

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Design Innovation & Arts School



Diseño de empaques biodegradables a base de fibra de cáscara de piña como solución a empaques no renovables para utensilios biodegradables

Trabajo de graduación presentado por Mariana Elizabeth Solórzano Lemus para optar al grado académico de Licenciada en Diseño de Producto e Innovación

Guatemala,

2025

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Design Innovation & Arts School



Diseño de empaques biodegradables a base de fibra de cáscara de piña como solución a empaques no renovables para utensilios biodegradables

Trabajo de graduación presentado por Mariana Elizabeth Solórzano Lemus para optar al grado académico de Licenciada en Diseño de Producto e Innovación

Guatemala,

2025

Vo.Bo. Asesor



Ph.D Krisztina Ríos González

Tribunal examinador



Ph.D Krisztina Ríos González



MA. María Priscila Juárez Barrios



Lic. Erick Rodrigo Rivera Fong

Fecha de aprobación del examen de graduación:

Guatemala, 8 de Diciembre de 2025

PREFACIO

La elaboración de este trabajo se presenta como parte de los requisitos para obtener el grado académico de Licenciatura en Diseño de Producto en Innovación en la Universidad del Valle de Guatemala. Este documento contiene los resultados sobre la elaboración de un empaque biodegradable a base de fibra de cáscara de piña para utensilios biodegradables.

A mi familia y amigos, por haberme apoyado a lo largo del desarrollo de este proyecto para dar lo mejor de mí en cada etapa de este proceso.

A mi asesora, Krisztina Rios Gonzalez, por haberme guiado en cada etapa del trabajo aportando sus conocimientos y su compromiso para entregar un trabajo significativo y de calidad.

Y a la universidad del Valle de Guatemala junto con el departamento de Design, Innovation & Arts –DI&A- Por todos los conocimientos y experiencias brindadas a lo largo de estos años, para desarrollarme de mejor manera en el ámbito personal y profesional.

CONTENIDO

PREFACIO.....	i
LISTADO DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
III. JUSTIFICACIÓN.....	3
IV. OBJETIVOS.....	4
V. MARCO TEÓRICO.....	5
A. Consecuencias de los desechos sólidos.....	5
B. Materiales no renovables y agentes contaminantes.....	5
C. Materiales biodegradables.....	6
D. Empaques.....	7
VI. METODOLOGÍA.....	8
Etapa 1: proceso de fabricación de biomaterial a base de fibra de cáscara de piña....	8
Etapa 2: reforzamiento natural y químico.....	8
Etapa 3: evaluación de resultados y determinación final de material.....	9
Etapa 4: prototipado y diseño del empaque.....	9
Etapa 5: validación del empaque en el mercado.....	10
VII. PLAN DE TRABAJO.....	11
VIII. RESULTADOS.....	12
IX. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	27
X. CONCLUSIONES.....	30
XI. RECOMENDACIONES.....	31
XII. BIBLIOGRAFÍA.....	32
XIII. ANEXOS.....	34
Anexo 1: Encuesta de validación de usuarios en Google Forms.....	34
Anexo 2: Resultado material de fibra de cáscara de piña evaluación 1.....	36
Anexo 3: Troquel para corte.....	37
Anexo 4: Resultado material de fibra de cáscara de piña evaluación 3.....	39
Anexo 5: Moodboard de diseño de empaques.....	42
Anexo 6: Bocetos preliminares de diseño del empaque.....	43
Anexo 7: Renders ortogonales e isométricos.....	44
Anexo 8: Diseño y prototipo de etiquetas.....	46
Anexo 9: Resultado de material de cáscara de piña fase 1.....	48

Anexo 10: Resultado de material cáscara de piña fase 2.....	50
Anexo 11: Vistas de prototipo de alta fidelidad.....	51

LISTADO DE FIGURAS

1. Cáscara de piña cortada.....	12
2. Cáscara de piña hervida.....	13
3. Fibra de cáscara de piña.....	13
4. Fibra natural final.....	14
5. Fibra aplicada en bastidor de madera.....	14
6. ¼ de taza de almidón de maíz y ½ taza de agua.....	15
7. Mezcla final de almidón de maíz.....	16
8. Mezcla de fibra de cáscara de piña con almidón de maíz.....	16
9. Mezcla de fibra de cáscara de piña con cola blanca.....	17
10. Bastidor con materiales de reforzamiento.....	18
11. Material evaluación 1.....	19
12. Material evaluación 2.....	20
13. Prototipo final con etiqueta y contenido.....	21
14. Disposición de compra de empaques de bagazo en productos.....	22
15. Conocimiento acerca de los empaques biodegradables.....	23
16. Consideraciones importantes sobre un empaque a base de bagazo.....	23
17. Oportunidad de adquisición de empaques o productos biodegradables.....	24
18. Valor de una propuesta sostenible.....	24
19. Aspecto de diseño del empaque.....	25
20. Disposición de precio.....	25
21. Disposición de características físicas.....	26
22. Sugerencias.....	26

RESUMEN

El presente trabajo de tesis consiste en el diseño de empaques biodegradables a base de fibra de cáscara piña, como solución a empaques no renovables, para utensilios biodegradables. Antes de generar la propuesta de diseño, se realizarán una serie de pruebas con el biomaterial propuesto para determinar sus propiedades y desarrollo con el objetivo de poder fabricar un producto que cumpla con los estándares de calidad y requisitos del cliente.

La metodología se basará principalmente en cinco etapas principales. En la primera etapa, se realizará el proceso de fabricación del biomaterial a base de cáscara de piña en base a estudios y procedimientos previamente investigados, En la segunda etapa se realizarán diferentes pruebas de reforzamiento del biomaterial en conjunto con materiales naturales y químicos, para darle un valor agregado en cuanto a calidad y funcionalidad.

En la tercera etapa se evaluarán los resultados de las pruebas de reforzamiento por medio de diferentes evaluaciones, para definir así que biomaterial se utilizará finalmente en el desarrollo de diseño del empaque, asimismo luego en la cuarta etapa se fabricarán prototipos tanto de baja como de alta fidelidad para evaluar la funcionalidad y calidad del empaque, Por último, en la quinta etapa se validará el empaque final en el mercado en base a los requisitos del mercado.

El resultado final propone una solución para sustituir a los materiales no renovables en empaques de productos no alimenticios de una manera completa, generando así un producto que reduzca el uso e impacto ambiental en los desechos cotidianos en su consumo de manera total desde el empaque hasta el producto que contiene y así, utilizar productos amigables con características biodegradables de carácter natural que, a su vez generen un valor en el mercado de manera significativa y sostenible.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ha generado un interés por reducir los desechos de materiales no renovables debido a las problemáticas ambientales, las cuales generan una gran cantidad de desechos que se producen hoy en día de manera diaria, por lo cual el mercado cada vez más a desarrollado un enfoque sostenible a cada uno de los productos que se consumen hoy en día con el fin de crear un entorno cada vez más sostenible.

Este en este proyecto se desarrollará un empaque de utensilios biodegradables con un material biodegradable a base de fibra de cáscara de piña, con el cual se busca reducir los desechos de materiales no renovables tomando como principal enfoque los derivados del plástico, los cuales se utilizan en su mayoría como empaques para utensilios biodegradables, esto con el fin de desarrollar un producto que cumpla con los requerimientos de calidad que el mercado busca, por medio de procesos de reforzamiento y mejorando así las características de dicho material, generando así un producto de valor ambiental.

En el cual también busca reducir el consumo de los empaques de un solo uso proponiendo así, un empaque reutilizable que se pueda adaptar a un segundo o más usos según la necesidad del usuario, el cual sea durable, estético y versátil, de manera que aumente su vida útil y pueda ser aprovechado de mejor forma en diferentes situaciones cotidianas.

II. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El manejo de los desechos sólidos es un problema que afecta de manera grave en todo el planeta, Según un informe del banco mundial en el año 2018, se generan 2010 millones de desechos sólidos de los cuales el 33 % no se gestionan adecuadamente, lo que genera un riesgo ambiental grave como aumentos en la huella de carbono de manera constante.

En este estudio se determinó que, debido al crecimiento de la población y el desarrollo económico, se estima que dicha cantidad de desechos aumentará un 70 % a nivel mundial en los próximos 30 años, siendo así una cantidad aproximada de 3400 millones de toneladas de desechos anuales, Además, a causa de esto se estima, que a causa del mal manejo de estos el aumento de la huella de carbono será de 2600 millones de toneladas para el año 2050 (Grupo Banco Mundial, 2018).

Asimismo, como parte de los desechos sólidos se encuentran los desechos no biodegradables, los cuales perjudican de manera directa y a largo plazo al medio ambiente, debido a que están fabricados de materiales los cuales no se pueden descomponer de forma natural como por ejemplo, materiales derivados del petróleo los cuales se descomponen lentamente en un periodo aproximado de 150 hasta 1000 años. Igualmente, estos no se descomponen totalmente, sino que se mantienen en forma de fragmentos microscópicos los cuales afectan a la salud humana y a los ecosistemas (Yoigo, 2025).

Según un estudio del Banco Mundial en Guatemala cada habitante genera un promedio de 0.47 kilogramos de desechos sólidos diarios, Asimismo, en total la población total en Guatemala es de aproximadamente 17 millones de habitantes por lo cual la cantidad total de desechos sólidos generados es de 7,990 toneladas diarias. Estos datos reflejan la necesidad de encontrar alternativas que promuevan el buen manejo de estos (Rodríguez, 2023 p. 46).

