



Productos desechables para alimentos sólidos a partir
del aprovechamiento de la hoja de mazorca de maíz (chala)

Ana Maria Arias Bonilla

Director
Javier Mauricio Reyes Vera

Facultad de Artes Integradas

Departamento de Diseño

2021

Tabla de contenido

Introducción.....	1
Planteamiento del problema.....	3
1. Objetivos	4
1.1 Objetivo General	4
1.2 Objetivos Específicos.....	4
2. Justificación.....	6
2.1 Alcances	8
3. Antecedentes	8
4. Marco Contextual	12
4.1 Marco teórico y conceptual.....	12
4.2 Marco Demográfico.....	18
4.3 Contexto (Marco geográfico)	19
4.4 Marco Legal.....	19
5. Caracterización y análisis de plásticos de un solo uso en panaderías artesanales.	21
6. Caracterización de la hoja de mazorca de maíz para empaques biodegradables.	24
7. Desarrollo de prototipo preliminar de empaque biodegradable.	40
8. Conclusiones	60
Referencias	62

Índice de Tablas

Tabla 1. Relación Objetivos - Resultados.....	5
Tabla 2. Pesaje muestras humedad.....	28
Tabla 3. Pesaje final muestras humedad.....	29

Índice de figuras

Figura 1.Ejemplos de empaques para panadería.....	15
Figura 2. Chalas secas envolviendo alimentos	17
Figura 3. Caracterización de las panaderías artesanales	22
Figura 4. Características de empaques en panaderías artesanales	23
Figura 5. Cámara climática con chalas.....	25
Figura 6. Chala en estado fresco.....	26
Figura 7. Chala con hongos a los 5 días en cámara climática.....	26
Figura 8. Muestra de hongos producidos en cámara climática	27
Figura 9. Horno de convección forzada.....	28
Figura 10. Chalas pesadas y en horno con vaso precipitado.....	28
Figura 11. Chalas deshidratadas en prueba de humedad.....	29
Figura 12. Probeta con agua en presión hacia la chala	30

Figura 13. Máquina universal.....	31
Figura 14. Posicionamiento de muestra de chala en máquina universal .	32
Figura 15. Proceso de tensión y falla de la muestra	32
Figura 16. Gráfica definitiva prueba de tensión	33
Figura 17. Prueba en tamaño pequeño con molde de vidrio	34
Figura 18. Tela de hojas en molde de concreto con aplicación de calor	35
Figura 19. Tamaño natural de la hoja de mazorca de maíz	36
Figura 20. Diferentes mezclas de pegamentos naturales	37
Figura 21. Chalas unidas con pegamentos.....	37
Figura 22. Unión de las hojas cosidas en máquina de coser.....	38
Figura 23. Tela de chalas unidas con hilo en máquina de coser	38
Figura 24. Multipropósito de algodón orgánico hilo de coser	39
Figura 25. Producción de tela en máquina de coser.....	39
Figura 26. Prueba de la tela de hojas con el molde y aplicación de calor .	40
Figura 27. Moldes en concreto de diferentes tamaños	42
Figura 28. Medida de la tela de hojas en los moldes.....	43
Figura 29. Moldes con hojas recortadas en el horno de convección.....	44
Figura 30. Observación del proceso de secado	44
Figura 31. Moldes con la tapa y base en proceso de secado	45
Figura 32. Unión de las hojas cosidas en máquina de coser.....	45
Figura 33. Desmoldado de las hojas secas	46

Figura 34. Prueba de encaje entre la tapa y la base después del secado...	46
Figura 35. Unión de la tapa a la base con orificios y tiras de hojas.....	47
Figura 36. Unión de la tapa y la base para apertura-cierre	48
Figura 37. Unión de la tapa y la base en modelo 2.....	48
Figura 38. Empaque actual de panaderías artesanales	49
Figura 39. Empacado de muffin en modelo 1	50
Figura 40. Empacado de pan en modelo 2	50
Figura 41. Muestra interior de grasa y humedad en base del empaque....	51
Figura 42. Muestra exterior de empaque sin grasa o humedad.....	51
Figura 43. Paso a paso prototipo empaque.....	53
Figura 44. Paso a paso prototipo empaque.....	54
Figura 45. Formas de agarre para transporte de empaque.....	55
Figura 46. Amarra de chalas para transporte de empaque	56
Figura 47. Amarra de chalas y agarre para transporte de empaque.....	57
Figura 48. Empaque primario con producto en bolsa de chalas.....	58
Figura 49. Formas de agarre para transporte de bolsa	59

