así que el concepto sea tan versátil como la actividad misma del diseñador. Para el proyecto que actualmente se adelanta, es importante enfocar el componente del diseño sostenible hacia la generación de objetos, puntualmente empaques y todos los procesos o actividades inmersos en el antes, durante y después de esta actividad proyectual.

Las aplicaciones de diseño sostenible deben estar ligadas con mayor fuerza a dos de los pilares que componen el desarrollo sostenible, los cuales son el área ambiental y el área económica. Ambos escenarios deben verse permeados por un proceso productivo consiente y responsable, desde la selección de materias primas, hasta el análisis de los impactos que pueden generarse por la fabricación del producto.

En un caso puntual frente al proyecto de investigación planteado, la incorporación de procesos sostenibles en las actividades de diseño y desarrollo, especialmente en la industria de los empaques no son una actividad nueva, ya que desde finales del siglo pasado se buscan establecer pautas para mejorar la disposición final de los residuos provenientes de empaques, envases y embalajes (Aarnio & Hämäläinen, 2008); sin embargo, las soluciones se han ido estableciendo en relación a las tecnologías de la época, y cada vez se han podido encontrar parámetros que ayuden a incorporar mejores formas de abordar la problemática, hasta llegar incluso a procesos de alta ingeniería y la incorporación de nuevos materiales menos contaminantes (Idrees et al., 2018).

Actualmente ha sido notable la preocupación y el interés global de comenzar procesos de desarrollo de empaques, enfocados en el reaprovechamiento de materias primas procedentes de los residuos generados de la comercialización y uso de diferentes alimentos (Majewski & Błędzki, 2013), esto teniendo presente que los desarrollos se enfocan en aprovechar los residuos y no afectar directamente las fuentes alimenticias, promoviendo así el ODS enfocado en disminuir el hambre a nivel mundial (Herrera, 2018).

La composición de materiales con matrices poliméricas a partir del uso de fibras naturales (Restrepo et al., 2016), el desarrollo de empaques con materias primas obtenidas a través del procesamiento de residuos de hojas o tallos de diferentes alimentos como la yuca y el plátano (Grisales Meneses & Giraldo Mejía, 2004) y la aplicación de procesos más eficientes en el desarrollo de empaques son grandes avances que ha tomado la industria del packaging a nivel mundial; esto enfocado principalmente a aquellos empaques para comidas o alimentos (Marcinkowski & Kowalski, 2012).

Es así, que no solo se ve la posibilidad de continuar innovando en esta área de trabajo, sino también buscar alternativas que continúen modificando la estructura tradicional en la cual, si bien se optimizan procesos, aún es necesario hacer una transformación sustancial en el uso e incorporación de materias primas que no generen grandes repercusiones a nivel ambiental y social.

### **1.3.2 Economía Circular**

Uno de los componentes que dentro de la investigación se ve aplicado de manera directa a potenciar el cumplimiento del ODS 12, se encuentra en el objetivo de desarrollar una propuesta de un modelo de negocio de economía circular a partir de la metodología Resource Recovery (Eco Circular, 2018).

Para potenciar el cumplimiento de dicho objetivo y las actividades enmarcadas en ese proceso, el primer paso es comprender que debe romperse el enfoque existente en los mercados (Camara de Comercio de Valencia, 2020) no solo a nivel local y nacional en el cual se emplean economías lineales (producir, usar y desechar), sino implementar

estrategias que permitan el posicionamiento de estrategias basadas en la economía circular (producir, usar, reciclar) (Caicedo Pardo, 2018).

La economía circular es una estrategia que tiene como finalidad principal mejorar los procesos productivos y de desarrollo; esto a partir de la reducción de la entrada de materias primas vírgenes en los procesos, y a su vez, disminuir la cantidad de desechos generados en los diferentes procesos de creación y desarrollo que impliquen procesos materiales u objetuales (Balaceanu et al., 2017).

Dentro de las actividades inmersas en estos procesos; se busca no solo mantener un mejor índice en los procesos de consumo y disposición de materiales, sino también permitir que las economías de empresas, proyectos o instituciones emergentes no se vean tan golpeadas por gastos económicos y reprocesos en las actividades productivas y de desarrollo (Casarejos et al., 2018).

De esta manera y bajo un enfoque de aprovechamiento de recursos, la propuesta de desarrollo de empaques se basa en generar una transformación en cuanto a la producción de elementos de un solo uso, permitiendo ser reemplazados por otros que, si bien tengan la característica de solo emplearse una vez, no tengan una alta afectación en cuanto a su proceso productivo y a su disposición final.

## **1.4 Food Design**

Al igual que el Diseño Sostenible, el Food Design surge como una nueva área de acción para el diseño, en la cual se hace una integración del campo de la gastronomía con los procesos de creación y enmarcados en el diseño (principalmente en el diseño industrial). Desde su conceptualización, el Food Design nace como una nueva rama del diseño, en la cual este se encarga de crear una estrecha relación en todo lo que implican los procesos de comida y la alimentación en relación con el usuario, su contexto y sus necesidades (Reissig, 2018).

El fundador de la Red Latinoamericana de Food Design Pedro Reissig en su exploración entre la relación estrecha existente entre la forma y la función que los alimentos plantean desde su concepción, propone que el Food Design incluye toda acción que mejore la

relación con los alimentos o la comida en los más diversos sentidos y/o aspectos. Estas acciones se pueden referir tanto al diseño del producto comestible en sí como a su contexto, incluyendo objetos, espacios, procesos, etc., involucrados con los alimentos y comidas (Reissig, 2018).

Y es que si bien, esta rama o área particular del diseño podría visualizarse como una estrategia de procesos de análisis más desde lo conceptual o lo morfológico, es fundamental resaltar la aplicabilidad de procesos desde la generación de productos, la creación de estrategias e incluso el diseño de servicios que se enfoquen en factores como los que implican la seguridad alimentaria de las poblaciones (PESA, 2011).

### **1.4.1 Food Design + Sostenibilidad**

Como se planteó con anterioridad, el acercamiento más práctico que puede tenerse del Food Design, se refiere a un proceso por medio del cual se diseña con, para y a partir de la comida (Reissig, 2018), es así, que para la ejecución de este proyecto, se plantea un acercamiento desde el aprovechamiento de los residuos provenientes de la comida o la industria alimenticia, en este caso los de un producto que a nivel nacional es Colombia es uno de los más empleados en diversas preparaciones, el maíz.

Es así que el maíz y sus grandes producciones a nivel nacional, permiten que ocupe un lugar muy importante con una producción anual que supera más de 1,7 millones de toneladas (Fenalce, 2019); las cuales, no son aprovechadas al cien por ciento; ya que elementos que componen dicho alimento como lo son la tusa (tallo) y el capacho (hojas) son desechados, empleados como abono o comida para animales, siendo estos elementos materias primas muy interesantes para el desarrollo de diversos productos o aplicaciones relacionados con materiales como papeles y cartones (Restrepo et al., 2016).

Es así, que al plantear el contraste entre el Food Design como área particular del diseño, el diseño sostenible como metodología de desarrollo y el aprovechamiento de residuos de la agroindustria como factor enfocado desde los pilares del desarrollo sostenible, se plantea la estrategia del desarrollo de una materia prima que permita suplir las necesidades de otros materiales que en su elaboración consumen recursos vírgenes.

De esta manera, se plantea tomar un factor diferenciador como lo es el aprovechamiento de los residuos de la agroindustria (principalmente los provenientes del maíz) y de las aplicaciones que se pueden generar con este, como lo son la creación de pastas o biopolímeros para el desarrollo de películas, láminas e incluso celulosas para la fabricación de papel (Prado Martínez, & otros, 2012) para plantear una solución objetual desde el Diseño Industrial con un énfasis en el Food Design y que apunte directamente a los ODS (Herrera, 2018) planteados con anterioridad que a su vez tendrán una respuesta directa con los pilares del Desarrollo Sostenible.

Este preámbulo inicial en el que se esclarecen los diferentes conceptos principales de la investigación no es más que un acercamiento previo a conocer las áreas de entendimiento necesarias para poner en práctica la investigación planteada y a su vez, tener el sustento teórico necesario que permita generar un acercamiento conceptual para que la práctica del proyecto resulte de manera exitosa.

## **2.Exploración de materiales y procesos sostenibles**

Al realizar una revisión directa de la relación existente entre el Diseño Industrial y el Desarrollo Sostenible, se puede evidenciar que en primera instancia la vinculación entre ambos factores se consolida como el Diseño Sostenible, un área del diseño enfocada en promover el uso y aprovechamiento de los recursos y procesos en su mayor utilidad (Lorés & Gil, 2017), no solo para la disminución de residuos, sino también en el componente de finalización de su ciclo de vida y/o disposición final.

Desde una visión técnica de diseño y producción objetual, se logra apreciar, que tanto en los procesos y en los materiales implementados en un desarrollo, puede lograrse generar cambios sustanciales que contribuyan a mejorar los indicadores en cuanto a la sostenibilidad (asociada a los impactos en el medio) de un bien y/o servicio. Es así, que surge la necesidad de evaluar cómo es el comportamiento en cuanto a residuos, emisiones o contaminantes de cualquier desarrollo o proceso y de esta forma comienza a implementarse un concepto conocido como el Análisis de Ciclo de Vida – ACV.

Los ACV constituyen un proceso por medio del cual se generan revisiones directas en cada una de las etapas de vida (ideación, producción, fabricación, distribución, uso y desecho) de un elemento, objeto o incluso servicio y a partir de este análisis se plantean cambios, soluciones o mejoras que disminuyan los impactos ambientales, económicos o sociales que se evidencian en la estructura tradicional de desarrollo (Feijoo & Moreira, 2020).

Es así, que los procesos de innovación referentes a los ACV constituyen actualmente una de las más grandes iniciativas referente a la transformación de los procesos orientados a la implementación de materiales o actividades que tengan un compromiso o

responsabilidad ambiental, económica y social con la comunidad y el territorio en el cual son implementados (Bernatene & Canale, 2019).

Una vez expuesto el panorama general sobre la importancia de involucrar procesos de diseño y desarrollo basados en estrategias o alternativas de sostenibilidad, es necesario hacer un rastreo sobre cómo dichas aplicaciones pueden realmente impactar a la comunidad en general, permitiendo mitigar, minimizar o reemplazar materiales, etapas o incluso productos que actualmente sigan siendo un problema en cuanto al uso de materias primas provenientes de fuentes no renovables o aquellos que su disposición final genera un alto porcentaje de residuos de compleja degradación (Castro et al., 2016).

De esta manera el Diseño Sostenible al ser una actividad con un componente innato de creatividad e innovación, debe configurar estrategias de trabajo en las cuales convergen procesos que no solo busquen suplir las necesidades presentadas por el usuario o entorno, sino equilibrar los conceptos de materialidad, producción, estética y funcionalidad, logrando llegar a soluciones que cumplan su función principal y que contribuyan a preservar los recursos existentes (Concejero & Galván, 2012), valiéndose de actividades como la reincorporación de materias primas, el reciclaje de componentes o la reestructuración de elementos que en primera instancia tenían otro fin (Heinrich Boll Stiftung, 2013).

Por lo expuesto con anterioridad, se puede resaltar cómo el factor del material base o materia prima implementado en cualquier actividad ha cobrado no solo el estatus de ser el encargado de darle la calidad al desarrollo, sino que también logra mejorar las condiciones de disposición o finalización de su vida útil, sin afectar las fuentes de obtención ni el lugar en el cual terminará su ciclo de vida.

Este capítulo busca hacer una revisión sobre las alternativas actuales en cuanto a la aplicación de materiales sostenibles para el desarrollo de soluciones de diseño que permitan crear procesos más limpios, eficientes o funcionales frente a los esquemas de producción tradicional. Es importante resaltar que la incorporación de este tipo de estrategias, no es un factor que se haya originado en primera instancia en el desarrollo de productos, ya que las prácticas enmarcadas en la construcción sostenible, construcción bioclimática y el diseño activo y pasivo, han sido métodos pioneros desde la arquitectura y

el urbanismo por medio de los cuales se ha reestructurado el aprovechamiento de los procesos, los materiales e incluso del espacio mismo y sus habitantes (A. Rodríguez & Sugranyes, 2017).

## **2.1 Los materiales y procesos en la producción y consumo responsable**

La búsqueda y el desarrollo de nuevas alternativas respecto al diseño e incorporación de materiales sostenibles en productos, servicios y experiencias es un proceso que actualmente ha cobrado mayor fuerza en la sociedad, obligando a empresas, instituciones e investigadores a reinventar las estructuras tradicionales de producción para adaptarse a los requerimientos actuales del medio, en los cuales se evidencia una necesidad de incorporar procesos enfocados al Desarrollo Sostenible.

En muchas ocasiones, se evidencia cómo desde el desarrollo de diferentes elementos, espacios o actividades, se busca innovar por medio de la implementación de factores que disminuyan la complejidad de producción, pensando en materiales de cercana y fácil obtención, procesos productivos locales o incluso acciones que promuevan el desarrollo y crecimiento económico de la mano de obra y producción local (Área Metropolitana del Valle de Aburrá & Universidad Pontificia Bolivariana., 2015).

Todas esas acciones se configuran dentro de un pensamiento que se alinea a los ODS, principalmente a los enfocados en Producción y Consumo Responsable, Ciudades y Comunidades Sostenibles e Innovación e Infraestructura y estos a su vez influyen directamente en los objetivos ligados a la erradicación de la pobreza, reducción de la desigualdad y empleo digno y crecimiento económico (CECODES, 2017); es así que se puede evidenciar que el proceso de transformación de los procesos tradicionales en cuanto a la materialidad y producción es uno de los precursores principales en la implementación de acciones en pro del Desarrollo Sostenible (McCormick et al., 2013).

Sin embargo, existen muchos limitantes actuales que han generado que estos nuevos procesos productivos o de incorporación de materiales no puedan trabajarse de una manera más fluida y orgánica a diferencia de las actividades productivas tradicionales. Uno

de los mayores limitantes radica en la facilidad que implica el uso de materias primas convencionales, ya que con estas no es necesario generar inversiones o procesos extra para su obtención o manipulación, situación que permite mantener precios competitivos en el mercado y no entrar en el proceso de aceptación de un nuevo estilo de producto que difícilmente será percibido de manera exitosa en primera instancia por la comunidad (Magnier & Schoormans, 2015).

Esta relación existente entre el desarrollo y producción de bienes y servicios también está vinculada directamente en el comportamiento de los consumidores (Wever et al., 2008), esto frente a las prácticas de consumo, uso y desecho de los elementos que adquieren; que si bien en la actualidad las nuevas generaciones poseen una mentalidad abierta al cambio por productos con un enfoque hacia la sostenibilidad (PNUD - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2019), la migración no ha sido total por parte de todos los sectores productivos ni de todos los actores involucrados en el proceso, manteniendo el sistema tradicional de economía lineal más fuerte frente a las economías circulares o de aprovechamiento de bienes y servicios (Eco Circular, 2018).

Y es que no solo desde el desarrollo objetual o en las producciones a grande y pequeña escala se ha visto la necesidad de migrar a alternativas más “verdes” o ambientalmente amigables, incluso espacios o territorios de una mayor magnitud como lo son las ciudades e incluso países, han comenzado a buscar estrategias para ser laboratorios urbanos que concentren estrategias de sostenibilidad, no solo en el aspecto ambiental, sino también económico y social, buscando así el beneficio para todos los habitantes de un territorio específico (McCormick et al., 2013).

Todas estas actividades tanto desde la individualidad de una persona, hasta grandes colectivos (como puede entenderse desde una vista metropolitana en una ciudad o un conjunto de territorios que conformen un país) implican la necesidad de migrar a estrategias que permitan en primera instancia una transformación colectiva sobre como incorporar mejores prácticas no solo enmarcadas en la producción sino también en el consumo (PNUD - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2019); es así que uno de los focos de mayor importancia en cuanto a la incorporación de nuevos estilos de vida en la sociedad es la capacidad de ser conscientes de las acciones de adquisición de bienes y servicios, esto por medio de una mentalidad en pro de optimizar, mejorar y

aprender los correctos usos no solo de los recursos primarios, sino incluso de los desechos o residuos (Homez, 2019).

Al hacer referencia a un cambio de estilo de vida o actitudes por parte de la comunidad en general, se puede evidenciar desde un punto de vista generalizado que muchas empresas y marcas a nivel mundial han optado por crear estrategias que desde procesos de green marketing<sup>2</sup> logren impulsar en la comunidad una necesidad de cambiar sus hábitos de consumo a unos que se centren en mayor medida a la preservación de los recursos y a la optimización y minimización de los residuos (Balaceanu et al., 2017).

Hablar de producción y consumo responsable no solo debe ser una relación directa al ODS 12; sino más bien, referenciar una serie de acciones en las cuales la comunidad global debe centralizar sus acciones tanto desde la oferta como la demanda de bienes y servicios (CECODES, 2017). Los conceptos de producción y consumo, son variables que siempre van a estar enlazadas de manera conjunta en la actual sociedad, a continuación, se plantean por separado con la intención de aclarar el panorama sobre este estilo de vida que enmarca decisiones y prácticas más conscientes de interacción entre el hombre, los objetos, los servicios, los recursos y su territorio.

Por una parte, hablar de producción responsable también puede asociarse al concepto de producción limpia, en el cual se busca que cualquier parte de las etapas inmersas en el desarrollo de un producto o servicio logren minimizar sus impactos principalmente ambientales, pero también ligados al componente social o económico, recordando mantener la triada de los factores del Desarrollo Sostenible (Ministerio de Ambiente, 2010). Tal como se presentó con anterioridad, en la producción responsable/sostenible, es uno de los principales escenarios en los cuales se pueden aplicar estrategias de ACV, por medio de las cuales puede comprenderse como sustituirse, modificarse o incluso eliminar una etapa o una serie de etapas que pueden tener impactos negativos o que en términos de eficiencia y productividad pueden simplificarse (Bernatene & Canale, 2019).

---

<sup>2</sup> Según la Asociación Americana de Marketing, el Green Marketing, marketing verde o mercadeo verde constituye un proceso en el cual se combinan estrategias de desarrollo y promoción de productos designados a minimizar los efectos negativos en el ambiente físico, a mejorar la calidad de otros similares ya existentes o reemplazar prácticas que no estén de la mano de los ideales de cuidado y preservación ecológica (Pérez Cardona, 2017)

Mientras que el consumo responsable o consumo sostenible puede entenderse como una serie de acciones que buscan encontrar soluciones o alternativas a los desequilibrios sociales, económicos y ambientales por medio de un proceso de consumo responsable de bienes y servicios por parte de los habitantes de un territorio o región específica (UNESCO & PNUMA, 2019). En este campo de actuación, no solo basta con que la comunidad tome una postura analítica y crítica frente a la demanda de productos, sino que también, es necesario contrastar con una serie de propuestas educativas tanto de empresas privadas como de entes gubernamentales que se encarguen de construir con conocimiento general sobre las afectaciones de los procesos de consumo desmedido (Heinrich Boll Stiftung, 2013).

Es así, que ambos conceptos reunidos son los precursores de un sistema integrado entre la producción y el consumo, en el cual se interrelacionan factores de oferta, demanda, tendencias con el principio rector de la disminución de los impactos ambientales desde el momento de la concepción del producto o servicio, hasta el fin del ciclo de vida del mismo por parte del usuario, posibilitando un proceso más sostenible en cuanto a producción, mercado, uso y desecho (Ministerio de Ambiente, 2010).

Es así, que si se planea incorporar dentro del proyecto estrategias que generen una migración hacia enfoques de producción y consumo responsables desde el Desarrollo sostenible, es así que es necesario que en primera momento se haga una revisión puntual de dos áreas del saber (Arquitectura y Diseño) en las cuales estos procesos han logrado impactar de manera positiva desde hace varias décadas a nivel mundial diversos espacios de participación de la comunidad y el territorio (McCormick et al., 2013).

De esta manera, a continuación, se plantea cómo desde la Arquitectura y el Urbanismo y el Diseño Industrial y de productos, se han venido generando nuevas formas de adaptación para procesos que tradicionalmente tenían un enfoque en el cual no se consideraba el cuidado tanto en instancias presentes como futuras de los recursos, la vinculación de las comunidades o las diversas formas de promover el crecimiento económico en las regiones.

### 2.1.1 Arquitectura y Urbanismo

Como en cualquier caso de estudio, es necesario conocer referentes que permitan ampliar el panorama o espectro de aplicación de un proceso o actividad; tal es el caso que se presenta a continuación a partir del cual, al hacer una revisión de diferentes aplicaciones tanto en materiales como en los procesos de creación desde la arquitectura y el urbanismo, pueden abstraerse procesos que permitan su replicabilidad en otros campos de acción.

Haciendo una revisión puntual, en el campo del desarrollo enfocado a los procesos objetuales, la materialidad es el factor que se ha visto influenciada en primera instancia por los procesos arquitectónicos, en los cuales, reemplazar materias primas tradicionales como metales y cerámicos de ingeniería por alternativas naturales como maderas y cerámicos tradicionales ha sido el principal punto de partida de transformación no solo en las edificaciones y de los espacios urbanos (Bulkeley & McCormick, 2018), sino también en el pensamiento colectivo de la sociedad sobre el desarrollo y producción de los espacios (A. Rodríguez & Sugranyes, 2017), pensados con una visión integral de cuidado de los recursos naturales y disminución de la huella de carbono.

El campo de la arquitectura y la construcción es en el que mayor y más fácilmente se ha evidenciado la aplicación de materiales y estrategias de diseño sostenibles, esto gracias a la facilidad de reemplazar o de reestructurar elementos y procesos por alternativas con menos impactos, teniendo presentes no solo el componente ambiental sino también las prácticas sociales y los factores económicos enmarcados en este proceso.

Si bien el enfoque principal de este proyecto de investigación radica en el desarrollo de un producto a menor escala de la que se emplea normalmente en la arquitectura o el urbanismo, el presente análisis se basa en la capacidad de abstraer la relación en cuanto al aprovechamiento de los recursos y/o procesos que pueden verse implicados en un proceso de creación y que tenga por fin mejorar o implementar estrategias de sostenibilidad.

Para referenciar de manera más clara las transformaciones y evoluciones que se han ido presentando a lo largo de la historia en el campo de la arquitectura y el urbanismo, a

continuación, se presentarán diversos hitos a nivel local, nacional e internacional referentes a transformaciones en pro de actividades enfocadas a la sostenibilidad .

- **Procesos Internacionales:** actualmente es muy clara la tendencia existente a nivel mundial en incorporar estrategias a las edificaciones no solo para alargar su vida útil, sino también para permitirle optimizar sus características de funcionalidad y de interacción con la sociedad.

El primer ejemplo de un proceso de transformación que involucra no solo una transformación en torno a la prese ración y ampliación de zonas y/o espacios verdes, es el centro para países sostenibles en Pittsburgh; el cual se caracteriza por ser un espacio que integra procesos de educación, investigación y administración de los diferentes espacios naturales y el jardín botánico de dicha ciudad. La característica más llamativa de este lugar es el hecho que es 100% sustentable, generando toda su energía y aprovechando el agua proveniente de las lluvias (ARTICE, 2019).

Figura 2-1 Centro para Paisajes Sostenibles; fuente de obtención artículo grupo ARTICE (ARTICE, 2019)



La capacidad de autogestionar los recursos del ambiente en el que se encuentra ubicada una construcción o una intervención le permite aprovechar en gran medida oportunidades que impulsen su funcionamiento y disminuyan los impactos que se asocian a la acomodación de dicha obra en el espacio. Tal es el caso del Museo del Mañana en la ciudad de Rio de Janeiro; el cual fue construido sobre el Muelle

Maua, en el cual aprovecha el agua del mar para generar un sistema de refrigeración interna y después de hacer el circuito interno, el agua es devuelta limpia a la bahía (Amarillo Blog , 2019). De igual manera, esta construcción también gestiona las aguas lluvias para hacer limpiezas y riegos, generando grandes ahorros en consumo energético y disminución del consumo de agua (Amarillo Blog , 2019).

**Figura 2-2 Museo del Mañana Rio de Janeiro, fuente de obtención (Amarillo Blog, 2019)**



- **Procesos Nacionales:** Colombia se ha caracterizado por ser un país altamente rico en biodiversidad y a su vez, tener espacios que se encargan de generar una estrecha interrelación entre los factores ambientales, sociales, culturales, económicos y tecnológicos; favoreciendo así la capacidad de crear desarrollos arquitectónicos y urbanísticos que favorezcan estas estrechas relaciones y contribuyan a preservar diversos espacios en las diferentes regiones a lo largo del territorio nacional.

En Bogotá, el Edificio Terpel es uno de los espacios arquitectónicos más innovadores en cuanto a procesos de sostenibilidad; esto debido a que este desde su concepción fue ideado con el uso de menos materiales, de los cuales su gran mayoría tienen procesos de reciclaje y los otros son creados bajo estrictos procesos de disminución de impactos, usando maderas, paneles de yeso reciclados e incluso pinturas amigables con el ambiente; además también cuenta con un espejo de agua en su primer piso en el cual se alberga gran variedad de vida acuática (Metro Cuadrado, 2018).

**Figura 2-3 Edificio Terpel en la ciudad de Bogotá; fuente de obtención (Metro Cuadrado, 2018)**



Otro edificio que genera una muestra de las amplias posibilidades de transformación urbanística a nivel nacional es el edificio de la embajada de Ecuador. Edificación que cuenta con una gran capa de techo verde en los dos bloques que componen la estructura, factor que ayuda a generar una termorregulación y que además logra permitir la captura de aguas lluvias, disminuyendo considerablemente la necesidad del uso de agua y de energía, además de un sistema integrado de rejillas lo cual permite usar el viento como apoyo a los procesos de regulación térmica interna (Metro Cuadrado, 2018).

**Figura 2-4 Embajada de Ecuador en Colombia; Fuente de obtención (Metro Cuadrado, 2018)**



- **Procesos Locales:** Como se estableció anteriormente con los ejemplos enfocados en construcción y arquitectura sostenible, en términos locales, Medellín ha logrado establecer no solo desarrollos espaciales, sino también como en alianza entre la ciudad, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Universidad Pontificia Bolivariana han vinculado iniciativas en pro de fomentar una guía que regule las normativas de construcción sostenible y así dar un nuevo foco al futuro de la creación de espacios arquitectónicos y urbanísticos (Área Metropolitana del Valle de Aburrá & Universidad Pontificia Bolivariana., 2015).

De esta manera, Medellín logra imponer una gran cantidad de hitos en cuanto a los procesos de construcción sostenible, apuntando directamente al ODS 11 “Ciudades y comunidades sostenibles” (PNUD - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2019) y es así como se puede encontrar uno de los escenarios a nivel local más reconocido no solo por ser la cuna de la innovación tecnológica, sino también por su infraestructura enfocada en estrategias de diseño arquitectónico más eficiente es el complejo de RUTA N, espacio en el cual la ciudad obtuvo el reconocimiento LEED GOLD por sus estrategias de bajo consumo de agua, ahorro de energía, optimización de recursos y confort ambiental (Grupo CONALTURA, 2019).

**Figura 2-5 Complejo Ruta N; fotografía de Mauricio Ferrer.**  
<https://ciudadyarquitectura2016.wordpress.com/2016/12/03/ruta-n-medellin-colombia-2/>



Y así como RUTA N es un escenario que busca la transformación a partir de procesos de innovación; son muchas las empresas, marcas e instituciones que por misión comparten el mismo principio de actuación; tal es el caso del Colectivo de Arquitectura y Urbanismo ARQUIURBANO; quienes a partir de estrategias de diseño sostenible,

generan estrategias tanto para espacios públicos como privados que implementen mejoras no solo para la sociedad sino también para el ambiente.

**Figura 2-6 Proceso de transformación de movilidad sostenible; obtenido de Instagram @arquirbano**



## 2.1.2 Diseño Industrial y de Productos

Desde finales del siglo XX y en lo que va del siglo XXI, se ha podido evidenciar cómo desde el Diseño Industrial ha surgido un afán notorio de construir una conciencia colectiva en torno a la creación de productos con una conciencia ambiental que fomente la protección de los recursos actuales y que a su vez permita un perfecto balance entre los procesos económicos de la empresa o entidad productora y una aceptación con la población que se encuentra en interacción con ellos.

Respondiendo a la premisa que se plantea, los diseñadores han explorado no solo procesos productivos que generen impactos entre el final del ciclo de vida del producto y su disposición; sino que también han buscado reconfigurar procesos de manera creativa para que desde el surgimiento de las propuestas de diseño se empleen metodologías que minimicen los impactos que puedan asociarse a la creación del producto (Braungart & McDonough, 2002), pensando de manera puntual su ciclo de uso y como posteriormente este podrá reciclarse, reutilizarse o desecharse de una manera ambientalmente más amigable.

