

**Diseño de empaques biodegradables y compostables a partir del uso de
cáscara de banano**

Alejandra María Alzate Castillo

**Universidad Católica de Pereira
Facultad de Arquitectura y Diseño
Programa de Diseño Industrial
Pereira
2019**

**Diseño de empaques biodegradables y compostables a partir del uso de
cáscara de banana**

Alejandra María Alzate Castillo

**Presentado para optar al título de
Diseñadora Industrial**

**Director de proyecto de grado:
Juan Fernando López López**

**Universidad Católica de Pereira
Facultad de Arquitectura y Diseño
Programa de Diseño Industrial
Pereira
2019**

Contenido

Introducción	9
1. Planteamiento del Problema	9
Descripción del Problema	9
Pregunta de Investigación	11
2. Justificación	12
3. Objetivos	15
3.1 Objetivo General	15
3.2 Objetivos Específicos	16
4. Marco Teórico	16
4.1 Antecedentes	16
4.2 Marco Conceptual	18
4.3 Marco Legal	23
4.3.1 NTC 5422	23
4.3.2 Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo	23
4.3.3 Resolución 2674 de 2013 del Ministerio de salud y protección social	24
4.3.4 Resolución 2652 de 2004 del Ministerio de Salud y Protección Social	24
5. Metodología de Diseño	25
6. Análisis e Interpretación de Datos	27

6.1 Contexto	27
7. Análisis de Tipologías	29
8. Requerimientos de diseño	33
9. Concepto de Diseño	35
10. Desarrollo del material	36
10.1 Desarrollo del material (Aserrín)	36
10.1.1 Prueba 1	36
10.1.2 Prueba 2	38
10.2 Desarrollo del material (cáscara de banano)	41
11. Alternativas de Diseño	48
12. Análisis de Alternativas	50
13. Propuesta final	50
13.1 Ciclo de vida	52
13.2 Diseño de Marca	53
13.3 Etiqueta	54
14. Simuladores	55
15. Render	55
16. Planos Técnicos	57
17. Proceso Productivo	58
18. Materiales	59
19. Prototipo	60

20. Costos	63
20.1 Costos de materiales	63
20.2 Costos de producción	63
21. Conclusiones	63
Referentes Bibliográficos	65

Lista de Figuras

Figura 1. Consumo de plástico en Colombia.	14
Figura 2. Demanda de envases y empaques plásticos.	14
Figura 3. Metodología de diseño.	26
Figura 4. Estudio Analógico 1.	29
Figura 5. Estudio Analógico 2.	30
Figura 6. Estudio Analógico 3.	31
Figura 7. Estudio Analógico 4.	32
Figura 8. Concepto de diseño	36
Figura 9 y 10. Prototipo 1 con etiqueta final.	37
Figura 11 y 12. Render prototipo 1.	37
Figura 13. “Siembra Tu Propia Hortaliza” campaña.	38
Figura 14 y 15. Prototipo 2.	39
Figura 16 y 17. Prototipo 2.	39
Figura 18 y 19. Resultado proceso biodegradación.	40
Figura 20. Resultado proceso biodegradación.	40
Figura 21. Cáscara deshidratada	41
Figura 22. Cáscara triturada	42
Figura 23. Resultado pruebas 3, 4 y 5	44
Figura 24. Probetas frescas	45
Figura 25 y 26. Material final	47
Figura 27. Alternativas de diseño 1, 2 y 3	48
Figura 28. Alternativas de diseño 4 y 5.	49
Figura 29. Forma diseño final	51

Figura 30. Ciclo de vida del producto	52
Figura 31. Logotipo Nanapack	53
Figura 32. Variaciones cromáticas	53
Figura 33. Etiqueta	54
Figura 34 y 35. Simuladores	55
Figuras 36. Render	55
Figura 38 y 39. Cáscara fresca y cortada	58
Figuras 40 y 41. Cáscara en ácido cítrico y triturado	58
Figura 42. Cáscara con almidón de yuca	59
Figura 43. Prototipo final	60
Figura 44. Prototipo final	61
Figura 45. Prototipo final	62
Figura 46. Prototipo final	62

Lista de Tablas

Tabla 1. Requerimientos de uso y función.	33
Tabla 2. Requerimientos estructurales, económicos y formal-estéticos.	34
Tabla 3. Requerimientos legales	35
Tabla 4. Materiales y cantidades prueba 1	42
Tabla 5. Materiales y cantidades prueba 2	42
Tabla 6. Materiales y cantidades prueba 3	43
Tabla 7. Materiales y cantidades prueba 4	43
Tabla 8. Materiales y cantidades prueba 5	43
Tabla 9. Materiales y cantidades prueba 6	45
Figura 10. Materiales y cantidades prueba 7	45
Tabla 11. Materiales y cantidades prueba 8	46
Tabla 12. Materiales y cantidades prueba 9	46
Tabla 13. Materiales y cantidades prueba 10	47
Tabla 14. Análisis de alternativas	50
Figura 37. Render	56
Tabla 15. Materiales	59
Tabla 16. Costos materiales	63

Resumen

En el presente trabajo de investigación se encuentra información acerca de la actual crisis ambiental causada por los plásticos y cómo es usado como uno de los principales materiales para la fabricación de empaques y envases en la industria alimenticia. Posteriormente, se presenta el diseño de un nuevo empaque con características biodegradables elaborado a partir de cáscaras de banano, tomando como producto a empaacar, banano deshidratado.

Palabras clave: Diseño de empaque, biomaterial, biodegradable, cáscara de banano, diseño verde.

Abstract

On the following thesis document, it's talked about the actual problem caused by the use of plastics and how they are used as one of the main materials used for the fabrication of food packaging. Then, it presents a new material and packaging design with biodegradable characteristics using banana peels as the main material for its production. The target of the packaging being dried banana chips.

Keywords: *packaging design, biomaterial, biodegradable, banana peel, green design.*

Introducción

En el presente trabajo de investigación se habla sobre la actual problemática ambiental causada por los plásticos y cómo es usado como uno de los principales materiales para la fabricación de empaques y envases en la industria alimenticia para presentar el producto al público.

Es por esto es pertinente desarrollar una nueva alternativa al uso de materiales plásticos por medio de la sustitución de estos por materiales biodegradables que generen el menor impacto medio ambiental posible, manteniendo algunas características importantes del plástico como protección y resistencia a la hora de ser contenedores de un producto.

En el presente proyecto se plantea el desarrollo de un empaque biodegradable a partir de un material elaborado utilizando cáscara de banano que permite ser utilizado en la comercialización de banano deshidratado reduciendo el uso de materiales plásticos en la industria.

1. Planteamiento del Problema

Descripción del Problema

El uso de materiales compuestos como el plástico, es uno de los principales causantes de los problemas ambientales que se enfrentan hoy en día. Dicho material, al ser producido de manera rápida a un bajo costo en comparación con otros materiales como el vidrio, ha hecho que la producción en serie de objetos elaborados con este sea mayor y que este, a su vez, aumente el nivel de contaminación y acumulación de residuos sólidos contaminantes que produce ya

que “los plásticos no se degradan en el medio ambiente como la basura ecológica” (Colomer Mendoza, 2007)

“La producción de plástico ha aumentado notablemente en los últimos 20 años, debido sobre todo a su mayor uso en envases y como material para recipientes” (Henry & Heinke, 1999)

En el 2016, se produjeron 335 millones de toneladas de plásticos en el mundo de los cuales, el 39,9% fue destinado a la fabricación de envases, según el informe de la Asociación de Productores de Plásticos de Europa, PlasticsEurope (PlasticsEurope, 2017)

Los envases y empaques, son una de las aplicaciones más comunes que tiene el plástico, esto debido a que las empresas consumidoras de este tipo de productos, buscan la opción más económica de presentar sus productos a un mercado en un empaque que cumpla todas las funciones que debería cumplir. Uno de los usos principales de estos empaques ocurre en la industria alimenticia, donde el ciclo de vida de estos también suele ser el más corto debido a que el usuario sólo está en contacto con dicho empaque al momento de la compra del producto y poco después durante el corto tiempo en que se dispone de hacer uso del producto que contiene dicho empaque, después de esto, se arroja a la basura.

“Cuando un consumidor compra productos de un distribuidor, muchas veces estos productos vendrán en un empaque de plástico” (Andrady, 2003), pero el problema mayor se encuentra en el momento en que dicho envase termina su ciclo de vida. ¿Qué hace el consumidor cuando ve que el producto o el envase en que viene el producto ya no le sirve más? Lo deposita en la basura. Estos productos al ser elaborados en plástico, no tienden a degradarse y permanecen en los desechos sanitarios por años en el mejor de los casos, si es que no terminan en

contaminación directa con el medio ambiente en lugares como bosques, playas y fuentes de agua.

Utilización de plásticos empaques para frutas deshidratadas.

La Resolución No. 14712 de 1984, define las frutas desecadas o deshidratadas como “aquella a la cual se le ha removido parcial o totalmente el agua de constitución por medios naturales o artificiales.”

Uno de los principales usos que se le da a los empaques plásticos es como envase primario de frutas deshidratadas al ser empacados y comercializados.

Según la resolución 2674 de 2013, se define como envase primario a:

Artículo que está en contacto directo con el alimento, destinado a contenerlo desde su fabricación hasta su entrega al consumidor, con la finalidad de protegerlo de agentes externos de alteración y contaminación.

Los componentes del envase primario, es decir, el cuerpo y los cierres, pueden estar en contacto directo o indirecto con el alimento. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013)

La gran mayoría de estos empaques primarios, actualmente son elaborados en materiales plásticos termoformables. En Colombia se producen empaques en Polietileno de Baja Densidad (LDP-PEBD), Polipropileno (PP), Poliéstileno (PS) y se importan los demás polímeros como el Polietileno Tereftalato (PETE-PET) y el Polietileno de Alta Densidad (HDP-PEAD) (como se cita en Rey, 2011, p. 34)

Pregunta de Investigación

¿Cómo desarrollar empaques biodegradables y no contaminantes para la comercialización de frutas deshidratadas que permitan mantener en óptimas condiciones el alimento que contendrá?

2. Justificación

Los materiales biodegradables son actualmente la alternativa más conocida que se tiene frente a la reducción del uso de plásticos, desde hace un poco más de 30 años, se han fabricado polímeros biodegradables y conforme la ciencia y la tecnología avanzan, se han podido descubrir y mejorar dichos materiales siendo cada vez mayor su uso en la industria.