III. JUSTIFICACIÓN

Debido a la gran cantidad de desechos sólidos que se generan de manera inadecuada, entre ellos varios tipos de empaques no biodegradables, se buscará innovar en las aplicaciones de materiales ecológicos para el desarrollo de empaques biodegradables como sustituto a materiales de categorías no renovables. Dicho material será aplicado a procesos biológicos y a la mejora de las propiedades físicas y químicas de este, para luego proponer una serie de propuestas que cumplan con los estándares de calidad y requisitos funcionales del usuario.

El objetivo está enfocado en proponer un diseño funcional de empaque biodegradable, utilizando como base la materia prima de fibra de cáscara de piña en empaques de consumo diario, con el fin de reducir el impacto de los desechos sólidos y el aumento en el impacto ambiental. Proponiendo así una nueva solución para los empaques derivados del plástico y en cambio optar por opciones más sostenibles.

Además de proponer un material donde dicho empaque pueda ser reutilizado para un segundo o más usos diferentes, dependiendo de las necesidades personales del usuario, reduciendo así los empaques de un solo uso y aumentando el ciclo de vida del producto aumentando la versatilidad de este, dando así un segundo valor agregado adicional.

IV. OBJETIVOS

A. General

Diseñar y desarrollar empaques biodegradables a base de fibra de cáscara de piña, como solución a empaques no renovables, dirigido a utensilios biodegradables.

B. Específicos

1. Analizar e implementar el proceso de fabricación del material biodegradable a base de fibra de cáscara de piña, utilizando estudios e investigaciones previas de dicha materia prima para definir los requerimientos de calidad.
2. Mejorar las características de la materia prima por medio de pruebas y procesos naturales y químicos para evaluar su desempeño de resistencia.
3. Diseñar y prototipar un de empaque que cumpla con los requerimientos de calidad y estética del mercado.

V. MARCO TEORICO

A. Consecuencias de los desechos sólidos

Los desechos sólidos se consideran como contaminantes, los cuales se generan por el ser humano en el transcurso diario y que conllevan a factores los cuales afectan a los distintos ecosistemas debido al mal manejo de estos. En su mayoría esto es a causa de la falta de conciencia a las consecuencias que esto conlleva a futuro y la falta de soluciones a este problema. La gestión inadecuada de los desechos sólidos son una de las causas principales de problemas ambientales, salud, desastres naturales y daño a los ecosistemas. Por ejemplo, contaminación de los océanos, inundaciones, problemas de salud respiratoria, consumo de desperdicios en animales, entre otros (Mayorga, 2021, p. 150).

B. Materiales no renovables y agentes contaminantes

El ingreso de sustancias y materiales nocivos en un entorno son causas de la contaminación en el entorno, los cuales se producen a consecuencia del desarrollo industrial de maneras físicas, químicas y biológicas (Mayorga, 2021, p. 151). Estos provienen de productos sintéticos y químicos los cuales no son de carácter sostenible y renovable lo cual, genera un desequilibrio en el medio ambiente y entornos naturales.

1. Contaminantes químicos

Productos tóxicos producidos por industrias químicas, como por ejemplo ácidos, disolventes, plásticos, materiales derivados del petróleo y pesticidas (Mayorga, 2021, p. 151).

2. Contaminantes biológicos

Estos son provocados por la descomposición y fermentación de desechos como papel, desperdicios de fábricas o los desagües (Mayorga, 2021, p. 151).

C. Materiales Biodegradables

Los materiales biodegradables son aquellos que se pueden descomponer de manera natural por microorganismos debido a que no contienen ni dejan residuos tóxicos para el medio ambiente. (Plasticol, 2023). Estos materiales se enfocan para gestionar en su mayoría residuos agrícolas y emplearlos en diferentes industrias como, por ejemplo, embalajes, textiles y plásticos (Bioresource Technology, 2024).

De esta manera, en procesos de producción para generar productos, al utilizar materiales biodegradables genera un valor agregado al mismo e igualmente favorece la reducción de los desechos sólidos.

1. Tipos de materiales biodegradables

a. Fibra de cáscara de piña

Residuo de la cáscara externa de la piña después de su consumo. Se utiliza como materia prima en forma de pulpa en un proceso de mezcla junto con otros materiales para producir material biodegradable para la manufactura del papel utilizando este material como elemento principal.

b. Papel y Cartón

Pasta de fibras de celulosa y agua fabricado de forma industrial o artesanal para diversos usos comerciales, el cual puede degradarse entre 2 a 6 meses (Plasticol, 2023).

c. Fibra de coco

Fibra de la cáscara de coco, se utiliza en diversas aplicaciones debido a su versatilidad y se biodegrada en un periodo de 6 meses a 1 año (Plasticol, 2023).

d. Cáscara de banano

La cáscara de banano se utiliza en la fabricación de biomateriales debido a su alta cantidad en fibra, proteínas y aminoácidos los cuales sirven como refuerzo en diferentes aplicaciones (Cubilla, 2019, p. 17).

D. Empaques

Los empaques se clasifican en 3 categorías principales.

1. Empaque primario

Primera capa que protege al producto de forma directa para preservar la integridad del producto. (Plasticol, 2023).

2. Empaque secundario

Empaque que tiene como objetivo proteger varias unidades del empaque primario, se enfoca principalmente en la logística y distribución. (Plasticol, 2023).

3. Empaque terciario

Tiene como función proteger grandes unidades de productos en el proceso de distribución y almacenamiento. (Plasticol, 2023).

VI. METODOLOGÍA

Etapa 1: proceso de fabricación de biomaterial a base de fibra de cáscara de piña

En la primera etapa se llevará a cabo el proceso de fabricación del material tomando como materia prima la fibra de cáscara de piña y procesos de investigaciones anteriores.

Para esto se desarrollará el siguiente proceso:

1. La cáscara de piña se corta en trozos pequeños y se deja secar al aire libre para luego pesarla.
2. Hervir la cáscara en un litro de agua por un periodo de diez minutos
3. Dejar enfriar hasta alcanzar los 88 grados Celsius.
4. La cáscara se licua junto con 350 mililitros de agua durante 5 minutos.
5. Luego se cuela la mezcla obtenida para extraer el agua restante
6. Posteriormente la fibra se esparce uniformemente en un bastidor y se deja drenar el agua.
7. Se coloca un paño absorbente y por último se deja secar al aire libre por tres días (Caty Fanny, 2022).

Etapa 2: reforzamiento natural y químico

En la segunda etapa, se realizarán diferentes pruebas añadiendo materiales naturales y químicos al material previamente realizado para reforzar propiedades físicas, para así ofrecer un valor agregado a dicho material. Se realizarán tanto de carácter natural como otra de carácter químico para luego realizar pruebas de resistencia y flexibilidad en cada una de ellas y así evaluar los resultados de estas en cada etapa.

1. Método Natural

Almidón de maíz

Este es un polímero natural el cual mejora las propiedades físicas de resistencia, impermeabilidad y absorción de líquidos, funciona en forma de aglutinante al cocinarlo en agua para después aplicarlo en forma de capas al material como recubrimiento (Maurer, 2009).

2. Método químico

Alcohol polivinílico (PVA)/ cola blanca

Polímero sintético no tóxico, el cual forma una capa fina transparente al secarse, esta mejora la flexibilidad, adhesión e impermeabilidad, se aplicará de manera proporcional al material integrando la cola blanca de manera que se forme una mezcla homogénea (Telrandhe, 2024).

Etapa 3: evaluación de resultados y determinación final de material

En la tercera etapa, se determinará el material definitivo en base a evaluaciones las cuales, consisten en mejorar las pruebas de reforzamiento natural y químico realizadas en la etapa 2, También en conjunto se estará iniciando el proceso de diseño de la forma de un empaque de acuerdo con los parámetros de flexibilidad, grosor y gramaje obtenidos.

Dichos parámetros se evaluarán por medio de diferentes pruebas, en las cuales se enfocarán en medir cantidades de fibra de cáscara de piña, junto con los materiales de reforzamiento con cola blanca, realizando así el proceso de elaboración del material para después, medir su flexibilidad, gramaje, dureza y consistencia hasta encontrar un material óptimo que se adapte a las condiciones de un empaque estándar.

En conjunto con el material se elaborará un troquel de 25 centímetros de alto, 10 centímetros de ancho y 3 centímetros de grosor, medidas base que se tomaron en cuenta al medir utensilios biodegradables ya existentes en el mercado, el troquel se elaborará en un programa de mockups de empaques comerciales como “pacdora” el cual nos permite realizar un troquel a escala real, cumpliendo con los estándares de empaques en el mercado y óptimos que encajen con las características del material de fibra de cáscara de piña.

El troquel se implementará como plantilla de corte en papel, para evaluar si las cantidades utilizadas de fibra de cáscara de piña y el material de reforzamiento seleccionado son suficientes para generar la forma, grosor y gramaje del empaque que se quiere llevar a cabo.

Además, se implementará un método de acabado natural que mejoré las características estéticas y físicas del material, tomando como base los materiales a utilizar en la etapa 2, dando como resultado un barniz natural en el cual se utiliza 2 cucharadas de almidón de maíz, 2 cucharaditas de glicerina vegetal y vinagre blanco en conjunto con 8 cucharadas de agua a temperatura ambiente. El cual al implementar todos los ingredientes calentándolos a fuego bajo resulta en un aglutinante que, al secarse forma un acabado satinado mate en conjunto con un material más uniforme y pulido (Todos Somos Reciclaje, 2024).