Tal como se referenció en el campo de la arquitectura y del urbanismo, en el Diseño Industrial y de productos, también se han tenido grandes y acelerados cambios en torno a buscar nuevas prácticas que soporten un pensamiento alineado a los principios del Desarrollo Sostenible; es así que a continuación, se hace un acercamiento a diversos tipos de productos que desde sus proceso, materiales, usos e incluso disposición final representan una transformación para la concepción tradicional de desarrollo objetual.

- **Procesos Internacionales:** el panorama internacional se ha visto marcado por una acelerada evolución en cuanto a los procesos de creación e incorporación de bienes y servicios desde finales del siglo pasado; esto con una intencionalidad marcada por generar actividades que impacten de manera más positiva el medio y la comunidad que se encuentra en él.

Uno de los puntos de atención para los actuales emprendedores es la generación de alternativas para productos de bajos tiempos de uso y largos procesos de descomposición; partiendo de este concepto, surge una tendencia al diseño de ecowraps o toallas desechables ecológicas, las cuales pueden sustituir fácilmente el uso del papel film.

Mutisia envoltorios es una marca argentina la cual a partir del uso de telas de algodón recicladas y la aplicación de capas de cera de abeja natural logran crear estas toallas que reemplazan el uso de papel film, disminuyendo así el uso de este tipo de polímeros y permitiendo la incorporación de un producto con una vida útil mucho más larga y con una mayor facilidad en cuanto a su disposición final.

**Figura 2-7 Envoltorios orgánicos Mutisia; obtenido del Instagram @mutisia.envoltorios**



Continuando con aplicaciones de diseño enfocadas en disminuir la producción de elementos con mínimos periodos de uso y con largos proceso de descomposición, la

empresa alemana Leaf Republic propone una alternativa de diseño de platos desechables a partir del uso de hojas provenientes de diversos tipos de árboles, las cuales al aplicarles diferentes aglutinantes naturales y un proceso de compresión por termoformado, permite la creación de platos que tienen un proceso de descomposición de alrededor de 28 días, sin la necesidad de generar una disposición especial ni de la transformación o destrucción del producto al finalizar su ciclo de vida (EcoInventos, 2019).

**Figura 2-8 Platos elaborados a partir del uso de hojas de árbol; fuente de obtención <https://ecoinventos.com/platos-biodegradables-hechos-con-hojas-naturales/>**



El consumo de agua tanto en el proceso de creación como de incorporación de la misma en el desarrollo de cualquier producto es uno de los factores que mayor impacto genera en los procesos, esto debido a las grandes cantidades empleadas o a los elementos residuales que quedan después de su uso. Partiendo de esta concepción sobre el uso y aprovechamiento de un recurso tan vital como lo es el agua, se desarrolla un sistema de envase con un filtro por medio del cual se optimiza el uso del agua y se evita el desperdicio de la misma (REPLENISH, 2020).

**Figura 2-9 Sistema de envase que disminuye el consumo de agua; fuente de obtención <http://www.myreplenish.com/>**



- **Procesos Nacionales:** tal como se han presentado grandes desarrollos y creaciones a nivel mundial en el campo del diseño de productos, Colombiano se ha quedado atrás en estos procesos; es así como actualmente las marcas que nacen tienden a estar guiadas por los principios del Desarrollo Sostenible, no solo con el enfoque de proteger el medio y los recursos, sino también de mejorar las condiciones productivas y económicas del país.

Es así, que en Colombia no solo se vive una etapa en la cual grandes empresas logran hacer un paso o transformación de prácticas o procesos tradicionales a un enfoque productivo marcado por la sostenibilidad, sino también la aparición de nuevos emprendimientos marcados por una conciencia de protección y responsabilidad, no solo con el ambiente sino con la cultura y sociedad.

Es así como emprendimientos como MAHÍZBiopack son propuestas de diseño que revolucionan la estructura tradicional en el contexto nacional, permitiendo la generación de empaques (bolsas plásticas) a base de los residuos provenientes del maíz, las cuales no solo cumplen de igual manera su función principal, sino que logran aportar escenarios de innovación y aprovechamiento de materiales para la región.

**Figura 2-10 Fotografía de empaque biodegradable de la marca MAHÍZ; fuente de obtención personal**



Por otra parte, en una industria tan fuerte en Colombia como lo es el campo del diseño de vestuario o de modas, se ha evidenciado como este sector es uno de los que más ha tenido participación en los procesos de incorporación de prácticas enfocadas a la sostenibilidad, esto gracias a que ha surgido una gran ola de diseñadores y productores que han tomado conciencia de los procesos de producción y consumo responsable (Ministerio de Ambiente, 2010).

En ese orden de ideas surgen las alternativas de diseño enfocadas a la tendencia de Slow Fashion<sup>3</sup> o “Modalenta” y uno de sus mejores precursores es la marca de calzado Pachas, la cual combina elementos tradicionales con el aprovechamiento de los residuos provenientes de las botellas PET para la creación de alpargatas.

**Figura 2-11 Zapatos elaborados a partir de PET recuperado, fuente de obtención Instagram @pachas.co**



De igual manera y complementando en otra área de actuación, la empresa Lifepack surgió en la ciudad de Cali y esta se establece como una alternativa sostenible al consumo de empaques o elementos desechables de un solo uso, proponiendo una alternativa por medio de la cual a partir del aprovechamiento de los residuos provenientes de la cáscara y la corona de la piña, se genera un biomaterial, el cual es modificado y transformado gracias a un proceso de compresión y termoformado por

---

<sup>3</sup> Slow Fashion, moda lenta o moda ecológica, hace referencia a una tendencia del campo del diseño textil, de moda y de vestuario, en el cual se busca cumplir la necesidad de generar mejores prácticas en torno al consumo de ropa, permitiendo mejores intercambios tanto económicos, sociales y ambientales entre los productores, los consumidores y el medio ambiente (OXFAM Intermón, 2019)

medio del cual permite el desarrollo de platos, empaques, envases y otros elementos comúnmente generados en polímeros.

Con esta aplicación se logra no solo disminuir los residuos provenientes del sector agrícola, sino que también se generan estrategias por medio de las cuales se comienza una transformación paulatina frente a la producción y consumo de cientos de productos que tienen altos procesos productivos y que no están enfocados en tener una relación cercana a la protección del ambiente debido a la gran cantidad de residuos que generan.

**Figura 2-12** Producto de la empresa Lifepack; fuente de obtención <https://lifepack.com.co/>



- **Procesos Locales:** en el sector local, Medellín desde su calificación como la ciudad más innovadora ha sido un gran escenario para la aparición de propuestas de creación y emprendimiento con enfoque en la creatividad, la innovación y la transformación social. De esta manera, los nuevos desarrollos y emprendimientos nacientes en esta ciudad surgen con un enfoque marcado por la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente. A continuación, se presentan algunos casos de éxito de marcas propias de la región que incorporaron desde su inicio el factor de sostenibilidad tanto para su marca como para el desarrollo y crecimiento económico de la región.

El campo de la joyería es un sector que se caracteriza por generar productos de alto valor comercial utilizando diferentes materiales o elementos que comúnmente pueden ser muy costosos o que su obtención implica altos y complejos procesos, que terminan en la producción y emisión de diferentes contaminantes para el ambiente.

Sin embargo, el taller Lastra es una propuesta de diseño de joyería de autor, en la cual existe una combinación de creación de piezas únicas de alta calidad con procesos de aprovechamiento de metales para la creación de las piezas base. Esto demostrando la capacidad de la reincorporación de materiales desechados en piezas de alto valor y estilo visual.

**Figura 2-13 Joyería elaborada a partir de metales reciclados; fuente de obtención Instagram @lastra\_taller**



Al igual que la alternativa presentada con anterioridad por la marca Pachas, en términos locales también existen alternativas en el sector de la moda que ofrecen una visión sostenible sobre la producción y el consumo de prendas de alta calidad, pero que a su vez no afecten el medio ambiente. Es así como surge BohíoPlaya, una marca local que a partir del aprovechamiento de botellas PET y algodón reciclado, ha logrado crear toda una marca de productos para la playa y/o climas cálidos.

En su proceso de desarrollo han logrado generar camisas, camisetas, bermudas, gorras, sombreros e incluso trajes de baño; además su responsabilidad no solo se encuentra enfocada netamente en el componente ambiental, sino también en la parte social y económica, permitiendo emplear mujeres de la tercera edad, reincorporando población que aun está en capacidad productiva al sector económico.

**Figura 2-14 camisetas elaboradas a partir de plástico y algodón reciclado; fuente de obtención Instagram @bohioplaya**



Los ejemplos planteados tanto en el campo de la arquitectura y el urbanismo como en el diseño industrial y de productos son claros ejemplos de la transformación de actividades, etapas, materiales e incluso diseño que se enfocan en el aprovechamiento, la disminución o la reinención de prácticas que logran modificar los impactos asociados a gran cantidad de acciones tanto a pequeña como a gran escala y es así que se consolida la importancia de la sostenibilidad enmarcada en los procesos tanto de producción, consumo e interacción.

Con un panorama no solo local y nacional, sino internacional sobre todos los escenarios en los cuales la transformación de procesos, la incorporación y reincorporación de materiales y el rediseño de productos y servicios es más que un hecho, se hace más necesaria la generación de estrategias que continúen permitiendo replicar los casos exitosos y continuar conduciendo los territorios hacia un desarrollo más sostenible desde todos los puntos de vista.

## **2.2 Desarrollo de biomateriales y materias primas sostenibles**

El proceso de creación de un nuevo material debe estar precedido por una serie de consideraciones técnicas que permitan que este no solo cumpla un componente funcional, sino que también pueda aportar un valor estético o visual frente al uso que planea darse a dicha materia prima (Posada & Almanza, 2015). Además, en la mayoría de casos debe evaluarse la aplicación primaria que se busca brindarle a dicho nuevo desarrollo, ya que las propiedades estructurales tendrán que variar en relación a la acción que vaya a desempeñar esa nueva creación (Askeland & Phulé, 2004).

La ciencia de los materiales es un amplio campo de estudio en el cual no solo basta con identificar la existencia de un material, sino que también es necesario hacer un proceso de caracterización y análisis de cuáles son las características y cualidades inherentes a dicho material (Askeland & Phulé, 2004) y a partir de eso poder identificar cuáles son sus fortalezas y debilidades frente a las diversas aplicaciones que pueda tener.

Desde finales del siglo XX y principios del siglo XXI, se ha evidenciado una constante búsqueda por parte de diferentes disciplinas o áreas del saber en las cuales, sus profesionales proponen estrategias innovadoras a partir del uso y aprovechamiento de los recursos que existen en el medio para incorporar y generar nuevas alternativas que reemplacen los materiales comunmente usados en los diferentes procesos productivos de la sociedad (Feijoo & Moreira, 2020), potenciando así la capacidad de disminuir los altos índices de contaminación y fomentando acciones que busquen transformar los procesos de desarrollo a nivel micro y macro en la sociedad (PNUD - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2019).

Una gran cantidad de investigaciones en la actualidad han fomentado procesos por medio de los cuales se busca cambiar los paradigmas tradicionalmente impuestos sobre el uso de materias primas, implementando así, la reincorporación de residuos o desechos de otros procesos en el desarrollo de nuevos productos y servicios, dando así a conocer e impulsar estrategias como la economía circular o economía verde (Eco Circular, 2018), por medio de la cual se reincorpora en las cadenas productivas grandes cantidades de elementos que pueden continuar aportando para el desarrollo de bienes y servicios sin afectar considerablemente el ambiente y sus fuentes de recursos primarias.

En el campo del diseño industrial y puntualmente en el área del packaging (diseño y desarrollo de empaques), se ha visto una paulatina evolución desde finales del siglo XX, marcada por un proceso de concientización acerca del uso de los materiales involucrados en el proceso de almacenaje, transporte o protección de los productos, principalmente en el campo de los alimentos, ya que si bien, se han buscado alternativas que reemplacen los materiales fabricados a partir de polímeros y otros materiales que presentan dificultad en su proceso de reciclabilidad, la transformación en la industria ha sido lenta y compleja, sin embargo, ha logrado materializarse el desarrollo de nuevos materiales involucrados en este campo que no generan tantas afectaciones en el medio (Aarnio & Hämäläinen, 2008).

Al realizar la revisión de diversos procesos, existirán residuos que aparentemente no cumplan las condiciones iniciales para ser reincorporados en el desarrollo principal del producto para el cual fueron desarrollados, sin embargo, dichos residuos pueden ser aprovechados y aplicados en otras áreas de creación (Homez, 2019), permitiendo generar estrategias de creación desde metodologías como zero waste y economía circular (Roman,

2015) esto, en la fabricación y/o elaboración de procesos de complejidades menores a las cuales fueron expuestas en un principio dichas materias primas.

Es por lo anterior que se genera un análisis por medio del cual se busca comprender cuáles son las industrias o áreas de producción en las que mayores desechos o residuos se generan para encontrar en estos la oportunidad de aprovechar dichos residuos como materias primas para nuevos desarrollos o incorporaciones en la creación de bienes y servicios utilitarios dentro del principio de proponer impactos positivos en la comunidad, la economía y el ambiente (Camara de Comercio de Valencia, 2020).

A partir de la premisa anterior, es entonces que se hace una búsqueda en términos locales en la ciudad de Medellín, sobre espacios que generen altas cantidades de residuos que pueden ser aprovechados y uno de los campos en los cuales puede apreciarse mayor cantidad de residuos es en la industria alimenticia, teniendo el caso puntual de las plazas de mercado de la ciudad (e incluso del área metropolitana), las cuales generalmente las hojas, vainas, tallos e incluso partes de las frutas, verduras u hortalizas que son desechadas y comunmente usadas como abono o como alimento para diferentes especies de animales (PESA, 2011). Estos elementos por excelencia son desechados y no se reincorporan en un proceso que logre aprovechar no solo su componente alimenticio, sino también su capacidad de creación.

En Colombia, según la Superintendencia de Servicios Públicos y el Departamento Nacional de Planeación, durante el año 2015, se generaron 9'967.844 toneladas de basura (Colprensa, El Colombiano, 2017) abarcando no solo polímeros, sino también los desechos de la agroindustria, uno de los sectores con mayor variedad y oferta a nivel nacional. Y es que la agroindustria cuenta con una oferta nacional disponible de alimentos de 28,5 millones de toneladas, de los cuales se pierden y desperdician 9,76 millones de toneladas, lo que equivale al 34% del total producido en el país. (Maussa, 2018).

En el caso puntual del departamento de Antioquia, este se encuentra en tercer lugar a nivel nacional en cuanto a los desperdicios de comida, llegando a una cifra superior al millón de toneladas de alimento no aprovechado y desechado (Gaviria et al., 2019). De esta cifra se puede analizar cómo en la ciudad de Medellín, en su plaza Minorista, gran cantidad de alimentos van a parar diariamente en los botes de basura (muchos de estos aún en buen

estado). De estos desechos se puede percibir 75 toneladas cada 24 horas, más de 500 a la semana, más de 15.000 al mes (Escobar Mejía, 2012), situación que plantea la necesidad de darle un mejor manejo a estos residuos valiéndose de un ejercicio transdisciplinar en el que desde otras áreas del saber se puedan ofrecer soluciones originales e innovadoras.

Y uno de los productos a nivel nacional que posee grandes aplicaciones en la gastronomía tradicional es el maíz, el cual se ve presente en un sinnúmero de aplicaciones y preparaciones, generando así una alta demanda en esta materia prima. Es así como el maíz y su producción a nivel nacional, permiten que ocupe un lugar muy importante con una generación anual que supera más de 1,7 millones de toneladas (Fenalce, 2019); las cuales, no son aprovechadas al cien por ciento; ya que elementos como la tusa y el capacho son desechados comúnmente, siendo estas materias primas de fácil transformación para el desarrollo de diversos productos o aplicaciones (Restrepo et al., 2016).

### **2.2.1 Metodología de desarrollo de materias primas a base de maíz**

A nivel internacional se han comenzado a implementar grandes cantidades de actividades e investigaciones por medio de los cuales se estructura la capacidad de aprovechamiento de los residuos para reincorporarlos a procesos productivos (Eco Circular, 2018), de esta manera, se han empezado a utilizar diferentes tipos de residuos como base para el desarrollo de materias primas.

Para la transformación de un residuo en un biomaterial debe tenerse claridad primero sobre como es la estructura interna del residuo a implementar, ya que si se conocen las particularidades del mismo a nivel químico se puede generar por medio de la adición de otros componentes la posibilidad de llegar a suplir las necesidades o características que hagan que este sea óptimo en su funcionamiento posterior (Villalba et al., 2018).

Una vez conocido el material con el que se va a trabajar es necesario conocer los procesos de transformación y a su vez las máquinas y/o herramientas necesarias para que este pueda ser modificado de manera simple y poder obtener el nuevo desarrollo (Aliaga, 2010); es importante acotar la importancia de que los elementos de producción para el caso del

presente proyecto puedan ser fácil obtención ya que esto permitirá la fácil replicabilidad por parte de cualquier persona interesada en el desarrollo del biomaterial.

En el caso del papel, se han desarrollado varios procesos a lo largo de los años por medio de los cuales se puede llegar a la fabricación de una pasta de celulosa usando papel reciclado de manera simple sin la necesidad de equipos de alta gama (Villalba et al., 2018); sin embargo en el presente proyecto la materia base de trabajo al ser un residuo agroindustrial, debe buscarse que este no presente una alta dificultad de transformación o modificación de su estructura (Andy Huatatocha, 2020).

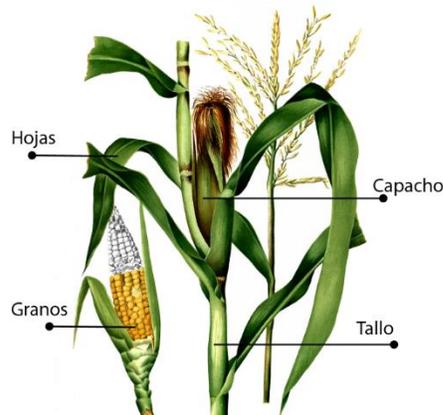
Para el caso puntual de la presente investigación es necesario generar un acercamiento a como fabricar u obtener un material como lo es el papel, el cual se constituye principalmente por la gran cantidad de celulosa presente en su composición (Andy Huatatocha, 2020). Es así como la obtención de un biomaterial que busque homologar las propiedades del papel debe estar estructurado por tener un componente alto de celulosa lo que permita no solo la composición de la forma, sino también buscar igualar las propiedades del producto original.

Para comenzar el proceso de implementación de soluciones a partir de los principios basados en el diseño y el desarrollo sostenible, debe tomarse como referente el uso de un elemento que se estructure como materia prima base que permita su modificación con la intención del desarrollo de nuevas piezas funcionales, en las cuales se tenga en cuenta tanto el aspecto funcional como el estético.

De esta manera, a continuación, se plantea el desarrollo y análisis de la generación de una materia prima basada en el aprovechamiento de residuos agroindustriales, los cuales para este caso serán provenientes de los capachos del maíz (en la figura 2-15 se presenta la diferencia entre el capacho y las hojas del maíz).

Y la selección de este residuo se da tanto por la capacidad de fácil acceso al mismo por parte del contexto de trabajo del proyecto (Plaza Minorista de Medellín) (Gaviria et al., 2019) y a su vez por que la composición química de este elemento presenta una gran similitud a los elementos que se encuentran en los árboles, los cuales son la principal y tradicional fuente de elaboración de productos de papel y/o cartón (Andy Huatatocha, 2020).

Figura 2-15 Partes del Maíz; ilustración personal a partir de archivo digital



Este proceso se basa en una metodología experimental a partir del desarrollo de probetas, en la cual, se generan comparaciones de diversas piezas que en su fabricación tuvieron variaciones en su desarrollo, controlando y modificando variables puntuales que permitan reconocer diferentes características en la ejecución de pruebas al material base (Castaño & Suárez, 2019). Es importante anotar que las pruebas o caracterizaciones realizadas al producto se desarrollan desde un punto de partida básico, sin la necesidad de incorporar complejos procesos de ingeniería, esto en relación al alcance del proyecto.

Es por lo anterior que buscando obtener una materia prima a base de las fibras de los capachos del maíz (como residuo a reincorporar), se implementa el desarrollo de un biomaterial, basado en los estudios e investigaciones planteadas por Minaya, Galarreta, Símpalo, Bonifacio y Miñan en la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI en Perú (Minaya Luna et al., 2018) y la tesis de grado de Andy Huatoca (Andy Huatoca, 2020) en los cuales se indica que los residuos provenientes del maíz presentan en sus hojas altos contenidos de celulosa, componente fundamental para la creación de materiales con propiedades similares a las características de un papel, cartulina o cartoncillo.

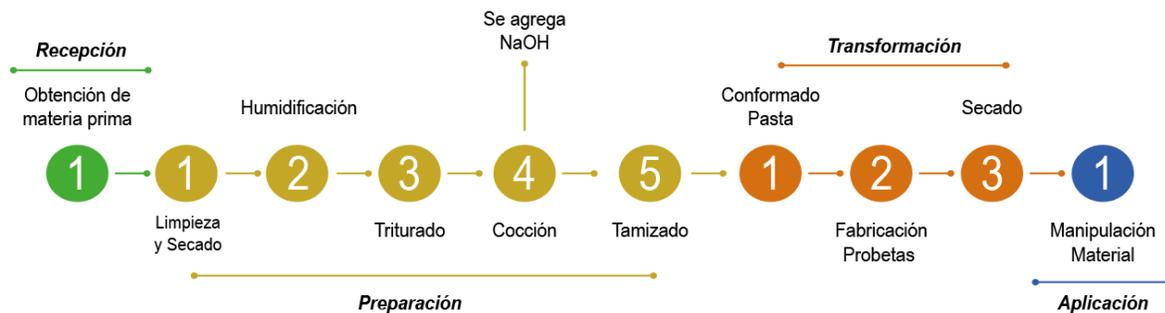
Partiendo de las premisas propuestas por los investigadores anteriores, se estructura un proceso de fabricación en el cual las etapas principales de la transformación de la materia se basan en la obtención de la materia prima (proveniente de la plaza minorista José María Cordova), la limpieza y secado del material, la humidificación temporal para facilitar el proceso de cocción y por último la trituración, conformado de pasta y fabricación de

probetas, esto según el proceso implementado por el grupo de investigadores de la Universidad Católica de Trujillo (Minaya Luna et al., 2018).

El proceso de obtención de la celulosa para la creación de papel a partir de residuos del maíz presentado por los investigadores de la Universidad de Trujillo se presenta en el Anexo A Diagrama de flujo del proceso de elaboración de papel a base de maíz; a partir de este y con la información obtenida del rastreo bibliográfico, se reestructura el flujo de producción y es así como a continuación, se presenta de manera gráfica la secuencia de acciones ejecutadas desde la reestructuración del proceso para la presente investigación:

En comparación con el proceso de fabricación y desarrollo a partir del cual se plantea la reinterpretación del flujo de trabajo, se genera una serie de modificaciones por medio de las cuales se busca reducir los impactos asociados a la obtención del biomaterial (Heinrich Boll Stiftung, 2013). A continuación, en la figura 2-16 se enumeran las acciones definidas del proceso por medio de los cuales, el resultado obtenido continúa siendo el mismo, solo que se reduce considerablemente las actividades y residuos asociados:

**Figura 2-16 Diagrama de Flujo de producción del papel; fuente personal**



Cabe resaltar que dentro del proyecto se toman una serie de variables a considerar para la ejecución de las diferentes etapas de producción del biomaterial, teniendo presente que al generar un control sobre estas variables particulares se puede evidenciar un impacto significativo en los principios de desarrollo sostenible aplicados a un proceso productivo; dichas variables son:

- Cantidad de Materia prima.
- Tiempo de secado.
- Tiempo de cocción.

-Energía embebida del proceso.

Y con las variables planteadas con anterioridad, se puede hacer un acercamiento a como estas son modificadas dentro de las diferentes actividades enmarcadas en el proceso productivo del biomaterial. A continuación, se plantea la modificación de dichas actividades con la intención de minimizar los impactos productivos de la elaboración de la materia prima:

- El proceso de secado en la elaboración original se genera durante doce horas en una estufa a 80 grados celcius; mientras que en el proceso actual, se deja durante 12 horas a temperatura ambiente sobre material absorbente para minimizar la higroscopía interna de la materia prima.
- Posterior a la cocción el material se deja en reposo durante 4 días con el licor que este destila; para el proceso actual se deja durante 4 horas, simplificando los tiempos de producción. La disminución del tiempo se basa en la investigación y el curso orientado por el Arquitecto Cárdenas Oleas, en el cual se indica que al cocinar la materia prima con un químico que permita romper la lignina, no se necesita más de dos cuatro horas de reposo para continuar el proceso de fabricación del papel artesanal (Oleas, 2010)
- Se elimina el proceso de blanqueo de la elaboración del papel; esto debido a que la cantidad de agua además de la incorporación de peróxido de hidrógeno generan una altos porcentajes de residuos cuya disposición tiene alta complejidad por la contaminación que se genera al combinar el agua con el peróxido (Feijoo & Moreira, 2020).

El ejercicio anterior por medio del cual se reestructura el proceso de transformación y obtención del biomaterial, se hace a partir de un análisis en el que se plantean procesos de Ingeniería Inversa (al analizar todos los pasos de una producción establecida), Design for X al detallar el proceso productivo y omitir etapas innecesarios o fácilmente reemplazables (Ulrich & Eppinger, 2012) y por último, la estrategia de producción y consumo responsable, al comprender los impactos asociados a cada una de las actividades inherentes a la fabricación del papel y cómo estos repercuten en los tres aspectos del desarrollo sostenible (PNUD - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2019).

Una vez estructurado el flujo de trabajo inicial se hace un acercamiento al proceso experimental por medio del cual se genera la fabricación del biomaterial. Es importante reconocer que si bien el proceso se hace bajo un análisis detallado en el cual se busca tener un control sobre cada una de las etapas de fabricación, el desarrollo se estructura de una manera artesanal, brindando la posibilidad de facilitar la replicabilidad del mismo para cualquier individuo bajo diversos contextos productivos y fomentando así la capacidad de ampliar espacios de producción en la sociedad (Camara de Comercio de Valencia, 2020).

Con la estructura de trabajo trazada a partir del diagrama de flujo presentado en la Figura 2-15, y entendiendo el por qué de cada una de las modificaciones a la estructura de trabajo original, a continuación, se muestran las etapas del proceso propio de fabricación del biomaterial.

**-Recepción:**

Como se puede observar en la figura 2-16, la primera etapa del proceso se consolida con la obtención de la materia prima proveniente de la plaza Minorista José María Villa de la ciudad de Medellín, Antioquia, en la cual el material es desechado o comunmente relegado a ser reincorporado como abono o comida para diferentes animales. Esta actividad se estructura como el fundamento principal de economía circular de todo el proceso de trabajo.

**Figura 2-17: Obtención de materias primas provenientes de la plaza Minorista José María Villa; Fuente personal**



**-Preparación:**

Como se presenta en la Figura 2-17, una vez obtenida la materia prima, es necesario comenzar un proceso de tratamiento de dicho elemento, que permita separar los componentes o elementos contaminantes de la estructura base, esto con la intención de preservar la calidad estructural del material a procesar (capachos de maíz), evitando la presencia de cualquier agente externo que fomente la rápida descomposición o degradación del mismo como basuras, fibras externas, insectos y cualquier otro elemento que pueda alterar la ejecución de la creación de las probetas; tal como se puede apreciar en la figura 2-17, en la cual los capachos de maíz se encuentran llenos diversos agentes externos.

**Figura 2-18: Proceso de limpieza de la materia prima, fuente de obtención personal**



Una vez la materia prima está libre de cualquier agente externo o contaminante, esta debe iniciar un proceso de secado, en el cual se disminuya de manera considerable la humedad interna, evitando así que la materia prima pueda llegar a descomponerse de manera más rápida.

**Figura 2-19: Proceso de secado de los capachos de maíz; fuente de obtención personal.**



Después de un proceso de secado a temperatura ambiente, la materia prima al tacto se queda rígida y con una sensación áspera, indicando que el nivel de humedad interno se ha disminuido a un porcentaje inferior al

% (sensación básica de higroscopía al tacto (Askeland & Phulé, 2004)) fomentando así la capacidad de perdurar en el tiempo sin exponerse a degradación o descomposición rápida (Aliaga, 2010).