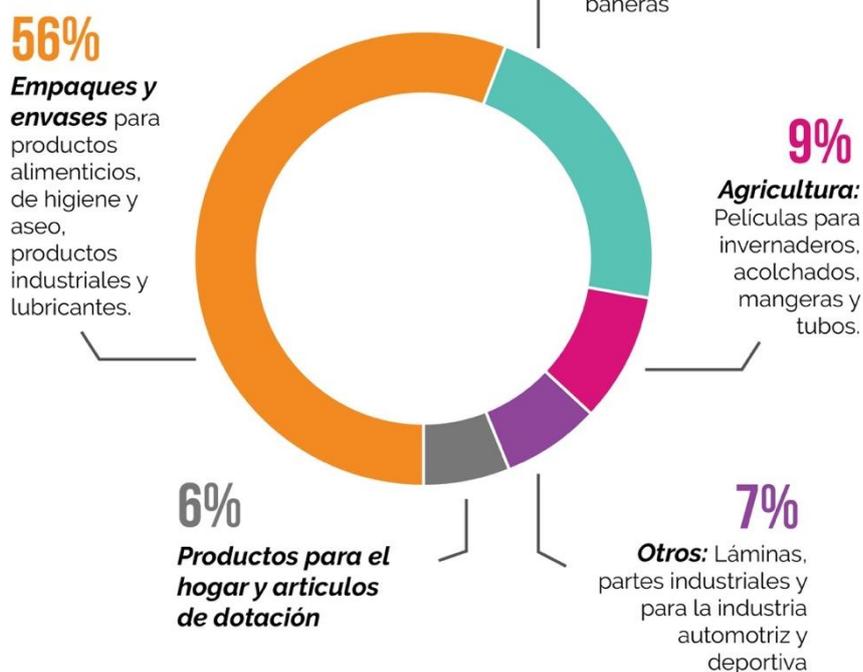
En la elaboración envases y empaques, los polímeros plásticos suelen ser el material más utilizado en su elaboración debido a su reducido costo de producción y venta, además, su facilidad para ser moldeado de acuerdo a la necesidades y requerimientos del elemento a producir, su resistencia frente a agentes externos, y en muchos de los casos, la transparencia que posee y que permite al consumidor observar el contenido de lo que está adquiriendo, siendo utilizado esto a su vez como estrategia de mercadeo. De acuerdo a esto, se ha podido observar que “La producción de plástico ha aumentado notablemente (...), debido sobre todo a su mayor uso en envases y como material para recipientes” (Henry & Heinke, 1999) y de acuerdo con el informe de la Asociación de Productores de Plásticos de Europa, PlasticsEurope, “En el 2016, se produjeron 335 millones de toneladas de plásticos en el mundo de los cuales, el 39,9% fue destinado a la fabricación de envases” (PlasticsEurope, 2017)

Dentro la industria alimenticia los plásticos poseen un gran papel, en especial a la hora de ser usados para elaboración de envases y empaques que contienen los alimentos desde las materias primas, hasta el momento en que son comercializados y puestos a disposición del usuario. Pero, así como son usados en grandes cantidades, del mismo modo terminan siendo desechados, llegando, en el mejor de

los casos, a un relleno sanitario donde perdurarán por años ya que estos materiales tan resistentes, no tienden a desaparecer de un momento a otro, ocasionando una acumulación de basura, tóxica en muchos casos, que crece y crece conforme pasan los años y el consumismo aumenta.

Según la entrevista hecha al Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Luis Guillermo Murillo, realizada por la revista *Dinero* en el 2017, “El país genera unos 12 millones de toneladas de residuos al año y solo recicla 17%.” (Murillo, 2017) de las cuales, según Asociación Colombiana de Industrias Plásticas (Acoplásticos, 2017) durante el 2017 en Colombia, fueron consumidos 27 kg de plástico por persona correspondiendo el 56% a empaques y envases (figura 1) , y a su vez, siendo el 38% envases y empaques para alimentos (figura 2).

CONSUMO DE PLÁSTICO EN COLOMBIA POR SECTORES (2015-2017)



Fuente: Acoplásticos

Figura 1. Consumo de plástico en Colombia.

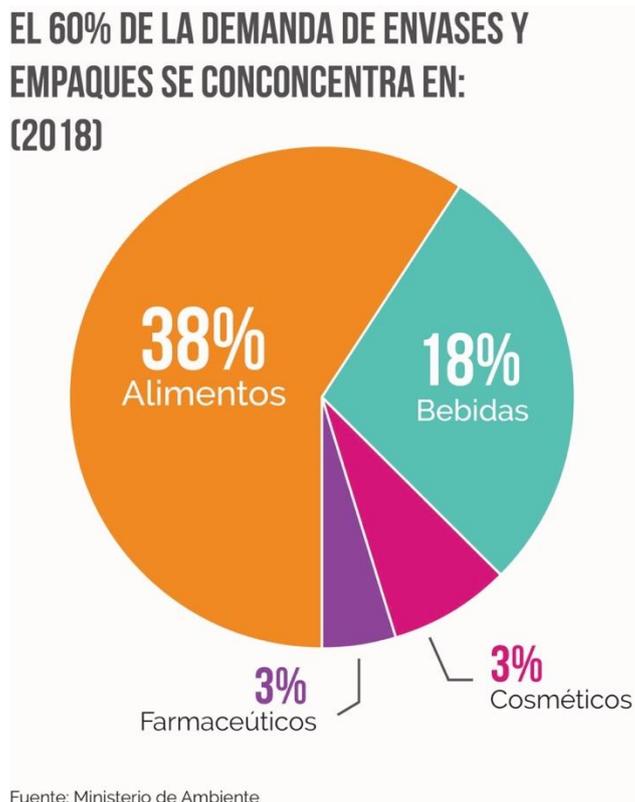


Figura 2. Demanda de envases y empaques plásticos.

Las frutas deshidratadas han aumentado su posicionamiento debido a la tendencia saludable que ha estado tomando importancia durante los últimos años. Siendo fáciles de consumir, prácticas y con un gran valor nutricional, estas frutas son consumidas a manera de snack por personas de todas las edades. Comúnmente, se comercializan en presentaciones personales de poco gramaje, pero también se venden en cantidades más grandes, y es allí donde, para proporcionar una barrera contra el exterior y facilitar su transporte, se usan envases de plástico.

Es bastante claro que actualmente vivimos en un mundo en el que es necesario reducir la producción de materiales contaminantes como los plásticos, por lo cual en

el presente proyecto se plantea diseñar una alternativa a los empaques plásticos para alimentos, específicamente los empaques para frutos deshidratados ya que estos al ser plásticos de uso único, es decir, que una vez usados son desechados, hacen parte del gran porcentaje de desechos sólidos y contaminantes que por persona se generan al año.

Se busca que por medio del diseño de empaques, se genere la utilización de materiales alternativos elaborados a partir de residuos orgánicos de diversas frutas que resultan de la producción de las frutas deshidratadas y que normalmente son desechados por la empresas productoras. Dicho empaque permitirá almacenar el producto y mantener sus condiciones organolépticas en óptimas condiciones para el consumo humano sin afectar sus propiedades físicas y químicas.

Es importante que dentro del diseño industrial crezca el movimiento de crear productos con responsabilidad ambiental dejando a un lado el diseño centrado en los caprichos del diseñador, logrando entender todas las consecuencias y efectos que tienen los diseños en cuanto a los materiales, procesos de fabricación, ciclo de vida, y demás factores que muchas veces se pasan de alto a la hora de diseñar.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Diseñar un empaque primario para el almacenamiento y comercialización de banano deshidratado por medio del uso de cáscara de banano que permitan disminuir el uso de materiales plásticos en la industria.

3.2 Objetivos Específicos

1. Experimentar con materiales a base de cáscara de banano con características biodegradables los cuales no interfieran con las características físicas (textura, dureza) y químicas (sabor, olor) del producto.
2. Elaborar un material que permita un proceso de compostaje amigable con el ambiente.
3. Construir un empaque primario que permita el adecuado almacenamiento de banano deshidratado a la hora de su comercialización en centros minoristas.

4. Marco Teórico

4.1 Antecedentes

A través de los años se han venido realizando artículos e investigaciones dentro del mundo de los materiales biodegradables y su utilización como materia prima en la fabricación de envases y empaques.

En el artículo de la revista científica *Scientific Journal* de la Universidad Técnica de Riga en Letonia escrito por Grigale, Simanovska, Kalnins, Dzene y Tupureina, se plantea una investigación de cómo es visto el uso de empaques biodegradables desde el punto de vista del ciclo de vida del producto y cómo su uso impacta medioambientalmente. De dicho artículo es importante rescatar los resultados obtenidos a partir del estudio de tres polímeros principales (ácido poliláctico, polietileno de baja densidad y polietileno con propiedades oxo-degradables) en donde se encontraron los componentes contaminantes y las recomendaciones que

se realizan a futuros productores de empaques biodegradables, siendo una de las más importantes, la aplicación de investigaciones y pruebas científicas de los materiales previamente a su inclusión en el mercado.

De esta manera, en el artículo publicado por la revista alemana *Journal of Food Safety and Food Quality* titulado *Biodegradable Packaging In The Food Industry* (Ivankovic, Zeljko, Talic, Martinovic, & Lasic, 2017) se hace un análisis de los materiales comúnmente usados en la fabricación de empaques y envases biodegradables para la industrial alimenticia, siendo estos almidones, chitin y chitosan (polisacáridos provenientes principalmente de insectos) y proteína vegetal; También hace una clara distinción en cuanto a lo que se considera un empaque biodegradable y compostable, haciendo énfasis en que no siempre un empaque biodegradable es compostable ya que para serlo, el material necesita volver a la tierra en forma de abono y sin dejar agentes contaminantes en su proceso, contrario a lo que ocurre con el LDPE (polietileno de baja densidad), material que ha dejado de considerarse propiamente biodegradable.