Etapa 4: prototipado y diseño del empaque

En esta etapa se realizará el proceso de diseño, como primer paso se hará un moodboard digital en el cual se investigarán los empaques de bagazo ya existentes en el mercado, seguido de propuestas de bocetos a mano proponiendo la estética y forma final del empaque, Al igual que la elaboración de renders en programas de modelado 3D como “Autodesk fusión 360”, “Blender 4.3” en conjunto con muckups digitales ortogonales e isométricos en softwares de material como “Pacdora” (Pacdora,2025)

Finalmente se procederá a elaborar prototipos de baja y alta fidelidad, los cuales utilizarán como base el troquel elaborado anteriormente en las pruebas de reforzamiento, y prototipos físicos con el material final óptimo de fibra de cáscara de piña. Además de los prototipos se hará una etiqueta con el nombre del producto elaborado de manera 2D en softwares de ilustración como “Adobe Illustrator 2025” e impresos para un mejor acabado y presentación que describa el valor del empaque.

Etapa 5: validación del empaque en el mercado

En la última etapa se llevará a cabo la validación del material y empaque final, por medio de una encuesta de Google forms (*Ver anexo 1*) a diferentes usuarios de manera anónima para validar con el cumplimiento de las características de calidad del producto final en el mercado tanto del material como del diseño.

La encuesta constará de 2 secciones principales, en la primera sección se validará la propuesta del material en los aspectos de apariencia y propuesta de valor, En la segunda sección se evaluará la propuesta de diseño del empaque elaborado con la fibra de cáscara de piña en la cual se validará el aspecto, precio, forma del empaque, entre otros.

VII. PLAN DE TRABAJO

Actividad	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	ETAPA 4	ETAPA 5
	28 julio - 15 agosto	15 agosto - 1 de septiembre	1 septiembre - 22 septiembre	22 septiembre - 13 octubre	13 octubre - 14 noviembre
<i>Proceso de fabricación del biomaterial</i>					
<i>Reforzamiento natural y químico</i>					
<i>Evaluación final de resultados y determinación final de método de reforzamiento</i>					
<i>Proceso de diseño de empaque</i>					
<i>Desarrollo de prototipos de baja y alta fidelidad.</i>					
<i>Pruebas de fabricación del empaque final y validación de funcionalidad y calidad del prototipo final.</i>					

VIII. RESULTADOS

Etapa 1: proceso de fabricación de biomaterial a base de fibra de cáscara de piña

Como primera etapa se realizó el proceso de fabricación del biomaterial utilizando únicamente la materia prima, en este caso la fibra de cáscara de piña, asimismo este proceso se realizó tomando como base investigaciones anteriores de procesos de fabricación de biomateriales.

El proceso que se desarrolló fue el siguiente:

Se cortó la cáscara de piña en trozos pequeños y se procedió a medirla en una báscula pesando así un total de 800 gramos de cáscara de piña en total.

Figura 1

Cáscara de piña cortada



Nota: 800 gramos de cáscara de piña cortada en trozos pequeños y pesada.

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se procedió a hervir la cáscara en un litro de agua (1 L) por un periodo de 10 minutos y se dejó enfriar hasta alcanzar los 88 grados centígrados (88 °C).

Figura 2

Cáscara de piña hervida



Nota: 800 gramos de cáscara de piña cortada en trozos pequeños y pesada.

Fuente: Elaboración propia

Con la cáscara en la temperatura adecuada se licuó junto con 350 mililitros (350 mL) de agua durante 5 minutos y se procedió a colar la mezcla obtenida para extraer el exceso de agua.

Figura 3

Fibra de cáscara de piña



Nota: Mezcla obtenida después de extraer el exceso de agua.

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente se procedió a extraer todo el exceso de agua de manera manual, obteniendo así solo la base del material conformado totalmente por la fibra de cáscara de piña, para después pesarla nuevamente en la báscula dando un total de 300 gramos netos (300 g).

Figura 4

Fibra natural final



Nota: Resultado final de la fibra de cáscara de piña.

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, ya obtenida la fibra se procedió a esparcirla uniformemente en un bastidor rectangular de 60 por 40 centímetros y se dejó secar al aire libre por 3 días.

Figura 5

Fibra aplicada en bastidor de madera



Nota: Fibra de cáscara de piña esparcida uniformemente en un bastidor.

Fuente: Elaboración propia

Etapa 2: reforzamiento natural y químico

Debido a que el material del resultado anterior resultó ser poco compacto además de tener poca flexibilidad, se realizaron pruebas de reforzamiento añadiendo materiales naturales y químicos, esto con el fin de reforzar las características físicas del material. Para esto se propusieron distintos materiales los cuales se añadieron en conjunto con el proceso realizado anteriormente, de manera que el mismo fuera añadido de manera efectiva y simple.

Para esto como primer paso se realizó el reforzamiento con el método natural, el cual fue realizado con almidón de maíz, este es un polímero natural que mejora las propiedades físicas de resistencia, impermeabilidad y absorción de líquidos, en forma de aglutinante.

1. Método natural: almidón de maíz

Para realizar el reforzamiento del material, se utilizó $\frac{1}{4}$ de taza de almidón de maíz y $\frac{1}{2}$ taza de agua a temperatura ambiente, así como 400 gramos (400 g) de cáscara de piña previamente hervida en un litro de agua (1 L) por 10 minutos, licuada junto con 350 mililitros de agua (350 mL) y se coló por 5 minutos para posteriormente dejarla reposar con un poco de agua como excedente.

Figura 6

$\frac{1}{4}$ de taza de almidón de maíz y $\frac{1}{2}$ taza de agua



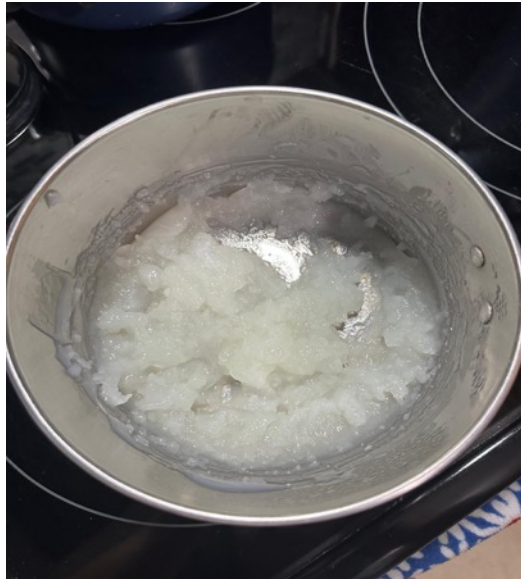
Nota: Representación de cantidades utilizadas de almidón de maíz y agua a temperatura ambiente.

Fuente: Elaboración propia

Para reforzar la fibra de cáscara de piña, se preparó el almidón de maíz junto con el agua a temperatura ambiente hasta formar una mezcla homogénea, posteriormente en una taza de agua hirviendo se agregó la mezcla realizada previamente y se revolvió hasta consumir el agua restante, formando así un aglutinante homogéneo.

Figura 7

Mezcla final de almidón de maíz



Nota: Se muestra la mezcla de almidón de maíz homogénea.

Fuente: Elaboración propia

Ya obtenido el aglutinante de almidón de maíz, se procedió a adherirlo al material de 400 gramos de cáscara de piña realizada previamente hasta formar una mezcla homogénea consistente.

Figura 8

Mezcla de fibra de cáscara de piña con almidón de maíz



Nota: Mezcla final obtenida homogénea de fibra de cáscara de piña junto al almidón de maíz.

Fuente: Elaboración propia

2. Método químico: alcohol polivinílico (PVA)/ cola blanca

Con el fin de proporcionar un método químico de reforzamiento a la fibra de cáscara de piña se procedió a reforzar dicho material con alcohol polivinílico (PVA) más bien conocido como cola blanca. Este material se caracteriza por ser un polímero no tóxico el cual mejora la adhesión, flexibilidad y permeabilidad del material formando una capa fina transparente sobre el mismo.

Para reforzar la fibra de cáscara de piña se utilizó $\frac{1}{4}$ de taza de cola blanca no tóxica y 400 gramos de cáscara de piña previamente hervida en un litro de agua (1 L) por 10 minutos para posteriormente licuada junto con 350 mililitros de agua (350 mL) y exprimida por 5 minutos para posteriormente dejarla reposar con un poco de agua como excedente.

Con los 2 materiales obtenidos se procedió a mezclar los 400 gramos de cáscara de piña (400 g) junto con el $\frac{1}{4}$ de taza de cola blanca hasta formar una mezcla consistente.

Figura 9

Mezcla de fibra de cáscara de piña con cola blanca



Nota: Mezcla final obtenida homogénea de fibra de cáscara de piña junto al almidón de maíz.

Fuente: Elaboración propia

Como último paso, ya teniendo las 2 fibras de cáscara de piña junto con los materiales de reforzamiento se procedió a esparcirlos uniformemente en un bastidor de 40 x 60 centímetros dividido a la mitad siendo así, una mitad para cada material de reforzamiento la cual se dejó secar al aire libre por 3 días.

Figura 10

Bastidor con materiales de reforzamiento



Nota: Bastidor de madera junto a los dos materiales de reforzamiento realizados.

Fuente: Elaboración propia

Etapa 3: evaluación de resultados y determinación final de material

Para la elaboración final se determinó el material a base de cáscara de piña con reforzamiento de alcohol polivinílico (PVA)/ cola blanca no tóxica.

Ya definido el método de reforzamiento definitivo se realizaron varias evaluaciones de secado, resistencia y flexibilidad finales, con el fin de que el material se adapte al troquel de empaque diseñado en el software paccora con las siguientes dimensiones, 25 centímetros de alto, 10 centímetros de ancho y 3 centímetros de grosor. Este fue impreso a escala real como prototipo de baja fidelidad en papel para utilizarlo como plantilla, con el objetivo de darle forma al material en las diferentes evaluaciones.

Evaluación 1

En base a los resultados obtenidos en la etapa 2, se realizaron mejoras en el proceso de reforzamiento del material, la primera evaluación de mejora que se realizó fue con el fin de aumentar el proceso de secado del material para aumentar la resistencia y flexibilidad de manera óptima, tomando en cuenta los procesos de reforzamiento anteriores.