Con la materia prima seca se procede a generar cortes de la fibra para que esta pueda ser reprocesada fácilmente; este proceso se hace de manera manual o apoyada con alguna herramienta que permita mantener una longitud constante e inferior a 3 centímetros para posteriormente facilitar el triturado en máquina (Aliaga, 2010), este proceso lo podemos observar en la figura 2-19 presentada a continuación.

**Figura 2-20 Triturado manual de los capachos de maíz secos; fuente de obtención personal.**



Con el material en un estado de humedad interno en porcentajes no percibibles al tacto y cortado en un tamaño fácil de manipular, se implementa un proceso de cocción, en el cual el material se humidifica al combinarse con agua y con un porcentaje mínimo de Hidróxido de Sodio (NaOH) (1% del peso del agua y la fibra) como elemento que potencia el rompimiento de las cadenas internas de lignina, el cual es un aglutinante natural que se

**Figura 2-21 Proceso de cocción de la fibra con NaOH; fuente de obtención personal**



encarga de conformar la estructura en forma de fibras de los capachos y que se encuentra presente en diversas materias primas ricas en celulosa (Minaya Luna et al., 2018).

Al cocinar la fibra con en agua y NaOH, las cadenas de lignina se rompen liberando una sustancia conocida como licor (Prado-Martínez et al., 2012), la cual aporta un color negro al proceso y que debe ser tamizada y limpiada para permitir que la pasta de celulosa obtenida no sea de un color tan oscuro para sus futuros procesos de manipulación (como pigmentación o impresiones).

**Figura 2-22 Tamizado y limpieza del licor de la pasta; fuente de obtención personal**



Una vez cocinado y tamizado, el material obtenido queda como se puede observar en la Figura 2-22, en el cual, las fibras han perdido su color base y su textura tiene una apariencia frágil y viscosa al tacto.

#### **-Transformación:**

Al contar con la materia prima limpia y tamizada; se procede a realizar el proceso de conformado de la pasta; para lo cual se le adiciona agua a la fibra obtenida y se tritura en un proceso mecánico apoyado por alguna máquina que facilite la capacidad de minimizar el tamaño de las fibras cortadas con anterioridad. Para este proceso se utiliza una licuadora convencional en su velocidad primaria y secundaria (marca Oster referencia clásica BLST4655 de tres velocidades con 700 watts de potencia) y se deja durante un tiempo aproximado entre 8 y 10 minutos, en el cual se logra por completo el conformado uniforme de la pasta (American Society of Testing Materials, 2021).

**Figura 2-23 Conformado de la pasta de celulosa; fuente de obtención personal**



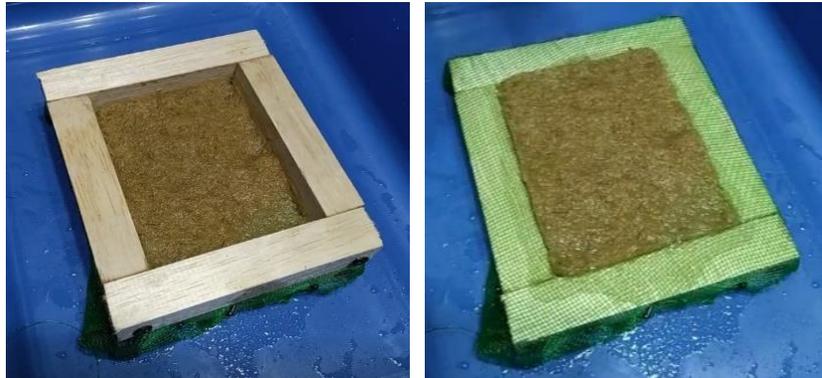
Con la pasta conformada, esta se dispone en un recipiente en el cual con ayuda de un marco de malla pueda generarse un proceso de inmersión para obtener la forma básica de las probetas de papel (Aliaga, 2010). Para este caso de estudio no se genera un dimensionamiento según una norma técnica (sin embargo las prubeas relacionadas al uso de papel y sus aplicaciones se encuentran en la normativa ASTM (American Society of Testing Materials, 2021)), sino que se estructura una forma cuadrada por medio de la cual puedan evaluarse las capacidades estructurales básicas perceptibles por la vista del biomaterial.

**Figura 2-24 Proceso de fabricación de las probetas por inmersión; fuente de obtención personal**



El proceso de inmersión consiste en introducir el marco de malla en el recipiente que contiene las partículas trituradas de la fibra para que estas se conformen en el marco y puedan comenzar un proceso de secado al aire libre; permitiendo que a través de la malla pase la humedad interna que se encuentra en el material.

**Figura 2-25** proceso de fabricación y secado de la probeta en el marco;  
fuente de obtención personal



El proceso de secado se genera a temperatura ambiente y sin ayuda de elementos externos; es necesario analizar las condiciones atmosféricas y la ubicación espacial durante el proceso para poder comprender los tiempos de secado (si el espacio en el que se desarrolla la probeta es muy húmedo tardará más el secado y si es muy cálido este se hará más pronto). El secado comunmente se da en un periodo entre ocho y doce horas.

**-Aplicación:**

Una vez el material está seco, se puede observar cómo puede contraerse y/o deformarse en relación a la pérdida de la humedad interna, sin embargo, al someterlo a un proceso de compresión básico, adquiere una forma plana semejante a los materiales de la gama de papeles y similares.

**Figura 2-26** Probetas de material secas; fuente de obtención personal



En la figura 2-26 se observa cómo se logra llegar al biomaterial planteado desde el inicio, teniendo la única particularidad frente al proceso de desarrollo original en su color, ya que el proceso extra de blanqueo genera una alta producción de residuos.

### 2.2.2 Análisis exploratorio de las propiedades del material

Buscando continuar con el proceso de Design for X eliminando procesos que puedan repercutir en el manejo de residuos o uso de materiales contaminantes, se plantea el desarrollo de una serie de probetas sin la aplicación del NaOH en la cocción, omitiendo este paso dentro del flujo de trabajo y como punto de análisis para llegar a otro de desarrollo que pueda ser más beneficioso en el factor productivo.

**Figura 2-27 Comparación de probetas, a la izquierda probeta B sin NaOH y a la derecha probeta A con NaOH; fuente de obtención personal**



Es importante aclarar que tanto el análisis como los ítems evaluados en la siguiente tabla se hacen a partir de una caracterización visual sin el uso de máquinas o equipos tecnológicos; teniendo presente que en esta primera etapa de fabricación solo se busca la correcta composición de elementos que permitan el hallazgo de una materia prima resistente y duradera que asemeje las propiedades de un material homologable al papel o cartón. Haciendo una relación en cuanto a los procesos de fabricación de ambas alternativas, se pueden relacionar las siguientes hallazgos respecto al comportamiento estructural de cada una de las probetas del material obtenido:

Tabla 2-1 Comparación básica de propiedades de las probetas; fuente de obtención personal

	<b>Probeta A</b>	<b>Probeta B</b>
<b>Comportamiento de la fibra</b>	La fibra se distribuye de una manera uniforme y se aglutina con facilidad.	La fibra se distribuye de una manera uniforme, sin embargo, no se aglutina y desprende residuos al tacto
<b>Capacidad de deformación</b>	El material logra soportar estímulos básicos de doblado y plegado sin deformarse totalmente.	El material se rompe fácilmente al tacto y no permite manipulaciones más allá del tacto básico.
<b>Uso de elementos químicos</b>	Se incorpora el uso de NaOH	No se incorpora el uso de NaOH
<b>Tiempo de fabricación</b>	20 – 36 horas (incluyendo tiempo de secado)	20 – 36 horas (incluyendo tiempo de secado)
<b>Tiempo de secado</b>	El proceso de secado tarda aproximadamente entre 8 – 12 horas temperatura ambiente o 15 minutos a 350 grados Celsius en una estufa	El proceso de secado tarda aproximadamente entre 8 – 12 horas temperatura ambiente o 15 minutos a 350 grados Celsius en una estufa

Al hacer la comparación inicial de las probetas en cuanto a su proceso de fabricación y sus características principales respecto a su comportamiento frente a estímulos básicos (flexión, estabilidad dimensional, resistencia), se puede comprender fácilmente que si bien el proceso de fabricación que implica el uso de NaOH como elemento que permite el rompimiento de la lignina genera mayores residuos en cuanto a su disposición final (los cuales pueden disponerse fácilmente al neutralizar la solución), este proceso permite tanto su funcionalidad como evitar generar procesos extras en etapas posteriores para poder asegurar la capacidad de aplicabilidad de la materia prima (en cuanto a propiedades mecánicas básicas).

De esta manera, después de hacer una comparación entre el proceso productivo y los resultados en cuanto a la funcionalidad obtenida por el material desarrollado, puede evidenciarse que la opción del material A en el cual se implementa la incorporación de la cocción para la ruptura de la lignina y posterior proceso de aglutinado natural, cumple de manera satisfactoria los requerimientos técnicos y funcionales dentro del campo perceptual básico (visión y tacto) para la ejecución del diseño de un empaque y que a su vez logra incorporar los residuos del maíz de una forma funcional y concreta.

Como se presentó con anterioridad, la ciencia de los materiales se encarga de realizar estudios en profundidad por medio de los cuales se puedan comprender las características y particularidades individuales no solo de las familias de los materiales, sino también de los desarrollos e innovaciones en cuanto a nuevos materiales.

La Asociación Americana de Ensayo de Materiales - ASTM (por sus siglas en inglés American Society of Testing Materials) es un organismo a modalidad de fundación internacional que se encarga de generar normas de consenso voluntariado para el análisis y la interpretación de los materiales y sus distintas aplicaciones en las diferentes industrias (American Society of Testing Materials, 2021)

Lo anterior se da con la intención de tener herramientas de estandarización y control que permita optimizar y mejorar el desarrollo de las actividades enmarcadas en el uso y manipulación de materias primas de cualquier tipo.

A partir de la materia prima desarrollada con los residuos provenientes de los capachos, a continuación, se plantean algunas de las características o propiedades físicas básicas que pueden estar enmarcadas dentro de la funcionalidad de dicho material como elemento base para la fabricación de un empaque, esto partiendo de los principios y/o estándares de la norma ASTM sobre materiales tipo papel/cartón para envases y empaques.

Sin embargo, es importante resaltar que si bien esta actividad no está enmarcada en los alcances del proyecto y debido a la contingencia sanitaria presentada a raíz de la propagación de la enfermedad disociada al COVID 19, el análisis se genera como una caracterización visual de cómo se comporta el material frente a diversos estímulos.

Dentro de la caracterización desarrollada en el presente trabajo, se genera una combinación de una exploración entre procesos manuales y de observación por medio de los cuales se hace un acercamiento a características tales como la blancura, brillo, resistencias, opacidad, densidades y algunos otros principios básicos de la manipulación de materiales tipo papel/cartón como materia base de creación.

Antes de analizar el material, es importante hacer una revisión puntual sobre cómo es el comportamiento de la materia prima base por medio de la cual se obtiene el biomaterial;

es por esto por lo que, a continuación, se expone la importancia de la revisión de la fibra de las capachos, con la intención de conocer cuáles son las condiciones necesarias de la misma para poder ser transformada en un producto funcional:

- **Fibras:**

Las fibras son la materia prima que compone el material desarrollado, estas tienen diversas características que permiten una fácil manipulación para poder ser transformadas en un elemento estructural; algunas de las características principales que se deben tener en cuenta para la manipulación de las fibras (principalmente aquellas provenientes del maíz) son:

**-Origen:** el origen de la fibra utilizada en el presente proyecto es proveniente del reino vegetal y esta suele tratarse como un residuo asociado a la cadena de producción del maíz y su uso común se asocia a ser empleada como alimento para diferentes animales de criaderos como cerdos y ganado (Gaviria et al., 2019).

Es de resaltar que las exploraciones o investigaciones actuales han buscado darle mayor aplicabilidad a esta fibra, sin embargo, las investigaciones que usan residuos del maíz se han concentrado en generación de biopolímeros y papeles convencionales, usando otros residuos del maíz y no los capachos (Hernández Silva & Guzmán Martínez, 2009).

Posteriormente a conocer la procedencia de la fibra, es necesario conocer datos y particularidades sobre cómo debe hacerse un tratamiento o análisis previo a dicha materia prima con el fin de facilitar el proceso de transformación para la posterior producción y desarrollo del biomaterial:

**-Orientación fibra:** tanto en el proceso de producción con y sin cocción con hidróxido de sodio, es importante que una vez se obtiene la pasta de celulosa, esta se distribuya de manera aleatoria, buscando que la orientación de las fibras ayude a generar un proceso de amarre para la conformación y estabilidad del materia (American Society of Testing Materials, 2021)l.

Si bien el tamaño de la fibra variará dependiendo de los resultados obtenidos en la etapa de triturado del material, es necesario que las partículas de celulosa puedan

distribuirse en varias direcciones, esto con la intención que el material logre ser más resistente.

**-Longitud fibra:** en su etapa inicial, la fibra se encuentra en un tamaño que puede alcanzar alturas superiores 30 centímetros de longitud, sin embargo, después del proceso de secado y corte previo al triturado, es aconsejable que las fibras tengan una longitud inferior a dos centímetros, esto para facilitar el proceso de posterior ruptura de las fibras y conformado de las láminas del biomaterial (American Society of Testing Materials, 2021).

Entre más pueda minimizarse el tamaño de las fibras, esto permitirá una mejor distribución y agarre en el momento del conformado de la lámina, generando así una distribución y estructura más uniforme.

Una vez procesada la materia prima, es necesario que al material obtenido se le haga una revisión básica de cómo se comporta frente a diversos estímulos externos, para así comprender de una mejor manera cómo poder aplicar dicho material en diversos desarrollos, en este caso puntualizando en las capacidades necesarias para un empaque/envase.

Es importante recordar que en el presente proyecto, no se tiene como finalidad generar un proceso de caracterización en detalle del material obtenido, sin embargo, a continuación, se presentan algunos análisis de propiedades básicas por medio de las cuales se determina con facilidad la empleabilidad del material en diversas opciones.

- **Blancura:**

Uno de los elementos que caracteriza de manera simple los diferentes elementos y/o desarrollos asociados al papel es el color que estos manejan, ya que comúnmente se asocia un color muy blanco (tanto brillante como mate) para distinguir esta materia prima de otras (American Society of Testing Materials, 2021).

Sin embargo, partiendo de los principios de la aplicación de los procesos de la metodología de diseño Zero Waste y buscando implementar el ODS de producción y consumo responsable (PNUD - Programa de las Naciones Unidas para el

Desarrollo, 2019), se define que en el presente desarrollo no se generará un proceso de blanqueado del material, ya que la ejecución de esta actividad implica la incorporación de una gran cantidad de químicos los cuales no pueden disponerse con facilidad al finalizar la producción de la materia prima (Feijoo & Moreira, 2020).

Es así como la característica de la blancura del color para el desarrollo actual no será tomada en cuenta y se manejará el material en su color original el cual se caracteriza por un tono amarillo opaco o mate.

Es importante resaltar que en este caso el material tampoco podría tener una blancura natural, debido a que el color de las fibras base de fabricación (capachos secos de maíz) tienen un color amarillento, por lo cual el tono blanco no podría ser conseguido de manera orgánica y llegar a este solo podría hacerse a partir de la alteración fisicoquímica de la materia base.

- **Brillo:**

Tal como se presenta en la característica anterior, el brillo es un proceso que se genera en el papel para crear un efecto brillante, satinado o mate. El grado de brillo del papel depende del proceso de secado así como de las cargas o componentes químicos que se utilicen en su fabricación (American Society of Testing Materials, 2021).

En el presente proyecto no se genera ninguna adición extra de componentes con la intención de generar acabados estéticos, por ende el material toma una apariencia amarillo mate. Sin embargo, entendiendo que el producto puede ser usado como un elemento comercial, se generan pruebas de color por medio de la incorporación de pigmentos naturales para comprobar la capacidad de modificar visualmente la estructura.

**Figura 2-28 Variaciones de color a partir de pigmentación natural; fuente de obtención desarrollo personal**



Como se puede observar en la figura 2-28, la absorción del color por parte del biomaterial es muy buena, logrando generar variaciones en el color a partir del uso de pigmentos que no generan residuos de difícil disposición y logrando a su vez generar una apariencia más llamativa con fines comerciales.

- **Opacidad:**

La opacidad del material se da en relación a cómo es el proceso de distribución de las fibras en el área que se ha dispuesto para generar el molde del producto; es por esto que al desarrollar un proceso de fabricación manual/artesanal de papel, la distribución de manera uniforme de las fibras se ve truncada por las herramientas de elaboración, ya que para permitir una uniformidad en el material debe hacerse un proceso de compresión con rodillo para generar una estabilidad en la distribución de la fibra en el espacio (Andy Huatatocha, 2020).

La opacidad puede analizarse mediante un proceso visual en el cual se observa el papel trasluz, y así no debe confundirse un papel opaco (opuesto a la

transparencia) con un papel mate (opuesto al brillo). Si la opacidad está bien distribuida por todo el papel, se trata de un papel de buena calidad (American Society of Testing Materials, 2021). Esta característica depende de diversos factores, como la unión de las fibras, las cargas y/o pigmentos utilizados, entre otros factores externos.

**Figura 2-29 Comparación de fibras de probetas para analizar la opacidad; fuente de obtención desarrollo personal**



Como puede apreciarse en la figura 2-29, la distribución de las fibras en varias de las probetas es de igual consistencia y estas se distribuyen de una manera muy uniforme sobre la lámina evitando generar espacios con densidades menores que puedan generar puntos de ruptura del material.

- **Resistencia:**

- Estabilidad dimensional:**

El desarrollo generado de biomaterial logra mantener una excelente estabilidad en sus dimensiones estructurales, permitiendo que si es presentado frente a estímulos externos de intensidad moderada, este puede volver a su forma original sin generar daños estructurales o romperse (Minaya Luna et al., 2018).

Esta habilidad se puede homologar con la capacidad de tener una buena resiliencia, factor característico de los materiales tipo papel/cartón, en los cuales se

pueden generar, pliegues y dobleces sin que se dañe la estructura principal del material.

Es importante resaltar que tanto la capacidad de resistencia mecánica como de resiliencia y las diferentes pruebas que pueden hacerse para comprobar esta capacidad no se ejecutan en el presente proyecto debido a la dificultad de acceder a herramientas y maquinaria que puedan proveer estos datos.

- **Durabilidad y Deterioro:**

La capacidad de mantenerse en el tiempo es uno de los principales puntos a revisar en cualquier material, ya que de esta dependerá el uso continuo y prolongado que se le dé al desarrollo o aplicación puntual producto o elemento generado.

Cuando se habla del deterioro en un material, se puede especificar acerca de cómo este comienza a perder calidad o la estructura general de sus capacidades, debilitando considerablemente su funcionalidad

**-Humedad:** Los cambios en la humedad interna e incluso temperatura la temperatura ambiente pueden provocar hongos, manchas, degradación, modificación en las dimensiones, ondulaciones o volver el material quebradizo (American Society of Testing Materials, 2021).

Es importante resaltar dos factores que durante el proceso de manipulación se hicieron muy visibles en cuanto a la relación del biomaterial con la humedad. Por una parte, en la fabricación, el proceso de secado debe ser muy bueno, ya que si se siente humedad al tacto, el material puede generar ondulaciones o deformaciones estructurales (Andy Huatatoca, 2020).

También, con la intención de ver la capacidad de resistencia del material, frente a la exposición prolongada a la humedad, se generó una pequeña prueba en la cual una probeta fue sumergida en un recipiente con agua durante un periodo de 12 horas (Villalba et al., 2018).

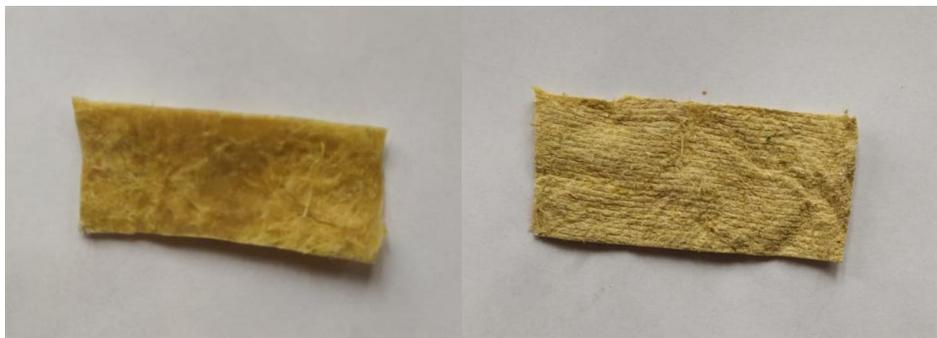
**Figura 2-30 Probeta sumergida en agua para comprobar su resistencia a la humedad; fuente de obtención personal**



Posterior a la prueba, se observa que el material no ha sufrido ninguna modificación estructural, no se deshace ni se pone quebradizo, por el contrario, este logra absorber la humedad manteniendo su estructura inicial.

La probeta se pone a temperatura ambiente y pasadas seis horas y al sentirse seca al tacto, esta retoma su estructura inicial sin alteraciones, demostrando una excelente capacidad de absorción sin modificar su condición y capacidades.

**Figura 2-31 Análisis de probeta frente a resistencia a la humedad, a la izq. la probeta una vez es sacada del agua y a la der. la probeta después de haberse secado; fuente de obtención desarrollo personal**



En la figura 2-31 se puede visualizar el contraste de la probeta en estado de humedad y cuando esta vuelve a quedar seca; es importante acotar que para ayudar al proceso se puso a la probeta en un textil con capacidad de absorción para ayudar a liberar la humedad interna.

-**Manchas:** con la intención de comprobar si el material puede comenzar un proceso de alteración en cuanto a la estructura visual, el desarrollo generado se almacenó por un periodo de tres meses en un lugar oscuro a temperatura ambiente asemejando la capacidad de las hojas de los libros de no modificar su estructura (American Society of Testing Materials, 2021).

El biomaterial una vez pasado el tiempo aún conservaba sus capacidades y apariencia sin tener o presentar ninguna modificación por el tiempo de almacenaje. Con este proceso de almacenaje también se planteaba la posibilidad de analizar si aparecía alguna plaga que pudiera alterar su forma, sin embargo esto tampoco ocurrió.

- **Grano:**

Cuando se habla del grano, se hace referencia a cómo es la textura y apariencia superficial del material, entendiendo que este puede ser liso rugoso, teniendo así tres variaciones en el tipo de grano: medio fino o estar fino (Villalba et al., 2018).

En el desarrollo presentado, la fibra una vez es procesada y cortada queda en pequeñas cerdas, lo cual hace más fácil su modificación en las planchas para la formación de las láminas.

Sin embargo, el proceso de triturado al no realizarse en maquinaria industrial no logra que la fibra resultante acabe en unidades de tamaño uniformes, teniendo así los diferentes tamaños de grano dentro de la misma composición, generando un acabado final con una sensación rugosa al tacto.

Es importante mencionar que mientras se hace el proceso de secado del material, debe hacerse una compresión con elementos de mayor peso, lo cual ayuda de manera considerable a generar una estructura más plana en el biopolímero, pero que aun así mantiene su rugosidad (Villalba et al., 2018).

Cabe resaltar que si bien la textura del material obtenido es rugosa debido a las variaciones del grano, la sensación que se genera al contacto no es de aspereza y mucho menos genera molestia o incomodidad al tacto con el usuario.

- **Biodegradabilidad:**

Partiendo de uno de los objetivos propuestos en el marco del proyecto de investigación, el factor de biodegradabilidad es una capacidad que debe estar inherente en el presente desarrollo para generar un impacto mayor en el campo de la sostenibilidad y a su vez en el desarrollo sostenible.

Dentro de los referentes teórico implementados en la fabricación del biomaterial desarrollado no se hace un enfoque puntual en como este será dispuesto una vez cumple la funcionalidad de su vida útil, ya que estos solo presentan como se desarrolla y las características que pueden asociársele (Uribe, 2000).

Sin embargo, y partiendo de la premisa de la eliminación de componentes químicos que son agregados en los procesos de referencia (como lo es el proceso del blanqueo del material en el cual se debe agregar peróxido de hidrógeno a la pasta) (Andy Huatatoa, 2020), se hace un acercamiento exploratorio para comprobar como es el comportamiento del material para un proceso de biodegradación.

Como punto de partida inicial se genera una proceso exploratorio a partir de la revisión bibliográfica en la cual se habla que al someter al material a un ambiente controlado en el que se enfrente a microorganismos y humedad por lo cual el material podrá comenzar un proceso de degradación (Castro et al., 2016).

El proceso se genera utilizando dos probetas del material, una en un corte básico en el cual se presenta una forma de rectángulo (Figura 2-32) y el otro en cortes irregulares sin precisar un tamaño o forma particular (Figura 2-33).

**Figura 2-32 Probeta rectangular para el análisis básico de biodegradabilidad; fuente de obtención personal**



**Figura 2-33 Probeta cortada para análisis básico de biodegradabilidad; fuente de obtención personal**



Una vez las probetas se encuentran listas, estas son dispuestas en frascos de vidrio con tierra común (250 gr de tierra) y con un porcentaje de humedad elevado (se adicionan 50 ml de agua), tratando de imitar el medio en el cual se desarrolla un proceso de compostaje (Figura 2-34). Cabe resaltar que cada cinco días se adicionan 5 ml de agua para mantener humedo el contenedor.

**Figura 2-34 Frascos con tierra para generar control del proceso de degradación; fuente de obtención personal**



Los frascos son colocados en un lugar a temperatura ambiente fuera de la exposición de factores ambientales como la lluvia o la luz directa del sol, buscando así imitar un espacio de descomposición similar al interior de la tierra bajo una capa de césped.

Para el presente análisis, solo se mantiene el periodo de descomposición por un periodo de 15 días, esto para evaluar si el material tiene un proceso rápido de degradación o si se debe hacer una proyección de un tiempo mayor para dicha actividad. Una vez pasado el tiempo de control, se genera una revisión de ambas probetas (tanto la que tenía la forma básica rectangular como aquella que había sido cortada en diferentes tamaños y formas).

**Figura 2-35 Resultado de biodegradabilidad de la probeta rectangular; fuente de obtención personal**



En la Figura 2-35 con la probeta rectangular se puede observar que después del tiempo de control el material se encuentra en un estado de deterioro considerable y que su estructura ya no presenta rigidez, además al tacto se comienza a deshacer, presentando un buen proceso de degradación, sin embargo, aun necesitando mucho más tiempo para desaparecer completamente en el medio en el que fue introducida.

**Figura 2-36 Resultados de proceso de biodegradabilidad de la probeta cortada; fuente de obtención personal**



Se puede observar que en la Figura 2-36 en la probeta cortada, el material ha logrado un punto de descomposición mucho mayor, solo mostrando pequeños fragmentos del biomaterial y en algunos casos incluso desapareciendo por completo en el medio, demostrando así mayor facilidad de degradación si el material no se presenta directo para su proceso de descomposición en el medio.

Sin embargo, y aunque los resultados exploratorios de biodegradabilidad del material son positivos, es necesario generar un análisis mucho más detallado en este componente para poder obtener datos de mayor contundencia y comprobar la velocidad y facilidad del proceso, que si bien si logra descomponerse en un medio natural, puede profundizarse en comprender si pueden o no existir repercusiones para el medio en el cual se degrada y también conociendo con mayor exactitud las necesidades de este para descomponerse.

### **3. Desarrollo de soluciones de Diseño Sostenible**

Una vez realizado un acercamiento desde la elaboración y manipulación de la materia prima que se plantea usar para la construcción de la propuesta de diseño, es necesario ejecutar un proceso que combine el análisis de requerimientos funcionales con la estructura formal para llegar a una solución que cumpla las necesidades planteadas dentro del objetivo general del presente proyecto.

Y es que es por lo anterior y con la intención de generar una variación del desarrollo, producción y disposición de los empaques de un solo principalmente del sector de la comida rápida (Aarnio & Hämäläinen, 2008), se planteará una propuesta de diseño que logre estructurar los tres pilares del desarrollo sostenible, buscando mejorar la huella ecológica asociada a la producción de dicho elemento (Feijoo & Moreira, 2020).

Para ejecutar de manera oportuna el proceso de implementación de una solución de diseño integral, debe hacerse un análisis desde diferentes campos o áreas del saber que están vinculadas a la elaboración de productos (Lorés & Gil, 2017), esto con la intención de obtener la mayor cantidad de información posible que permita la correcta creación de un producto o servicio, entendiendo así la necesidad de investigar sobre formas, materiales, funciones y cualquier factor asociado al impacto estético y funcional de una creación.