Por este mismo orden, cómo se evidencia en *Consumer Preference For Packaging Materials: Willingness To Pay And Barriers To Recycling* (Klaiman, 2016) es donde se corrobora gracias a un estudio realizado en Estados Unidos donde se cuestiona y observa en comportamiento de los consumidores a la hora de elegir los productos que van a adquirir basados en el empaque y el material en que es elaborado, dicho estudio se realizó teniendo como base más de 2,000 encuestas realizadas a diferentes usuarios de las principales marcas de alimentos del país obteniendo como resultado que la mayoría de dichos consumidores tienden a preferir pagar más si observan que dicho empaque está elaborado en materiales que permitirán ser reciclados después de cumplir su ciclo de vida, siendo el plástico,

uno de los principales materiales a preferir, seguido del aluminio y el metal, esta elección está dada debido a que muchas de las compañías usan como estrategia de mercadeo etiquetas en las cuales el consumidor pueda identificar que el material del empaque es reciclable.

Actualmente se están desarrollando diferentes alternativas de materiales biodegradables y compostables para ser utilizadas en diferentes industrias como remplazo del plástico. Los que más se observan son los conocidos bio-plásticos los cuales son materiales que tienen a comportarse como el plástico, pero cuyas materias primas son de origen vegetal. Tan solo en el presente año 2019 se han logrado desarrollar y prototipar diferentes bio-plásticos o materiales biodegradables como los materiales diseñados por Kristine Arth quien elabora un bio-plástico a base de algas marinas, o el bio-plástico de cáscara frutales creado por Youyang Song, ambos siendo materiales que presentan características similares a los plásticos como la impermeabilidad, transparencia y resistencia pero con la diferencia de que estos utilizan fibras vegetales en su elaboración y que pueden ser biodegradados sin generar daño al medio ambiente.

Muy probablemente en el futuro se sigan creando materiales de este tipo y se espera que cada vez puedan llegar a ser más utilizados y aceptados por los actuales consumidores de plástico como una alternativa amigable con el planeta.

4.2 Marco Conceptual

Como dice en el documento *La deshidratación de frutas: Métodos y posibilidades*, “La deshidratación es una de las formas más antiguas y naturales de conservar alimentos como frutas, hortalizas, carnes y pescados (...) Hoy en día es un alimento considerado saludable, por los altos contenidos energéticos, de fibra y

minerales.” (CORPOICA, 1999) Actualmente las frutas deshidratadas suelen ser muy utilizadas como alternativa a dulces o golosinas y usualmente son más saludables que estas, y también son un sustituto para situaciones en que no es posible transportar o consumir fruta fresca.

Estas frutas suelen venderse de manera minorista en empaques de pequeñas cantidades que permiten que el usuario adquiera el producto y en la mayoría de los casos lo consuma de manera inmediata, desechando el empaque en que este viene, poco tiempo después de ser adquirido, empaque que en muchos casos suele ser elaborado en plástico y que lleva un proceso de diseño detrás de él.

Los procesos productivos son una parte esencial a la hora de traer un diseño de empaque a la vida. Desde épocas anteriores a la Revolución Industrial se han venido desarrollando diferentes formas de producir un producto, sin embargo, es durante los últimos años y gracias a la crisis ambiental por la cual estamos pasando, que los procesos productivos han debido re configurarse y pasar a tener un enfoque responsable con el ambiente.

Los empaques son una parte bastante importante dentro del diseño industrial, según lo dicho en el libro Claves del Diseño: Packaging, (CAPSULE, 2009) “en un nivel básico, la función de los embalajes y envases es proteger, contener e identificar los productos y materiales cuando van desde un punto A hasta un punto B.” también se habla de otras funciones que tienen los empaques pero dichas funciones siendo una especie de añadidura a su función principal y más simple. Estas añadiduras, en uno de los casos pueden ser creadas por los diseñadores como elementos extras que permiten posicionar un producto dentro del mercado con mayor facilidad, como método de conservar un alimento bajo ciertos parámetros de temperatura hasta que

llega a su destino final o hasta proteger a dicho producto de robos u otros problemas más complicados.

Sin embargo, el mundo de los empaques está pasando por una serie de cambios en los que cada vez el ámbito medio ambiental toma mayor redundancia, según lo dicho en el libro.

Nosotros, como comunidad de diseñadores, tenemos a nuestra disposición todas las herramientas para producir un efecto concreto con cada envase que diseñamos. Cuando se trata de un envase respetuoso con el medioambiente, los pequeños pasos contribuyen a hacer menores las huellas de carbono que vamos dejando. (CAPSULE, 2009)

Los consumidores y en muchos casos, los diseñadores, consideran el empaque como solo una pieza o componente superficial de lo que en realidad contiene e importa, sin embargo, diseñar un empaque va más allá de solo hacer que funcione y se vea “bonito”. Dentro de la comunidad del diseño industrial, los diseñadores debemos empezar a adquirir responsabilidad frente a lo que estamos diseñando, y ampliar nuestra visión hacia el mundo actual en el cual cada vez toma más peso la manera en que impactan los productos y en este caso, los empaques en el planeta y el medio ambiente.

Diseñar para el medio ambiente no debe ser algo meramente tendencial. Las tendencias y las modas son efímeras, pasan y al poco tiempo dejan de tomar relevancia, pero proteger el mundo en el que vivimos jamás dejará de tener importancia. Un buen empaque está enfocado no solo hacia un diseño amigable con el ambiente, sino también, hacia un diseño sostenible en la manera en que los beneficios, propiedades y su sentido económico sean consistentes en el tiempo.

Un diseño respetuoso con el medioambiente va más allá de ser solamente elaborado con materiales reciclados. No hay que desacreditar, ni por mucho menos, el uso de dichos materiales, es solo que su uso no comprende gran parte de lo que hace a un empaque adquirir el término de amigable con el ambiente. Este debe estar apoyado por diferentes tipos de procesos e innovaciones que hacen que, desde la obtención de materias primas hasta la posterior disposición del producto, se realicen mediante prácticas que reduzcan o minimicen el impacto generado sobre el ambiente.

Actualmente se han desarrollado y se siguen desarrollando diferente tipos de materiales para la elaboración de empaques, entre estos, la implementación de materiales alternativos al uso de polímeros plásticos como el tejido de corteza elaborado a partir de cortezas de árboles, el Ku-Green, una fibra compuesta de almidón de tapioca y fibras vegetales, y diferentes otros materiales fabricados a partir de fibras o componentes de origen vegetal que facilitan y aceleran el proceso de biodegradación y compostaje.

Según European Bioplastics, un empaque compostable puede ser definido como un empaque que al ser introducido en un a planta industrial de compostaje junto con demás material orgánico, se biodegrada y no trae consecuencias tanto en el proceso como en el producto y el medio ambiente. (European Bioplastics, 2016)

Como dice Narayan (citado en (Song, Murphy, & Narayan, 2009)) Llamar a un producto biodegradable no tiene sentido si el producto, después del uso del consumidos, no termina como parte de un sistema de manejo de residuos que use factores biodegradables.

Es importante que al diseñar este tipo de empaques se tenga en cuenta lo que se considera como un material biodegradable y compostable ya que estos términos

hacen referencia a la forma en que se descomponen, y un empaque puede ser biodegradable pero no compostable. Según la ASTM (citado en (Tecnología del Plástico, 2009))

Los polímeros biodegradables se degradan por la acción de microorganismos tales como bacterias, hongos y algas, mientras que los polímeros compostables igualmente se degradan por la acción de microorganismos, pero a una velocidad igual a la de materiales que son compostables tales como hojas, papel y trozos de madera.

El compostaje tiene el potencial de transformar un desecho biodegradable en abono usable (Song, Murphy, & Narayan, 2009). Además de que para ser considerado compostable, este debe degradarse en el 90% durante un periodo de máximo 6 meses según lo estipulado en la EN 13432. (Cómite Europeo de Normalización, 2001)

Otro punto a tomar en cuenta a la hora de diseñar un empaque es el consumidor. Muchas veces diseñamos productos desde el punto de vista del diseñador y dejamos a un lado uno de los componentes más importantes y que más peso toman a la hora de lograr posicionar el producto en el mercado y es la forma en que el consumidor o usuario ve, percibe e interactúa con este. El diseño de empaques debe tener como uno de sus fines, el despertar el interés en el consumidor. ¿Qué hace que el producto, a simple vista, se destaque frente a los demás? En la mayoría de los casos, el empaque o envase en el que viene contenido o presentado.

4.3 Marco Legal

Actualmente, la fabricación y diseño de envases y empaques son regidos por una serie de normativas que tienen como fin principal una correcta elaboración del producto

4.3.1 NTC 5422

De acuerdo con la Norma Técnica Colombiana 5422, un empaque es un recipiente destinado a contener un producto durante su recolección, transporte, almacenamiento, distribución, venta y consumo, con el fin de protegerlo e identificarlo. Los empaques suelen clasificarse principalmente en dos categorías, los empaques primarios los cuales son los que se encuentran en contacto directo con el producto que contienen, y los empaques secundarios que son aquellos que contienen el empaque primario, muchas veces siendo utilizados para mejorar o dar mayor atractivo a la apariencia exterior del producto.

4.3.2 Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo

Otra definición en cuanto a lo que se refiere a envases es la estipulada en la directriz 94/96 de la Unión Europea y Comunidad Económica Europea en la cual se establece como envase “cualquier producto de cualquier naturaleza y material que se utilice para contener, proteger, manipular, distribuir presentar mercancías, así como los artículos desechables utilizados con este mismo fin”.

Relativa a los envases y residuos de envases. Esta directiva posee un enfoque medioambiental en la cual se da al fabricante diferentes consideraciones a tener en cuenta a la hora de pensar en la parte final del ciclo de vida del empaque.

4.3.3 Resolución 2674 de 2013 del Ministerio de salud y protección social

En la cual se establecen los diferentes requisitos sanitarios que se deben tener a la hora de manipular, procesar y envasar alimentos. Posee un glosario amplio de términos relacionados con la industria alimenticia con definiciones claras y entendibles para cualquier tipo de usuario. Entre los requisitos, se encuentran los referentes al lugar e infraestructura de trabajo, los utensilios y herramientas utilizados, el personal encargado, requisitos higiénicos de fabricación, control de calidad y otros factores importantes que forman parte del proceso de producción de alimentos

4.3.4 Resolución 2652 de 2004 del Ministerio de Salud y Protección Social

En esta resolución se establecen y clarifican los requisitos que deben cumplir los rótulos y etiquetas de envases y empaques para alimentos, con la finalidad de proporcionar toda la información pertinente sobre los alimentos al consumidor. Entre los requisitos generales se encuentra:

- La etiqueta o rótulo de los alimentos no deberá describir o presentar el producto alimenticio envasado de una forma falsa, equívoca o engañosa o susceptible de crear en modo alguno una impresión errónea respecto de su naturaleza o inocuidad del producto en ningún aspecto.
- Los alimentos envasados no deberán describirse ni presentarse con un rótulo o rotulado en los que se empleen palabras, ilustraciones u otras representaciones gráficas que hagan alusión a propiedades medicinales, preventivas, curativas, nutritivas o especiales que puedan dar lugar a apreciaciones falsas sobre la verdadera naturaleza, origen, composición o calidad del alimento.