Para esto se utilizó 400 gramos de fibra de cáscara de piña previamente secada al aire libre 3 días y se procedió a agregar $\frac{1}{4}$ de taza de cola blanca junto con 3 cucharadas de agua a temperatura ambiente, añadiendo dicho material en conjunto de manera progresiva hasta lograr una mezcla homogénea. (*Ver anexo 2*)

Como resultado se obtuvo un material deshidratado y compacto el cual no era adecuado conforme a las características deseadas para el desarrollo del empaque.

Figura 11

Material evaluación 1



Nota: Se muestra el resultado final del material en la evaluación 1.

Fuente: Elaboración propia

Evaluación 2

En la evaluación 2 se elaboró un troquel con la forma del empaque a realizar (*Ver anexo 3*) y se tomó de base para evaluar si el material era apto para la forma del empaque en conjunto con el fin de mejorar aún más la flexibilidad y cantidad de este, conforme a las dimensiones del troquel elaborado previamente a escala real.

Para el procedimiento se utilizó 1200 gramos (1200 g) de fibra de cáscara de piña previamente dejándola secar 12 horas al aire libre, asimismo, 1 taza de goma blanca y $\frac{1}{2}$ taza de agua a temperatura ambiente, el agua y la goma se añadieron de manera constante integrándolo a la vez con la fibra de cáscara de piña por partes hasta lograr una mezcla homogénea.

Posteriormente se procedió a esparcir la fibra ya integrada en una superficie plana tomando como base la forma del troquel realizado previamente (*Ver anexo 3*) y se dejó al aire libre hasta secarse totalmente. Como resultado el material mejoro su flexibilidad, sin embargo, la cantidad de material no fue suficiente para el grosor y tamaño del empaque.

Figura 12

Material evaluación 2



Nota: Se muestra el resultado final del material en la evaluación 2.

Fuente: Elaboración propia

Evaluación 3

En la tercera evaluación se procedió a aumentar la cantidad de material en comparación a la evaluación 2, para esto se utilizaron 1600 gramos (1600 g) de fibra de cáscara de piña la cual en el proceso se aumentó el tiempo de cocción a una hora en conjunto con 2 litros de agua (2 L).

Posteriormente se procedió a agregar 1 taza y media de goma blanca y $\frac{1}{4}$ de taza de agua a temperatura ambiente, los cuales se agregaron junto con la fibra revolviendo constantemente hasta lograr una mezcla homogénea. Luego se procedió a dejarla secar por un día al aire libre, después del periodo de secado se le dio la forma del empaque en base a las dimensiones y forma del troquel usado anteriormente. (*Ver anexo 4*).

Así mismo para un mejor acabado final se desarrolló un barniz natural en el cual se utilizó almidón de maíz, glicerina vegetal y vinagre blanco en conjunto con agua a temperatura ambiente. Este resultó en un acabado satinado mate en el empaque en conjunto con un material más uniforme y pulido (Todos Somos Reciclaje, 2024).

Etapa 4: prototipado y diseño del empaque

Para el desarrollo del diseño, prototipado y fabricación del empaque a base de fibra de cáscara de piña, como primer paso se desarrolló un concepto el cual su estética y valor está basada en empaques de fibra y bagazo natural, para esto como primer paso se desarrolló un moodboard en la página web “Canva” para evaluar los productos similares en el mercado (*Ver anexo 5*).

En base a el moodboard se desarrolló el proceso de bocetaje a mano realizando diferentes propuestas de diseño de forma y características finales del empaque. (*Ver anexo 6*)

En conjunto con los bocetos a mano realizados previamente, y el troquel a escala real que se utilizó en las diferentes evaluaciones de reforzamiento. (*Ver anexo 3*) Se desarrollaron renders 3D en el software de modelado 3D de “Pacdora” con diferentes vistas digitales del producto final tanto ortogonales como isométricas, asimismo implementando una imagen digital del material de fibra de cáscara de piña en dichos renders para visualizarlos de mejor manera. (*Ver anexo 7*)

Ya realizado el troquel de manera digital se procedió a hacer los planos técnicos mostrando las dimensiones del empaque desplegado por medio del programa “Adobe Illustrator 2025” tanto de alto como de ancho y grosor, en conjunto con las líneas de corte, doblez y seguridad de este, así como guías base de fabricación. (*Ver anexo 3*) Asimismo, se diseñó una etiqueta informativa en este mismo programa la cual describiera el producto dentro del empaque, nombre y cantidad, así como otra información relevante sobre el material y cuidado del producto, también se implementó un sobre de papel Kraft con las dimensiones de 11.7 centímetros de alto y 8.5 centímetros de ancho. El cual contiene los utensilios biodegradables para un mejor manejo de estos, por último, en el empaque se añadió un detalle con cordón de yute y 2 botones de madera para mayor cierre y estética. (*Ver anexo 11*)

La etiqueta se procedió a imprimir en escala real en papel adhesivo con las dimensiones de 13 centímetros de alto y 8 centímetros de ancho. La cual se implementó en el prototipo final de alta fidelidad. (*Ver anexo 8*)

Figura 13

Prototipo final con etiqueta y contenido



Nota: Se muestra el prototipo final con su etiqueta e información correspondiente

Fuente: Elaboración propia

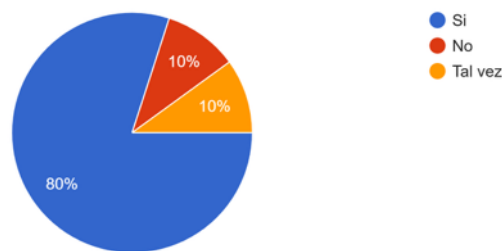
Etapa 5: validación del empaque en el mercado

Con el diseño del empaque ya realizado se procedió a validar los diferentes aspectos del producto entre ellos el diseño, funcionalidad, material, entre otros, por medio de una encuesta en Google Forms. (Ver anexo 1) En conjunto se reunieron respuestas de 10 usuarios anónimos aleatoriamente. La encuesta se realizó con 3 secciones principales, siendo la primera una introducción del producto y biomaterial que se busca validar, en la segunda sección preguntas con respecto al biomaterial de cáscara de piña las cuales fueron las siguientes, en conjunto con estos resultados.

Figura 14

Disposición de compra de empaques de bagazo en productos

¿Estarías dispuesto a obtener empaques biodegradables de bagazo en la compra de tus productos?
10 respuestas



Nota: El diagrama muestra los porcentajes de usuarios dispuestos a obtener empaques de bagazo.

Fuente: Elaboración propia

Figura 15

Conocimiento acerca de los empaques biodegradables

¿Qué conoces tú acerca de los empaques biodegradables?

10 respuestas

Que son un gran aporte para apoyar a reducir la contaminación ambiental
Son buenos para el medioambiente y también reducen desechos.
no
Se descomponen naturalmente sin dejar residuos nocivos como los envases de plástico.
Toman menos tiempo en disolverse y dañan menos a la naturaleza.
Que se pueden reciclar y son buenos para el medio ambiente
Que son buenos para el medio ambiente, contrario al plástico.
Son realizados a base de materiales orgánicos que se descomponen naturalmente.
Son biodegradables y más saludables al medio ambiente que otros empaques convencionales

Nota: Comentarios resultantes acerca del conocimiento de los empaques biodegradables.

Fuente: Elaboración propia

Figura 16

Consideraciones importantes sobre un empaque a base de bagazo

¿Qué aspectos consideras importantes que debería de tener un empaque biodegradable a base de bagazo?

10 respuestas

Que sea cómodo de utilizar
Resistencia.
hermético.
Mantenerse a si mismo y al producto que contiene en buen estado por lo menos durante su tiempo de vigencia.
Ser lo suficiente mente resistente para aguantar líquidos y temperaturas altas.
Reciclaje y que se degrade rapido
Buena presentación, utilidad y que en efecto sea lo más amigable al medio ambiente posible.
Funcional y resistente
Que no se desintegre (saque biruta o polvo)

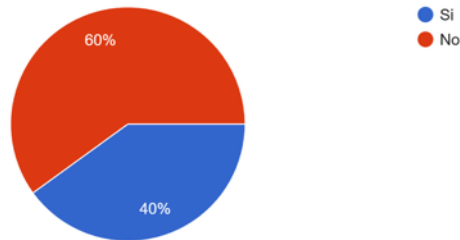
Nota: Comentarios resultantes acerca de las consideraciones acerca de un empaque a base de bagazo.

Fuente: Elaboración propia

Figura 17

Oportunidad de adquisición de empaques o productos biodegradables

¿Haz tenido oportunidad de adquirir empaques o productos con materiales biodegradables?
10 respuestas



Nota: El diagrama muestra los porcentajes de usuarios que han tenido oportunidad de adquirir empaques o productos de bagazo.

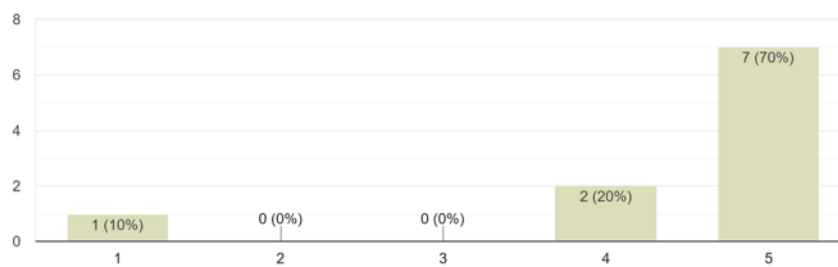
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente sección se validó el diseño y las características del empaque realizado con preguntas sobre el valor, características, aspecto, precio y valor sostenible. En las cuales se obtuvieron los siguientes resultados.