De esta manera, esta etapa de la investigación plantea un acercamiento entre la correlación existente desde el diseño industrial (y a su vez las sub áreas del conocimiento enmarcadas en el Food Design y el Diseño Sostenible) y el desarrollo sostenible, con la intención de proponer la incorporación de productos y servicios que mejoren la calidad de vida de los miembros de una determinada comunidad y que a su vez presenten menores impactos en el medio en el que se usarán dichos desarrollos (Victoria Uribe et al., 2010).

A continuación, y tomando como referente diferentes metodologías y estrategias de diseño de producto que se presentarán más adelante, este capítulo se centra en el proceso de análisis, creación y desarrollo de una propuesta de diseño que cumpla los requerimientos

planteados desde el objetivo general de la presente investigación, por lo cual se partirá desde una etapa de diseño conceptual, hasta llegar al diseño de producto.

### **3.1 Requerimientos de diseño para el desarrollo de productos**

Un proceso de diseño se basa en un desarrollo proyectual por medio del cual a partir de una serie de etapas se parte desde una problemática, requerimiento o deseo y se llega hasta una solución objetiva que logra suplir dicha necesidad particular (Munari, 1983); esto teniendo presente los diferentes factores económicos, sociales y ambientales del contexto en el que se va a implementar, pensando en las implicaciones que este tenga no solo en la etapa de concepción y desarrollo, sino también durante su vida útil y la disposición final de dichos elementos (Gupta et al., 2015).

Una de las herramientas fundamentales en la creación de una propuesta de diseño es la lista de requerimientos o las especificaciones de diseño de producto, las cuales sirven como guía para comprender las variables necesarias para responder de manera oportuna la creación de las alternativas de diseño (Ulrich & Eppinger, 2012) y así comenzar un proceso de evaluación respecto al impacto que estas puedan tener en el cumplimiento de la necesidad a resolver.

Para el presente proyecto deben comprenderse los conceptos de Packaging y Food Design como variantes principales de diseño para el óptimo desarrollo tanto funcional como visual de la solución a implementar, entendiendo que estos serán guías metodológicas para las acciones a implementar dentro de la investigación.

Por una parte, el packaging es un área del saber en la cual se involucran conceptos de ingeniería, diseño, materiales y mercadeo, esto con la intención fundamental de brindar una experiencia al usuario que se encuentra en contacto directo con el contenedor (envase o empaque), facilitándole su modo de uso, transmitiéndole procesos comunicacionales y fomentando una interacción directa con la marca o el producto que se encuentra en su interior (Meherishi et al., 2019).

Desde el Food Design, se establecen estructuras de trabajo por medio de las cuales se generan propuestas de diseño con, para y a partir de la comida, no solo concentrando acciones en el componente estético, sino también en el funcional, generando así un impacto integral en la propuesta de creación y diseño que satisfaga los requerimientos planteado y a su vez proponga escenarios de innovación social (Potosí Benavides et al., 2020).

Es por lo anterior, que buscando generar un espacio de convergencia entre el packaging, el food design y el desarrollo sostenible, se llega aun punto medio en el cual a partir del diseño sostenible, se deben establecer los requerimientos fundamentales que deben estar implícitos y explícitos en el proceso de creación de un producto (para este caso un envase o empaque primario de alimentos).

Para comprender cuales son los requerimientos necesarios de un proceso de creación de producto, se establece el uso de la herramienta de las especificación de diseño de producto - PDS<sup>4</sup>, por medio del cual, se analizan las diferentes categorías inherentes a la creación de una propuesta de diseño (Ulrich & Eppinger, 2012); en esta herramienta también se generan criterios o rangos para poder generar una valoración o evaluación posterior de las propuestas y así comprender cuál es aquella que logra cumplir de manera satisfactoria los planteamientos de la problemática abordada.

**Tabla 3-1 Condiciones de análisis de los requerimientos de diseño del producto; fuente de obtención creación personal**

<b><i>PDS-PRODUCT DESIGN SPECIFICATIONS</i></b>							
<b>Requerimiento</b>	<b>Variable</b>	<b>Necesidad</b>	<b>Requerimiento Técnico</b>	<b>Métrica</b>	<b>Unidad de Métrica</b>	<b>Valor de Métrica</b>	<b>Demanda o deseo</b>

---

<sup>4</sup> PDS o Product Design Specifications, es una herramienta incorporada en los procesos de diseño para comprender cada una de las variables necesarias para la correcta ejecución de un diseño; este suele asimilarse con los brief o los requerimientos técnicos de producción (G. Rodríguez, 1989)

En la Tabla 3-1 se puede observar como se genera la matriz estructural por medio de la cual se evalúan cada una de las variables asociadas a darle cumplimiento al planteamiento o problema inicial a resolver. Dentro del cuadro anterior se especifican dos factores; los requerimientos y las variables, los cuales se constituyen como un grupo de datos particulares que desde diversas metodologías de diseño estructuran el correcto proceso de ejecución para obtener una solución integral de diseño (Artes, 2016). A continuación, se presentan cuáles son los factores recurrentes desde el campo de los requerimientos y a su vez las variables enmarcadas en cada uno de ellos.

**Tabla 3-2 Requerimientos de Diseño de Producto; Fuente de obtención creación personal**

<b>TIPO DE REQUERIMIENTOS</b>	<b>VARIABLES DEL REQUERIMIENTO</b>
<b>Requerimientos de Uso</b>	Ergonomía – Antropometría – Seguridad – Desempeño Funcional – Entorno – Practicidad - Transporte
<b>Requerimientos de Función</b>	Resistencia – Peso – Tamaño - Vida Útil
<b>Requerimientos Técnico-Productivos</b>	Proceso de Fabricación – Recursos de Fabricación – Materiales – Estandarización – Calidad – Pruebas – Almacenamiento – Embalaje - Partes Estándar – Desechos
<b>Requerimientos Formales</b>	Usuario – Identidad de Marca – Estilo – Lugar de Uso – Acabados
<b>Requerimientos de Mercado</b>	Publicidad – Canales – Oferta y Demanda - Competencia
<b>Requerimientos Legales</b>	Competencia – Registro y Patentes

Si bien en la tabla 3-1 presentada con anterioridad, se hace un acercamiento conceptual a cuáles son esos puntos de partida por medio de los cuales un diseñador debe enfrentarse para la creación de una solución objetiva a la problemática o necesidad planteada, no es

necesario que siempre se involucren todas las variables presentadas, ya que entre los alcances de un proyecto y otro habrán grandes variaciones; es por eso, que a continuación, se genera un primer filtro a partir del alcance del proyecto sobre aquellas variables que serán necesarias para la óptima ejecución del diseño de envase.

**Tabla 3-3 Requerimientos de diseño filtrados para el proyecto; Fuente de obtención creación personal**

<b>TIPO DE REQUERIMIENTOS</b>	<b>VARIABLES DEL REQUERIMIENTO</b>
Requerimientos de Uso	Ergonomía– Seguridad – Desempeño Funcional – Practicidad
Requerimientos de Función	Resistencia – Peso – Tamaño
Requerimientos Técnico-Productivos	Proceso de Fabricación – Recursos de Fabricación – Materiales – Desechos

Cabe aclarar que la depuración de algunos de los requerimientos y variables no se hace de manera arbitraria, sino pensando el objetivo y los alcances del proyecto, por ejemplo, eliminar los requerimientos enmarcados en el campo legal y el mercado se hace debido a que el proyecto solo llega hasta una etapa inicial de proponer el desarrollo y no de implementar la solución en un contexto real.

Por otro lado, las variables como antropometría, entorno, vida útil, acabados, estandarización, calidad, pruebas, almacenamiento, embalaje y partes estándar, son restadas del PDS, entendiendo que estas pueden estar inherentes en otras variables o que para el caso presente no son necesarias; por último, en cuanto al campo de los requerimientos formales, si bien estos son fundamentales en cuanto a la apariencia y percepción del consumidor; estos factores se tendrán presentes desde el campo del material y sus acabados.

Con la intención de comenzar el proceso por medio del cual se integran los requerimientos y variables planteados con anterioridad en la construcción puntual de cada una de las

necesidades a suplir por parte del producto, se realiza una búsqueda y análisis de los actuales productos existentes que se encuentran en el mercado (esto con énfasis en empaques y envases) y a partir de un reconocimiento estético formal y técnico funcional de los mismos, se plantearán los requerimientos técnicos con los cuales se diseñará la nueva propuesta, integrando los mejores factores de los productos analizados y los principios de diseño sostenible (Bernatene & Canale, 2019).

Para la ejecución del presente análisis, se parte desde dos premisas: por un lado se utiliza como referentes los envases comúnmente utilizados para contener el producto destino de diseño (empaque de hamburguesa), por otra parte, también es importante hacer un rastreo o vigilancia tecnológica de innovaciones asociadas no solo a este tipo de productos, sino en cuanto al packaging en general, esto para encontrar factores diferenciadores para que el desarrollo a implementar no solo cumpla con los factores estéticos y funcionales (Feijoo & Moreira, 2020), sino también en cuanto a la capacidad de mejorar su huella ecológica y su innovación frente al mercado y los requerimientos actuales de la sociedad (Potosí Benavides et al., 2020).

- **Estado de la Técnica Packaging Comida Rápida**

En la industria de las comidas rápidas el componente de los empaques ha sido uno de los mayores problemas en cuanto a cómo manejar los residuos asociados al gran consumo de la sociedad, dificultando no solo la capacidad de hacer una correcta disposición de los residuos, sino también la incorporación de nuevas propuestas que establezcan productos más eficientes en cuanto a su producción y el uso de materias primas, que en la gran mayoría de los casos están asociados a los polímeros (Aarnio & Hämäläinen, 2008)

La creación de envases se ha visto comúnmente marcada por el uso de materiales como plástico, papel y cartón; ya que estos a partir de estos, se permite la generación de formas o estructuras que suplen la necesidad básica de contención de un producto, sin embargo, los desarrollos asociados a estos materiales han presentado la dificultad a lo largo de la historia de generar grandes cantidades de residuos y a su vez también la complejidad de poder ser desechados y reciclados (Pane et al., 2018).

Con la intención de poder tener un acercamiento visual para comprender de una manera más simple los desarrollos que se han presentado en este campo, en el Anexo B: Estado de la Técnica de Empaques/Envases para comida rápida se genera una estructura gráfica por medio de la cual se pueden identificar cuáles son los productos actualmente existentes y comunmente utilizados en el campo del packaging asociado con la comida rápida.

Después de generar la revisión de los principales productos asociados al campo del packaging de comidas rápidas, se pueden encontrar los siguientes factores característicos que a su vez también permiten estructurar los requerimientos o necesidades a resolver dentro de la nueva propuesta de creación:

- Los desarrollos son elaborados en pocos materiales; máximo 3 por composición (incluyendo material base y aglutinantes).
- Las estructuras se basan en formas simples implementando la geometría.
- Se aplican acciones para hacer el elemento autoportante.
- Consumen la menor cantidad de material posible.
- No generan complicaciones a la hora de ser ensamblados.
- Permiten la capacidad de agregar variaciones con impresiones o adhesivos.

- **Estado de la Técnica Innovaciones en Packaging**

Si bien, pueden observarse diseños y desarrollos en cuanto a procesos de packaging innovadores o que buscan cambiar la estructura tradicional de la relación usuario-objeto, no todas las áreas o campos de aplicación se han visto beneficiadas por estos procesos de transformación

Con la intención de poder tener un acercamiento visual para comprender de una manera más simple los desarrollos que se han presentado en este campo, en el Anexo C: Estado de la Técnica de innovaciones en Empaques/Envases para comida se genera una estructura gráfica por medio de la cual se pueden identificar

cúales son los productos actualmente existentes y comunmente utilizados en el campo del packaging asociado con la comida rápida.

Con la revisión presentada anteriormente y encontrando factores comunes entre los productos analizados respecto a funciones, mecanismos, formas de construcción, aplicaciones gráficas, capacidad de desempeño frente al uso y manipulación y todos los factores asociados al PDS, se detallan a continuación, los elementos o características que realzan el valor del producto frente a otros.

- Incorporar materiales nuevos (enfocados en disminuir los residuos).
- Exhibir el producto interno como llamativo principal.
- Resaltar el componente estético.
- Generarle funcionalidades extra al empaque.
- Disminuir el consumo de material a partir de la geometría.
- Integrar un desarrollo conceptual para impactar visualmente.

Buscando complementar no solo el análisis planteado desde la capacidad de observación y análisis de los elementos que actualmente existen, se utiliza una encuesta de manera virtual a modo de grupo nominal, por medio de la cual se puedan obtener las perspectivas de los usuarios y así desarrollar a profundidad el proceso de creación de requerimientos de diseño; los resultados obtenidos del proceso de investigación con la comunidad consultada pueden encontrarse en el Anexo D: Resultados encuesta de percepción del consumidor frente a empaques/envases. A continuación, se presentan las necesidades puntuales que pueden abstraerse del proceso de recolección de datos.

- Implementar materiales ambientalmente amigables.
- Desarrollar una estructura funcional y resistente a la manipulación.
- Optimizar los procesos productivos y de desecho.
- Permitir un impacto visual frente a los consumidores.
- Facilitar la capacidad de interacción con el usuario.
- Integrar elementos funcionales con estéticos.
- Capacidad de biodegradabilidad o compostabilidad para la materia prima.

De esta manera para poder comprender e implementar diferentes opciones que puedan servir como punto de partida para evaluar la funcionalidad de las alternativas de diseño, se plantea la construcción de un PDS, por medio del cual se establezcan los criterios de desarrollo necesarios para que puedan ser aplicados de manera correcta en la creación de propuestas de solución de la premisa inicial, partiendo de los análisis del estado de la técnica y la percepción de los consumidores.

**Tabla 3-4 Requerimientos de Diseño de Producto para el desarrollo de un envase para comida rápida a partir de residuos del maíz; fuente de obtención creación personal**

PRODUCT DESIGN SPECIFICATIONS							
Req.	Variable	Necesidad	Requerimiento Técnico	Métrica	Unidad Métrica	Valor Métrica	Demanda o deseo
Requerimientos de Uso	RU1 Ergonomía	El empaque debe ser fácil de manipular	El diseño debe estar pensado desde la capacidad de manipulación por cualquier usuario	Dimensiones antropométricas	Centímetros	-	D
	RU2 Seguridad	El producto no lastima al usuario	Generar redondeos en las aristas vivas que eviten cortes o laceraciones en el usuario	Geometrías del desarrollo en las aristas	Milímetros	10 – 20 mm	D
	RU3 Desempeño Funcional	El empaque mantiene el contenido sin afectaciones	El desarrollo debe permitir que se almacene una hamburguesa en el mismo sin deformarse o alterarse	Soporta el contenido interno	Capacidad de manetner el contenido	Si / No	D
	RU4 Practicidad	El producto es fácil de armar para su uso	El proceso de ensamble no genera dificultades y es intuitivo	Tiempo de armado	Segundos	Menos de 60 seg	d

<b>Requerimientos de Función</b>	<b>RF1 Resistencia</b>	El producto no se rompe ni deforma fácilmente	El desarrollo es capaz de soportar modificaciones para generar una estructura	Capacidad de armado	Capacidad de armarse sin romperse	Si/No	<b>D</b>
	<b>RF2 Peso</b>	El desarrollo del producto debe igualar los desarrollos básicos de empaques existentes	El peso del desarrollo del empaque debe igualar el peso de un desarrollo tradicional	Peso total sin el producto a contener	Gramos	Entre 5 - 10 gramos	<b>D</b>
	<b>RF3 Tamaño</b>	El desarrollo no debe ser aparatoso	El desarrollo debe modularse dentro de una hoja tamaño A4	Dimensiones antropométricas	Centímetros	21 – 27 cm	<b>d</b>
<b>Requerimientos Técnico-Productivos</b>	<b>RT1 Proceso de Fabricación</b>	La fabricación debe ser fácil y rápida	Los pasos de fabricación no generan reprocesos o perdidas de tiempo	Pasos de fabricación	Cantidad de pasos	Menos de 6 pasos	<b>D</b>
	<b>RT2 Recursos Fabricación</b>	No se requieren maquinas o equipos complejos para fabricar el producto	El proceso de fabricación puede darse en cualquier espacio sin necesidad de tecnologías de punta	Herramientas fabricación	Cantidad de herramientas	Menos de 6 elementos	<b>D</b>
	<b>RT3 Materiales</b>	El producto debe ser fabricado con pocos tipos de materias primas	Debe minimizarse la cantidad de materiales a incorporar	Materias primas usadas	Cantidad de materias primas usadas	3 – 5 materiales	<b>D</b>
	<b>RT4 Materiales</b>	Debe incorporarse el uso de elementos reciclados	Aprovechar residuos como materia prima	Materias primas provenientes de residuos	Presencia de materias primas provenientes de residuos	Si / No	<b>D</b>

	<b>RT5 Desechos</b>	El producto no genera contaminantes a la hora de ser desechado	Disminuir el porcentaje de residuos del proceso de fabricación	Peso total de los residuos generados	Gramos	Entre 1500 – 2500 gramos	<b>d</b>
	<b>RT6 Desechos</b>	El producto es capaz de biodegradarse	Posibilidad de compostaje o biodegradación	Compostaje o biodegradabilidad	Capacidad de compostaje o biodegradabilidad	Si / No	<b>d</b>
	<b>RT7 Desechos</b>	Disminuir la cantidad de desechos por empaque	Disminuir los residuos asociados al producto	Cantidad de residuos generados	Gramos	Entre 100 – 250 gramos por empaque	<b>D</b>

### 3.2 Desarrollo de propuestas de diseño

Partiendo del ejercicio en el cual se establecen los requerimientos de diseño a partir de las necesidades planteadas y la percepción de los usuarios sobre los empaques y cómo estos pueden tener mejor desempeño antes, durante y después de su vida útil (Lorés & Gil, 2017), este apartado busca proponer de manera gráfica el acercamiento a diversas propuestas de diseño, teniendo presentes los planteamientos que permitan llegar a una solución integral de creación.

Esta actividad enmarcada en la metodología proyectual, busca a partir de bocetos o sketch de diseño dar respuesta a los requerimientos de diseño del PDS (Munari, 1983), por medio de alternativas gráficas que permitan la solución a la problemática planteada.

Dichas alternativas de diseño, se estructuran gráficamente, teniendo presente que las composiciones (desde sus materiales, fabricación y función) deben verse guiadas por una visión que permita que cuando las propuestas se materialicen como prototipo cumplan la totalidad de los requerimientos planteados (Timney & Chamberlain, 2017).

Para el proceso de creación de propuestas de diseño se genera un exploración visual de diferentes productos y referentes existentes, además de una combinación con procesos

propios de la labor de un diseñador como profesional de un área creativa (Catmul, 2014) permitiendo así la implementación de ideas funcionales y que aporten valor desde lo funcional y estético.

Cabe resaltar, que el primer elemento que se toma como referente general para crear las propuestas de diseño, es la estructura de empaque tradicional para hamburguesas que comunmente es utilizada en los diferentes puntos de venta de comidas rápidas. Este referente se toma ya que comunmente por el material de fabricación (cartoncillo) y por su práctica forma de ensamble (Bozzola et al., 2017), hacen que sea la opción más común frente a solventar la necesidad de almacenaje para este producto.

**Figura 3-1 Empaque tradicional de hamburguesa; fuente de obtención personal**



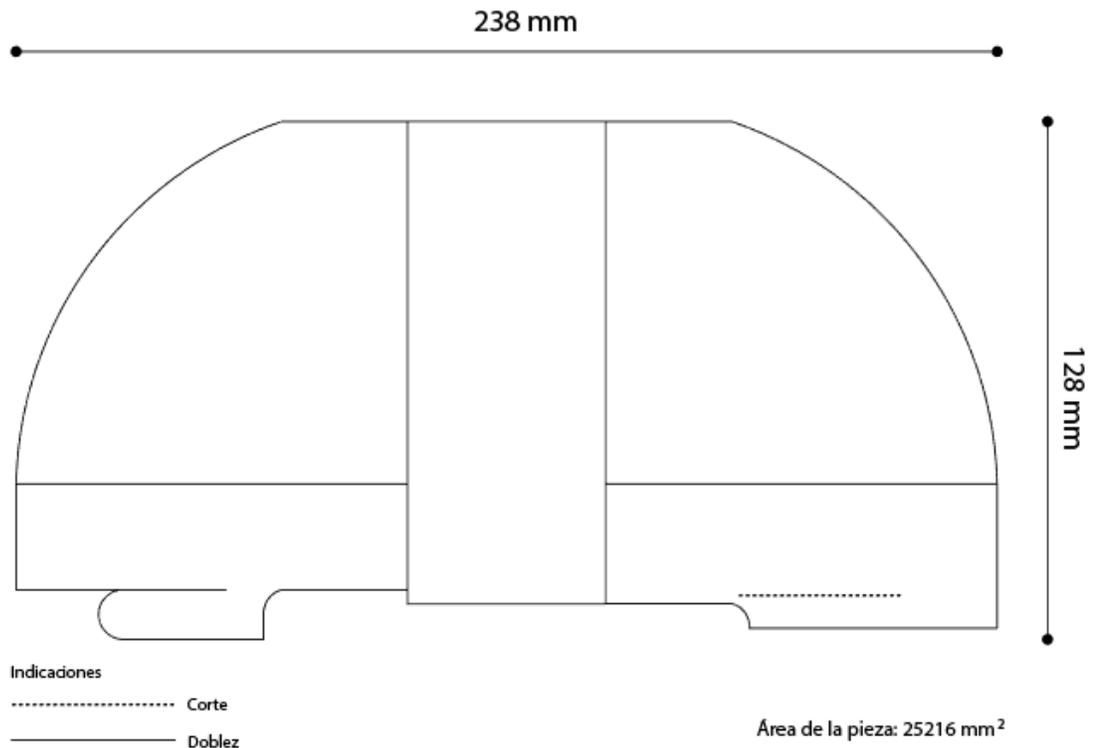
**Figura 3-2 Desarrollo del empaque para hamburguesa; fuente de obtención personal**



Las imágenes presentadas en las Figuras 3-1 y 3-2 corresponden respectivamente a la estructura funcional y al desarrollo de un empaque tradicional de hamburguesas; este desarrollo será empleado como material base para comprender el dimensionamiento del

mismo y proponer alternativas que mejoren la producción de una propuesta nueva desde la geometría, función y uso de materias primas.

**Figura 3-3 Dimensiones estructurales del empaque tradicional para hamburguesas; fuente de obtención desarrollo personal**



En la Figura 3-3 se genera la estructura gráfica a modo de plano de construcción (con sus dimensiones estructurales: ancho y alto) por medio de la cual se plantea cómo es el proceso de desarrollo del empaque tradicional de hamburguesas (Figura 3-1 y Figura 3-2); con este desarrollo se busca dimensionar el área total de uso de la pieza para así comprender cómo poder a partir de la misma función principal trabajar con la optimización de material o pasos productivos apuntando al cumplimiento del ODS 12 (Chavarro et al., 2017).

De esta manera, después de hacer un análisis en detalle de diferentes elementos referenciales, a continuación, se presentan una serie de propuestas de diseño de creación de empaques para comida rápida basados en los requerimientos estructurados en la tabla 3-4 en la cual se presenta el PDS del proyecto y también basado en los datos provenientes del empaque tradicional para hamburguesas presentado en las Figuras 3-1, 3-2 y 3-3.

Figura 3-4 Propuesta de Diseño de empaque #1, fuente de obtención desarrollo personal

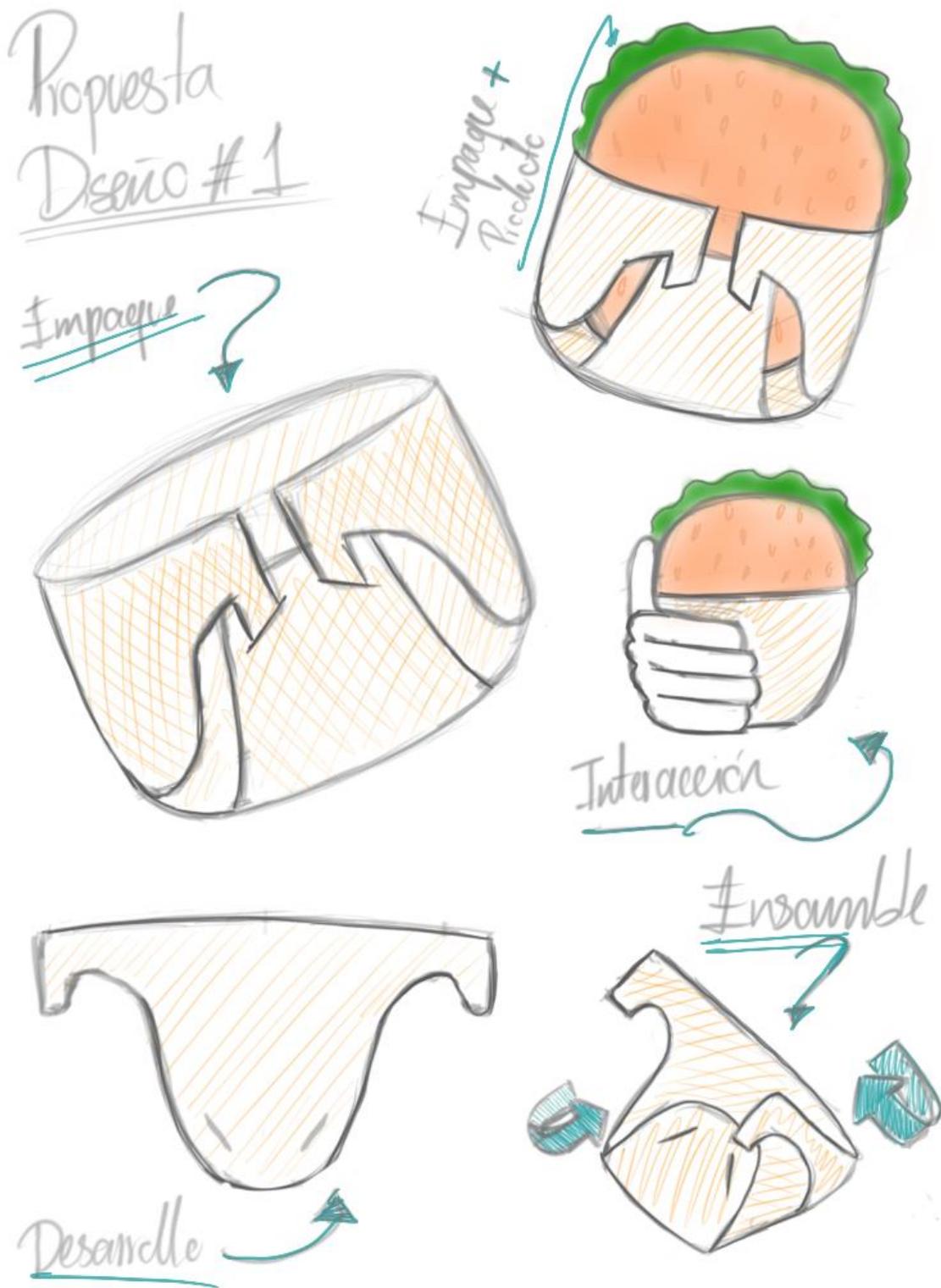


Figura 3-5 Propuesta de Diseño de empaque #2, fuente de obtención desarrollo personal