- El rótulo o etiqueta no debe estar en contacto directo con el alimento.
- Los alimentos que declaren en su rotulado que su contenido es 100% natural no deberán contener aditivos.
- Los alimentos envasados no deberán describirse ni presentarse con un rótulo o rotulado empleando palabras, ilustraciones o representaciones gráficas que se refieran o sugieran directa o indirectamente cualquier otro producto con el que el producto de que se trate pueda confundirse, ni en una forma tal que puede inducir al consumidor o comprador a suponer que el alimento se relaciona en forma alguna con otro producto.
- Cuando utilicen representaciones gráficas, figuras o ilustraciones que hagan alusión a ingredientes naturales que no contiene el mismo y cuyo sabor sea conferido por un saborizante artificial, en la etiqueta o rótulo del alimento junto al nombre del mismo debe aparecer, la expresión "sabor artificial" (Ministerio de Salud y Protección Social, 2004)

Además, se incluyen otros requerimientos más especializados que el fabricante del envase debe seguir para asegurarse de que toda la información ubicada en el rótulo o etiqueta se veraz y se proporcione al consumidor de manera clara.

5. Metodología de Diseño

La etapa de diseño de la gran mayoría de los productos es la que se encarga de determinar lo que posteriormente será el impacto que generará dicho producto a través de todo su ciclo de vida. Es impacto podrá ser reducido o aumentado dependiendo de la metodología utilizada en el proceso de diseño.

Para la elaboración del presente proyecto se utiliza una metodología híbrida que tiene como base principal la metodología De la Cuna a la Cuna (*Cradle to Cradle*)

(Ver figura 3) dicha metodología está enfocada hacia el diseño de productos seguros para los humanos y el medio ambiente a través del cumplimiento de diferentes puntos los cuales aseguran que el producto no sea elaborado con materiales tóxicos o dañinos, la adecuada utilización de energía y agua, el cierre del ciclo de vida del producto y la responsabilidad social que conlleva la fabricación y producción de este.

Con el fin de facilitar el ejercicio de diseño, Cradle to Cradle establece una serie de pautas que van desde la elección de los materiales hasta el impacto social-ambiental que genera el producto. Otra de las principales características de esta metodología, es que busca que el producto posea un ciclo de vida cerrado, es decir, que una vez este termine su función principal, no se convierta en un desecho si no que este se disponga como material para dar inicio a un nuevo producto. Este puede lograrse por medio del reciclaje, reutilización o compostaje de materiales.



Figura 3. Metodología de diseño.

Una de las pautas que tendrán más relevancia dentro del presente proyecto es la de *Salud del Material*, la cual estipula que se deben seleccionar materiales que no comprometan la salud de las personas ni afecten de manera negativa el medio ambiente. El diseñador debe investigar cada uno de los materiales que componen el producto para asegurarse de esto y comprobar que los materiales seleccionados no se encuentren en la lista de prohibidos dada por Cradle to Cradle.

Otra de las pautas es la de *Reutilización del Material* en la cual, Cradle to Cradle, busca que los productos no se conviertan en un desecho al finalizar su ciclo de vida, es por esto que aplican la filosofía de desecho = nutriente, y de esta manera busca que, a través de la biodegradación y compostaje, la reutilización de piezas y materiales, o la prolongación del tiempo de vida del producto, se puedan reducir los desechos generados al finalizar su ciclo.

De esta manera se espera que el empaque final sea elaborado con materiales responsables con el medio ambiente, no tóxicos ni nocivos para la salud de los usuarios y que permitan cerrar el ciclo de vida del producto por medio de un proceso de biodegradabilidad y compostaje.

6. Análisis e Interpretación de Datos

6.1 Contexto

Alimentos Naranja Verde es una empresa ubicada en el municipio de Dosquebradas dedicada a transformar y comercializar alimentos deshidratados desde el año 2006. La técnica de deshidratación empleada es por aire caliente, en la cual el aire es calentado en un intercambiador de calor y posteriormente es impulsado a través del producto a deshidratar. Ofrecen variedad de productos que

se adaptan a las necesidades de cada cliente dependiendo de la presentación del deshidratado y de la cantidad de humedad de este.

Según la información obtenida por medio de entrevistas a los productores, la empresa se enfoca hacia un mercado por mayor, es decir, lo que producen lo venden por grandes cantidades a terceros quienes se encargan de distribuir el producto en el mercado.

Una de las frutas con mayor nivel de producción es el banano y la empresa pierde aproximadamente el 40% de la fruta en la cáscara que suele tratarse como un desecho, de aquí surge el interés de emplear estas cáscaras en la elaboración del material a utilizar en el empaque.

7. Análisis de Tipologías

SAVE A PLANET

Plato de comida desechable

Plato desechable biodegradable y compostable que permite el crecimiento de una nueva planta

Fuente:

www.behance.net/gallery/3995705/Disposable-food-bowl



TIPO DE RELACIÓN ANALÓGICA

Formal-Estética

Nivel **1 2 3**

Empaque desechable para llevar alimentos.

Forma cuadrada con concavidad circular en la mitad que permite contener alimentos de volúmenes grandes

Funcional

Nivel **1 2 3**

Empaque desechable con tapa adherida al plato.

Posee dentaduras para asegurar un adecuado cerrado del empaque

Comunicativa

Nivel **1 2 3**

Elemento que evoca ser amigable con el ambiente.

Biodegradable y compostable.

Producto verde

Figura 4. Estudio Analógico 1.

HAPPY EGGS

Empaque orgánico para huevos

Empaque para huevos elaborado con paja que busca evocar el hábitat de las gallinas productoras de huevos mientras se enfoca hacia un mercado de consumidores responsables con el ambiente

Fuente:

www.behance.net/gallery/9367295/Happy-Eggs



TIPO DE RELACIÓN ANALÓGICA

Formal-Estética

Nivel 1 2 3

Forma rectangular con cavidades para el almacenamiento de huevos

Empaque monolítico elaborado en paja

Funcional

Nivel 1 2 3

Ofrece tapa para mayor protección del huevo.

Etiqueta que rodea todo el empaque para evitar que este se abra

Comunicativa

Nivel 1 2 3

Comunica un contexto natural evocando el hábitat de las gallinas productoras de huevos.

Producto verde. Amigable con el ambiente

Figura 5. Estudio Analógico 2.

ECOBAG DEPOT

Ecobolsa biodegradable



Fuente:

www.behance.net/gallery/5441513/EcoBag-Depot-WPF

Eco-bolsa biodegradable que después de su uso, usando la lluvia y el sol como agentes naturales, se convierte en una nueva planta mediante un proceso de compostaje

TIPO DE RELACIÓN ANALÓGICA

Formal-Estética

Nivel 1 2 3

Ecobolsa biodegradable para compras elaborada en materiales biodegradables

Funcional

Nivel 1 2 3

Permite el almacenamiento temporáneo de diferentes objetos y se usa como alternativa a bolsas plásticas.

Diferentes tamaños con diferentes capacidades

Comunicativa

Nivel 1 2 3

Comunica un contexto natural, la no utilización de plásticos y bajo costo

Producto verde. Amigable con el ambiente

Figura 6. Estudio Analógico 3.

RED SUN FARMS' EARTHCYCLE PACKAGING

Empaque biodegradable
para verduras



Fuente:
www.redsunfarms.com

Empaque biodegradable para verduras fabricado a partir de madera canadiense reciclada

TIPO DE RELACIÓN ANALÓGICA

<i>Formal-Estética</i>	<i>Funcional</i>	<i>Comunicativa</i>
Nivel 1 2 3	Nivel 1 2 3	Nivel 1 2 3
Empaque primario rectangular para vegetales	Permite el almacenamiento de vegetales de pequeña dimensión manteniendo sus propiedades.	Comunica un contexto natural, la no utilización de plásticos y bajo costo
Empaque para alimentos	Protege el alimento de agentes externos.	Amigable con el ambiente
	Tapa plástica re-sellable.	
	Ranuras en el inferior para que el alimento respire	

Figura 7. Estudio Analógico 4.

8. Requerimientos de diseño

Tabla 1. Requerimientos de uso y función.

REQUERIMIENTOS DE USO		
REQUERIMIENTO	DETERMINANTE	PARÁMETRO
El empaque debe almacenar 15 gr de banano deshidratado.	Es la cantidad que se comercializa	Empaque con las dimensiones adecuadas para almacenar dicha cantidad
Poseer información clara y necesaria del producto y del empaque	El empaque debe poder brindar al usuario información completa sobre el contenido, la materialidad del empaque y cómo realizar una adecuada disposición final del empaque que lleve a el compostaje de este.	Debe contar con una etiqueta o rotulado que contenga toda la información del producto, código de barras, tabla nutricional e información acerca de la materialidad del empaque y su adecuada disposición después del uso.
REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN		
REQUERIMIENTO	DETERMINANTE	PARÁMETRO
Debe ser fácil de utilizar	El usuario no debe tener problemas al momento de abrir, cerrar y almacenar el empaque.	Mecanismos de apertura y cierre sencillos e intuitivos.
Debe resistir el tiempo en el estante	El producto pasa un tiempo en el estante antes de ser adquirido y posteriormente, consumido	Utilizar un material resistente y duradero
Mantener el producto aislado de agentes externos antes de su consumo	El alimento debe estar en óptimas condiciones para cuando el usuario lo adquiera y consuma	Cerrado inicial que permita mantener el alimento en óptimas condiciones durante el tiempo que permanezca en el estante
Debe elaborarse con materiales no tóxicos	Al estar en contacto con alimentos. De acuerdo a lo exigido por la metodología y certificación Cradle to Cradle.	Usando materiales orgánicos y procesos que no requieran de químicos tóxicos.