Figura 18

Valor de una propuesta sostenible

¿Qué tanto valoras una propuesta sostenible en un empaque?
10 respuestas



Nota: El encuadre muestra los porcentajes de menor a mayor sobre la importancia de una propuesta sostenible.

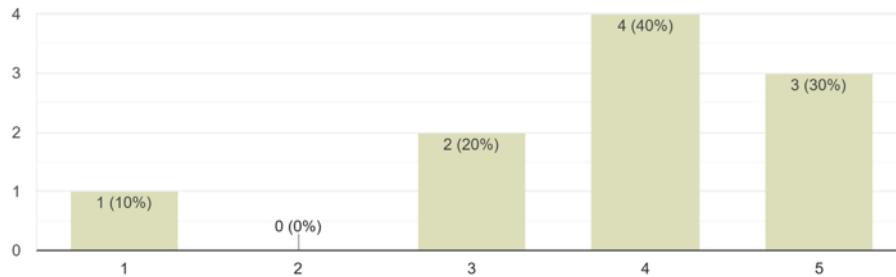
Fuente: Elaboración propia

Figura 19

Aspecto de diseño del empaque

¿Como valoras el aspecto de diseño de la propuesta del empaque?

10 respuestas



Nota: El encuadre muestra los porcentajes de menor a mayor sobre el aspecto de la propuesta del empaque.

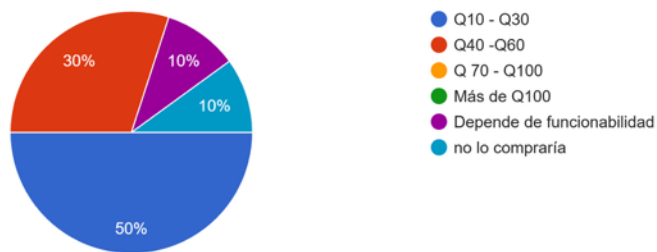
Fuente: Elaboración propia

Figura 20

Disposición de precio

¿Cuanto estarías dispuesto a pagar por un empaque biodegradable?

10 respuestas



Nota: El diagrama muestra los porcentajes de los usuarios en base al precio de disposición del empaque.

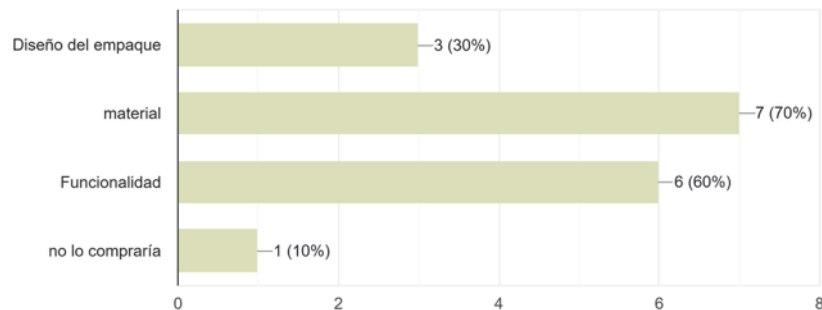
Fuente: Elaboración propia

Figura 21

Disposición de características físicas

¿Qué característica del empaque te resultó más atractiva?

10 respuestas



Nota: El encuadre muestra las características físicas del empaque más atractiva para los usuarios.

Fuente: Elaboración propia

Figura 22

Sugerencias

¿Tienes alguna sugerencia o aspecto a mejorar?

4 respuestas

Mejorar cierre

Por el diseño simple y contraste del material no se notan los detalles.

Estetico

Incluir tamaños/dimensiones

Nota: Se muestran las sugerencias a mejorar por parte de los usuarios.

Fuente: Elaboración propia

IX. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al inicio del desarrollo de este proyecto se buscaba realizar un empaque con un biomaterial a base de fibra de cáscara de piña, tomando como referencia investigaciones anteriores. De esta manera también se buscaba que el biomaterial de dicho empaque fuera óptimo en términos de flexibilidad, aspecto y durabilidad con el fin de cumplir los estándares de calidad y valor a dicho producto en el mercado.

Los resultados de la primera fase, tuvieron como objetivo desarrollar el biomaterial a base de fibra de cáscara de piña completamente natural, El cual se realizó a partir del proceso de corte, hervido, colado y secado del material, se obtuvo como resultado un material deshidratado, poco compacto y rígido el cual al no tener ningún método de soporte o reforzamiento conforme los 3 días de secado, se fue des compactando lentamente a medida que la humedad de dicho material fue disminuyendo, dando como resultado un material poco óptimo para el desarrollo del empaque. (*Ver anexo 9*)

Esta fase tuvo la finalidad de comprobar si el material era apto por sí mismo desarrollando un proceso completamente natural sin ningún tipo de aditivo o reforzamiento adicional, sin embargo, al no obtener un resultado satisfactorio se procedió a desarrollar la segunda fase, la cual consistió en desarrollar el proceso anterior implementando un material de reforzamiento tanto natural como uno químico, el cual mejorará las propiedades físicas del material en términos de flexibilidad, resistencia y que fuera compacto.

Como resultado en el proceso de reforzamiento natural, en el cual se utilizó almidón de maíz se obtuvo un material con exceso de humedad y poco homogéneo, a pesar de que el tiempo de secado fue de 3 días, este no fue suficiente para secarlo completamente como consecuencia de esto, al material le surgió una capa de moho a lo largo de toda la superficie. Lo cual no lo volvió apto para el desarrollo del producto. (*Ver anexo 10*)

Para el segundo método de reforzamiento se llevó a cabo el implementar alcohol polivinílico (PVA) más bien conocido como cola blanca, el cual es conocido por su flexibilidad y capacidad de compacto al secar formando una película transparente y flexible, este se implementó a la fibra previamente colada dejando un excedente mínimo de agua, la cual aclaró e integró de manera homogénea todo el material, este después de 3 días de secado al aire libre la humedad permaneció en toda la superficie del material hasta formar moho en la superficie. El cual no fue apto para el desarrollo del material, sin embargo, fue la que obtuvo mejores resultados en términos de flexibilidad y capacidad de compacto. (*Ver anexo 10*)

Debido a esto se determinó que la cola blanca sería el material elegido como método de reforzamiento, pero debido al resultado deficiente, en el desarrollo de la tercera fase se realizaron 3 evaluaciones en las cuales se buscó mejorar la flexibilidad, compactación, resistencia y aspecto de la fibra. En la primera evaluación se hicieron cambios en el procedimiento con base en las cantidades y secado del material.

Para esto se utilizó una muestra de 400 gramos de piña completamente seca, con el fin de evitar el moho y ½ taza de goma para evitar el exceso de humedad. Esto dio como resultado un material compacto y completamente seco, en el cual se logró evitar el moho completamente, sin embargo, el material aún no era lo suficientemente flexible y compacto como para aplicarlo a un empaque. (*Ver figura 10*) Por lo tanto, en la evaluación 2 se buscó mejorar dichos aspectos deficientes, así como la cantidad en comparación a la evaluación 1, para esto la fibra utilizada se secó de manera parcial y posteriormente se integró con más cantidad de cola blanca, esta vez 1 taza y ½ taza de agua, al lograr una mezcla homogénea se esparció uniformemente y se dejó secar. Los cambios realizados en esta evaluación dieron como resultado un material compacto, con buena flexibilidad y mayor cantidad de material. (*Ver figura 11*)

Se realizó una tercera evaluación debido a que la cantidad de material y la flexibilidad de este aún no eran suficientes para lograr un material óptimo, por lo cual se aumentó aún más la cantidad de fibra y cola blanca, como resultado el material logró obtener la flexibilidad y cantidad adecuada para elaborar el empaque.

Al haber obtenido el material óptimo, se procedió a darle forma al material según el troquel realizado anteriormente utilizando el mismo como plantilla de recorte, luego se procedía a doblar y armar el empaque conforme los cortes y dobleces establecidos logrando así la forma del empaque final. (*Ver figura 12*) Para finalizar se realizó el barniz natural para un acabado más fino y pulido.

Luego en conjunto con el proceso de diseño se procedió a realizar la etiqueta final y el sobre de papel Kraft para los utensilios biodegradables en base a las dimensiones del empaque, la etiqueta se imprimió en papel adhesivo dando como resultado un empaque óptimo de utensilios desechables en conjunto con un cordón de yute para mayor seguridad de cierre y estética. (*Ver anexo 11*) Por último, se validó por medio de una encuesta el material y el diseño con un total de 10 personas anónimas en un cuestionario de Google Forms. (*Ver anexo 1*)

En la primera sección se validó el material con un total de 5 preguntas, en la primera pregunta acerca de la disposición de compra de empaques de bagazo en productos, el 80% de los encuestados sí estuvieron dispuestos a obtener empaques de bagazo en sus productos, mientras que el 20% no estuvieron dispuestos o no seguros de ello. (*Ver figura 13*) En la siguiente pregunta se evaluó que tanta información tenían los encuestados acerca de los empaques biodegradables, en la cual se basaba en el buen impacto que tenían en el medio ambiente también acerca de que son reciclables y tardan menos tiempo en degradarse que los empaques convencionales. (*Ver figura 14*)

Luego se preguntó acerca de los aspectos importantes a considerar en un empaque a base de bagazo, las cuales se enfocaron en la resistencia del material, así también que sea funcional y cómodo de utilizar. (*Ver figura 15*) Por último, se cuestionó si los usuarios habían tenido la oportunidad de adquirir empaques o productos biodegradables, a lo cual el 40 % dio una respuesta positiva mientras que el 60 % una negativa, a los encuestados que dieron una respuesta positiva describieron su experiencia con utensilios y pajillas de plástico de bambú o que en el empaque comenta que son biodegradables, pero no se está seguro de si es verídico o no el que los productos lo sean en realidad. (*Ver figura 16*)

Finalmente, en la primera sección de resultados de la encuesta acerca del material, los resultados que se concluyeron fueron que el 80 % de los encuestados estaban interesados en un empaque biodegradable a base de bagazo, el cual fuera resistente, conveniente y de buena calidad al utilizarlo.