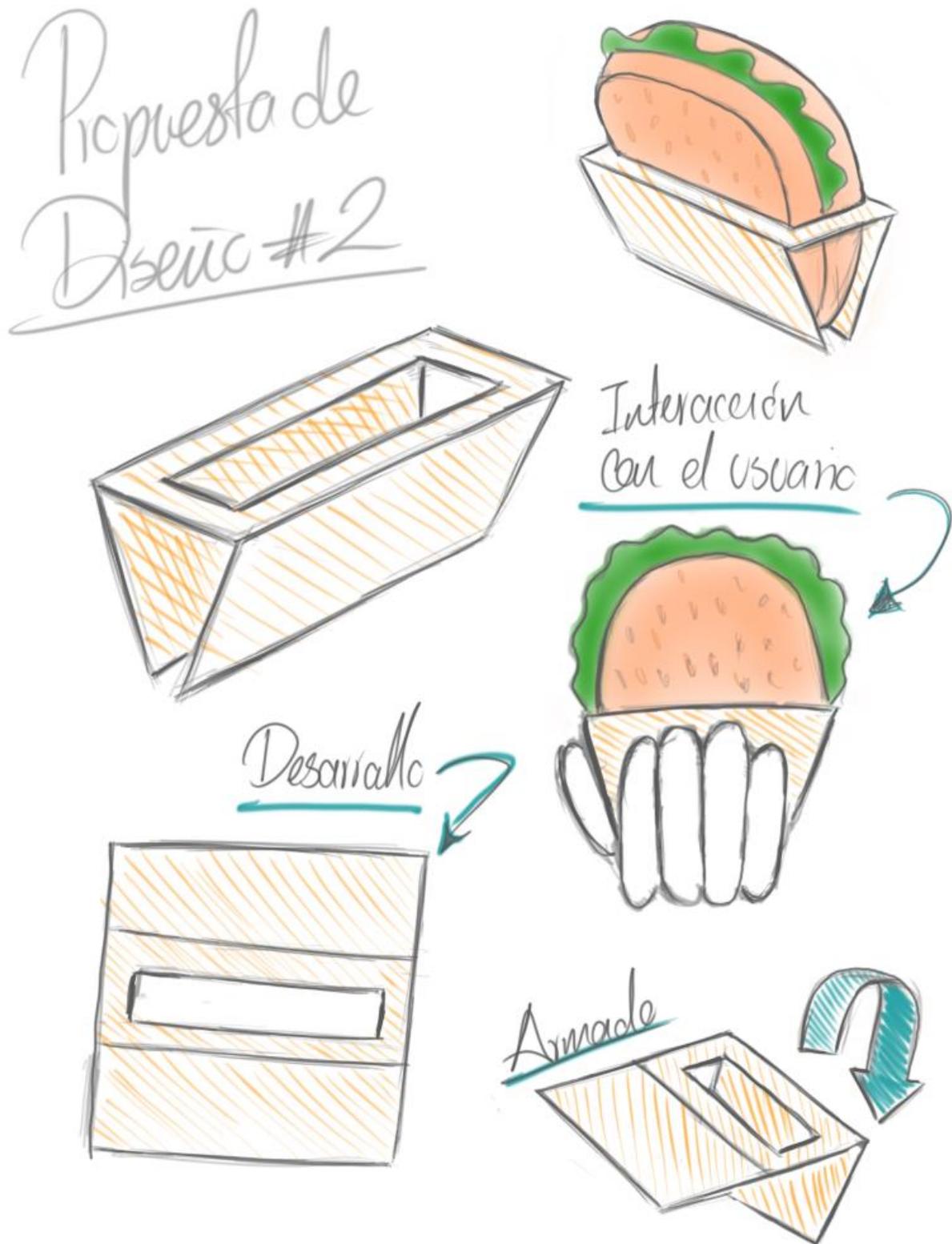


Figura 3-6 Propuesta de Diseño de empaque #3, fuente de obtención desarrollo personal

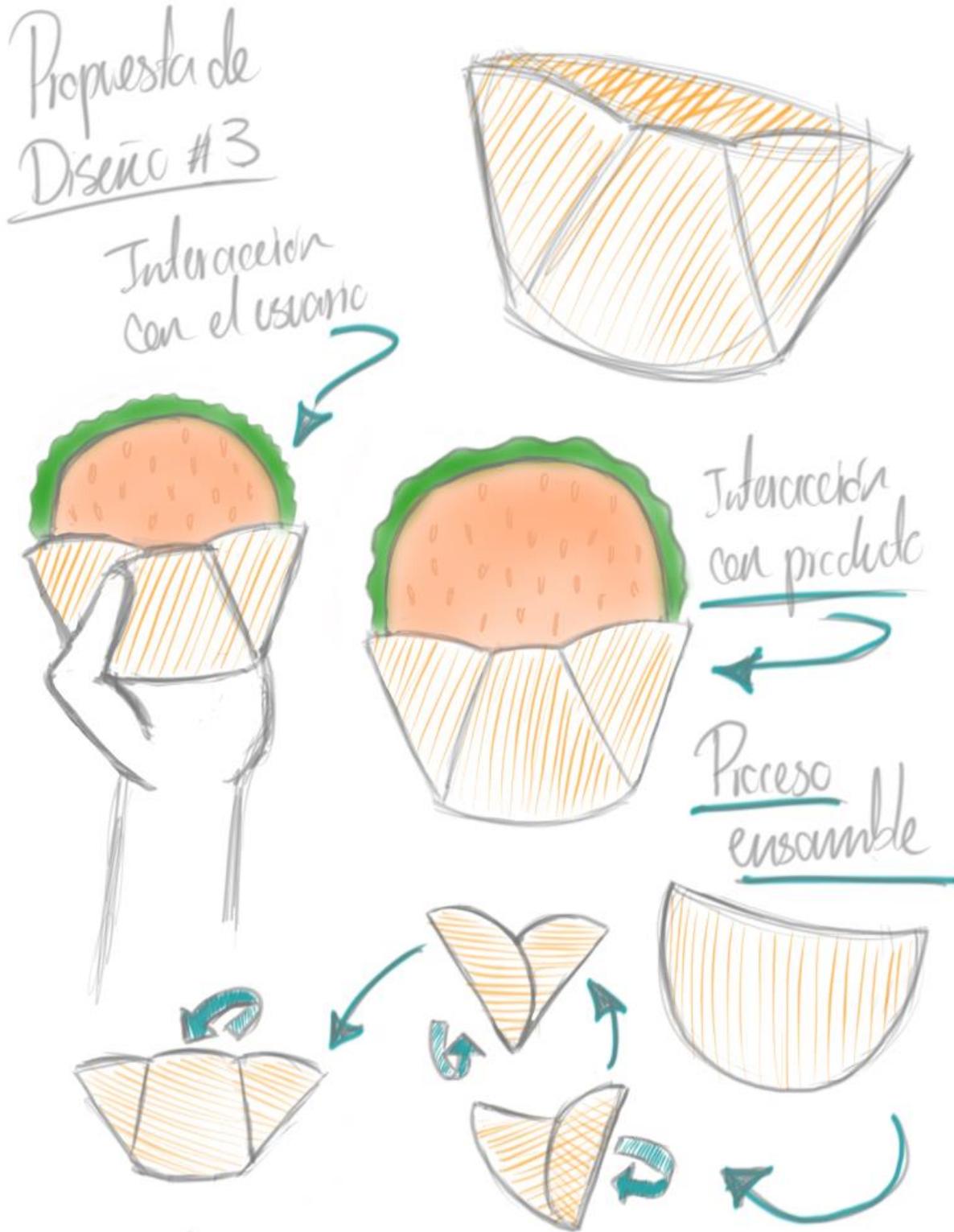


Figura 3-7 Propuesta de Diseño de empaque #4, fuente de obtención desarrollo personal

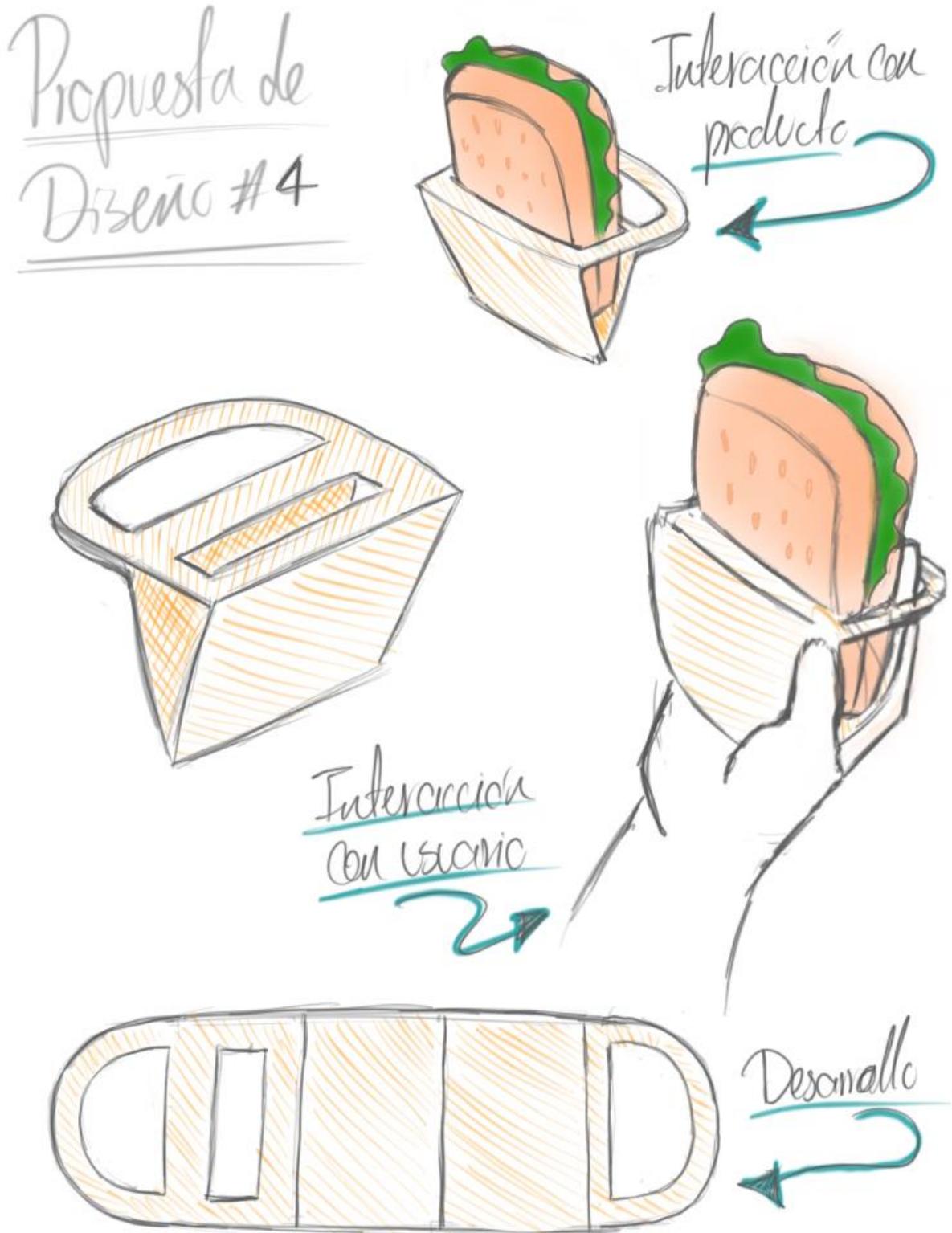
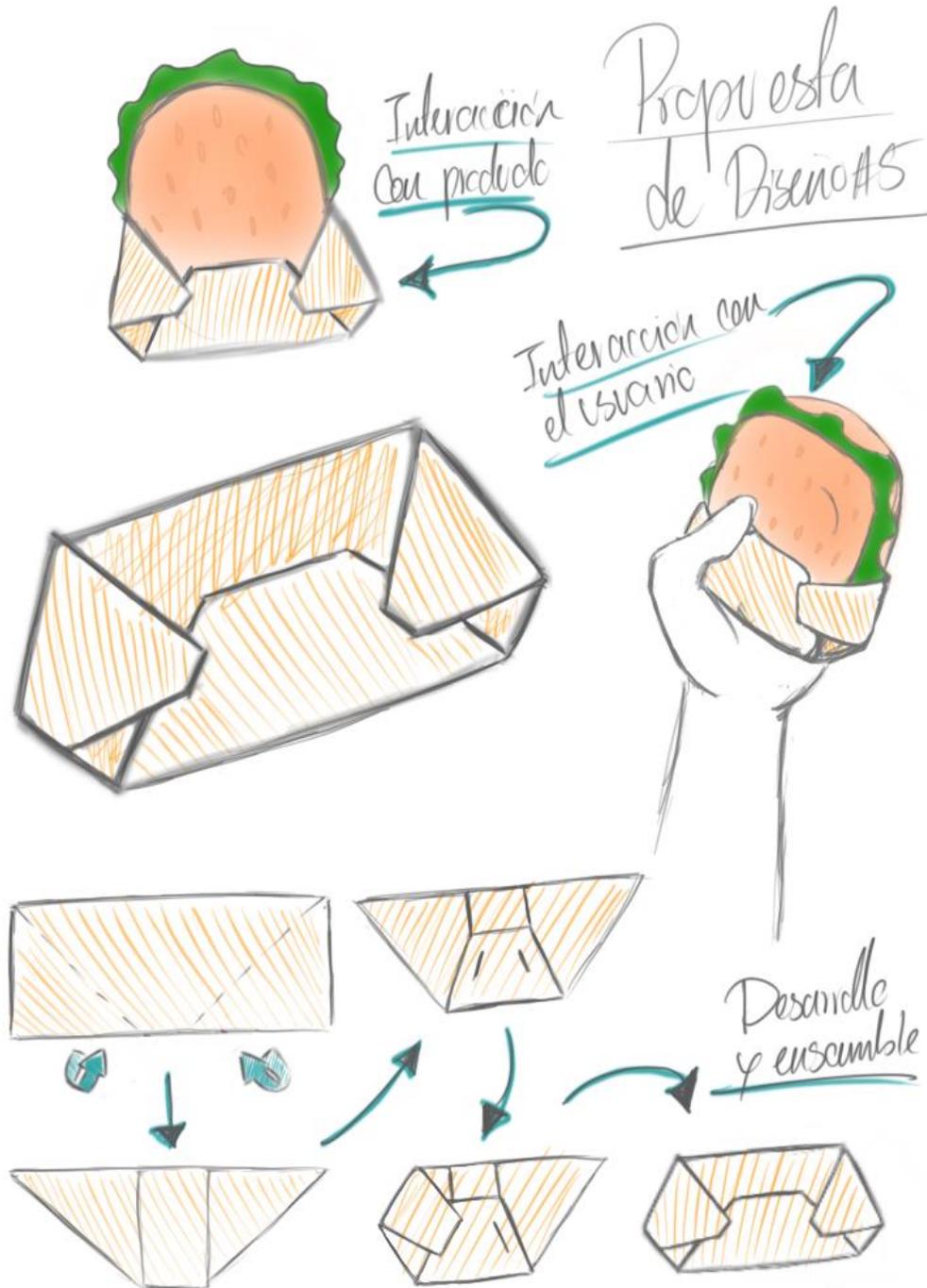


Figura 3-8 Propuesta de Diseño de empaque #5, fuente de obtención desarrollo personal



Con las propuestas listas por medio de una representación gráfica, estas serán evaluadas dentro de un proceso de análisis de requerimientos para comprender si logran satisfacer total o parcialmente el planteamiento inicial del proyecto y permitir así, integrar los factores

del diseño sostenible, el packaging y el Food Design en una propuesta innovadora (Potosí Benavides et al., 2020).

### 3.2.1 Evaluación de propuestas de diseño

Debido a la necesidad de cumplir con cada uno (o en su defecto con la gran mayoría) de los requerimientos iniciales planteados dentro de la construcción del producto, debe hacerse un análisis en detalle de cada una de las propuestas generadas, para así entender si se logra dar cumplimiento a los requerimientos que constituyen la solución ideal de diseño (Lorés & Gil, 2017).

En este apartado se genera una hibridación de la metodología proyectual de Bruno Munari (Munari, 1983) con los procesos de ingeniería inversa enmarcados en el libro de Diseño y Desarrollo de Productos de Ulrich y Eppinger (Ulrich & Eppinger, 2012) para analizar el cumplimiento de los requerimientos de diseño planteados desde el PDS y cómo estos son incorporados dentro de las propuestas de diseño.

Para revisar de manera objetiva las diferentes propuestas generadas, se desarrolla una matriz guía por medio de la cual se evalúa el cumplimiento de cada uno de los criterios o requerimientos de diseño planteados desde el PDS. En esta tabla lo que se desarrolla es una evaluación de cómo se cumple cada una de las condiciones en las propuestas de diseño; siendo 0 la calificación equivalente a no cumple, 1 cumple parcialmente y 2 cumple a cabalidad.

**Tabla 3-5 Matriz de evaluación de cumplimiento de los requerimientos de las diferentes propuestas; fuente de obtención creación personal**

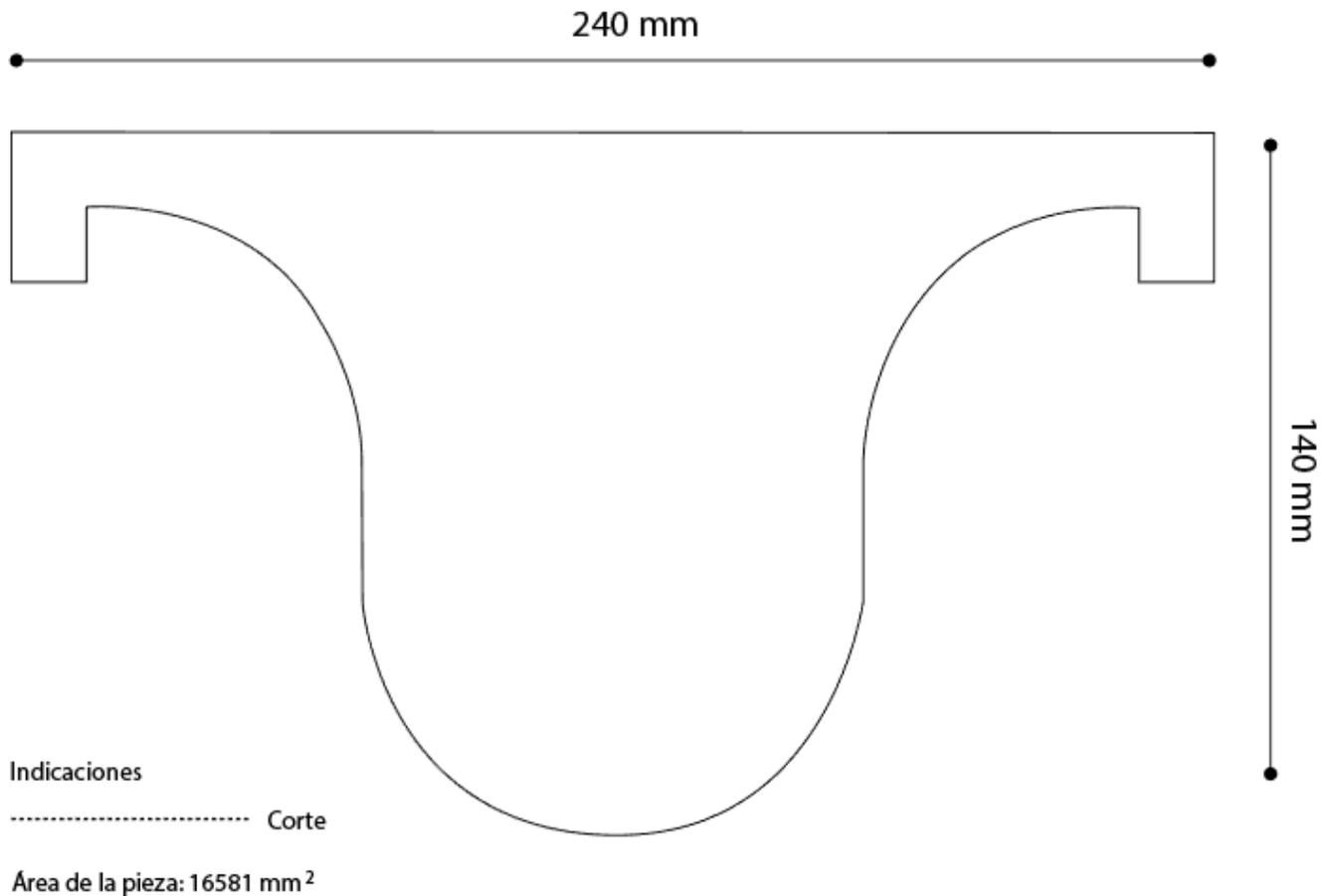
VARIABLE	Propuesta I	Propuesta II	Propuesta III	Propuesta IV	Propuesta V
RU1 - Ergonomía	2	2	2	1	2
RU2 - Seguridad	2	2	2	2	2
RU3 - Desempeño Funcional	2	1	2	2	2
RU4 - Practicidad	2	2	1	1	1

<b>RF1 - Resistencia</b>	2	1	2	1	2
<b>RF2 - Peso</b>	2	2	2	2	2
<b>RF3 - Tamaño</b>	2	2	1	2	1
<b>RT1 - Proceso de Fabricación</b>	2	2	2	2	2
<b>RT2 - Recursos de Fabricación</b>	2	2	2	2	2
<b>RT3 - Materiales</b>	2	2	2	2	2
<b>RT4 - Materiales</b>	2	2	2	2	2
<b>RT5 - Desechos</b>	2	2	2	2	2
<b>RT6 - Desechos</b>	1	1	1	1	1
<b>RT7 - Desechos</b>	2	2	2	1	1
<b>TOTAL</b>	27	25	25	23	24

Según el análisis anterior expresado en la tabla 3-4, al revisar la evaluación de cumplimiento de los requerimientos de diseño planteados tanto desde el objetivo del proyecto como desde la percepción de los usuarios, se llega a que la respuesta objetual que mejor cumple con los lineamientos del PDS es la propuesta 1, la cual logra integrar el concepto de un desarrollo de empaque con los criterios de percepción de los consumidores.

Partiendo del desarrollo gráfico generado mediante la propuesta de sketch, a continuación se procede a generar un diseño en detalle mediante la generación de un plano de desarrollo para optimizar la visualización de la opción seleccionada.

Figura 3-9 Dimensiones estructurales del empaque para hamburguesas; fuente de obtención desarrollo personal



Como se puede observar en la Figura 3 – 9, se indican las características estructurales en cuanto al desarrollo de la propuesta seleccionada, con la intención de comprender de cómo debe ser fabricada la forma propuesta, con la intención de generar un prototipo para analizar su interacción en el mundo real tanto con el usuario como con el producto a almacenar.

También es importante resaltar que al comparar la Figura 3–3 y la Figura 3-9, se puede identificar que la propuesta de diseño también logra generar una reducción del área estructural de la pieza en más de un 30%, lo cual permite reducir la producción de residuos asociados a la fabricación del nuevo desarrollo.

Con la estructura del desarrollo o plano en el que se puede apreciar cómo es la forma y las medidas estructurales del producto, a continuación, se pueden observar los diferentes acercamientos físicos que se desarrollaron para comprobar la funcionalidad del material a la hora de aplicarlo como materia prima para el empaque.

**Figura 3-10 Prototipo del empaque sin ensamblar; desarrollo personal**



**Figura 3-11 Prototipo del empaque ensamblado; desarrollo personal**



**Figura 3-12 Prototipo del empaque conteniendo el producto; desarrollo personal**



**Figura 3-13 Interacción de usuario con el prototipo del empaque y el producto; desarrollo personal**



Con la propuesta elaborada como prototipo presentada en las figuras anteriores, puede observarse las particularidades del diseño y su interacción tanto con el producto como con el usuario que lo va a manipular, permitiendo así concluir el proceso de desarrollo inicial en cuanto al objetivo principal de la generación de un empaque sostenible a base de residuos provenientes del capacho del maíz.



## 4. Soluciones de Diseño + Sostenibilidad

Una vez estructurado el proceso inicial de investigación, por medio del cual se hace un acercamiento general para comprender la importancia de la vinculación de los procesos del Diseño y el Desarrollo Sostenible permitiendo así una transformación en cuanto al comportamiento e interacción de la sociedad con los recursos existentes (Sanchis Gisbert, 2020), es necesario también proponer herramientas que fomentan la divulgación y apropiación del conocimiento en esta área del saber (SDSN, 2017).

Y es que teniendo presente la triada enfocada en la parte ambiental, económica y social del Desarrollo Sostenible, la respuesta objetual de diseño de producto presentada como solución en este proyecto podría asociarse principalmente desde el componente ambiental relacionado con la capacidad de optimizar y minimizar la producción de residuos (Meherishi et al., 2019); no obstante, es necesario analizar cómo esta también permea el campo económico y social.

Los factores económicos y sociales se ven igualmente ligados a la capacidad en la cual el producto desarrollado dentro de la investigación potencia escenarios de transformación social de la mano de la generación de nuevas fuentes de ingreso. A su vez resalta la importancia de la labor de las comunidades campesinas (Gaviria et al., 2019), potenciando así el crecimiento económico y el mejoramiento de la calidad de vida de las regiones.

Por lo anterior y buscando integrar los ejes económicos y sociales de la triada, se hace imperativo vincular la propuesta de creación objetual, con acciones o estrategias que vinculen la totalidad de los principios presentados en el desarrollo sostenible.

De esta manera es que se busca implementar los medios por los cuales se pueda estructurar una herramienta que integre en igualdad de condiciones las variables

anteriormente mencionadas (Dantas et al., 2021) logrando así que la comunidad tenga impactos beneficiosos en las áreas del desarrollo sostenible, partiendo de la educación como principio básico de la transformación social.

Y es que el proceso de vincular las prácticas de sostenibilidad, creación y formación en torno a un desarrollo específico, implica la necesidad de comprender cómo este debe intervenir en un contexto determinado, como interactúa con los diferentes actores de su proceso productivo, y a su vez como puede también potenciar un cambio de mentalidad en la sociedad o en el sector en el cual este será utilizado (Wever et al., 2008).

Es por lo anterior, que este capítulo final busca utilizar los aprendizajes obtenidos a lo largo del desarrollo de la investigación como una herramienta formativa por medio de la cual se pueda hacer un proceso de divulgación del conocimiento desde una visión transdisciplinar, en la cual el Desarrollo Sostenible puede permear diversas áreas del conocimiento (como lo son el diseño, la economía circular, el packaging y el food design) (Chavarro et al., 2017) ofreciendo la posibilidad de beneficiar el campo económico, social y ambiental de cualquier comunidad en igualdad de condiciones.

## **4.1 Formación para el Desarrollo Sostenible**

Uno de los factores más importantes dentro de cualquier proceso es la capacidad de que este pueda ser divulgado y que los conocimientos, resultados o conclusiones del mismo puedan aportar a la construcción de nuevo conocimiento, tanto en la misma área de estudio como en procesos en los cuales puedan aplicarse o replicarse los principios, conceptos o bases cimentados en dicha actividad investigativa (Rojas, 2011).

En el caso de los ODS no se hace una excepción frente a la capacidad de divulgar los alcances y logros de estos objetivos; ya que por medio de todas las acciones que se implementan, se busca transformar la mentalidad de la sociedad hacia un punto en el que la integración de los objetivos en el desarrollo sostenible permita transformaciones considerables en la realidad de las comunidades en el sector económico, social y ambiental en igual cantidad de condiciones (Chavarro et al., 2017).

Desde la incorporación de los ODS en la agenda 2030, se han venido implementado diversas estrategias por medio de las cuales se busca generar una conciencia colectiva no solo del cumplimiento de los objetivos, sino también de vincular las distintas acciones que fomenten en la comunidad el aprendizaje y valoración de cómo al enmarcar acciones de sostenibilidad desde cualquier actividad de la cotidianidad (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2019).

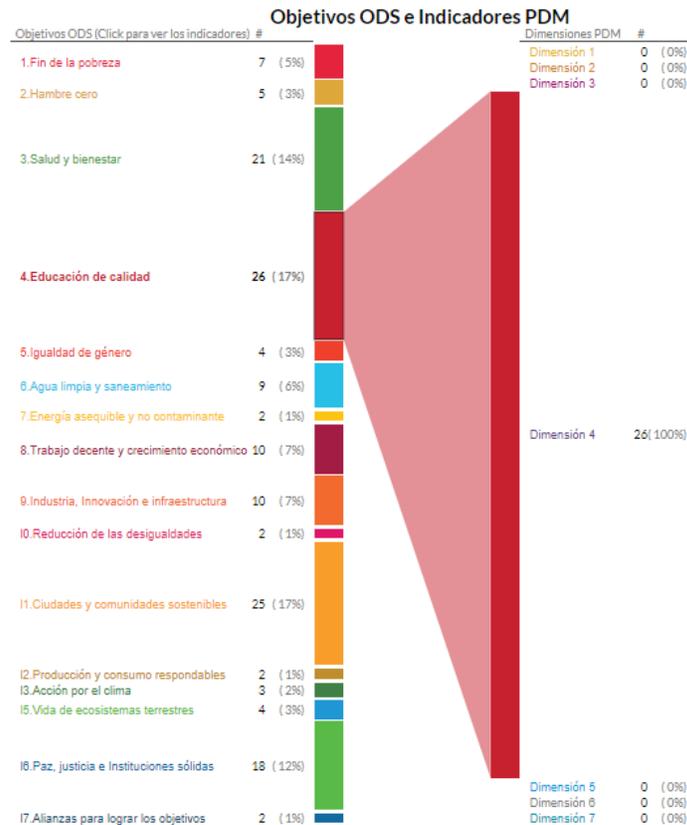
Y es que los procesos de formación en sostenibilidad no solo deben verse enmarcados en la capacidad de generar estrategias de transformación del pensamiento colectivo de la sociedad respecto al cuidado de los medios naturales, sino que también es necesario la incorporación de factores económicos y sociales que permitan el mejoramiento de la calidad de vida y el crecimiento económico de los territorios o la región (Chavarro et al., 2017).