Tabla 2. Requerimientos estructurales, económicos y formal-estéticos.

REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES

REQUERIMIENTO	DETERMINANTE	PARÁMETRO
Debe ser monolítico	Producción y armado más fácil y rápido del empaque	Plantilla o estructura elaborada en una sola pieza del mismo material

REQUERIMIENTOS ECONÓMICOS

REQUERIMIENTO	DETERMINANTE	PARÁMETRO
Debe comunicar ser un producto verdes y amigable con el ambiente	Los usuarios prefieren adquirir productos empacados en materiales ecológicos y amigables con el ambiente	El empaque debe comunicar el material ecológico con el que es elaborado y detonar un valor verde hacia el cliente por medio de su materialidad y el diseño exterior del empaque

REQUERIMIENTOS FORMAL-ESTÉTICOS

REQUERIMIENTO	DETERMINANTE	PARÁMETRO
El empaque debe comunicar en su apariencia la materialidad y condición de biodegradable	El cliente debe poder identificar el empaque como uno elaborado en materiales ecológicos y amigables con el ambiente	El exterior del empaque debe mostrar la materialidad y poseer un etiquetado con información hacer de este
Se debe poder identificar el producto que contiene	Debe ser claro para el usuario el producto/alimento que viene en el empaque y que está adquiriendo	Por medio del diseño gráfico y visual del empaque

Tabla 3. Requerimientos legales

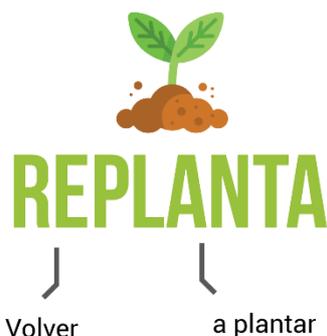
REQUERIMIENTOS LEGALES		
REQUERIMIENTO	DETERMINANTE	PARÁMETRO
Cumplir la NTC 5422 y la Resolución 2674 de 2013	Es un empaque para alimentos	El material debe ser no tóxico y seguir lo estipulado en cuanto a salud e higiene
Directiva 94/62/CE	El empaque debe realizar un ciclo de vida cerrado del producto	El empaque tendrá una adecuada disposición final evitando la producción de desechos
Seguir la Resolución 2652 de 2004	Debe dar a conocer al cliente las características de lo que está adquiriendo	Poseer etiqueta con toda la información necesaria acerca del producto y del empaque

9. Concepto de Diseño

El concepto de diseño utilizado para el desarrollo del proyecto es “Replanta”, esto quiere decir, que el producto será devuelto a la tierra por medio de la acción de plantar. El empaque está elaborado a partir de materiales 100% naturales, biodegradables y compostables que permiten que vuelva a la tierra en su totalidad sin ser contaminantes o tóxicos con el medio ambiente, de esta manera, se asegura que el ciclo de vida del producto se cierre volviendo a la tierra de donde inició su proceso.

De la misma manera, el concepto de diseño se evidencia en la materialidad del empaque ya que este actúa como papel semilla y al momento de ser plantado para cerrar su ciclo de vida se genera nueva vida.

En la figura 8 se evidencia de manera gráfica el desarrollo del concepto de diseño.



- No generar desechos
- Devolver a la tierra lo que es de la tierra
- Material compostable y biodegradable no contaminante
- Semillas que generen una nueva vida
- Desechos = nutrientes

Figura 8. Concepto de diseño

10. Desarrollo del material

10.1 Desarrollo del material (Aserrín)

10.1.1 Prueba 1

A partir de la observación que se hace durante la materia Taller de Proyectos V realizada en el año 2017, se encuentra que las empresas fabricantes de muebles de maderas tienen como residuo resultante de sus actividades, la producción de aserrín de madera, material orgánico que al ser generado en grandes cantidades, suele ser desechado.

Se recolectó una cantidad considerable de este aserrín para elaborar pruebas de material. Al estar en condiciones al aire libre y en contacto con agentes contaminantes, el material pasó por un proceso de separación de residuos y limpieza dejando como resultado dos tipos de aserrín, clasificados según su textura en aserrín grueso y aserrín delgado.

A partir de dicha clasificación, se seleccionó el aserrín delgado como material para la elaboración del empaque debido a sus características entre las cuales se hallan la homogeneidad, facilidad de manipulación y tamaño del grano lo cual facilitará posteriormente, el aglutinamiento y compactamiento en una sola masa.

Se realizaron diferentes alternativas de material con diferentes materiales y cantidades hasta llegar a un material que proporcionaba resistencia, textura, y cuya apariencia era la adecuada para la elaboración del empaque. A partir de esta selección se dio inicio al primer prototipo del empaque.

Este primer prototipo cuenta con tapa para proteger el alimento de agentes externos. La etiqueta envuelve el empaque y actúa como sello de las dos partes del envase para mantenerlo cerrado como se observa en las figuras 9, 10, 11 y 12.



Figura 9 y 10. Prototipo 1 con etiqueta final.

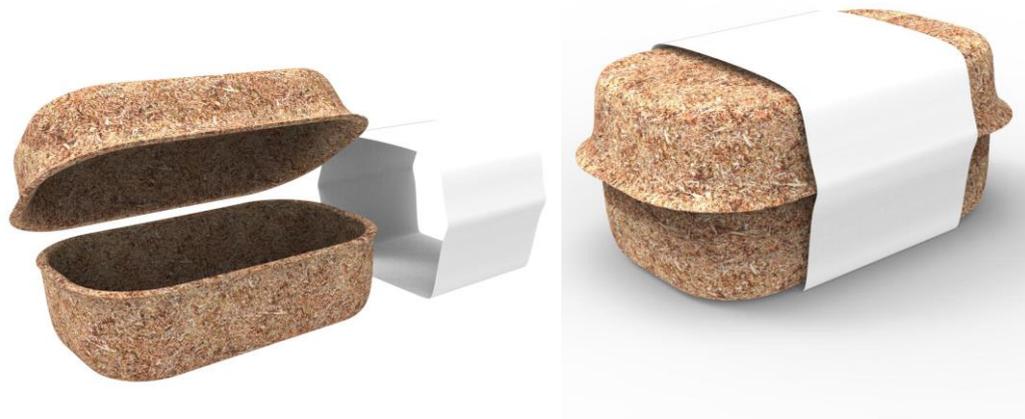


Figura 11 y 12. Render prototipo 1.

A partir de este primer prototipo se hicieron diferentes observaciones entre las cuales estaba el cierre del empaque, el cual, al las dos partes no encajar perfectamente, no garantizaban un adecuado almacenamiento del material. Otra

observación fue la capacidad a contener del envase, la cual debería aumentar para almacenar más cantidad de producto.

10.1.2 Prueba 2

Se continuó con el desarrollo del diseño del envase volviendo a la etapa de diseño. Aquí, se inició la ideación de una nueva morfología y dimensiones del material. Un cambio de mayor importancia fue la implementación de semillas (vegetales o frutales dependiendo del contenido del empaque) al material creando algo muy similar al papel semilla, permitiendo de esta manera redefinir el ciclo de vida del envase, generando una estrategia de ciclo cerrado del producto en la cual el usuario como acción final, recurriera al compostaje del empaque creando la campaña “Siembra Tu Propia Hortaliza”. (Figura 13)

SIEMBRA TU PROPIA HORTALIZA

Paso 1: Desprende la semilla que se encuentra en la parte inferior del empaque.

Paso 2: Planta la semilla en una maceta a una profundidad de aprox. 7 cm y cúbrela con tierra.

Paso 3: Riéjala cada vez que veas que la tierra está seca.

Paso 4: Cada 20 días, utiliza una pequeña cantidad de este empaque diluido en agua para abonar tu planta.

ZEROPACK
— ECOEMPAQUE —



Figura 13. “Siembra Tu Propia Hortaliza” campaña.

Esta campaña incita al usuario a que después de que el envase haya sido utilizado en su función principal (contener el producto), se disponga a enterrar o plantar el envase y usar este como abono para la planta que estará próxima a crecer.

Se realizó un cambio importante en la morfología y dimensiones del envase. El nuevo diseño permite aumentar la capacidad del producto y la película transparente usada como tapa, proporciona al usuario una ventana en la cual puede observar las cualidades del producto que está próximo a adquirir (figuras 14 y 15). La etiqueta permanece como etiqueta envolvente para de esta manera lograr contener toda la información necesaria acerca del producto y el envase para fácil comprensión del usuario.



Figura 14 y 15. Prototipo 2.



Figura 16 y 17. Prototipo 2.

A partir de la primera parte de investigación en el desarrollo del material, se pudo establecer que el aserrín como materia prima posee un buen comportamiento al mezclarse con materiales húmedos y aglutinantes como el agua y la glicerina, también posee resistencia frente a factores externos de agua y humedad durante el tiempo necesario en el que se estima se contendrían los alimentos (2-3 meses).

Dichas pruebas se almacenaron en un ambiente seco y oscuro sin factores aceleradores como el sol, agua o contacto con otro material orgánico durante 5 meses con el fin de observar si se cumplía un proceso de biodegradación y efectivamente se pudo comprobar al ver que los empaques fabricados como parte de la segunda prueba, empezaban a ser consumidos por insectos y a convertirse en polvo fino como puede observarse en las figuras 18, 19 y 20.



Figura 18 y 19. Resultado proceso biodegradación.



Figura 20. Resultado proceso biodegradación.

10.2 Desarrollo del material (cáscara de banano)

Como materia prima para el desarrollo del material se utiliza la cáscara de banano. Para el desarrollo de las primeras probetas la cáscara de banano pasó por un proceso de deshidratación dentro de un horno de convección a 75°C durante un tiempo aproximado de 2 a 3 días hasta lograr extraer la humedad obteniendo unas cáscaras oscuras y tostadas como se observa en la figura 21.



Figura 21. Cáscara deshidratada

Posterior al deshidratado de la cáscara, esta se trituró hasta obtener una especie de polvillo (figura 22) con la que luego se realizan las primeras pruebas.



Figura 22. Cáscara triturada

A partir de esta materia prima se realizaron las muestras estipuladas en las tablas 4 y 5 a las cuales se añadieron otros materiales como aglutinantes de la mezcla.