En la segunda sección de la encuesta, se enfocó a validar el diseño del empaque, por lo cual en la primera pregunta 7 de 10 encuestados valora una propuesta sostenible en un empaque. En cuanto al diseño de este 7 de 10 encuestados valoró positivamente el diseño mientras que los encuestados restantes no le dieron importancia significativa al mismo. (*Ver figura 18*)

En cuanto a el precio que se está dispuesto a pagar la mitad de los encuestados respondió en un rango de 10 a 30 quetzales por cada uno, el 30 % de ellos entre 40 a 60 quetzales y el resto depende entre la funcionalidad del empaque o no está interesado en comprar el producto. (*Ver figura 19*). El costo del empaque evaluado en base a los materiales es de 60 quetzales por unidad, por lo cual, en base a los resultados obtenidos, un 30 % de los usuarios estaría dispuesto a adquirir el producto.

Finalmente, en base a estos resultados se concluye que, si se está dispuesto en un 70 % de los usuarios en comprar un empaque biodegradable como el propuesto, al igual que se le da una importancia significativa al mismo. A su vez se le da gran importancia a la funcionalidad y practicidad del empaque, como también el mantener la propiedad importante de biodegradación después de su uso.

X. CONCLUSIONES

Al implementar y desarrollar el proceso de fabricación del material biodegradable a base de fibra de cáscara de piña, se concluyó que al implementar un material de reforzamiento como la cola blanca de manera abundante y homogénea se obtiene un material flexible y compacto óptimo para un empaque biodegradable.

Mediante las pruebas de evaluación de reforzamiento, se concluyó que es necesario evaluar las cantidades y propiedades de cada material a utilizar en cada una de las pruebas para mejorar el desempeño tanto de resistencia como de flexibilidad para así, obtener un resultado de calidad.

Como resultado del proceso de diseño y fabricación, se concluye que el desarrollo del empaque a base de fibra de cáscara de piña es óptimo y cumple con las características físicas y de calidad estética del mercado.

XI. RECOMENDACIONES

Para producir un empaque que mejore su capacidad de biodegradarse, se recomienda investigar un remplazo de uno o más materiales de reforzamiento de carácter natural adicional la goma blanca.

Se recomienda usar el método de secado en horno, además del secado al aire libre para verificar si dicho método es más efectivo y eficiente para acelerar el tiempo de secado de este, manteniendo así también propiedades óptimas de flexibilidad y resistencia.

Se recomienda previamente a realizar el proceso de fabricación del material biodegradable, investigar exhaustivamente las propiedades y características que se quieren lograr, así como el funcionamiento y reacciones naturales que se pueden llegar a tener durante el desarrollo del proceso y fabricación.

Durante el periodo de evaluaciones y pruebas de reforzamiento del material, se recomienda realizar varias pruebas con diferentes cantidades de cada uno de los materiales necesarios, así como evaluar constantemente según los resultados el tiempo de secado.

En el periodo de cocción de la cáscara de piña se recomienda un tiempo de mínimo una hora para que la textura de la cáscara este lo suficientemente blanda para obtener como resultado una fibra más fina y compacta a la hora del secado.

Antes de comenzar el desarrollo del material, se recomienda realizar una validación en la cual se encueste a usuarios anónimos acerca del material y producto a desarrollar, para evaluar si dicho producto y material es viable para el mercado.

Se recomienda proporcionar de manera adecuada los ingredientes a utilizar en el barniz natural, así como aplicarlo en forma de capas finas para un acabado pulido y fino con el fin de no afectar el aspecto final del empaque.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- Caty Fanny. (7 de julio de 2022). *OBTENCIÓN DE PAPEL ORGÁNICO A BASE DE CÁSCARA DE PIÑA* [Archivo de Video]. Youtube.
<https://www.youtube.com/watch?v=fBylixtapv8>
- Cubilla et al. (2019). Fibra de coco y cáscara de plátano como alternativa para la elaboración de material biodegradable. *Revista de iniciación científica*, 5(2), 17.
- Grupo Banco Mundial. (20 de septiembre de 2018). *Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos*.
<https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
- Maurer, H. W. (2009). Starch in the paper industry. In *Starch* (pp. 657-713). Academic Press.
- Mayorga et al. (2021). Efectos de la contaminación ambiental producidos por los desechos sólidos. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 5(38), 150-151.
- Pacdora. (2025). <https://www.pacdora.com/es/dielines-detail/custom-dimensions-tuck-end-box-variations-round-lock-mortiselock-boxes-dieline-110080?id=50672938>
- Plasticol. (2023). *Materiales biodegradables: qué son, características y ejemplos*.
<https://plasticol.es/ejemplos-materiales-biodegradables/>
- Rodríguez, J. (2023). Análisis de la generación de desechos sólidos en Guatemala. *Análisis de la Realidad Nacional*, 12(252), 46.
- Sheer et al. (2024). Trends and social aspects in the management and conversion of agricultural residues into valuable resources: a comprehensive approach to counter environmental degradation, food security, and climate change. *Bioresource Technology*, 394, 130258.

Telrandhe, S. (25 de noviembre de 2024). Uses of polyvinyl alcohol (PVA) in manufacturing and construction. *Sakshi Chem Sciences Pvt. Ltd.*
<https://www.sakshichemsciences.com/uses-of-polyvinyl-alcohol/#4-pva-in-papermaking>

Todos Somos Reciclaje. (21 de julio de 2024). *Cómo hacer BIOPLÁSTICO CASERO con ALMIDÓN de MAÍZ (Fácil y Rápido)* [Archivo de Video]. Youtube.
<https://www.youtube.com/watch?v=nqgm2eqSfal>

Yoigo Luz y Gas. (7 de mayo de 2025). *Biodegradable y no biodegradable: ¿en qué se diferencian?* <https://www.yoigoluzygas.com/blog/biodegradable-no-biodegradable-diferencian/>

XIII. ANEXOS

Anexo 1: encuesta de validación de usuarios en Google Forms



Encuesta de validación de empaque a base de fibra de cáscara de piña

En este cuestionario se busca validar un empaque fabricado por un biomaterial fabricado a base de fibra de cáscara de piña, con el objetivo de proponer empaques biodegradables accesibles y ecológicos.

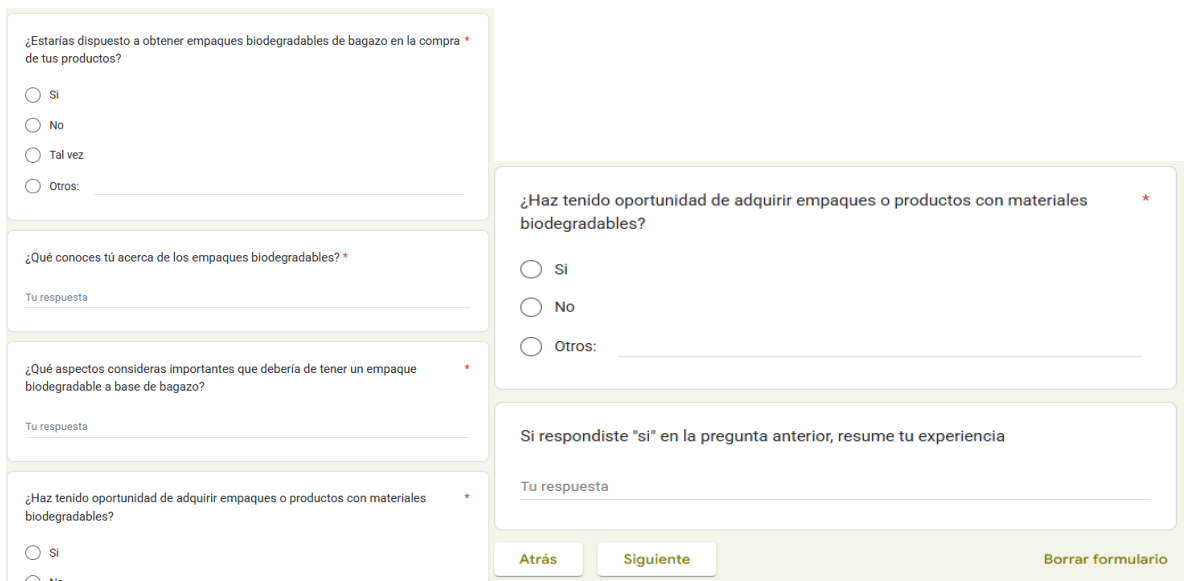
Dicho empaque será para un set de cubiertos desechables promoviendo así un mejor manejo de desechos y el consumo de productos responsable.

(La recolección de datos obtenidos en esta encuesta será de manera anónima, solamente con el fin de obtener datos de investigación y análisis.)

Validación del material

A continuación se te pedirá contestar las siguientes preguntas con respecto al material de fibra de cáscara de piña.

Material a base de fibra de cáscara de piña



¿Estarías dispuesto a obtener empaques biodegradables de bagazo en la compra de tus productos? *

Sí

No

Tal vez

Otros: _____

¿Qué conoces tú acerca de los empaques biodegradables? *

Tu respuesta _____

¿Qué aspectos consideras importantes que debería de tener un empaque biodegradable a base de bagazo? *

Tu respuesta _____

¿Haz tenido oportunidad de adquirir empaques o productos con materiales biodegradables? *

Sí

No

¿Haz tenido oportunidad de adquirir empaques o productos con materiales biodegradables? *

Sí

No

Otros: _____

Si respondiste "sí" en la pregunta anterior, resume tu experiencia

Tu respuesta _____

Atrás **Siguiente** **Borrar formulario**

Validación del diseño del empaque

A continuación se te pedirá contestar las siguientes preguntas con respecto al diseño del empaque desarrollado a fibra de cáscara de piña.