Al buscar integrar de manera óptima los tres pilares del Desarrollo Sostenible, es importante que los componentes económicos y sociales sean vistos en un amplio espectro, en el cual se puedan integrar componentes como desarrollo humano, el crecimiento económico, el mejoramiento de las necesidades humanas y calidad de vida de las comunidades desde la construcción colectiva de escenarios de formación y trabajo (Camara de Comercio de Valencia, 2020).

Haciendo una revisión puntual de cómo se pueden fomentar estos procesos de formación y divulgación, se puede evidenciar cómo dentro de los ODS hay uno cuyo objetivo primordial es la capacidad de fomentar y construir educación de calidad para las diferentes personas (ODS 4), no solo en los jóvenes, sino en todos aquellos que a partir de la educación puedan transformar y mejorar la calidad de sus vidas (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2019).

Según los indicadores de la ONU en el caso local en la ciudad de Medellín, el ODS 4 habla sobre la educación de calidad con principal énfasis para los niños y jóvenes, fomentando así el desarrollo de una generación con un especial interés y conocimiento acerca del manejo y preservación de los recursos y factores económicos, ambientales y sociales en pro de la transformación de la sociedad del mañana (Alcaldía de Medellín, 2019).

**Figura 4-1 ODS e indicadores PDM Medellín; fuente de obtención (Alcaldía de Medellín, 2019)**



Como puede observarse en la Figura 4-1, para el año 2019, en Medellín se cuenta con una tasa de cumplimiento para el indicador de educación del 17% (Alcaldía de Medellín, 2019), siendo este uno de los ODS con mayor impacto en el territorio local, no solo demostrando la articulación de los procesos en pro de mejorar la capacidad de formación de las nuevas generaciones, sino también el posicionamiento de una educación pensada desde la sostenibilidad y una visión futura sobre el manejo de los medios y recursos existentes (Chavarro et al., 2017).

Sin embargo, es necesario hacer también una revisión en cómo se fomentan las prácticas de formación con las poblaciones adultas, las cuales deben comprender la importancia de establecer vínculos en sus actividades diarias con los procesos enmarcados en la sostenibilidad.

Y es por lo anterior, que la formación o educación de calidad, no solo debe verse como un factor asociado a las nuevas generaciones o a la capacidad de construir estilos de vida ligados a un aprovechamiento y cuidado del medio, los recursos y la economía, sino que también deben potenciarse espacios, herramientas y acciones que contribuyan a que las poblaciones más adultas puedan verse permeadas por este campo del saber (Chavarro et al., 2017).

En la gráfica de indicadores de la Figura 4-1, también se puede apreciar que el objetivo 17 en el cual se concentran acciones en pro del cumplimiento de los demás objetivos (Herrera, 2018) es uno de los indicadores que menor cumplimiento ha tenido para el período de revisión local (Alcaldía de Medellín, 2019), generando así la necesidad incipiente de fomentar y acelerar la capacidad de implementar estrategias diversas, que potencien la vinculación y cumplimiento de los demás indicadores.

Es por lo anterior que buscando entablar acciones desde los ODS por medio de las cuales se busca generar una transformación en la sociedad en cuanto a la concientización del cambio de hábitos de estilo de vida (desde la producción y el consumo responsable), se establece la importancia de ampliar la divulgación y formación de los objetivos para la comunidad en general y no solo en las nuevas generaciones como se ha venido enfocando actualmente (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2019), vinculando así los ODS 4, 11, 12 Y 17.

Buscando integrar los procesos de creación en diseño, las aplicaciones de la sostenibilidad y las posibilidades existentes entre los conceptos de economía y sociedad, se establece el desarrollo de un instrumento a modo de cartilla que permita no solo generar la divulgación de contenidos prácticos, sino, la incorporación de técnicas productivas que ayuden a mejorar y a crear nuevos espacios de trabajo para las comunidades de la mano del desarrollo sostenible y puntualmente de la producción y el consumo responsable (Camara de Comercio de Valencia, 2020).

### **4.1.1 Diseño, Educación y Economía Circular: Aprovechamiento de Residuos**

Los ODS se estructuran a partir de la correlación existente entre cada uno de los objetivos planteados y cómo estos se encargan de generar espacios que permitan el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades (Herrera, 2018) y también el proceso de construcción del conocimiento en torno a cómo la sostenibilidad es un factor transversal en cualquier acción de la cotidianidad.

Como se planteó en apartados anteriores, el componente de educación de calidad (enmarcado en el ODS 4) y los procesos, acciones y estrategias para el cumplimiento de los objetivos (ODS 17), pueden verse correlacionados y presentados como todas aquellas acciones que fomenten la incorporación de acciones que potencien el desarrollo sostenible en las pequeñas, medias y grandes comunidades.

Es por lo anterior que buscando implementar acciones desde el campo formativo y divulgativo en torno a los procesos de Desarrollo Sostenible y bajo los objetivos rectores del presente proyecto (ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles y ODS 12: Producción y Consumo Responsable), a continuación, se hace una revisión de algunas de las estrategias de formación que a nivel nacional y local se han implementado en pro de mejorar y concientizar a la comunidad acerca de los ODS mencionados.

A nivel nacional, en Colombia se han estipulado diversos esfuerzos referentes al apoyo y cumplimiento de los ODS; una de las principales acciones y con un enfoque directo al ODS 12, es la política nacional de producción y consumo responsable, la cual desde el año 2011 junto a diversos ministerios y autoridades nacionales ha fomentado una construcción de una conciencia de cuidado y aprovechamiento tanto de los recursos primarios como del aprovechamiento de los residuos (Ministerio de Ambiente, 2010).

De igual manera es importante resaltar el trabajo del ministerio de ambiente, las secretarías departamentales y municipales y las diferentes corporaciones autónomas regionales de los municipios y regiones a lo largo del país, ya que todas estas instituciones no solo velan por el cumplimiento y protección del medio y sus recursos, sino que también se encargan

de alfabetizar en cuanto a temas del componente ambiental y sus impactos en las comunidades que se encuentran en su jurisdicción (Chavarro et al., 2017).

A nivel departamental y local, también se han visto implementados esfuerzos e iniciativas desde diversas instituciones u organizaciones que buscan que las prácticas asociadas a la producción, oferta, demanda y consumo de bienes y servicios se hagan de manera coherente y consecuente respecto a la realidad que afrontan los territorios en términos de manejo y optimización de recursos y residuos, y de cómo estos pueden ser dispuestos o reaprovechados (Camara de Comercio de Valencia, 2020).

Otra de las principales acciones que se han promovido desde el campo del manejo de los residuos ha nivel departamental ha sido la erradicación o prohibición de los plásticos de un solo uso por parte de las gobernaciones locales de municipios como Guatapé, Urrao y la Ceja del Tambo en el oriente antioqueño (Caracol Radio Medellín, 2020), promoviendo así una cultura de disminución de residuos.

Como se mencionó con anterioridad, las diferentes entidades ambientales de los departamentos también han sido las encargadas de fundamentar estrategias que logren modificar las costumbres o acciones de las personas y las empresas en los territorios; en el caso de Antioquia las entidades que cumplen dicha función son: CorAntioquia, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Cornare y CorpoUrabá, las cuales desde diferentes ejes se encargan de mantener el balance entre el ambiente, la sociedad y el desarrollo de la región.

A nivel regional, Cornare ha demostrado ser una institución pionera en el desarrollo de planes y estrategias que no solo buscan impactar de manera positiva las comunidades de su jurisdicción, sino que también ha implementado modelos de trabajo, formación e integración de los pilares del desarrollo sostenible que han sido replicados en otras corporaciones ambientales, debido a que su punto central de trabajo siempre tiene un enfoque integrador del hombre y su medio (Cornare, 2020).

Desde la entidad administrativa Área Metropolitana del Valle de Aburrá desde el año 2018 se incorporó una resolución por medio de la cual se generan reconocimientos especiales a las empresas en tema de sostenibilidad relacionado con el aprovechamiento y manejo

de los recursos y cómo mejoran o disminuyen los impactos ambientales asociados a sus labores productivas (Area Metropolitana del Valle de Aburrá, 2018).

Otra de las Corporaciones regionales que se encarga de promover acciones desde los procesos de producción y consumo responsable es CorAntioquia, la cual tiene un amplio portafolio de estrategias que abarcan estrategias de negocios verdes y prácticas sostenibles en los procesos productivos, buscando así consolidar acciones que impacten positivamente diversos sectores de la producción local (Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, 2020).

Algunos de los ejemplos planteados con anterioridad solo son el punto de partida por medio de los cual se puede comprender o interpretar cómo se implementan acciones y estrategias desde el campo formativo, de concientización o de estímulo asociados al proceso de producción y consumo responsable en diferentes escalas tanto a nivel de las comunidades como del territorio.

De los diferentes procesos planteados a partir de los datos obtenidos en el proceso de investigación y de las estrategias que a nivel nacional y local se han ido implementando en el campo del aprovechamiento de recursos y generación de una concientización por parte de la sociedad hacia la producción y el consumo responsable, se puede generar una serie de datos o conceptos que serán el punto de trabajo base para la cartilla informativa:

- Compartir el concepto de sostenibilidad y su aplicación en diferentes áreas.
- Generar un acercamiento al concepto de Desarrollo Sostenible.
- Potenciar las prácticas de la producción responsable.
- Generar una mentalidad del consumo responsable frente a la adquisición de productos y servicios.
- Implementar una concientización sobre la capacidad del aprovechamiento y el uso de los recursos y de los residuos.
- Demostrar la importancia de analizar los procesos para mejorar y optimizar las actividades.
- Reconocer y valorar las acciones que permitan mejorar los indicadores individuales de sostenibilidad desde las labores propias de una persona o comunidad.

De esta manera, como proceso de implementación de acciones para mejorar la comprensión de la comunidad en general acerca de la capacidad de aprovechamiento de residuos (especialmente aquellos provenientes del agro colombiano), una de las acciones que se implemente en este sentido dentro del presente proyecto es el desarrollo de una cartilla que le permita a las comunidades (con énfasis en la población adulta) comprender la importancia de los procesos de producción y consumo responsable.

Para la creación de esta herramienta formativa, se parte desde las construcciones de los diferentes desarrollos gráficos generados en el marco de los ODS como estrategias de formación para la comunidad, buscando por medio de estos transmitir de manera simple y concreta la información hacia el público objetivo.

El principal referente gráfico y estructural para la construcción de este ejercicio es la guía de los vagos para salvar al mundo, una herramienta digital diseñada para que las personas desde acciones simples de su cotidianidad puedan aportar a la construcción de una mejor sociedad, transformando pequeños hábitos de su rutina en acciones beneficiosas para el ambiente y la sociedad (Organización de Naciones Unidas, 2019).

**Figura 4-2 Portada Guía de los vagos para salvar el mundo; fuente de obtención (Organización de Naciones Unidas, 2019)**



Con esta herramienta de formación se busca impactar en la sociedad desde la capacidad de cómo las personas desde el diario vivir pueden asimilar de una manera mucho más simple su aporte a la transformación de las condiciones de la sociedad, sin necesidad de involucrar altos procesos tecnológicos o complejas y estructuradas acciones.

**Figura 4-3 Niveles 1 y 2 de la guía de los vagos para salvar el mundo; fuente de obtención (Organización de Naciones Unidas, 2019)**



Tal como se presenta en la Figura 4-3, en la guía de los vagos para salvar al mundo, se estructuran cuatro niveles por medio de los cuales se pueden construir acciones beneficiosas por medio de las cuales los individuos mejoren los hábitos que afectan a la comunidad o región en la que este se desenvuelve. En los primeros dos niveles se

establecen acciones básicas que se pueden implementar desde el hogar, esto como estrategia de vinculación desde acciones simples para la personas a vincular.

Figura 4-4 Niveles 3 y 4 de la guía de los vagos para salvar el mundo; fuente de obtención (Organización de Naciones Unidas, 2019)



En la Figura 4-4 se presentan los dos niveles siguientes de la guía, los cuales buscan terminar de complementar las acciones presentadas en la introducción, anexando información desde acciones que pueden implementarse desde espacios exteriores al hogar y desde lugares como el trabajo (que a su vez también podría ser el lugar de estudio).

Es por lo anterior, que utilizando la estructura de presentación de la información basada en la cartilla anterior, se plantea que por medio de una forma didáctica y dinámica, el

presente ejercicio de creación proyecte la información necesaria para que las personas que accedan a él puedan conocer los principios básicos del desarrollo sostenible con especial énfasis en la producción y el consumo responsable.

Para observar el desarrollo y contenido de la cartilla puede revisar el Documento Anexo a este trabajo denominado “Producción y Consumo Responsable: Guía para aprovechar nuestros Residuos”.

## **4.2 Diseño Sostenible y Crecimiento Verde**

En el apartado anterior, se puede evidenciar cómo a partir de los procesos de educación y formación se contribuye a implementar espacios por medio de los cuales la comunidad tenga un rol activo en el desarrollo sostenible. En esta sección se presenta una correlación de cómo a partir de las herramientas de modelo de negocios y creación de proyectos se vinculan acciones desde el diseño, el crecimiento verde y el desarrollo sostenible.

Al hablar de crecimiento verde debe hacerse un énfasis especial en la capacidad de permitir generar espacios de trabajo, emprendimiento y creación de proyectos que a partir de una visión amigable con el medio y los recursos presentes en el, puedan generar proceso para mejorar las condiciones económicas y de desarrollo de un determinado espacio (MinAmbiente, 2017).

Y desde el concepto de crecimiento verde, el cual puede verse a nivel micro o macro (tanto desde una pyme como a nivel nacional), es importante que junto a este se implementen procesos que fomenten las acciones de producción y consumo responsable, apoyando así a que los territorios no solo crezcan a nivel productivo, sino que también modifiquen de manera positiva sus hábitos de consumo (Caicedo Pardo, 2018), todo esto desde el correcto manejo de los bienes, los recursos y los procesos.

La distribución y manejo de los recursos será por excelencia la primera fuente de trabajo dentro de cualquier proyecto, esto sin importar la tipología o cantidad de recursos dispuestos para trabajar (Rodero Franganillo, 2012). Al entender la premisa anterior, se hace necesario que dentro de cualquier actividad (tanto académica como laboral) existan

procesos enfocados en optimizar y dar un buen manejo a las acciones y recursos existentes.

Sin embargo, las actividades de administración y manejo de los procesos, actividades y recursos no son fácilmente comprensibles para muchas personas, debido a la formación o campo laboral en el que estas se desempeñan, puntualizando así, la necesidad de generar estructuras, métodos o guías que apoyen la correcta ejecución de dichas actividades (Caicedo Pardo, 2018).

Otro factor enmarcado en el crecimiento verde han sido las prácticas a lo largo de la historia en las cuales solo las materias primas de alta calidad o los materiales con mayores y altos procesos de ingeniería han sido considerados como los recursos fundamentales, dejando de lado recursos, elementos o materias primas de gran valor (Camara de Comercio de Valencia, 2020); no obstante dicha ideología se ha venido modificando a partir del aprovechamiento de los residuos y desechos de diversos procesos.

Y es que estos dos componentes presentados anteriormente (la administración de los procesos y el manejo o implementación de materias primas) son factores que no solo potencian la capacidad de éxito de una actividad o proyecto determinado a nivel interno, sino también buscando impactar de manera positiva a aquellas comunidades o territorios vinculados de manera directa o indirecta al mismo (Dantas et al., 2021).

El factor económico es por excelencia el que principalmente se vincula al concepto de crecimiento verde y desarrollo regional, ya que si bien los recursos pueden ser de diversos tipos o índoles, aquellos expresados en rubros económicos generan mayores implicaciones en cuanto a la capacidad de transformar las condiciones de un territorio; sin embargo, la necesidad incipiente de la sociedad se ve enmarcada a que todas las acciones que se implementen actualmente tengan un sustento o base desde la sostenibilidad (Dantas et al., 2021).

Esta capacidad de transformación, aprovechamiento y buen manejo de las actividades no solo es un factor que apunta al progreso individual, ya que todas las actividades siempre tiene un reflejo o impacto en la capacidad de generar escenarios de crecimiento económico y desarrollo para la región o territorio en la que estas se encuentran, fomentando la

creación de empleos, potenciando la mano de obra y tecnologías locales e incluso aprovechando recursos propios de dicho espacio (Caicedo Pardo, 2018).

Buscando implementar estrategias que ayuden a realizar de manera más simple los procesos de administración y manejo de las acciones y recursos dentro de un proyecto, en el campo económico se han generado grandes cantidades de acciones, herramientas y metodologías (Caicedo Pardo, 2018) que fomentan y facilitan la ejecución de dichas labores, ampliando el espectro tradicional de trabajo sobre el manejo de los recursos y la relación con los mismos.

Las estrategias mencionadas con anterioridad no solo han sido desarrolladas desde el campo económico, pues todas las áreas del conocimiento se han enfocado en proponer soluciones y alternativas que permitan que las personas logren tener óptimos resultados en la labor que desempeñan, de esta manera cobran mayor peso metodologías presentadas con anterioridad como Cradle to Cradle y Zero Waste (Alvarado Nieto et al., 2016).

Y dentro de estas nuevas metodologías de trabajo y a la par con los procesos de crecimiento verde, se ha venido rescatando el concepto de reincorporar materias primas, elementos o materiales que permitan no solo el desarrollo de nuevos productos, sino que a su vez disminuyan la huella de carbono asociada al proceso de disposición final de dichos elementos (Feijoo & Moreira, 2020).

Y esta capacidad de darle un nuevo manejo a los elementos que comunmente son desechados constituye el pilar fundamental de la economía circular. Un proceso de economía circular se efectúa a partir de la concientización y manejo de los residuos, permitiendo que estos se reincorporen en iguales o menores actividades productivas, disminuyendo así los residuos y procesos asociados a una actividad (Sanz, 2014).

Sin embargo, la capacidad de realizar un proceso de análisis por medio del cual las personas puedan ser conscientes de los impactos (tanto en cuestión de procesos como de desechos) asociados a sus actividades, no es una labor fácil, debido a que no existe una amplia formación en esta área, especialmente para la población que por tradición ha

ejecutado acciones sin analizar cómo estas repercuten en el espacio (Feijoo & Moreira, 2020).

Es por lo anterior, que al revisar la necesidad de integrar espacios por medio de los cuales las personas puedan potenciar, mejorar o incluso iniciar estrategias de desarrollo y crecimiento territorial (con énfasis en el crecimiento verde), se implementa como estrategia de transformación para los componentes económicos y sociales el desarrollo de herramientas que fomenten el aprendizaje y la capacidad de manejar los recursos desde una visión ambientalmente responsable y económicamente funcional.

#### **4.2.1 Herramienta para el Desarrollo Sostenible y la Economía Circular**

A lo largo de la historia se han implementado diversas herramientas que se han desarrollado con el fin de potenciar la capacidad de los individuos de ejecutar de manera contundente los proyectos que se plantean. Sin embargo, uno de los factores más comunes es la dificultad de comprender y/o utilizar de manera apropiada dichas herramientas.

Uno de los instrumentos que comunmente han sido empleados para facilitar el proceso en el que las personas administran y manejan sus proyectos es la estructura de modelo de negocios. Los modelos de negocio han sido utilizados como una serie de variables, por medio de las cuales se fundamenta cómo debe ser el proceso de construcción y ejecución de una idea (Caicedo Pardo, 2018).

Y es que estos modelos o guías se fundamentan como una estructura de pensamiento proyectual, en los cuales fundamentan las ideas previas a poner en práctica, realizando un ejercicio de prospectiva, por medio del cual se pueda asumir si lo que se plantea realmente puede generar un cambio o aporte en el área del conocimiento, la comunidad y el territorio en el que se va a implementar (Antoine et al., 2019).

Tal como se presenta con anterioridad, se hace necesaria la capacidad de construir e incorporar la propuesta de una estructura de modelo de negocio en la cual se piense no

solo desde el éxito y funcionalidad del producto o servicio a generar, sino que también se haga una lectura previa de como al implementar materiales, procesos y actividades se pueden aumentar o disminuir los impactos en el medio (Camara de Comercio de Valencia, 2020), generando así la necesidad de que el modelo de negocio implique prácticas de economía circular.

Y es que un modelo de negocio de economía circular se entiende como una estructura de trabajo por medio de la cual se busca definir una serie de variables que se aplican a modo de acciones que permiten la construcción de un proyecto o emprendimiento basado en principios de disminución de procesos y/o reaprovechamiento de materias primas que comúnmente no son utilizadas.

Desde la ONU y a su vez con los ODS, se ha buscado de manera activa, que las acciones implementadas dentro de la cotidianidad de las personas tengan implicaciones positivas dentro de los indicadores de avance de la agenda 2030, esto con la intención de potenciar una visión integral por medio de la cual los componentes sociales, ambientales y económicos tengan un balance integral de cumplimiento.

El componente económico (ligado rectamente al crecimiento y desarrollo de la sociedad) es uno de los factores que más variaciones tiene respecto al cumplimiento de objetivos enmarcados en él, esto debido a que todos los ODS de manera directa o indirecta apuntan a la interacción de cómo el factor económico mantiene un equilibrio perfecto de su relación con el ambiente y la sociedad.

De esta manera, para cerrar el proceso de investigación que se ha venido ejecutando, se plantea la incorporación de una estructura de variables básicas (a modo de modelo de negocio) que ayude a generar escenarios de intervención económica y social desde los tres pilares del desarrollo sostenible, ofreciendo así un modelo de fácil replicabilidad en el cual el factor ambiental y de aprovechamiento de los residuos sea el elemento clave de trabajo.

Bajo la premisa anterior y teniendo como referente los modelos ya existentes, se plantea la estructura de una nueva guía de fácil comprensión y aplicación que permita no solo la integración de acciones en el campo económico, sino que también vincule la importancia

de la preservación de los recursos y el cuidado del medio en el que se plantea dicha propuesta de creación.

De esta manera, al incorporar elementos didácticos que permitan la fácil y oportuna comunicación de los procesos enmarcados en el campo del desarrollo sostenible, con un especial énfasis en el trabajo transdisciplinar, se pueden potenciar espacios para la transformación económica, social y ambiental de las diferentes comunidades, no solo a nivel local, sino también con la capacidad de replicar estos proyectos y estrategias en contextos mucho más grandes.

El instrumento a implementar busca tomar los elementos estructurales que se mantienen en un modelo de negocio de economía circular, ampliando el espectro de aplicación de estrategias de innovación para el emprendimiento de las comunidades pertenecientes no solo a espacios como la plaza Minorista José María Córdoba, sino en cualquier ámbito de la región e incluso del mundo.

El punto de partida principal para la estructuración de la propuesta de creación es el lienzo de modelo de negocio Canvas, conocido por ser una de las herramientas de trabajo tradicionales de creación de proyectos, el cual no solo busca identificar la idea a plantear, sino también presentar puntos clave que puedan permitir el éxito de la incorporación del proyecto.

**Figura 4-5 Lienzo de modelo de negocio Canvas; fuente de obtención (Hernández, 2019)**

The Business Model Canvas		Designed for:	Designed by:	Date:	Version:
<b>Key Partners</b> What are our key partners? Who are our key suppliers? Which key resources are we acquiring from partners? Which key activities do partners perform? Which key channels do partners use? Which key customer segments do partners serve? Which key revenue streams do partners generate?	<b>Key Activities</b> What key activities do our Value Propositions require? Which key activities do our Customer Relationships require? Which key activities do our Channels require? Which key activities do our Customer Segments require? Which key activities do our Revenue Streams require? Which key activities do our Cost Structures require?	<b>Value Propositions</b> What value do we deliver to the customer? Which parts of our Customer Segments are we trying to serve? Which parts of our Channels are we trying to reach? Which parts of our Customer Segments are we trying to reach? Which parts of our Revenue Streams are we trying to reach? Which parts of our Cost Structures are we trying to reach?	<b>Customer Relationships</b> What type of relationship does each of our Customer Segments expect to be established with us? Which parts of our Customer Segments are we trying to serve? Which parts of our Channels are we trying to reach? Which parts of our Customer Segments are we trying to reach? Which parts of our Revenue Streams are we trying to reach? Which parts of our Cost Structures are we trying to reach?	<b>Customer Segments</b> For whom are we creating value? Which parts of our Customer Segments are we trying to serve? Which parts of our Channels are we trying to reach? Which parts of our Customer Segments are we trying to reach? Which parts of our Revenue Streams are we trying to reach? Which parts of our Cost Structures are we trying to reach?	
<b>Key Resources</b> What key resources do our Value Propositions require? Which key resources do our Customer Relationships require? Which key resources do our Channels require? Which key resources do our Customer Segments require? Which key resources do our Revenue Streams require? Which key resources do our Cost Structures require?	<b>Channels</b> Through which Channels do our Customer Segments expect to be reached? Which parts of our Customer Segments are we trying to serve? Which parts of our Channels are we trying to reach? Which parts of our Customer Segments are we trying to reach? Which parts of our Revenue Streams are we trying to reach? Which parts of our Cost Structures are we trying to reach?				
<b>Cost Structure</b> What are the most important costs inherent in our business model? Which key resources are most expensive? Which key activities are most expensive? Which key channels are most expensive? Which key customer segments are most expensive? Which key revenue streams are most expensive?					
				<b>Revenue Streams</b> For what value are our customers truly willing to pay? For what are they currently paying? How are they currently paying? How would they prefer to pay? How would they prefer to pay? How would they prefer to pay?	

Al revisar la estructura de modelo de negocio tradicional planteada en la Figura 4 – 5 en la que se puede apreciar el modelo canvas, se puede analizar cuáles son los diferentes elementos o variables que se plantean para la construcción de una propuesta de negocio que no solo sea original, sino también funcional. A continuación, se presentan las variables del modelo de negocios tradicional:

- Socios clave
- Actividades clave
- Recursos clave
- Propuesta de valor
- Relación con los consumidores
- Canales
- Segmento de clientes
- Estructura de costos
- Flujo de ingresos

Estas variables han sido por excelencia los principales puntos de partida para permitir vincular un proceso tanto de creación de proyectos como de emprendimiento con la realidad que vivirá de la mano de las diferentes necesidades o interacciones que tendrá dicho desarrollo a un futuro con el mercado, sus socios o los procesos que permitirán su funcionamiento.

Estos conceptos se fundamentan con una particularidad principal que es el concepto de cómo a partir de proponer un valor agregado se puede destacar por encima de los desarrollos similares que actualmente existen en el mercado. Sin embargo, frente a este modelo tradicional de trabajo, no hay ningún elemento o enfoque que busque mejorar el componente de sostenibilidad.

Es por lo anterior, que radica la necesidad de no solo pensar en este esquema tradicional en el que se propone espacios de innovación en cuanto al componente de la idea o propuesta del proyecto o negocio, sino que también se hace fundamental la necesidad de lograr implementar procesos y acciones que potencien y mejoren el uso de los recursos y de las condiciones ambientales.

De esta manera, se hace importante revisar estructuras de modelos de negocio verdes, en los cuales se pueda analizar la capacidad de construir propuestas de proyectos innovadores desde la economía circular, el crecimiento verde y la posibilidad de innovar a través de un pensamiento que integre del cuidado del medio y los recursos.

Con la premisa anterior, se hace fundamental el concepto de no solo revisar una estructura de modelos de negocio tradicional en el cual se busquen factores de innovación desde las propuestas de valor como lo es el modelo canvas, sino que también se integre el componente de sostenibilidad. Es así que también se vincula a la revisión, la herramienta EcoCanvas diseñada por Nicola Cerantola.