Tabla 4. Materiales y cantidades prueba 1

PRUEBA 1:

- Cáscara de banano deshidrata y pulverizada
- Almidón de yuca
- Hoja de piña triturada

BANANO	ALMIDÓN	PIÑA
90%	5%	5%
80%	15%	5%
70%	25%	5%

Tabla 5. Materiales y cantidades prueba 2

PRUEBA 2:

- Cáscara de banano deshidrata y pulverizada
- Almidón de yuca
- Carboximetil celulosa (CMC)

BANANO	ALMIDÓN	CMC
80%	15%	5%
70%	25%	5%

Luego se realizaron pruebas con la cáscara del banano fresca y triturada hasta obtener una pasta. Para esta nueva materia prima, las cáscaras fueron sumergidas en una solución anti pardeamiento de ácido cítrico como acto previo al triturado para de esta manera evitar que la cáscara se oxidara y mantuviera su color amarillo y fresco durante más tiempo.

El puré obtenido de la cáscara fresca fue utilizado con junto con otros materiales en la fabricación de las pruebas 3, 4 y 5 cuya tabla de materiales y cantidades se observan en las figuras 6, 7 y 8 a continuación.

Tabla 6. Materiales y cantidades prueba 3

PRUEBA 3:

- Cáscara de banano fresca
- Almidón de yuca
- Hoja de piña triturada
- Carboximetil celulosa (CMC)

BANANO	ALMIDÓN	PIÑA	CMC
90%	2,5 %	2,5 %	5%
80%	2,5%	2,5%	5%
70%	2,5%	2,5%	5%

Tabla 7. Materiales y cantidades prueba 4

PRUEBA 4:

- Cáscara de banano fresca
- Almidón de yuca
- Hoja de piña triturada

BANANO	ALMIDÓN	PIÑA
90%	5 %	5 %
80%	15 %	5 %
70%	25 %	5 %

Tabla 8. Materiales y cantidades prueba 5

PRUEBA 5:

- Cáscara de banano fresca
- Almidón de yuca

BANANO	ALMIDÓN
90%	10 %
80%	20 %
70%	30 %

De dichas pruebas se obtuvieron los resultados observados en la figura 23 y se destaca el color obtenido después del secado de las muestras en el horno de convección y la textura y resistencia que se logró, en especial en las mezclas que poseían el 90% de cáscara de banana por lo cual fueron estas las seleccionadas de este grupo de probetas.

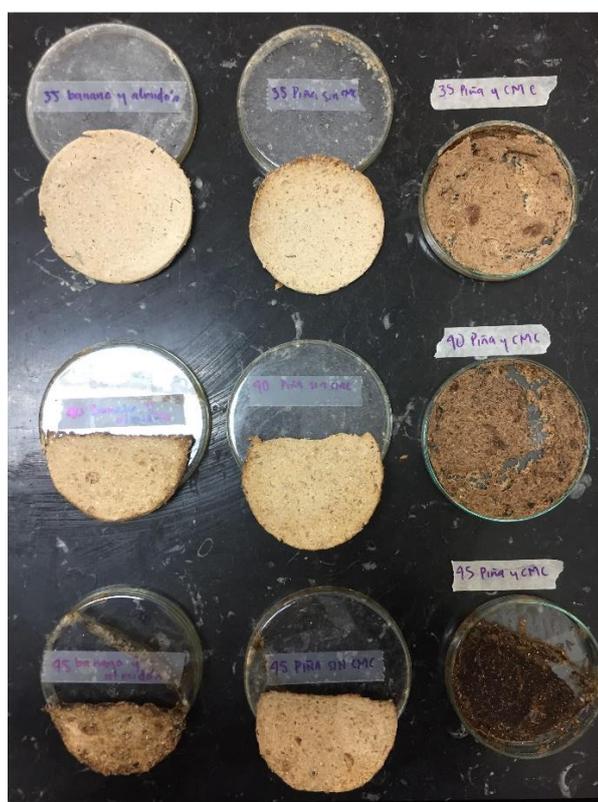


Figura 23. Resultado pruebas 3, 4 y 5

Adicionalmente se realizaron las pruebas 6 y 7 con cáscara pulverizada previamente sumergida en la solución anti pardeamiento, cambiando los ingredientes con los que se mezclaba cada prueba y sus porcentajes (tablas 9 y 10).

Tabla 9. Materiales y cantidades prueba 6

PRUEBA 6:

- Cáscara de banano deshidrata y pulverizada
- Vinagre
- Glicerina

INGREDIENTES**CANTIDAD**

Cáscara pulverizada
 Vinagre
 Glicerina
 Agua

1 cda
 1 cdita
 1 cdita
 4 cdas

Figura 10. Materiales y cantidades prueba 7

PRUEBA 7:

- Cáscara de banano deshidrata y pulverizada
- Almidón de maíz

BANANO**ALMIDÓN**

90%

10%



Figura 24. Probetas frescas

Luego se volvieron a realizar pruebas con la cáscara fresca y la solución anti pardeamiento como se observa en la figura 24 pero en esta ocasión se usó una preparación de almidón de maíz en lugar del almidón de yuca, resultando en un material elástico y flexible pero que a pesar de haber sido extraída toda la humedad de este, la preparación con la que se realizó ocasiona que al tacto, el material se sienta húmedo y pegajoso, además que dicha preparación también hace que el material adquiera un color oscuro que no lo hace una de las opciones más atractivas y adecuadas para ser utilizado en un empaque de alimentos. En las tablas 11, 12 y 13 se establecen los materiales y cantidades usados en cada una de las pruebas.

Tabla 11. Materiales y cantidades prueba 8

PRUEBA 8:

- Cáscara de banano fresca
- Almidón de maíz
- Hoja de piña triturada

BANANO	ALMIDÓN	PIÑA
90%	5%	5%
80%	15%	5%
70%	25%	5%

Tabla 12. Materiales y cantidades prueba 9

PRUEBA 9:

- Cáscara de banano fresca
- Almidón de maíz

BANANO	ALMIDÓN
90%	10%
80%	20%
70%	30%

Tabla 13. Materiales y cantidades prueba 10

PRUEBA 10:

- Cáscara de banano fresca
- Almidón de yuca

BANANO	ALMIDÓN
90%	10%
80%	20%

Después de toda la exploración de material, se seleccionaron 2 probetas tentativas para la elección del material final, estas siendo la opción del 90% de cáscara de banano fresca de las pruebas número 5 y 9 debido a sus características de dureza, color, textura y olor. De estas se realizaron unas nuevas probetas pero con un área superior trabajando en un molde de 9 x 5 pulgadas para de esta manera evaluar el desempeño del material al expandirlo en un tamaño más grande y seleccionando como material final la mezcla de la prueba número 5.

Al tener el material definitivo se realizaron más pruebas, esta ampliando el área del material aún más para lograr obtener una probeta de un tamaño aproximado a una hoja tamaño oficio (figuras 25 y 26)



Figura 25 y 26. Material final

11. Alternativas de Diseño

A continuación, se presentan las alternativas de diseño del empaque. Para la realización de estas fue necesario tener desarrollado primero el material ya que este era el mayor determinante de la morfología que tendría el empaque ya que dependiendo de las características de este, se seleccionaría la cantidad de piezas, forma de ensamble y demás detalles que contendría el empaque.

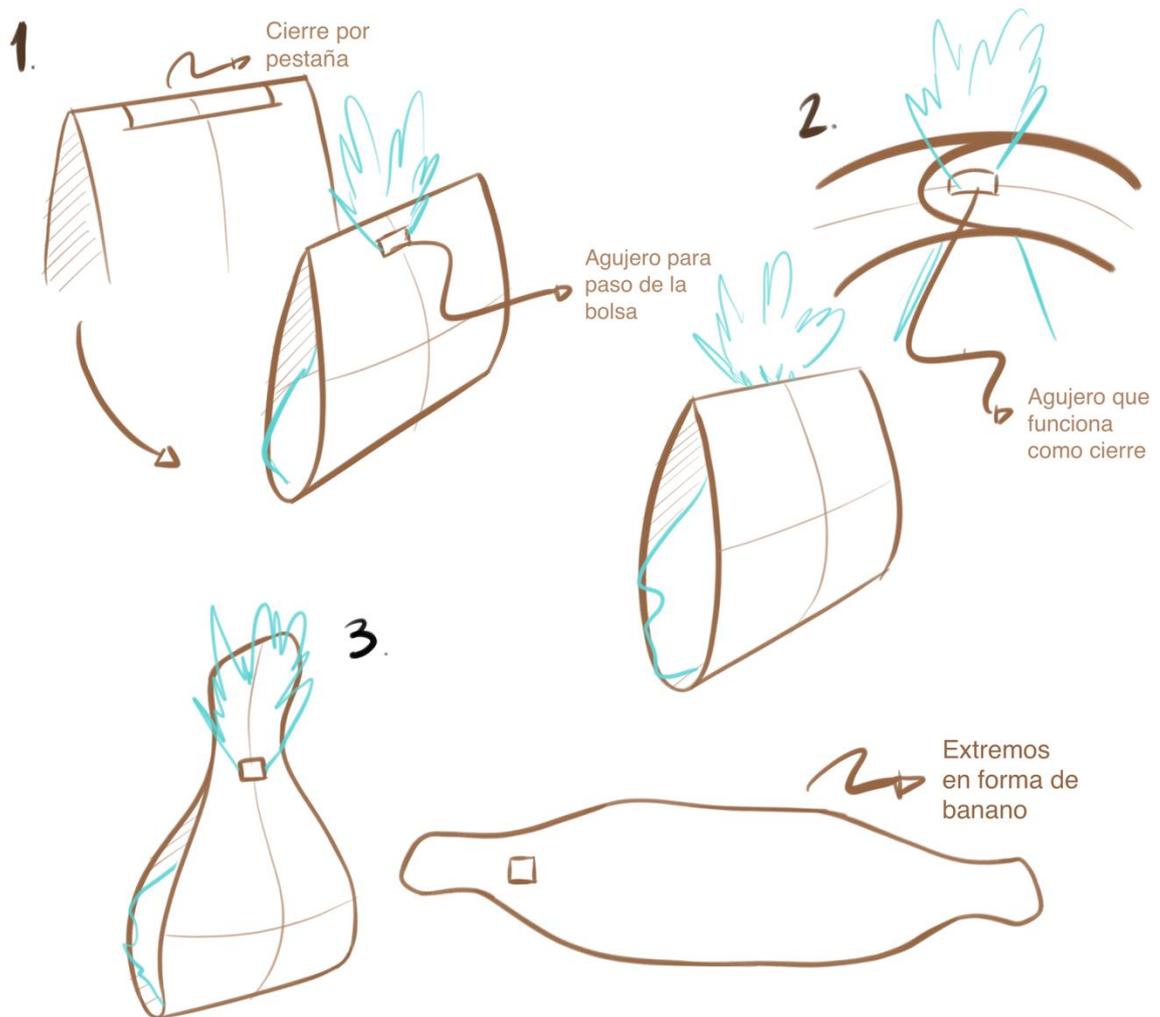


Figura 27. Alternativas de diseño 1, 2 y 3

En la figura 27 se observan las alternativas número 1, 2 y 3 las cuales muestran un empaque secundario tipo envoltorio que permite la fácil producción de este y que

cubriría la bolsa biodegradable soluble en agua que contendría el alimento. También se muestran diferentes tipos de morfología y mecanismos de cierre del empaque.