Resumen

Los plásticos que usamos cada día son un gran contribuyente a la degradación de nuestro medio ambiente. La industria alimentaria, por su parte, con el propósito de hacer sus productos más duraderos, ha causado una gran cantidad de desechos plásticos que están teniendo un grave efecto en nuestro planeta. Es por eso que en la actualidad se buscan alternativas amigables con el medio ambiente que al mismo tiempo sean eficientes y económicas. Una de las industrias donde se halla el uso de plásticos de un solo uso es la panadería, puesto que el plástico permite la conserva sus propiedades organolépticas. Esta investigación propone el uso de la hoja de mazorca de maíz o la chala, en el diseño de empaques para productos de panadería, como alternativa a los plásticos de un solo uso. Luego de desarrollar varias pruebas heurísticas de ensayo y error se concluye que, tras realizar algunas modificaciones mínimas, no químicas, la chala es una alternativa viable para el empaque de productos de panadería.

Introducción

El uso de materias primas plásticas para empaques ha ido en aumento con el paso del tiempo, debido a las necesidades de la industria moderna para el transporte y almacenaje de diferentes productos. Uno de los campos en los que más se hace uso de los empaques con este material es en el de alimentos, ya que les permite conservar sus características como la frescura y olores correspondientes. Pero la mala disposición final o mal manejo de los residuos plásticos genera problemas ambientales, ya que al no degradarse de manera rápida se acumulan y contaminan mares y océanos.

En el seguimiento realizado a posibles casos en los que se hace uso del plástico en gran cantidad, se manifiesta que las panaderías artesanales comercializan productos con propiedades organolépticas que se deben conservar hasta su consumo, por lo cual eligen empaques que se comprometen a su conservación. Es decir que, si los materiales convencionales han sido de confianza, el nuevo componente debe proporcionar seguridad a los artículos de las panaderías, más el beneficio de ser biodegradable.

Existen proyectos en búsqueda de materiales alternativos al plástico, aplicando técnicas que posibilitan hacer uso de estos en elementos de la vida cotidiana, aunque varios hacen uso de elementos adicionales o realizan cambios en la estructura del material. Como, por ejemplo, el uso de agave para la elaboración de papel aplicable a diversos productos; la mezcla de fibras sintéticas y fique utilizada en procesos artesanales, aunque hace uso de sustancias que pueden minimizar su resistencia. Por otra parte, la empresa Leaf Republic, que transforma hojas y fibras en vajillas para consumo fuera de casa.

Indagando en alternativas para minimizar el uso de los empaques de plástico, se encuentran elementos biodegradables con manejo flexible y características que pueden reemplazar aquellas de los plásticos convencionales. Por consiguiente, se elige la hoja de mazorca de maíz o chala - como se le conoce de manera coloquial -, con el fin de hacer

uso de esta como materia prima para empaques de alimentos sólidos en panaderías artesanales. Es así como se propone su estudio en laboratorio para identificar sus características y emplear técnicas que le den la forma apropiada.

Al concluir y analizar las pruebas, se determina que la chala es muy angosta para la fabricación de los empaques, por lo cual se realiza la unión de varias con hilo de algodón creando una tela, además la elaboración de moldes y aplicación de calor para darle forma. De esta manera, se les añade la resistencia a las propiedades pertinentes para el transporte y protección de los productos de panaderías artesanales.

Planteamiento del problema

La producción mundial de plásticos se ha desarrollado desde los años 50, pero ha tenido un aumento significativo con el tiempo debido a las necesidades de las industrias y las personas. En 1964 se generaban 15 millones de toneladas por año; para el 2014 hubo un aumento a 311 millones de toneladas. Sin embargo, se visualiza que se duplique en los próximos años debido a la variedad de aplicaciones que se irán desarrollando con el tiempo, por ejemplo su uso en la conservación de vida útil de los alimentos (The World Economic Forum, 2016).