Figura 4-6 EcoCanvas: diseño de negocio para la economía circular; fuente de obtención (Cerantola, 2020)

#### A · ECOCANVAS: DISEÑO DE NEGOCIOS PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR



EcoCanvas está bajo licencia Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. By Nicola Cerantola 2018 [www.ecologing.es](http://www.ecologing.es) [nicola.cerantola@ecologing.es](mailto:nicola.cerantola@ecologing.es)  
Originalmente inspirado en Business Model Canvas de Osterwalder, Pigneur & al. 2010 (<https://strategyzer.com/>) y en Lean Canvas A. Muurya. 2012 (<https://canvasizer.com/new/lean-canvas/>)

© i i

Si bien la estructura presentada en la figura 4-6, el desarrollo de la herramienta EcoCanvas logra potenciar en óptimas condiciones las diferentes variables necesarias para estructurar un modelo de negocios verde (fomentando los procesos de economía circular), esta herramienta presenta un desarrollo realmente amplio y meticuloso, lo cual la hace compleja

de entender sin una previa guía o explicación, disminuyendo así la posibilidad de impactar a grandes grupos poblacionales.

Otra de las particulares importantes a tener en cuenta con el instrumento presentado en la Figura 4–6, es que si bien, los modelos o lienzos de trabajo EcoCanvas se encuentran abiertos al público bajo una licencia de creative commons, para poder tener un amplio y concreto conocimiento del manejo de estos, es necesario inscribirse en un programa de formación online, lo cual genera una segmentación considerable para aquellos que no disponen ni de los medios, ni de los recursos para este tipo de formación.

Es por lo anterior, que la estructura de la herramienta de trabajo que se plantea busca responder de manera similar a las diferentes variables en las cuales se hizo un acercamiento en el modelo EcoCanvas, pero presentado de una manera mucho más amigable y fácil de interpretar por cualquier usuario, además de estar en libre acceso para su uso.

De esta manera, para el presente proyecto y a partir de la información recolectada a lo largo de la investigación y con relación a los referentes tanto de los procesos de formación como de las herramientas de creación de proyectos, se ve la necesidad de incorporar variables extra a partir de las cuales se puede potenciar el proceso de crecimiento verde y desarrollo territorial. Dichas variables o puntos extra a analizar son:

- Uso de materias primas
- Procesos productivos
- Impactos económicos
- Impactos ambientales
- Impactos socioculturales

La incorporación de los conceptos o variables presentados con anterioridad responden a la integración de una estructura de trabajo desde el diseño sostenible y el Design for X, entendiendo de manera conjunta la necesidad de construir propuestas de innovación que contengan el componente creativo, ambiental, social y económico.

Con los conceptos y/o variables presentados con anterioridad y los referentes revisados, se desarrolla la estructura de la propuesta del modelo de negocio a partir de los procesos de aprovechamiento de residuos o desechos de diversas actividades o de materiales como principal punto diferenciador buscando apoyar el desarrollo sostenible en las comunidades.

**Figura 4-7 Estructura de lienzo de modelo de negocio verde y economía circular con explicación de variables, desarrollo personal**



Como puede apreciarse en la Figura 4 – 7, la construcción desarrollada, corresponde a un nuevo lienzo en el que se agregan variables asociadas a la revisión generada a lo largo del proyecto de investigación, dándole un nuevo énfasis a los materiales, los procesos, los impactos y el comportamiento que el proyecto tiene desde los tres ejes del desarrollo sostenible.

También es importante recalcar que en el ejercicio de estructuración del modelo presentado con anterioridad, también existe una gran participación de cómo el proceso creativo y productivo debe verse dentro de cualquier proyecto, esto relacionado con la capacidad por medio de la cual a partir de la innovación pueden proponerse alternativas que ofrezcan valor y que sean mucho más eficientes.

Además, al revisar los procesos enmarcados dentro de las actividades comunes de la estructuración de proyectos y el aprovechamiento de los residuos, se pueden encontrar puntos comunes en los cuales el resultado principal de trabajo es la capacidad de optimización (tanto en procesos como en recursos), que a su vez se ve reflejado en la huella ambiental de dicha actividad y por ende en la sostenibilidad económica de la persona, empresa o comunidad vinculada.

Es así que al integrar el proceso de aprovechamiento de residuos o de desechos generados en diversos procesos productivos, con una estructura de trabajo de formulación de proyectos, se puede obtener una herramienta que no solo esté pensada para potenciar la creación de nuevas alternativas de emprendimiento, sino también para contribuir al cuidado de los recursos actuales en un determinado territorio.

## 5. Conclusiones y recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

Al finalizar la ejecución tanto teórica como práctica del proyecto para el desarrollo de soluciones de diseño sostenible, se hace necesario realizar una revisión sobre los resultados obtenidos y cómo estos logran cumplir la necesidad planteada desde la problemática que encierra el reaprovechamiento de los recursos a partir de una mirada por medio de la cual se busquen alternativas creativas para solucionar problemas de la cotidianidad.

En primera instancia es importante resaltar el cumplimiento del objetivo principal del proyecto de investigación en la capacidad de generar un producto a partir de los residuos agroindustriales provenientes de la comercialización del maíz en la Plaza Minorista de Medellín.

Con el material base desarrollado a partir de las fibras de los capachos, se pueden observar mediante un análisis visual básico la capacidad de asemejar ciertas características tradicionales de materiales homologables como los papeles, cartulinas, cartones y/o cartoncillos, dejando así un precedente sobre el alto nivel de funcionalidad y de aplicación de los residuos del agro en el campo de la producción industrial.

Sin embargo, aún puede ampliarse de manera considerable el análisis de las propiedades y los posibles usos que el material, el producto e incluso el material de trabajo obtenido pueden tener en el medio. No obstante los procesos de investigación y desarrollo enfocados en la generación de elementos que involucren el análisis de características, funcionalidades o particularidades se ven truncados considerablemente si no se encuentran tecnologías o espacios especializados que cuenten puntualmente con las capacidades de exploración en dichos desarrollos.

A su vez, se le da cumplimiento a los objetivos específicos que enmarcaban el proyecto, en los cuales se plantea el desarrollo de un biomaterial, la fabricación de un empaque homologable a las propiedades del papel y el cartón y la creación de una serie de variables

que ayuden a construir una estrategia de modelo de negocio a partir de los principios de economía circular.

También se hace necesario confrontar los procesos que permitieron facilitar o dificultar el la investigación y desarrollo del proyecto, entendiendo así, la necesidad de mejorar e implementar diferentes prácticas frente a la investigación y cómo a través de nuevas formas de obtener información y cumplir los objetivos propuestos se mejoren las prácticas académicas.

Durante la ejecución del presente proyecto se presentaron una serie de dificultades asociadas a la emergencia sanitaria producida por la enfermedad del COVID-19, sin embargo, frente a los hechos que empañaron el panorama mundial relacionados con la pandemia, se establece la importancia de gestionar y proponer más espacios por medio de los cuales la creatividad y la capacidad de innovar ayude a mejorar las condiciones de la comunidad en general.

Es por lo anterior, que también se reforzó la capacidad de fabricación de una manera más artesanal, permitiendo así la fácil replicabilidad del proyecto, ampliando la posibilidad de que cualquier persona pueda crear, replicar o ampliar un nuevo proyecto a partir de la información adquirida.

Y si bien, dentro de los alcances de la presente investigación no se encuentra generar un estudio de las implicaciones de cómo los desarrollos obtenidos pueden desempeñarse a nivel funcional dentro de la sociedad, al poseer los resultados (tanto tangibles como de conocimiento), estos pueden comenzar a usarse como pruebas piloto que comiencen no solo una modificación de costumbres, sino que también creen nuevas formas de pensamiento en la sociedad.

El el caso del producto obtenido, también debe verse cómo este impacta de manera positiva en el campo del diseño, no solo por la implementación de un material que mejora la capacidad de disposición final del mismo, sino que también a partir de procesos metodológicos de Design for X e ingeniería inversa, se puede llegar a una solución objetiva que cumple a cabalidad la función primordial, pero con la capacidad de disminuir la cantidad de uso de materias primas vírgenes.

Y es por este uso y aprovechamiento de los residuos, donde debe hacerse una acotación especial en el área de producción y consumo responsable que es el pilar fundamental de la ejecución del presente proyecto de investigación, entendiéndose este ODS no solo como una meta más a cumplir dentro de la agenda 2030, sino como el eje de funcionamiento básico del desarrollo sostenible, y a su vez, la capacidad de mantener y preservar los recursos tanto para las generaciones presentes como para las venideras.

Una vez presentados los datos o conclusiones principales del proyecto en cuanto a términos de investigación y desarrollo, también es importante que se resalte la capacidad de que los escenarios de innovación desde el campo de la sostenibilidad son tan grandes y variados, que cualquier proyecto que se ejecute con la respectiva estructuración podrá no solo tener impactos en su área, sino mejorar las condiciones de la humanidad.

Y es que el desarrollo sostenible no debe verse como un complemento o slogan que permita generar un impacto en la comunidad por su nombre, sino, que este debe ser visto en realidad como un potenciador que permita no solo cambiar la conciencia frente a los actos por el equilibrado manejo de los recursos, sino también una capacidad de mejorar considerablemente todas las acciones que se ejecutan desde la labor personal o profesional de cualquier individuo.

## **5.2 Recomendaciones**

Una vez logrado el propósito principal del presente proyecto, surgen algunos planteamientos que sirven como punto de inicio para que en futuros proyectos puedan ampliarse los estudios y desarrollos planteados, además de hacerse homologaciones o nuevas interpretaciones del proyecto en diferentes campos de acción.

De esta manera, a continuación, se presentan algunas recomendaciones para aquellos que tomen este proyecto como referente o punto de partida de un proceso de creación desde el diseño y el desarrollo sostenible, entendiéndose estos como ejes transversales a la capacidad de fomentar innovación y creatividad para la solución de problemas o necesidades de la cotidianidad.

En primera instancia, se necesita romper el esquema tradicional en cuanto a las actividades asociadas a los procesos productivos del desarrollo de productos en serie (esto sin importar la industria o tipología de los productos), ya que hace falta que desde el componente de ingeniería y diseño se repiensen los procesos para disminuir impactos tanto en producción como en consumo de materias primas.

Es vital la investigación sobre las capacidades alternas que se pueden obtener de cientos de residuos, tal como lo fue el caso del maíz en el presente proyecto, por lo que se vuelve fundamental la capacidad de que las empresas o instituciones permitan espacios de análisis en los cuales se evalúen las características de diversos residuos y/o materias primas desechadas y cómo estas pueden ser reincorporadas.

Bajo la premisa anterior y conociendo los alcances de este proyecto, puede derivarse un estudio a profundidad por medio del cual se haga una caracterización profunda de cuáles y cómo son las características y comportamiento de la materia prima obtenida en el presente estudio, esto con el fin de evaluar en qué otros campos puede ser utilizada.

También, como estudio extra puede plantearse un análisis de ciclo de vida o una medición de la huella ecológica que el presente producto genera, haciendo así una comparación real con otros productos que cumplan la misma función, para comprobar si lo planteado se queda solo en un proceso de reaprovechamiento o también implica una disminución de impacto ambiental.

Deben buscarse alternativas por medio de las cuales se puedan facilitar los procesos de divulgación en cuanto a los verdaderos impactos asociados a las prácticas de producción y consumo, tanto de las empresas como de los particulares, esto con la posibilidad de formar a la comunidad sobre cómo trabajar bajo estas áreas del conocimiento y cómo potenciar escenarios de cambio.

La capacidad de proponer procesos de mejora tanto para el diseño y creación como la incorporación de nuevos productos debe estar de la mano de acciones que promuevan la ideología de producción y consumo responsable, evitando caer en la ambigüedad de continuar produciendo de manera desahogada grandes cantidades de elementos que no resultan ser realmente utilitarios para la sociedad, sino que simplemente se presentan

como modas o tendencias efímeras, con cortos ciclos de vida y con grandes cantidades de residuos asociados a su fabricación.

También y como punto de análisis proveniente de este proyecto, es importante conocer los impactos o los resultados que pueden obtenerse a partir de la aplicación o uso de las herramientas tanto como lo es la cartilla como la estructura de modelo de negocio, esto como capacidad de comprobar la efectividad de ambos.

Al analizar dichas herramientas, también se puede crear un proceso independiente de toda una investigación en torno a los procesos de formación y/o educación en el campo de la sostenibilidad y de cómo esta puede permear de manera más simple a las comunidades a través del uso de herramientas didácticas.

El concepto de sostenibilidad debe entenderse como un eje transversal a las diferentes áreas del conocimiento, fundamentando así la necesidad que todos los profesionales logren tener una visión que no solo integre la capacidad de vincular acciones con su profesión, sino que siempre tengan un pensamiento sistémico que involucre la triada del campo económico, social y ambiental.

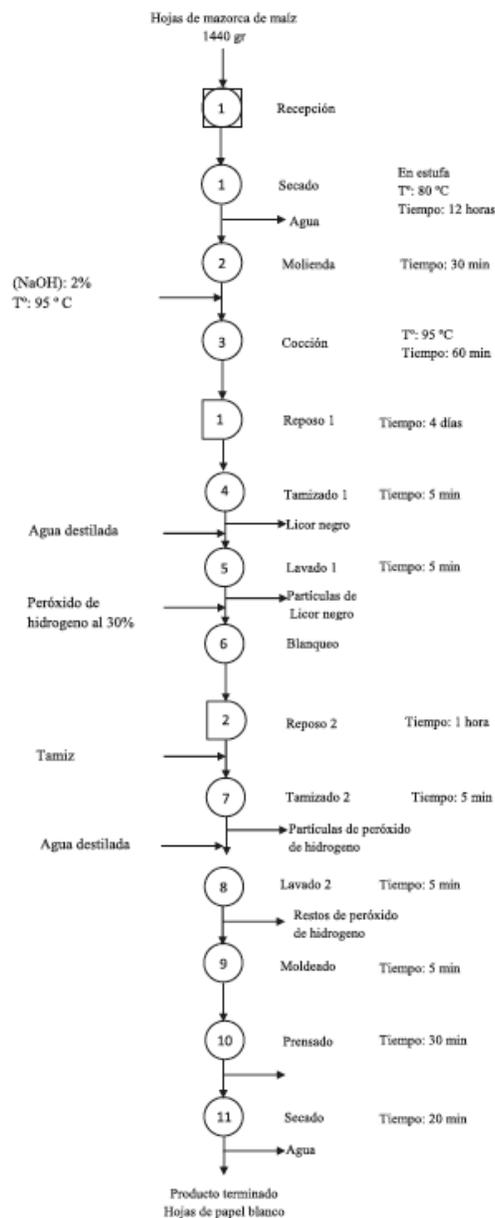
Es así, que entender los resultados obtenidos no es el único punto de importancia para un proyecto una vez este ha finalizado, sino que también se hace necesario la evaluación y seguimiento de una serie de acciones que permiten generar nuevas investigaciones a futuro, ampliando y creando escenarios que contribuyan a mejorar el conocimiento de las diversas áreas del saber sobre la interacción que el diseño tiene con estas y los grandes beneficios que se pueden obtener.

Por último y como recomendación fundamental y principal del presente proyecto de investigación, se plantea la necesidad que el concepto tanto de sostenibilidad como de desarrollo sostenible no solo sea un enfoque de profundización, sino que deben buscarse alternativas por medio de las cuales el conocimiento de esta área permee a todas las generaciones, los estratos sociales y poblaciones en las diferentes comunidades a nivel mundial.



# Anexo A: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de papel a base de maíz

Figura 0-1 Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de celulosa de mazorca en el proceso se elaboración de papel



## Anexo B: Estado de la Técnica de Empaques/Envases para comida rápida

Figura 0-1 Análisis de empaques existentes en el mercado; fuente de obtención desarrollo personal

### Estado de la Técnica Packaging para Alimentos (Énfasis en Comida Rápida)



Empaque Wrap de cartón crudo  
<https://imsanchis.com/envases-comida-rapida/>



Barquetas de cartón antigrasa blanco  
<https://imsanchis.com/envases-comida-rapida/>



Bolsa de Papel fondo cuadrado  
<https://www.catalogoempaques.com/ficha-producto/Bolsas-de-papel-fondo-cuadrado+111497>



Hoja de papel parafinada  
<https://www.packagingoftheworld.com/2015/06/better-burger.html>



Hoja de papel parafinada  
<https://www.sunkea.com/Custom-Logo-Printed-Greaseproof-Sandwich-Burger-Paper-pd6921956.html>



Porta Hamburguesas  
<https://www.cajasyempaquesdecolombia.com/product/porta-hamburguesa-undergroundfood/>

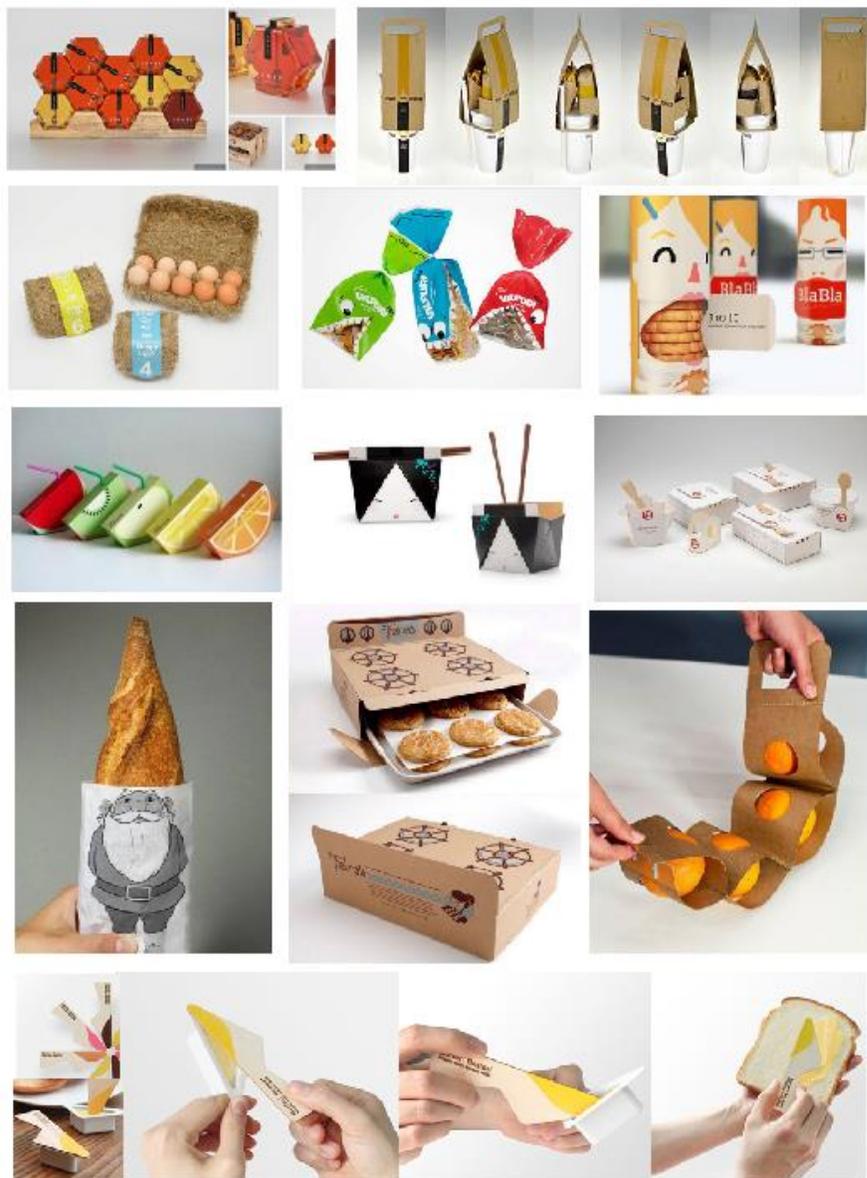


Empaque de dos Piezas  
<https://www.packaging.com.tr/product/2-piece-gourmet-burger-box/>

## Anexo C: Estado de la Técnica de innovaciones en Empaques/Envases para comida

Figura 0-1 Análisis de características de empaques existentes en el mercado; fuente de obtención desarrollo personal

### Estado de la Técnica Packaging para Alimentos (Propuestas Innovadoras)



<https://yiminshum.com/15-asombrosos-packaging-de-comidas/>

## Anexo D: Resultados encuesta de percepción del consumidor frente a empaques/envases

Seleccione su rango de edad

[Más detalles](#)

 Insights

<span style="color: blue;">●</span> 18 - 22 años	10
<span style="color: orange;">●</span> 23 - 27 años	28
<span style="color: green;">●</span> 28 - 32 años	21
<span style="color: red;">●</span> 33 - 37 años	26
<span style="color: purple;">●</span> 38 años o más	38



Seleccione su sexo

[Más detalles](#)

 Insights

<span style="color: blue;">●</span> Masculino	50
<span style="color: orange;">●</span> Femenino	73



¿Cuándo compra un producto le da importancia al empaque/envase en el que este viene?

[Más detalles](#)

 Insights

<span style="color: blue;">●</span> Siempre	38
<span style="color: orange;">●</span> En ocasiones	73
<span style="color: green;">●</span> Me es indiferente	4
<span style="color: red;">●</span> Rara vez	8
<span style="color: purple;">●</span> Nunca	0



Al momento de desechar un empaque/envase usted:

[Más detalles](#)

<span style="color: blue;">●</span> Revisa en que caneca debe de...	51
<span style="color: orange;">●</span> Se fija si puede reutilizarlo y lo...	57
<span style="color: green;">●</span> Separa sus componentes y lo ...	24
<span style="color: red;">●</span> Lo arroja a la caneca que teng...	23
<span style="color: purple;">●</span> Otras	1



De 1 a 5, siendo el 1 muy poca importancia y el 5 demasiada importancia ¿Qué tan importante es para usted que un empaque/envase sea cómodo y fácil de manipular?

[Más detalles](#)

 Insights

123

Respuestas



Clasificación media 4.28

En algún momento, a la hora de empacar un producto en un envase/empaque, ¿se le ha dificultado armar dicho contenedor?

[Más detalles](#)

 Insights

 Si	90
 No	33



En algún momento, a la hora de manipular un producto en un envase/empaque, ¿se le ha dificultado comprender como utilizar dicho contenedor?

[Más detalles](#)

 Si	66
 No	56
 Otras	13



l. ¿El hecho de que un producto venga en un empaque biodegradable le genera una mejor percepción sobre dicho producto?

[Más detalles](#)

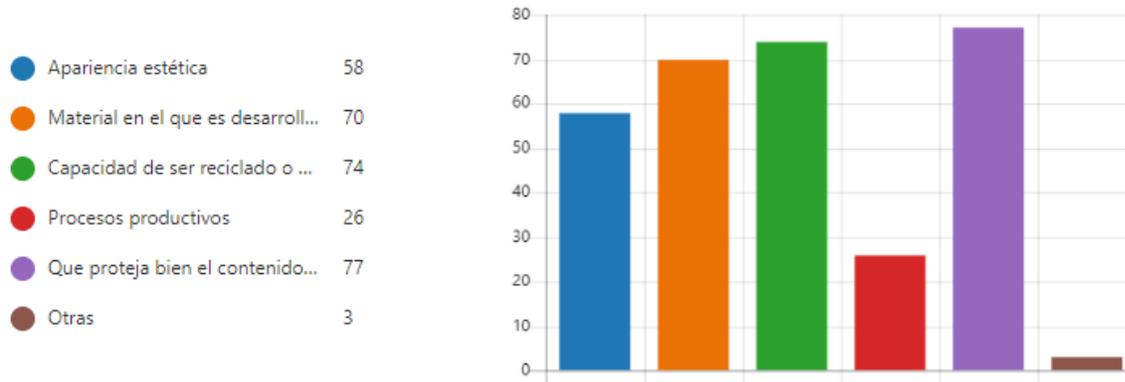
 Insights

 Si	111
 No	3
 Me es indiferente	9



¿Cuál o cuáles de los siguientes factores considera usted que son fundamentales en el desarrollo de un empaque/envase?

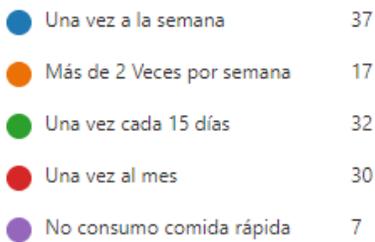
[Más detalles](#)



¿Con qué frecuencia consume comida rápida?

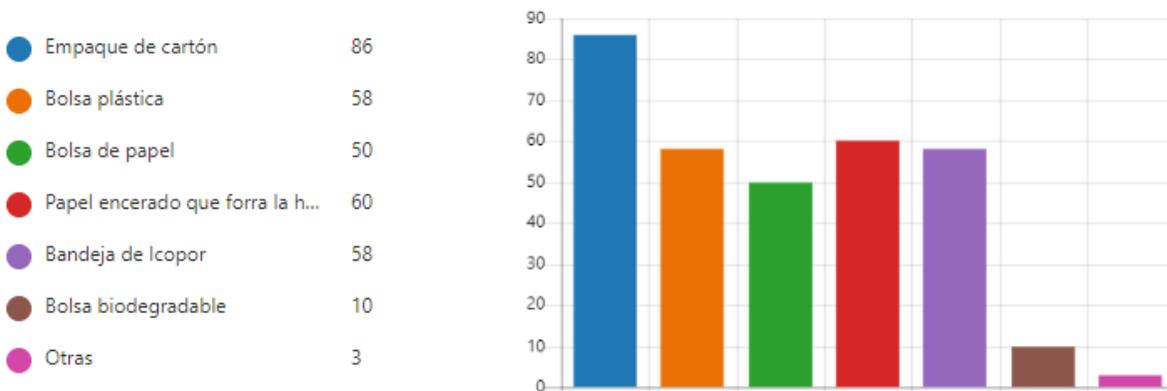
[Más detalles](#)

Insights



Cuando consumes comida rápida; ¿Cuál o cuáles de los siguientes elementos acompañan su comida?

[Más detalles](#)



La última pregunta de la encuesta corresponde a un acercamiento personal por medio del cual los usuarios expresaban de manera individual cual consideraban que es el factor más importante para generar el éxito en un proceso de desarrollo de empaque; las respuestas a dicho planteamiento se presentan a continuación.