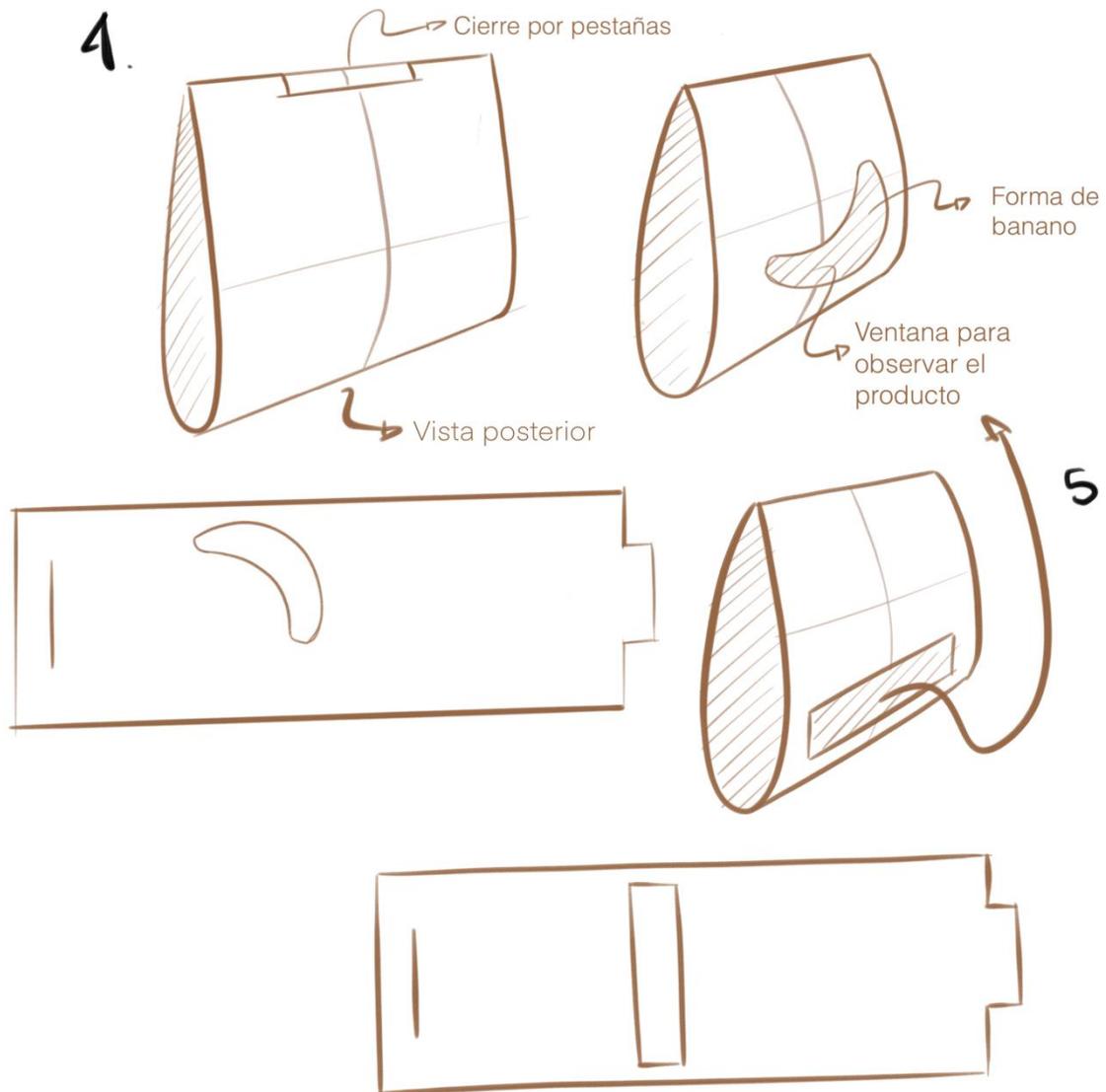


Figura 28. Alternativas de diseño 4 y 5.

En la figura 28 se plasman las alternativas número 4 y 5 las cuales poseen una ventaja en la parte frontal del empaque que permite ver el contenido de la bolsa interna y a su vez, del producto que contiene.

12. Análisis de Alternativas

Tabla 14. Análisis de alternativas

ANÁLISIS COMPARATIVO ALTERNATIVAS DE DISEÑO					
CRITERIO	ALTERNATIVAS				
	1	2	3	4	5
Cierre: El empaque tiene un cerrado fácil	3	2	3	3	3
Resistencia: Resiste la manipulación del usuario	4	4	4	2	2
Ensamble: Es facil de ensamblar	3	2	2	3	3
Comunicación: Comunica lo que el empaque contiene.	1	1	5	1	1
TOTAL	11	9	14	9	9

En la tabla 14 se establece el análisis de las alternativas de diseño con respecto a criterios como facilidad de cerrado, resistencia, ensamble y lo que comunica el empaque. Se utiliza una calificación de 1 a 5 siendo 5 el mayor puntaje.

De acuerdo a esto, la alternativa número 3 es la seleccionada como diseño final.

13. Propuesta final

A partir de las alternativas de diseño, se selecciona la propuesta final la cual se puede ver en la figura 29, esta toma como referente la forma del banano para asemejar el empaque con la fruta, manteniendo la construcción simple de este. En

la parte posterior del empaque se encuentra un orificio por el cual pasa el empaque primario el cual ayuda como mecanismo de cierre. Las dos puntas del empaque se unen usando BioTAK® S100 el cual es un adhesivo con base en agua compostable bajo la norma EN 13432. (BioTAK, 2014)



Figura 29. Forma diseño final

El diseño final es clasificado como empaque secundario ya que este no está en contacto directo, es decir, este actúa como protector del empaque que contiene el producto y es la parte visual y llamativa de este. Como envase primario se utilizarán bolsas hidrosolubles para alimentos las cuales permiten que el alimento se conserve en óptimas condiciones y que se biodegradan al ser sumergidas en agua a una temperatura aproximada de 10°C y que permiten que el empaque mantenga la calidad de ser biodegradable. La razón tras la cual se utiliza el material como empaque secundario y no como empaque primario es debido a que, al ser un material elaborado a partir de residuos orgánicos, y al no tener un sellado o capa

protectora, no lo hace apto para estar en contacto directo con el alimento por sus características químicas y no cumple las normativas exigidas para materiales que están en contacto directo con alimentos.

13.1 Ciclo de vida

A continuación (ver figura 30) se presenta el ciclo de vida del producto. Como primera etapa del ciclo de vida está la producción de la materia prima, es decir, el banano desde el momento en que surge como fruto, es consumido y deja como residuo las cáscaras que posteriormente, con otros ingredientes, se convierte en el material. Este material luego pasa a ser el empaque que luego de ser adquirido y consumido el producto por el usuario, pasa a hacer parte de un proceso de compostaje mediante la plantación de este, y que finaliza con la germinación de nuevas plantas gracias a las semillas que contiene el material.



Figura 30. Ciclo de vida del producto

13.2 Diseño de Marca

Para el diseño de la marca del producto se elige el nombre de Nanapack y se construyen 3 alternativas de logotipo a ser usado. Por medio del logotipo se quería plasmar gráficamente el banano como origen del material. (ver figuras 31 y 32)



Figura 31. Logotipo Nanapack



Figura 32. Variaciones cromáticas

14. Simuladores

Se realizaron unos simuladores o prototipos en papel para logra entender la forma del empaque junto con sus dimensiones. (Ver figuras 34 y 35)