El tiempo de empleo de algunos plásticos es tan corto -como los envases de un solo uso- que se pierde 95% de su valor. Sumado a esto, su bajo costo de producción se debe a que provienen de materia prima virgen fósil y permite que se realice en gran volumen. Además de su maleabilidad y durabilidad posibilita su aplicación en diversos campos e industrias, como el transporte eléctrico o electrónico (Greenpeace, 2018).

Los plásticos que más se producen son los de un solo uso, es decir, que duran en manos de los usuarios unos pocos segundos. Los productos que se consideran como los más problemáticos son las bolsas de plástico y los productos de poliestireno expandido, debido a que son los más visibles en el ambiente. Además, tienen un fuerte problema medioambiental por su baja biodegradabilidad; la incorrecta disposición final de este material lo lleva a exponerse a radiaciones solares, por lo que emiten gases de metano y etileno, que no solo dañan la capa de ozono, sino que al estar en el aire afecta el sistema respiratorio de los humanos, estimulando la producción de sustancias inflamatorias en los pulmones (Greenpeace, 2015).

De igual manera, estos plásticos llegan a los mares donde se descomponen y liberan microplástico, que son ingeridos por los animales marinos obstruyendo sus intestinos, ocasionando una disminución en la reproducción de especies esenciales en el ecosistema. Adicionalmente, ha quedado demostrado que algunas especies marinas, como pescados o mariscos, consumidas por el ser humano tienen adherido a sus células,

tejidos y órganos partículas de microplástico que pueden ser consumidas, alterando la salud; entre otros, pueden surgir problemas hormonales que interfieren en el desarrollo de fetos y niños, pueden ser los causantes de diferentes tipos de cáncer (National Geographic & Royte, 2018).

Uno de los componentes presente en los plásticos, es el Bisfenol A -BPA- una sustancia química que se ha venido usando en su fabricación. Sin embargo, hace poco se han detectado alteraciones en la salud, puesto que es un disruptor endocrino capaz de alterar el sistema hormonal del organismo (Andrés Sarria-Villa et al., 2019). En la Resolución 4143 de 2012, el Ministerio de Salud Colombiano prohibió el uso de BPA en productos que tengan contacto con el consumo humano, principalmente en envases y recipientes alimentarios (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012). Aun así, al aumentar la demanda del consumo de plástico también ha crecido la de este componente, ya que no ha sido eliminado por completo.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Aplicar la hoja de mazorca de maíz (chala) en el diseño de empaques para productos de panadería, como opción a los plásticos de un solo uso.

1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar y analizar el estado actual de plásticos de un solo uso en productos desechables para panaderías artesanales.
- Evaluar las características de la hoja de mazorca de maíz (chala) para el diseño de empaques biodegradables para productos de panadería artesanal.

- Desarrollar un prototipo preliminar de empaques biodegradables para productos de panadería artesanal, a partir de la hoja de mazorca de maíz (chala).

Objetivos	Producto esperado	Documentación
1. Caracterizar y analizar plásticos de un solo uso.	• Problemática de los plásticos de un solo uso. • Propiedades de los plásticos de un solo uso.	Numeral 5.
2. Caracterización de la hoja de mazorca de maíz (chala).	• Propiedades de la hoja de mazorca de maíz (documentada). • Experimentos con la hoja de mazorca de maíz (chala). • Experimentación adhesivo- junta- pega.	Numeral 6.
3. Prototipo preliminar de empaques biodegradables.	• Proceso de producción. • Comprobación de biodegradabilidad. • Comprobación de propiedades en empaques para productos de panadería.	Numeral 7.

Tabla 1. Relación Objetivos - Resultados

2. Justificación

La producción y uso del plástico a nivel mundial ha ido en incremento, requerido por los diversos sectores industriales como fundamental por sus beneficios en cuanto a costo y duración (Confederación Española de Empresarios de Plástico, n.d.). El sector que mayor consumo de plásticos presenta es el de empaques, son la mayor fuente de residuos debido a que gran parte son de un solo uso (Universidad de los Andes & Greenpeace Colombia, 2019).