Material, fácil manejo y formas de reciclaje.
Que permita ser utilizado en algo más, como comprar un reloj y la cajita sea bonita que le permita guardar allí otros objetos. Mejor dicho que la quiera conservar. En su defecto que sea totalmente biodegradable.
Que use menos plástico en general
Que se pueda reutilizar
Que sea acorde al producto, en el caso de la comida algunos impregnan su olor al producto
Que sea práctico, eco amigable definitivamente, llamativo.
En cualquier material se puede realizar un empaque que sea estéticamente agradable a la vista, ya que está siempre es la primera impresión y un buen producto en un mal empaque no atrae su consumo.
Practicidad para usar, reempacar y disponer.
Que sea funcional, de bajo volumen y que se pueda disponer o reutilizar
Que sea funcional y fácil de usar.
Que sea térmico si es para comida, que resista bien el embalaje, sea armónico acorde al producto que conserva (diseño llamativo) y su grado de reciclaje sea bajo además de fácil para un reproceso.
Que el usuario pueda interactuar de alguna manera con el.
Buena apariencia y versátil para poner en este elementos cotidianos
Debe ser ecológico pero agradable a la vista
Usabilidad. Protección del contenido. Identidad de marca. Impacto ambiental. Economía de fabricación. En ese orden.
El diseño del empaque debe ser coherente con la marca, con lo que quiere comunicar. Adicionalmente se deben tener en cuenta los procesos productivos, costos e impacto del mismo.
Que tenga mucho que ver con el contenedor interno
Llamativo
Que se pueda desarmar.
Que su proceso no sea tan contaminante, sencillo de usar y que pueda ser reutilizado muchas más veces antes de terminar su ciclo
Adaptabilidad a lo que contiene, seguridad de no riegos o daños del producto, facilidad para su depósito final
Conserve la calidad del producto y su impacto ambiental

La Población a donde va dirigido.
Si es solo en diseño gráfico, que tenga colores representativos para la marca y que tenga información necesaria para conocer el producto y su elaboración, además de ser creativo. Si es un diseño desde el aspecto de producción, que sea completamente hermético (que proteja bien el producto), que sea reutilizable o biodegradable.
Que se diferencie de los demás y que tenga versatilidad para poderlo reutilizar
Que sea acorde al contenido
Amigable con el medio ambiente Practico Estético Funcional
Que sea biodegradable. Amigable con el ambiente.
que sea un empaque fino y amigable con el planeta que permita reutilizarlo para el objetivo para el cual fue creado, es decir que permita hacer refill. Importante revisar el ciclo de vida del empaque garantizando que sea el que genera menos impactos ambientales
Lo útil que pueda ser y la capacidad de durabilidad.
Los materiales
Buena funcionalidad y comunicación
.
Practicidad de uso y de disposición
Q sea ergonómico, de fácil agarre
Empaque Ecoetiquetado cumpla con sello verde
La durabilidad Proceso productivo La protección del contenido
Que no se derrame o desordene el contenido.
Que sea ambientalmente amigable
El empaque debe ser biodegradable que si sea necesario, no un mero capricho
Biodegradable y amigable con el medio ambiente
Una estructura equilibrada, que se pueda sostener y que pueda cerrarse bien
Que tenga un buen agarre y que sea fácil de transportar
La calidad del material y la presentación que le da al producto
Branding de la marca y mantener el o los productos protegidos
Capacidad de segundo uso
Qué los productos se mantengan en buen estado, qué el material pueda ser revisado luego de desechar el empaque
Que sea compostable

Material
Que conserve el producto, sea lo menos aparatoso posible y sea amigable con el planeta
Comodidad para su uso
Diferente, único, no antes visto, ergonómico.
Fácil de manipular
Que pueda reincorporarse a la cadena productiva, en lugar de ser solo desechado.
Importante que sea reutilizable, de fácil manejo, y amable con el medio ambiente.
Lo atractivo, funcional y reutilizable o reciclable
Materiales biodegradables, materiales que se puedan reincorporar en procesos productivos
Especificaciones acerca de que el empaque es biodegradable
Que la etiqueta evidencie de forma gráfica con componentes de diseño obviamente lo que contiene literalmente.
Colores, logos y practicidad
Que se pueda limpiar y reutilizar con facilidad
Apariencia y funcionalidad
Facilitar la manipulación del producto tanto en el consumo, como en el momento de tirarlo a la basura
Llamativo y protector del medio ambiente
Que lo pueda reciclar o reutilizar pa alguna otra vaina.
Protección y sostenibilidad
Que todas las materias primas son recursos limitados, que deben permanecer siempre parte del ciclo natural
Que todas las materias primas son recursos limitados, que deben permanecer siempre parte del ciclo natural
Que funcione. Que conserve los alimentos.
Que tenga una buena presentación
Utilidad, costo y sostenibilidad
Colores y textura
Que sea funcional, y proteja el producto
Que la información de uso sea clara para el usuario, además que sea amigable con el medio ambiente, y que sea fácil su manipulación y desecho
Reutilización
Sus certificaciones, que sean amigables con el planeta.
Kiss = Keep it simply and Stupid
Limpieza y pulcritud no más.
Ser llamativo, ergonómico, fácil de usar y su fácil desecho o reuso.
Amigable: con el medio ambiente, con el propósito para el que se hizo, con la visual.
Que sea práctico, amigable con el medio ambiente y se vea llamativo
Su material y darle buena presentación al producto.
La utilidad, creo que en empaque de frisby para el frinsnack es un claro ejemplo de ello

Facilidad de usar con una mano
Que sea Estético, reutilizable o biodegradable
La estética y la comodidad
Que sea amigable con el medio ambiente
Que sean biodegradables y sencillos, no se necesita una apariencia muy elaborada del empaque siempre y cuando sea funcional y proteja el producto, que no tenga fugas del contenido o se rompa fácilmente.
Amigable con el ambiente
Ser llamativo y de fácil desecho
Los colores ... eso hace que el consumidor se enamore del producto
Creatividad, inclusión
Funcional
Sencillo, funcional y que proteja el medio ambiente
Que proteja el producto que contiene y que sea amigable con el medio ambiente
Que sea fácil de manipular por el consumidor y este sepa de manera intuitiva como utilizar el producto.
Que sea llamativo y acorde a lo que vende, pero conservando la menor cantidad de desechos producidos posibles
Que se pueda reutilizar
Que el empaque sea fácil de manipular para así mismo consumir con rapidez y seguridad.
Llamativo, de buen material y que cumpla bien su función.
Que sea innovador en su presentación o que se le pueda dar otro uso luego
Que sea necesario
Material y capacidad
Biodegradable e higiénico
Q sea llamativo, seguro y Biodegradable
Que sea fácil de abrir, cerrar, armar y que además proteja bien los alimentos
Fácil manipulación. Teniendo en cuenta los espacios cada vez más reducidos, una forma q sea amigable con el almacenamiento.
Que sea de fácil manipulación, para que no se riegue la comida
Ser funcional y no contaminante
Protector...Bonito y cómodo
Explicación clara sobre el contenido sin mucha literatura
Color y facilidad de manipulación
Fácil de abrir y biodegradable
Siempre busco disminuir el uso de plástico, generalmente me abstengo de comprar productos que vengan en envases plásticos o icopor

## 6. Bibliografía

- Aarnio, T., & Hämäläinen, A. (2008). Challenges in packaging waste management in the fast food industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 52(4), 612–621. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2007.08.002>
- Aliaga, C. (2010). *Tecnologías para la producción de papel a partir de residuos agrícolas y plantas*. 5,7, 10, 21. [http://www.easyfairs.com/fileadmin/groups/10/cesar\\_aliaga.pdf](http://www.easyfairs.com/fileadmin/groups/10/cesar_aliaga.pdf)
- Alcaldía de Medellín. (Noviembre de 2019). *Objetivos de Desarrollo Sostenible en Plan de Desarrollo de Medellín Cuenta con vos*. Obtenido de Alcaldía de Medellín: <http://subinfo.github.io/new/ods/>
- Alvarado Nieto, G. A., Roa López, P. A., & Zuleta Ortiz, D. L. (2016). Formación en Diseño Industrial: una propuesta metodológica coherente con el desarrollo sostenible. *Revista interamericana de educación, pedagogía y estudios culturales*, 166-167.
- Amarillo Blog . (09 de Abril de 2019). *10 construcciones sostenibles del mundo*. Obtenido de Verde, Amarillo Blog: <https://amarilo.com.co/blog/verde/10-construcciones-sostenibles-del-mundo/>
- American Society of Testing Materials. (Febrero de 2021). *About us*. Obtenido de American Society of Testing Materials: <https://la.astm.org/la/about/>
- Andy Huatatocha, L. S. (2020). “ELABORACIÓN DE PAPEL ARTESANAL A BASE DE LOS RESIDUOS VEGETALES DE LOS TALLOS DE MAÍZ (*Zea Mays* L) Y CÁSCARA DE PLÁTANO (*Musa Paradisiaca* L) UTILIZANDO LOS MÉTODOS QUÍMICOS DE JAYME-WISE, KURSHNER Y HOFFNER. 57.
- Antoine, C., Aránguiz, S., & Montt, C. (2019). Formación para el Diseño Social. Percepciones y expectativas entre los estudiantes de la Facultad de Diseño de la Universidad del Pacífico, Chile. *Cuadernos Del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*, 69. <https://doi.org/10.18682/cdc.vi69.1119>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá & Universidad Pontificia Bolivariana. (2015). *Guías de Construcción Sostenible*.
- Artes, F. D. E. B. (2016). *Diseño y sistemas El diseño como estrategia para el desarrollo sostenible*.
- Arce Morales, F. J., & Bobadilla Segundo, D. I. (Octubre de 2016). *ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS Y PAPEL A PARTIR DE HOJAS DE ELOTE*. Obtenido de MUCIMEX Expociencias: [http://expociencias.com.mx/ver-16/project/elaboracion-de-bio\\_plasticos-y-papel-a-partir-de-hojas-de-elote/](http://expociencias.com.mx/ver-16/project/elaboracion-de-bio_plasticos-y-papel-a-partir-de-hojas-de-elote/)

- Area Metropolitana del Valle de Aburrá. (13 de Diciembre de 2018). *Consumo Sostenible*. Obtenido de Proyectos Área Metropolitana del Valle de Aburrá: <https://www.metropol.gov.co/ambiental/Paginas/consumo-sostenible/Proyectos.aspx>
- ARTICE. (2019). *Centro para Paisajes Sostenibles*. Obtenido de Grupo ARTICE: <https://malice2019.home.blog/centro-para-paisajes-sostenibles-pittsburgh/>
- Askeland, D. R., & Phulé, P. P. (2004). *Ciencia e ingeniería de los materiales*. 4(9), 1039.
- Balaceanu, C., Tilea, D. M., & Penu, D. (2017). Perspectives on Eco Economics. Circular Economy and Smart Economy. *Academic Journal of Economic Studies*, 3(4), 105–109.
- Bernatene, M. del R., & Canale, G. J. (2019). Innovación sustentable en Diseño a partir de la integración del análisis de Ciclo de Vida (ACV) con Cadenas Globales de Valor (CGV). *Cuadernos Del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*, 22(69), 151–174. <https://doi.org/10.18682/cdc.vi69.1106>
- Bozzola, M., Dal Palù, D., & De Giorgi, C. (2017). Design for Leftovers. From Food Waste to Social Responsibility. *The Design Journal*, 20(sup1), S1692–S1704. <https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1352692>
- Braungart, M., & McDonough, W. (2002). *De la cuna a la cuna* (p. 189).
- Bulkeley, H., & McCormick, K. (2018). Sustainability through urban living labs. *Impact*.
- Cáceres, P. (19 de Julio de 2017). *¿Cuánto plástico hemos generado desde que se inventó y dónde ha ido a parar?: La Vanguardia*. Obtenido de La Vanguardia: <https://www.lavanguardia.com/natural/20170719/424210992121/balance-mundial-produccion-plasticos-residuos.html>
- Caracol Radio Medellín. (3 de Febrero de 2020). *La Ceja se suma a la prohibición de plásticos de un solo uso*. Obtenido de Caracol Radio Noticias: Medellín: [https://caracol.com.co/emisora/2020/02/03/medellin/1580759642\\_842736.html](https://caracol.com.co/emisora/2020/02/03/medellin/1580759642_842736.html)
- CECODES. (3 de Marzo de 2017). *¿POR QUÉ ES IMPORTANTE GENERAR CIUDADES SOSTENIBLES?* Obtenido de CECODES-Desarrollo Sostenible : <https://www.cecodes.org.co/site/por-que-es-importante-generar-ciudades-sostenibles/>
- Cerantola, N. (2020). *EcoCanvas*. Obtenido de Modelos de Negocio de Economía Circular: <https://ecologing.teachable.com/p/ecocanvas>
- Colprensa, El Colombiano. (5 de Noviembre de 2017). *Basuras, una bomba de tiempo en Colombia: El Colombiano*. Obtenido de El Colombiano: <http://www.elcolombiano.com/colombia/basuras-y-rellenos-sanitarios-problematika-en-colombia-HB7636867>

- Coomerca, Cooperativa de Comerciantes Plaza Minorista de Antioquia. (Julio de 2019). *Historia de la Plaza Minorista*. Obtenido de Plaza Minorista Jose Maria Villa: [https://www.plazaminorista.com/portal/sitio/contenidos\\_mo.php?c=307](https://www.plazaminorista.com/portal/sitio/contenidos_mo.php?c=307)
- Cornare. (Noviembre de 2020). *Plan de Crecimiento Verde*. Obtenido de Plan de crecimiento verde y desarrollo compatible con el clima: <https://www.cornare.gov.co/plan-de-crecimiento-verde-y-desarrollo-compatible-con-el-clima/>
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia. (Julio de 2020). *Producción y Consumo Responsable*. Obtenido de CORANTIOQUIA: Prácticas sostenibles en los territorios: <https://www.corantioquia.gov.co/SitePages/pcs.aspx>
- Caicedo Pardo, O. F. (2018). *Creación de valor sostenible mediante el diseño de modelos de negocios innovadores*. 101. <http://www.bdigital.unal.edu.co/70055/>
- Camara de Comercio de Valencia. (2020). *Cuaderno de Comercio y Sostenibilidad: Economía Circular*. 30.
- Casarejos, F., Bastos, C. R., Rufin, C., & Frota, M. N. (2018). Rethinking packaging production and consumption vis-à-vis circular economy: A case study of compostable cassava starch-based material. *Journal of Cleaner Production*, 201, 1019–1028. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.114>
- Castaño, H. D., & Suárez, V. (2019). Visual analysis of ceramic combinations with educational purposes for the development of artisan products. In *Advanced Structured Materials* (Vol. 98). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-02257-0\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-02257-0_9)
- Castro, C. A. C., Lópe, L. N. T., & Benítez, L. P. T. (2016). Evaluación de la degradación ambiental de bolsas plásticas biodegradables Assessment of the environmental degradation of. *Informador Técnico (Colombia)* 80(1), 80(1), 24–32.
- Catmul, E. (2014). *CREATIVIDAD, S.A. Cómo llevar la inspiración hasta el infinito y más allá*.
- Chavarro, D., Vélez, M. I., Tovar, G., Montenegro, I., Hernández, A., & Olaya, A. (2017). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Colombia y el aporte de la ciencia, la tecnología y la innovación. *Colciencias – Subdirección General – Unidad de Diseño y Evaluación de Políticas*, 2(14), 100–117.
- Concejero, A., & Galván, C. (2012). *Conceptualización de productos sostenibles. Cómo y cuándo aplicar ecodiseño*.
- Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. (2013). *Guía Didáctica de Educación Ambiental*.
- Dantas, T. E. T., de-Souza, E. D., Destro, I. R., Hammes, G., Rodriguez, C. M. T., & Soares, S. R. (2021). How the combination of Circular Economy and Industry 4.0 can contribute towards achieving the Sustainable Development Goals. *Sustainable*

- Production and Consumption*, 26, 213–227.  
<https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.10.005>
- Duan, H., Song, G., Qu, S., Dong, X., & Xu, M. (2019). Post-consumer packaging waste from express delivery in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 144(November 2018), 137–143. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.01.037>
- Evans, J., Karvonen, A., Luque-Ayala, A., Martin, C., McCormick, K., Raven, R., & Palgan, Y. V. (2019). Smart and sustainable cities? Pipedreams, practicalities and possibilities. *Local Environment*, 24(7), 557–564.  
<https://doi.org/10.1080/13549839.2019.1624701>
- Feijoo, G., & Moreira, M. T. (2020). Análisis de ciclo de vida y huella de carbono: casos prácticos. *ResearchGate*, April. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11030.50240/1>
- Eco Circular. (16 de enero de 2018). *¿Cómo plantear un modelo de negocio circular?* Obtenido de Eco Circular: <https://eco-circular.com/2018/01/16/como-plantear-un-modelo-de-negocio-circular/>
- EcolInventos. (22 de Julio de 2019). *Platos biodegradables hechos con hojas naturales que se descomponen en 28 días*. Obtenido de EcolInventos: <https://ecoinventos.com/platos-biodegradables-hechos-con-hojas-naturales/>
- El Espectador. (11 de Noviembre de 2018). *¿Cuántos kilos de plástico se consumen en Colombia?* Obtenido de Actualidad, El Espectador: <https://www.elespectador.com/noticias/actualidad/cuantos-kilos-de-plastico-se-consumen-en-colombia-articulo-823132>
- Empresa de Desarrollo Urbano. (Febrero de 2020). *Mapa de Proyectos*. Obtenido de Empresa de Desarrollo Urbano - Alcaldía de Medellín: <http://www.edu.gov.co/>
- Escobar Mejía, A. (3 de Febrero de 2012). *Desechos de la Mayorista no son Basura; Medio Ambiente*. Obtenido de El Mundo: [https://www.elmundo.com/portal/vida/medio\\_ambiente/desechos\\_de\\_la\\_mayorista\\_no\\_son\\_basura.php#.XLi4zuhKjIU](https://www.elmundo.com/portal/vida/medio_ambiente/desechos_de_la_mayorista_no_son_basura.php#.XLi4zuhKjIU)
- Fenalce. (Julio de 2019). *ESTADÍSTICAS FENALCE*. Obtenido de FENALCE: <https://www.fenalce.org/alfa/pg.php?pa=60>
- Foro Económico Mundial. (Enero de 2016). *The New Plastics Economy*. Obtenido de Foro Económico Mundial: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_New\\_Plastics\\_Economy.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf)
- Gaviria, L. J., Osorio, E. Y. R., & de Antioquia, I. U. C. M. (2019). *Aprovechamiento Gastronómico De Frutas En Sobrecosecha De La Plaza Minorista José María, Medellín (Colombia)*.
- Gómez de Segura, R. B. (2014). Del desarrollo sostenible según Brundtland a la

- sostenibilidad como biomimesis. In *Del desarrollo Sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis*.  
[http://publ.hegoa.efaber.net/assets/pdfs/315/Sostenibilidad\\_DHL.pdf?1399365095](http://publ.hegoa.efaber.net/assets/pdfs/315/Sostenibilidad_DHL.pdf?1399365095)
- Grisales Meneses, J. C., & Giraldo Mejía, D. E. (2004). *EMPAQUES BIODEGRADABLES A PARTIR DE FIBRA DE PLÁTANO PARA LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS*.
- Gupta, S., Dangayach, G. S., & Singh, A. K. (2015). Key determinants of sustainable product design and manufacturing. *Procedia CIRP*, 26, 99–102.  
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.07.166>
- Gardetti, M. A. (23 de Julio de 2013). *El Universitario: Universidad Nacional Noroeste*. Obtenido de Universidad Nacional Noroeste: <http://www.unnoba.edu.ar/es-vital-el-rol-del-diseno-en-el-desarrollo-sostenible/>
- Grupo CONALTURA. (Julio de 2019). *Cuatro edificaciones sostenibles en Medellín*. Obtenido de Grupo CONALTURA: <https://blog.conaltura.com/edificaciones-sostenibles-medellin>
- Hernández, D. A. (2 de Diciembre de 2019). *Business Model Canvas*. Obtenido de Agile: <https://muyagile.com/business-model-canvas/>
- Heskett, J. (2005). *Diseño en la Vida Cotidiana*. Madrid: Editorial Gustavo Gili.
- Heinrich Boll Stiftung. (2013). *Manual de BASURA CERO : Una guía para Comunidades*. 42.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*.
- Herrera, F. (2018). ODS en Colombia: Los retos para el 2030. In *PNUD*.  
[https://www.undp.org/content/dam/colombia/docs/ODS/undp\\_co\\_PUBL\\_julio\\_ODS\\_en\\_Colombia\\_los\\_retos\\_para\\_2030\\_ONU.pdf](https://www.undp.org/content/dam/colombia/docs/ODS/undp_co_PUBL_julio_ODS_en_Colombia_los_retos_para_2030_ONU.pdf)
- Homez, L. (2019). *Certificación Zero Waste to Landfill*.
- Idrees, M., Rangari, V., & Jeelani, S. (2018). Sustainable packaging waste-derived activated carbon for carbon dioxide capture. *Journal of CO2 Utilization*, 26(March), 380–387. <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2018.05.016>
- Lorés, J., & Gil, R. (2017). Diseño centrado en el usuario. *Diseño Centrado En El Usuario*, 2(4).
- Maussa, A. (5 de Diciembre de 2018). *Colombia pierde cerca del 40 % de los alimentos que produce, El Espectador*. Obtenido de El Espectador, Medio Ambiente: <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/colombia-pierde-cerca-del-40-de-los-alimentos-que-produce-articulo-827495>

- Metro Cuadrado. (18 de Diciembre de 2018). *Los cinco mejores ejemplos de arquitectura sostenible en Colombia*. Obtenido de Metro Cuadrado Arquitectura: <https://www.metrocuadrado.com/noticias/arquitectura/los-5-mejores-ejemplos-de-arquitectura-sostenible-en-colombia-3233>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (26 de Julio de 2018). Resolución 1407 de 2018. *Resolución 1407 de 2018, Por la cual se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases y*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial. (30 de Diciembre de 2005). Decreto 4741. *Reglamentación parcial la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial.
- Magnier, L., & Schoormans, J. (2015). Consumer reactions to sustainable packaging: The interplay of visual appearance, verbal claim and environmental concern. *Journal of Environmental Psychology*, 44, 53–62. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2015.09.005>
- Majewski, T., & Błędzki, A. (2013). Desarrollo y aplicaciones actuales de los plásticos reforzados por fibras naturales. *Memorias Del Xix Congreso Internacional Anual De La Somim*, 676–682.
- Manzini, Enzo., & Vezzoli, C. (2003). A strategic design approach to develop sustainable product service systems: Examples taken from the “environmentally friendly innovation” Italian prize. *Journal of Cleaner Production*, 11(8 SPEC.), 851–857. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00153-1](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00153-1)
- Manzini, Ezio. (2006). Design, ethics and sustainability: guidelines for a transition phase. *Nantes - Cumulus Working Papers*, June, 9–15. <http://www.designmattersatartcenter.org/wp-content/content/pdf/NantesWorkingPaper.pdf#page=9>
- Marcinkowski, A., & Kowalski, A. M. (2012). The problem of preparation the food packaging waste for recycling in Poland. *Resources, Conservation and Recycling*, 69, 10–16. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.09.004>
- McCormick, K., Anderberg, S., Coenen, L., & Neij, L. (2013). Advancing sustainable urban transformation. *Journal of Cleaner Production*, 50, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.01.003>
- McCormick, K., & Leire, C. (2019). Exploring the Emerging Landscape of the Sharing Economy in Cities. *Sharing Cities: Exploring the Emerging Landscape of the Sharing Economy in Cities*. Lund University.
- Meherishi, L., Narayana, S. A., & Ranjani, K. S. (2019). Sustainable packaging for supply chain management in the circular economy: A review. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117582. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.07.057>
- MinAmbiente. (2017). *Portafolio de Bienes y Servicios de Negocios Verdes*.

- Minaya Luna, C. J., Galarreta Oliveros, G. I., Símpalo López, W. D., Bonifacio Maza, N. A., & Miñan Olivos, G. S. (2018). Elaboración de papel biodegradable a partir de hojas de maíz blanco (*Zea mays* L.). *Yachaq*, 1(1), 10. <https://doi.org/10.46363/yachaq.v1i1.46>
- Ministerio de Ambiente, V. y D. T. (2010). *Política Nacional de Producción y Consumo Hacia una cultura de consumo sostenible y transformación productiva*. [http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/ambiente/politica/polit\\_nal\\_pr oduccion\\_consumo\\_sostenible.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/ambiente/politica/polit_nal_pr oduccion_consumo_sostenible.pdf)
- Munari, B. (1983). ¿Cómo nacen los objetos? Apuntes para una metodología proyectual. *GG Diseño*, 8ª, 385. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.75.045118>
- Organización de Naciones Unidas. (4 de Agosto de 1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Obtenido de Asamblea General de las Naciones Unidas: [http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE\\_Lecture\\_1/CMM AD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf](http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_Lecture_1/CMM AD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf)
- Organización de Naciones Unidas. (2018). *Objetivo 12: Producción y consumo responsable: Organización de Naciones Unidas*. Obtenido de Organización de Naciones Unidas: <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-12-responsible-consumption-and-production.html>
- Organización de Naciones Unidas. (15 de abril de 2019). *Guía de los vagos para salvar el mundo*. Obtenido de Objetivos de Desarrollo Sostenible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/takeaction/>
- Osorio, G. E. (30 de Junio de 2017). *Manejo de residuos sólidos, un reto para la sostenibilidad y la logística verde*. Grupo Bancolombia. Obtenido de Grupo Bancolombia: <https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/empresas/capital-inteligente/tendencias/sostenibilidad/manejo-residuos-solidos-reto-sostenibilidad-logistica-verde>
- OXFAM Intermón. (Diciembre de 2019). *Moda ecológica: slow fashion vs fast fashion*. Obtenido de Blog OXFAM Intermón: <https://blog.oxfamintermon.org/moda-ecologica-slow-fashion-fast-fashion/>
- Oleas, P. C. (2010). Elaboración de Papel Vegetal papel vegetal Recolección de materia prima Elaboración del papel. *Curso Elaboración de Papel*, 1–4.
- Pérez Cardona, M. (2 de enero de 2017). *¿Qué es el Green Marketing y ejemplos de cómo lo usan las marcas?* Obtenido de Innovation & Entrepreneurship Business School: <https://www.iebschool.com/blog/que-es-el-green-marketing-digital/>
- PNUD - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2019). *Objetivo 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles*. Obtenido de Programa de las Naciones

- Unidas para el Desarrollo:  
<https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-11-sustainable-cities-and-communities.html>
- PNUD - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2019). *Objetivo 12: Producción y Consumo Responsable*. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo:  
<https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-12-responsible-consumption-and-production.html>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2018). *¿Qué Son Los Objetivos De Desarrollo Sostenible?. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo:  
<http://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Pane, D. N., Fikri, M. EL, & Ritonga, H. M. (2018). Manual de empaque y embalaje para exportación. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- PESA, P. E. para la S. A. en C. (2011). Seguridad Alimentaria Nutricional, Conceptos Básicos. *Ukrainskii Biokhimicheskii Zhurnal*, 3ra edición(2), 1–8.
- Posada, E., & Almanza, J. (2015). MATERIALES DE INGENIERÍA PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL Y ENERGÉTICA. *Indisa*, 1–10.
- Potosí Benavides, C. C., Muñoz Guachavez, D. A., & Cordoba-Cely, C. (2020). DISEÑO DE COMIDA COMO FUENTE DE INNOVACIÓN SOCIAL. *Revista de La Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad de Nariño*, 1(9), 84–109.
- Prado-Martínez, M., Rentería-Urquiza, M., Anzaldo-Hernández, J., Becerra-Aguilar, B., Palacios-Juárez, H., & Vargas-Radillo, J. de J. (2012). Characterization of maize leaves and of sugarcane bagasse to elaborate of a mixed cellulose pulp. *Madera Bosques*, 18(3), 37–51.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2019). Objetivos De Desarrollo. In *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)*.  
<http://www.qui.una.py/index.php/inst>
- Real Academia de la Lengua. (2019). *Sostenible, Diccionario*. Obtenido de Real Academia de la Lengua: <https://dle.rae.es/sostenible>
- Reissig, P. (2018). Encuentro latinoamericano de Food Design. *Encuentro latinoamericano de Food Design*. Chile: RedFoodLa.
- REPLENISH. (2020). *Introducing Replenish 3.0*. Obtenido de Replenish:  
<http://www.myreplenish.com/>
- Restrepo, S., Arroyave, G., & Vásquez, D. (2016). Uso de fibras vegetales en materiales compuestos de matriz polimérica : una revisión con miras a su aplicación en el

- diseño de nuevos productos Use of vegetable fibers in polymer matrix composites : a review. *SENA Centro Nacional de Asistencia Técnica a La Industria*, 77–86.
- Rodero Franganillo, A. (2012). "Introducción a la economía." In *Revista de Fomento Social*. <https://doi.org/10.32418/rfs.2012.265.1827>
- Rodríguez, A., & Sugranyes, A. (2017). La nueva agenda urbana: pensamiento mágico. In *Hábitat y Sociedad* (Issue 10). <https://doi.org/10.12795/habitatysociedad.2017.i10.10>
- Rodríguez, G. (1989). *Manual de Diseño Industrial*. Ediciones G. Gili.
- Rojas, V. M. N. (2011). Metodología de la Investigación. In *Botánica Marina* (Vol. 23, Issue 2). Ediciones de la U.
- Roman, R. A. (2015). Economía ambiental 1. *Unan*, 141.
- Sanchis Gisbert, R. (2020). *Eco-diseño en el Desarrollo de Productos*.
- Sanz, F. (2014). *ECODISEÑO: Un nuevo concepto en el desarrollo de productos*.
- SDSN. (2017). Cómo empezar con los ODS en las universidades. Una guía para las universidades, los centros de educación superior y el sector académico. *Sustainable Development Solutions Network*, 56.
- Timney, T., & Chamberlain, P. (2017). Integrated package design: an interdisciplinary approach to package design that benefits consumer experience and brand perception. *Computer-Aided Design and Applications*, 14, 33–40. <https://doi.org/10.1080/16864360.2017.1308079>
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2012). *Diseño y Desarrollo de Productos* (The McGraw-Hill Companies (ed.); Quinta Edi). The McGraw-Hill Companies,.
- UNESCO, & PNUMA. (2019). *Manual de educación para un consumo sostenible*. 61. [http://eprints.ums.ac.id/55164/3/BAB I.pdf](http://eprints.ums.ac.id/55164/3/BAB%20I.pdf)
- Victoria Uribe, R., Rubio Toledo, M. A., Santamaría Ortega, A., & Higuera Zimbrón, A. (2010). *La ética del Diseño : Hacia un sistema más sustentable y responsable*. May, 1–16.
- Wever, R., van Kuijk, J., & Boks, C. (2008). User-centred design for sustainable behaviour. *International Journal of Sustainable Engineering*, 1(1), 9–20. <https://doi.org/10.1080/19397030802166205>
- Zampollo, F. (2015). Welcome to Food Design. *International Journal of Food Design*, 1(1), 3–9. [https://doi.org/10.1386/ijfd.1.1.3\\_2](https://doi.org/10.1386/ijfd.1.1.3_2)