Vistas del empaque a base de fibra de cáscara de piña



¿Qué tanto valoras una propuesta sostenible en un empaque? *

1 2 3 4 5
☆ ☆ ☆ ☆ ☆

¿Como valoras el aspecto de diseño de la propuesta del empaque? *

1 2 3 4 5
☆ ☆ ☆ ☆ ☆

¿Cuanto estarías dispuesto a pagar por un empaque biodegradable? *

Q10 - Q30
 Q40 -Q60
 Q 70 - Q100
 Más de Q100
 Otros: _____

¿Qué característica del empaque te resultó más atractiva? *

Diseño del empaque
 material
 Funcionalidad
 Otros: _____

¿Tienes alguna sugerencia o aspecto a mejorar?

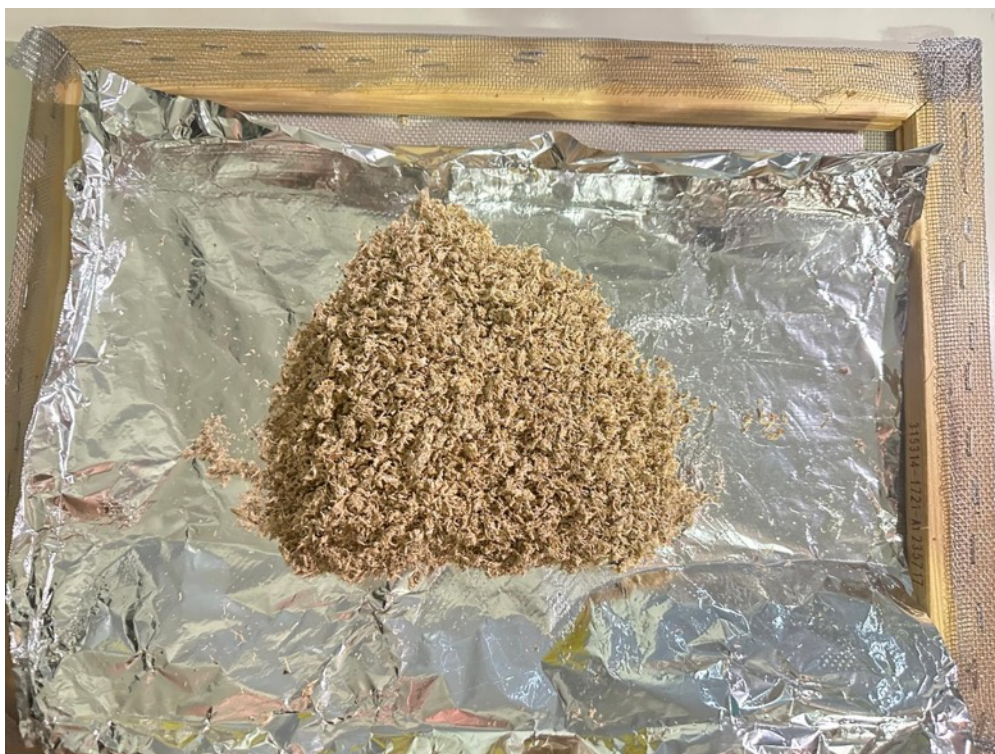
Texto de respuesta largo

Después de la sección 3 Ir a la siguiente sección

¡Agradecemos tu participación!

Descripción (opcional)

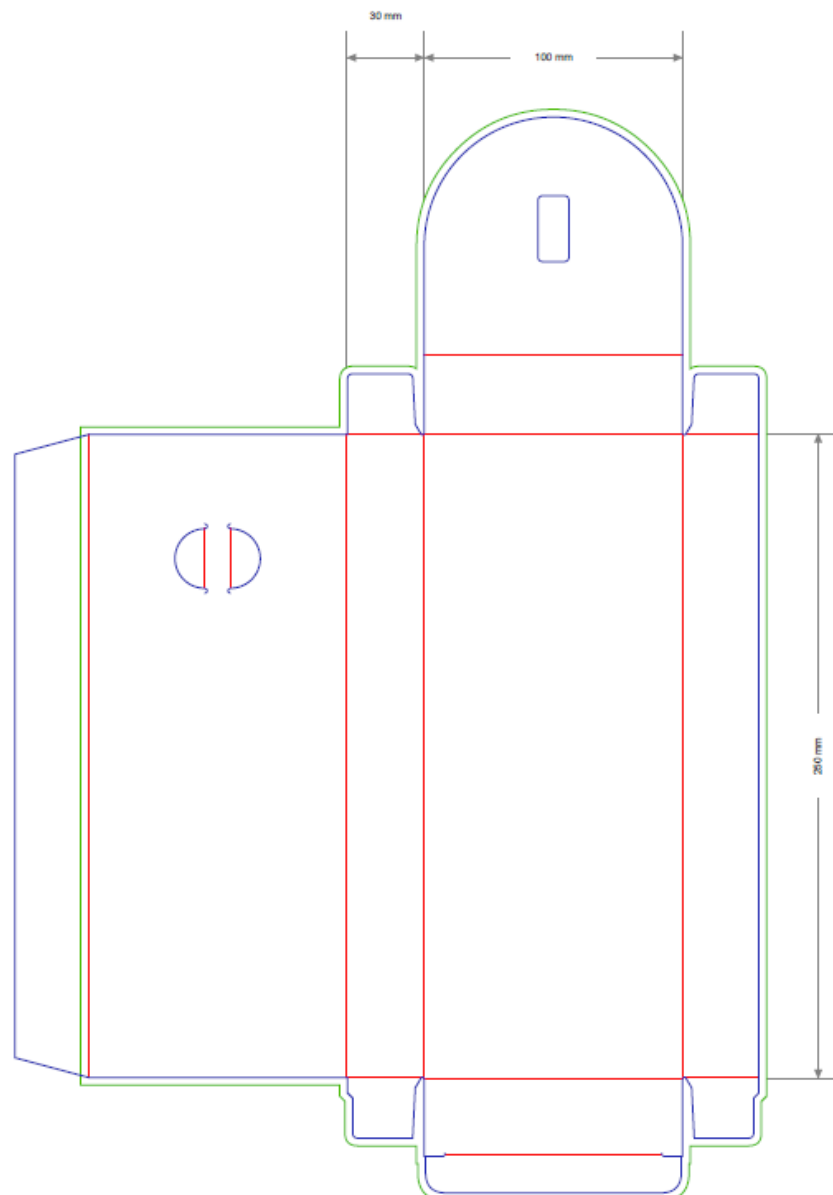
Anexo 2: resultado material de fibra de cáscara de piña evaluación 1