Figura 34 y 35. Simuladores

15. Render



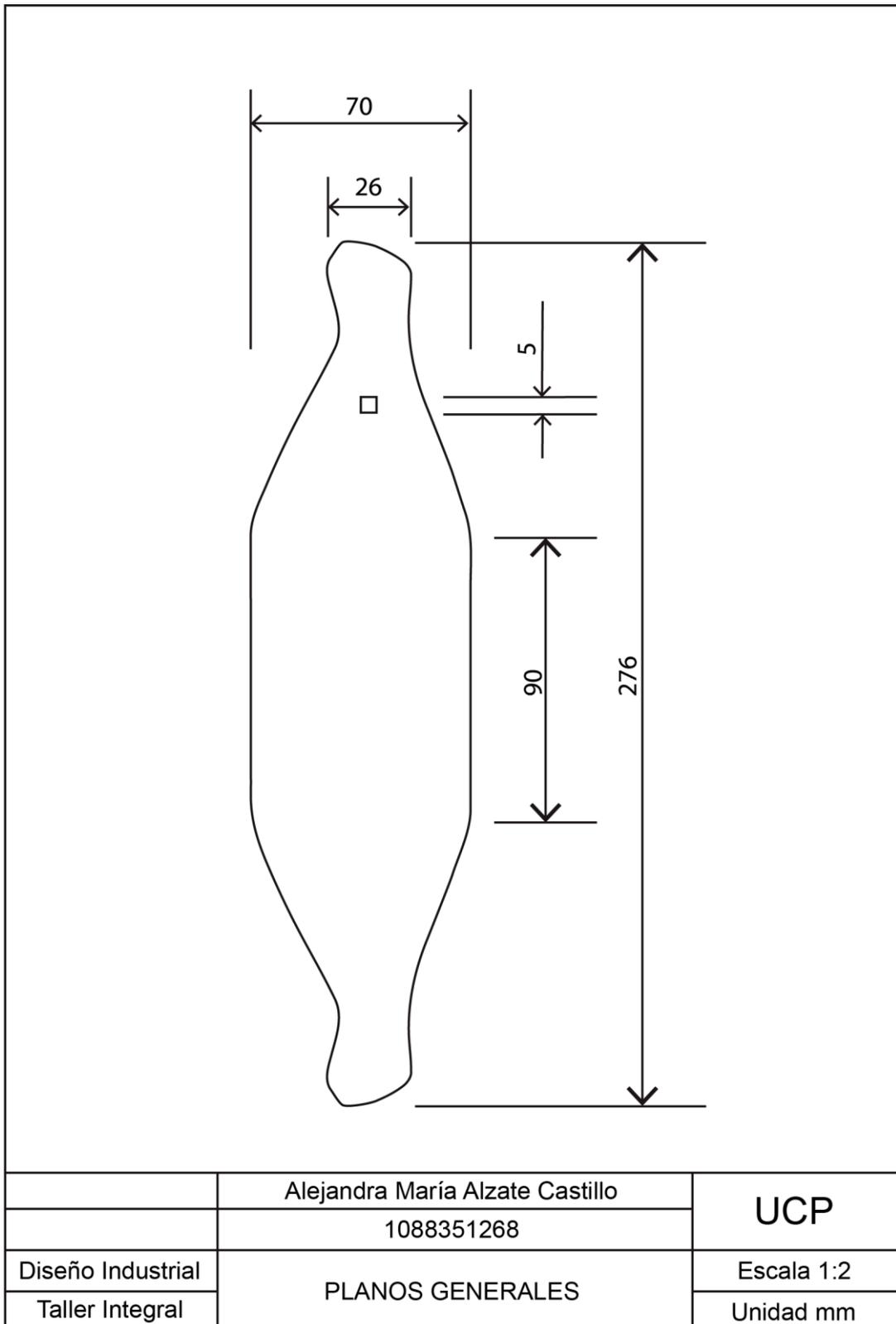
Figuras 36. Render



Figura 37. Render

Se elaboran un modelo 3D para pre visualizar el desarrollo del empaque. (Ver figuras 36 y 37)

16. Planos Técnicos



17. Proceso Productivo

Para la elaboración del material es necesario la utilización de cáscaras frescas de banana las cuales se pican en pedazos pequeños, se remojan en una solución de 100x1 de ácido cítrico, esto con el fin de retrasar el proceso de pardeamiento por el cual la cáscara se oxida obteniendo un color oscuro, y posterior a esto se tritura la cáscara con la ayuda de un batidor manual hasta obtener un puré. Todo esto como se observa en las figuras 38, 39,40 y 41.



Figura 38 y 39. Cáscara fresca y cortada



Figuras 40 y 41. Cáscara en ácido cítrico y triturado

Luego de esto, se agrega almidón de yuca que actúa como aglutinante (figura 42) y se revuelve hasta lograr una mezcla homogénea. Se debe tener en cuenta que se debe mantener la proporción de 90% cáscara de banano y 10% almidón de yuca.



Figura 42. Cáscara con almidón de yuca

Cuando ya se tiene la mezcla, esta se extiende sobre bandejas aptas para ser usadas a altas temperaturas y se ponen en un horno de convección a 60°C para lograr el secado del material. Luego de tener el material seco, se pasa por una cortadora laser para cortarlo en la forma del diseño del empaque. Como acabado final se pasa a poner los sellos que actúan como etiquetas sobre el empaque.

18. Materiales

Tabla 15. Materiales

MATERIAL	CANTIDAD
Cáscara de banano fresca	540 g
Almidón de Yuca	60 g

Ácido Cítrico	125 g
---------------	-------

En la tabla 15 se estipulan los materiales utilizados para la elaboración del empaque.

19. Prototipo

En las figuras 43, 44, 45, y 46 se realiza un registro fotográfico del prototipo final del empaque.



Figura 43. Prototipo final



Figura 44. Prototipo final



Figura 45. Prototipo final



Figura 46. Prototipo final

20. Costos

20.1 Costos de materiales

Tabla 16. Costos materiales

MATERIAL	CANTIDAD	COSTO UND	COSTO TOTAL
Bananos	1 kg	1.800 pesos x kilo	1.800 pesos
Almidón de yuca	60 g	3.500 pesos x libra	420 pesos
Ácido cítrico	125 g	3.000 pesos x libra	750 pesos
		TOTAL	2.970 pesos

En la tabla 16 se presentan los costos de los materiales necesarios para la elaboración del material para el empaque.

20.2 Costos de producción

La producción del prototipo realizado en este presente trabajo no conllevó costos de producción ya que se tuvo con el apoyo de Tecnoparque SENA quienes cuentan con la maquinaria necesaria para la producción del empaque.

21. Conclusiones

- A partir de la cáscara de banano como residuo orgánico es posible experimentar y diseñar un material no contaminante para el medio ambiente.
- El biomaterial obtenido a partir de residuos orgánicos, en este caso cáscara de banano, permite realizar un proceso de biodegradación y compostaje amigable con el planeta.
- Se diseñó y construyó un empaque biodegradable para banano deshidratado a partir del propio residuo del alimento.

- Gracias al fuerte énfasis que se ha hecho en los últimos años respecto a todo el tema medio ambiental, los productos y materiales con características biodegradables y no contaminantes están siendo preferidos por los consumidores como manera de ayudar al ambiente.

Referentes Bibliográficos

Acoplásticos. (2017). *Acoplásticos*. Obtenido de <http://www.acoplasticos.org/>

Andrady, A. L. (2003). *Plastics and the Environment*. JOHN WILEY & SONS.

Arth, K. (s.f.). Obtenido de Loliware:

<https://www.behance.net/gallery/77225517/Loliware>

BioTAK. (2014). *BioTAK S100*. Obtenido de BioTAK: <http://biotak.com/wp/wp-content/uploads/2014/10/BioTAK-S100.pdf>

CAPSULE. (2009). *Claves del Diseño: Packaging 01*. Gustavo Gili.

Cedeño, M. M., & Montenegro, D. (2004). *Plan exportador, logístico y de comercialización de uchuva al mercado de Estados Unidos para Frutexpo S.C./ LTDA*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

Colomer Mendoza, F. J. (2007). *Tratamiento y Gestión de Residuos Sólidos*. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA. .

CORPOICA. (1999). *La deshidratación de frutas : Métodos y posibilidades*.

Cómite Europeo de Normalización. (2001). EN 13432. *Envases y embalajes*.

Requisitos de los envases y embalajes valorizables mediante compostaje y biodegradación. Programa de ensayo y criterios de evaluación para la aceptación final del envase o embalaje. .

European Bioplastics. (2016). *Home Composting of Compostable Bioplastics*.

Obtenido de European Bioplastics: https://docs.european-bioplastics.org/2016/publications/pp/EUBP_PP_Home_Composting.pdf

- European Bioplastics. (2016). *Industrial Composting*. Obtenido de European Bioplastics: https://docs.european-bioplastics.org/2016/publications/fs/EUBP_fs_industrial_composting.pdf
- Fiksel, J. (2011). *Design for Environment*. McGraw-Hill Education.
- Grigale, Z., Simanosvska, J., Martins, K., Dzene, A., & Tupureina, V. (2010). Biodegradable Packaging from Life Cycle Perspective. *Scientific Journal of Riga Technical University*, 90-95.
- Guevara, J. C. (2010). *Empacado de Alimentos*. Trillas.
- Henry, J. G., & Heinke, G. W. (1999). *Ingeniería Ambiental*. PRETINCE HALL.
- ICONTEC. (s.f.). Norma Técnica Colombiana 5422. *NTC 5422*.
- Ivankovic, A., Zeljko, K., Talic, S., Martinovic, A., & Lasic, M. (2017). Biodegradable Packaging In The Food Industry. *Journal of Food Safety and Food Quality*, 26-38.
- Klaiman, K. (2016). *Consumer preference for packaging materials: willingness to pay and barriers to recycling* .
- Lopez Bermudez, D. A. (21 de Octubre de 2018). *Colombia y la cruzada mundial contra el plástico de uso único*. Obtenido de El Tiempo: <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/colombia-y-la-cruzada-mundial-contra-el-plastico-de-uso-unico-286496>
- Ministerio de Salud. (1984). *Resolución No. 14712 de 1984*.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2004). *Resolución 2652 de 2004* .
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). *Resolución 2674 de 2013*.
- Murillo, L. G. (2017). Colombia genera 12 millones de toneladas de basura y solo recicla el 17%. (R. Dinero, Entrevistador)

- Narayan, R. (1993). *Science and engineering of composting: design, environmental, microbiological and utilization aspects*. Renaissance Publications.
- Ospina, M., & Cartagena, J. (2008). La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. *Revista Lasallista*, 112-123.
- Parlamento Europeo. (s.f.). Directiva 94/62/CE .
- PlasticsEurope. (2017). Obtenido de PlasticsEurope: Productores de Materias Plásticas: https://www.plasticseurope.org/download_file/force/1452/632
- Rey Rodriguez, C. A. (2011). *Modelo para el diseño y pruebas de empaques para uchuva en la empresas productoras y exportadoras de Bogotá y Cundinamarca*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Siracusa, V., Rocculi, P., Romani, S., & Dalla Rosa, M. (2008). Biodegradable polymers for food packaging: a review. *Food Science & Technology*, 634-643.
- Song, J., Murphy, R., & Narayan, R. (2009). *Biodegradable and compostable alternatives to conventional plastics*.
- Song, Y. (s.f.). *Yawndeng Design*. Obtenido de <https://yawndeng.com/short-films/cooking-new-material-by-youyang-song/>
- Tecnología del Plástico. (2009). Obtenido de Tecnología del Plástico: <http://www.plastico.com/temas/Entendiendo-las-diferencias-entre-compostables,-bioplasticos-y-biodegradables+95010?pagina=1>
- Van Hoof, B., Monroy, N., & Saer, A. (2008). *Producción Más Limpia*. Alfaomega.