En la actual coyuntura global, se lucha contra la pandemia del coronavirus COVID-19, en la que se recomienda a las personas no tener contacto con otras personas o con objetos que hayan sido tocados por estas, debido a la alta tasa de contagio. Por esto, algunos sectores de venta de alimentos, como restaurantes, han estado haciendo uso de envases plásticos de un solo uso para realizar domicilios y entregas para llevar (Portafolio, 2020).

Aunque el plástico permite distintos usos, la problemática ambiental no es producida por su excesiva fabricación, sino por la mala planeación de vida útil y el producto como desecho. Al crearse un producto, éste pasa por un ciclo de vida: extracción, procesamiento, distribución, utilización y deposición; Aun así existe una alternativa llamada economía circular, que debería ser usada en todos los productos, sobre todo en los de plástico (Inspiración ECO, 2018). La realidad de porque no se usa esta alternativa, es que para las industrias es más costoso comparado con la producción de nuevos objetos. De esta manera, son desechados incorrectamente, arrojados al mar o en tiraderos de basura, donde su descomposición contamina el aire y agua.

Por otra parte, las micropartículas de plástico ingeridas por los humanos afectan su salud, producen cambios fuertes en su organismo, provocando diferentes tipos de cáncer o cambios en las hormonas que afectan a futuros fetos (National Geographic & Royte, 2018).

Debido a la problemática que ha ido avanzando y aumentando con el paso de los años, se han ido creando leyes en las que se busca reemplazar el plástico con alternativas biodegradables. Existen organizaciones encargadas en el manejo de residuos, quienes aseguran que el manejo inapropiado de los residuos agroindustriales puede aportar a la contaminación, debido a la combinación de líquidos liberados por los cambios de clima. Para estas, es importante tener en cuenta que hay residuos con características funcionales que pueden ser transformados en materias primas para la producción de elementos útiles para el consumo humano (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, 2009).

El diseño industrial es un campo en constante movimiento y cambio, donde los procesos se actualizan y el uso de materias primas en la fabricación de nuevos productos que solucionen las necesidades de sus usuarios. En la actualidad, una de las mayores preocupaciones en esta área es la contaminación ambiental generada por el mal manejo o la mala planeación del ciclo de vida de los objetos, es por esto que en su tipificación se ha creado el Ecodiseño. Este concepto, busca implementar un nuevo modelo productivo que optimice recursos y energía con el uso de materiales biodegradables, al mismo tiempo que se aplican metodologías que identifiquen los impactos del producto a lo largo de su vida útil y su disposición como desecho; esto para minimizar impactos ambientales antes de que sucedan (EcoInteligencia, 2015).

De manera que el diseño puede intervenir en la planeación y creación de herramientas que permitan la fabricación del producto -empaque- en el que se hará uso de una nueva materia prima, en preferencia natural y biodegradable, como fases de producción, maquinaria necesaria, moldes, formas, entre otros, que permitan asegurar su resistencia y duración. Además, para el diseño es importante cumplir con la necesidad del usuario, convirtiéndose en el mediador entre la confiabilidad que necesita crearse entre el usuario y el objeto, ya que puede no tener conocimiento de los avances realizados con materiales naturales en empaques.

2.1 Alcances

En este proyecto se realizan pruebas a la materia prima, debido a la falta de información publicada sobre sus propiedades, físicas y químicas. No se realiza el proceso de desfibración por la eventual pérdida de resistencia mecánica; no se usan agentes químicos que puedan afectar su biodegradabilidad o su clasificación como producto biológico.

De igual manera, se busca la reutilización del material como compostaje; el producto final podrá contener alimentos sólidos, no líquidos; los alimentos no deben tener una temperatura mayor a los 100°C, limitado por la resistencia del material al agua hervida.

El proyecto se enfoca en el desarrollo de un prototipo preliminar de empaque biodegradable, en el que se muestra el uso del material desde la perspectiva del diseño industrial, demostrando así que en un proyecto a futuro se depure en detalle la estética de la hoja y sus formas.

3. Antecedentes

El maíz es un cultivo originario de México, introducido en Europa durante el siglo XVI. Este es llamado de diferentes maneras según el país y la cultura: en América, conocido como elote, choclo o jojoto. Actualmente, es uno de los cereales de mayor producción en el mundo (Pliego, 2020).