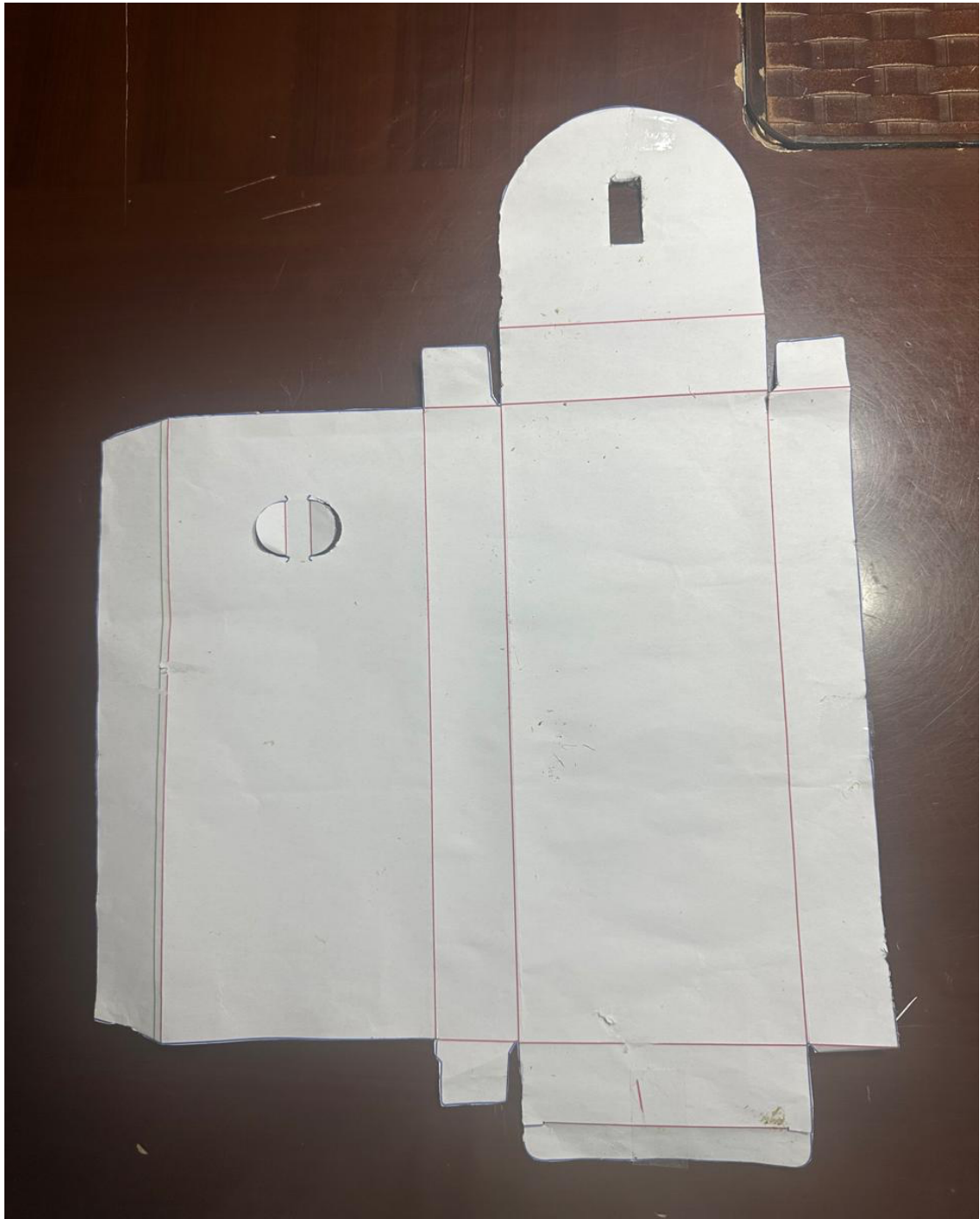


Anexo 3: troquel para corte

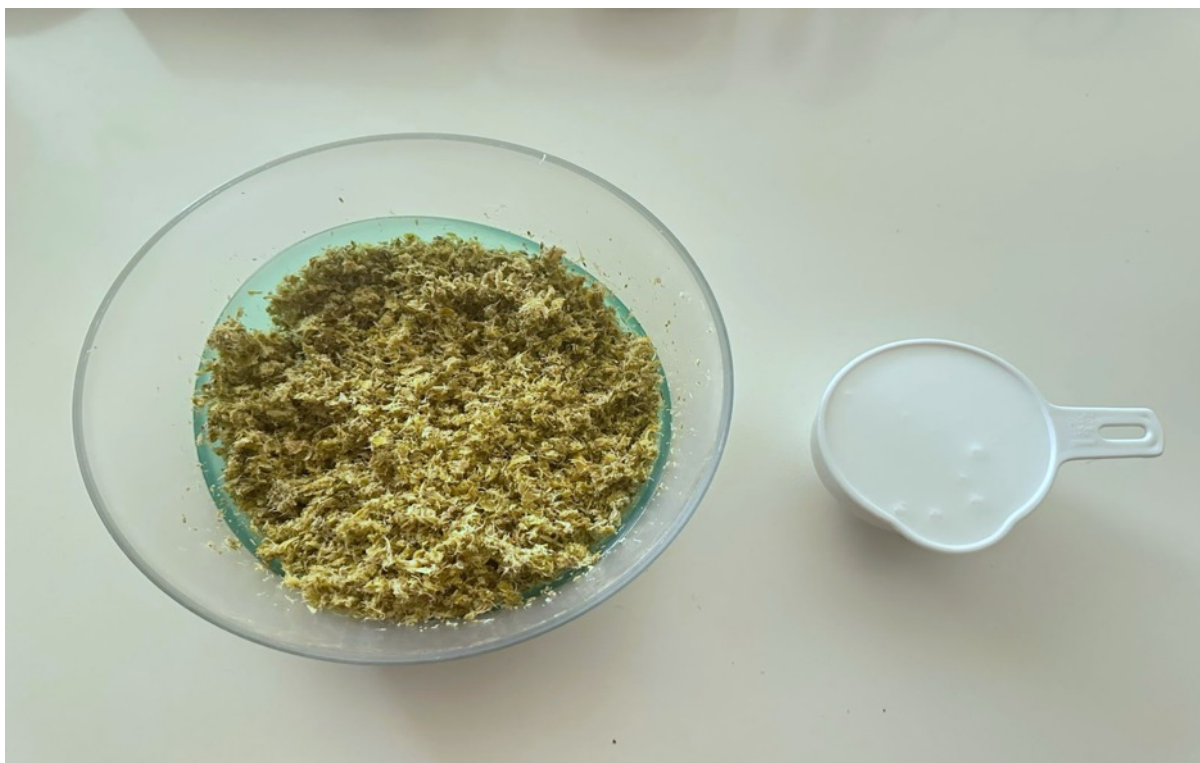
Dieline information

Inside dimensions	90.4(L) × 29.4(W) = 249.4(H) mm	Design area	288 × 416.8 mm	Bleed	Green line
Outside dimensions	100.4(L) × 30.4(W) = 250.4(H) mm	Model ID	110080	Trim	Blue line
Manufacture dimensions	100(L) × 30(W) = 250(H) mm			Crease	Red line
Material	Dark kraft paper				
Thickness	0.5 mm				





Anexo 4: resultado material de fibra de cáscara de piña evaluación 3



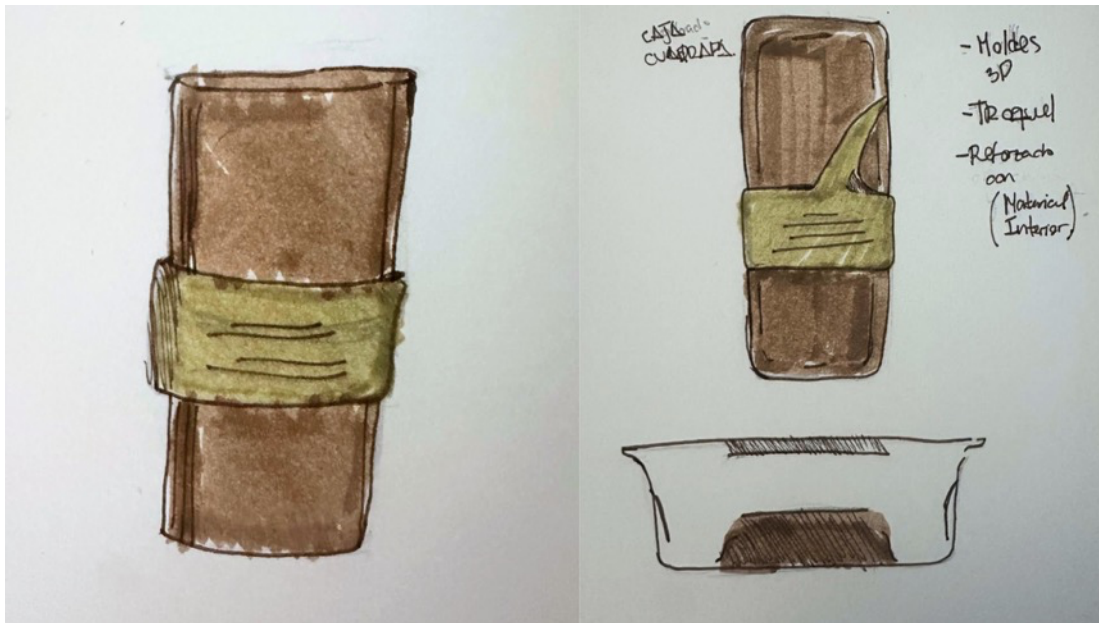




Anexo 5: moodboard de diseño de empaques



Anexo 6: bocetos preliminares de diseño del empaque

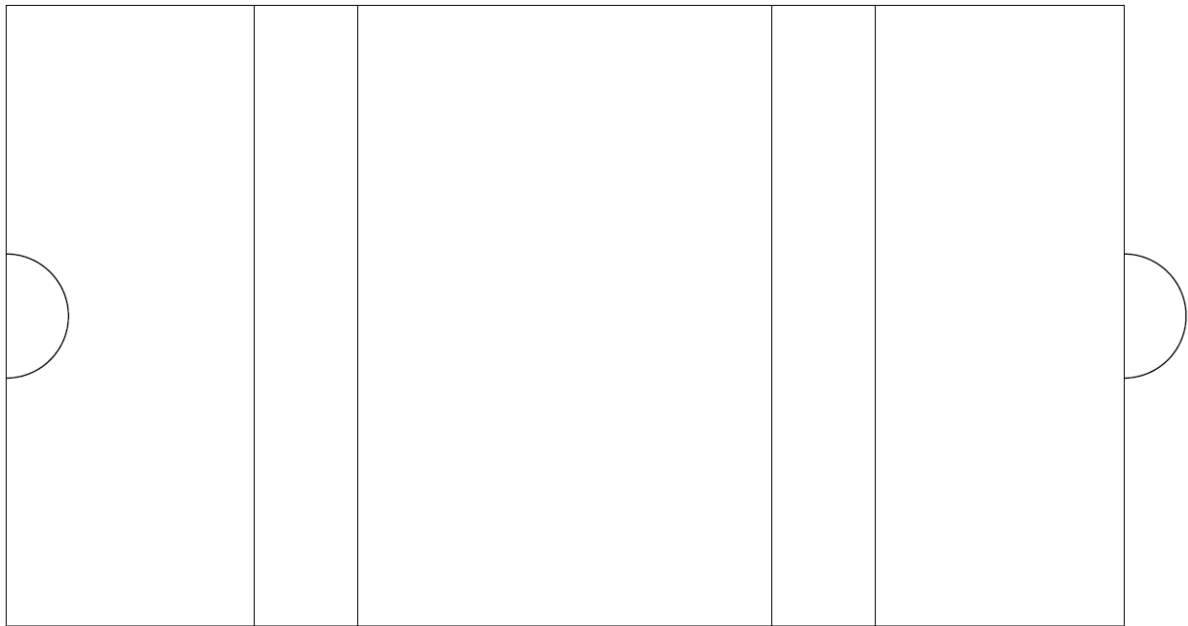


Anexo 7: renders ortogonales e isométricos





Anexo 8: diseño y prototipo de etiqueta





Anexo 9: resultado de material de cáscara de piña fase 1





Anexo 10: resultado de material cáscara de piña fase 2



Anexo 11: vistas de prototipo de alta fidelidad