La siembra del maíz incrementó al ser parte de la alimentación humana. Así mismo, ha ido creciendo su volumen de desechos en cada cosecha, como hojas, tallos y chalas, que son quemados o depositados en rellenos sanitarios con la basura común. En estos espacios, liberan lixiviados (líquidos) que al mezclarse con otros elementos

generan olores fuertes; dependiendo de la composición del suelo y otros componentes pueden ser tóxicos. De esta manera, si en los vertederos no son correctamente tratados estos lixiviados, pueden filtrarse al suelo y contaminar las aguas superficiales o subterráneas (Bellver, 2020).

El aprovechamiento de residuos orgánicos ha sido una de las estrategias planeadas con el fin de ayudar a disminuir la contaminación y darles un valor agregado. La hoja de mazorca de maíz (chala), se genera en gran volumen y contiene propiedades nutricionales y físicas, varias de estas conocidas empíricamente. Aun así, esta materia prima no tiene un estudio formal (documentación científica) donde se expongan sus características aprovechables como material. En este proyecto se investigaron documentos en los que se realizan diversos procesos aplicados a materiales orgánicos, con el fin de encontrar la opción más favorable y aplicarla a la chala e identificar sus propiedades.

El documento "*Propiedades físicas de los residuos del maíz*" (Zhang et al., 2012), expone el estudio de estos para su uso como fuente de energía en gasificación y combustión. La aplicación de diferentes métodos con el apoyo de elementos de laboratorio permitió obtener muestras y así, las características necesarias para la clasificación del material.

La selección de algunos de los procesos que puedan ser aplicados a este proyecto son:

- Los valores de densidad pueden determinar el volumen que llega a ocupar gran cantidad del residuo. Debe ser calculado el peso de un recipiente vacío y sumarse con el peso del material compactado en su interior.
- El porcentaje de humedad es medido tanto en la materia prima como en el producto final, para determinar el comportamiento que este pueda tener con el elemento a contener. En este proceso, se pesa el material, es secado en horno, se pesa de nuevo y se realiza una fórmula que expondrá el porcentaje de humedad del material.

Aunque este documento demuestra el estudio y resultados de los residuos, éstos deben ser aplicados al material presente, debido a que no se especifica la especie o país de procedencia y los resultados pueden variar.

En la investigación de procesos aplicados a diferentes materiales orgánicos, se encontró el proyecto de “*Extracción de fibra de agave para la elaboración de papel y artesanías*” (Parra et al., 2010), donde se realiza un incentivo para el uso de vegetales nativos para la producción de objetos decorativos y culturales. En este caso, se hizo uso de pencas de seis especies de agave a las que se les aplicaron tres métodos para la extracción:

- Humedecimiento a cielo abierto durante dos semanas, para ablandar las pencas y facilitar la separación de fibras.
- Con la mezcla de agua y aguamiel, como fuente de azúcares y proliferación de microorganismos, se fermentan las pencas en bolsas negras.
- Seleccionando longitudinalmente las pencas y se remojan por un día en agua. Luego en agua hirviendo, se agregó soda cáustica y las pencas desmenuzadas.

Al finalizar cada proceso, se realiza de manera manual la separación de las fibras, se amasan y se realizan técnicas para elaborar papel con el fin de comprobar con qué método de extracción el material obtuvo mayor resistencia; por presión, por trituración o machacado.

Por otro lado, en el trabajo “*Mezcla de fibras sintéticas y fique en propuestas de textiles de tejido plano*” (Marinas Triana, 2003), hacen uso del fique como materia prima orgánica. Desde una demostración histórica y cultural su exploración como materia prima, hasta los procesos artesanales e industriales que se han ido desarrollando.

Hay determinados procesos aplicados al fique que pueden ser tomados en este proyecto, evitando debilitar el material:

- El lavado y secado son los pasos principales, en los cuales debe cuidarse el tiempo suministrado de cada uno, así, se evita socarrar el material hasta el punto en que deja de ser maleable.
- El proceso de varillado se aplica para la separación en tiras o fibras.
- El hilado, puede realizarse siempre que el varillado se ejecute, este puede ser manual o maquinado, por ejemplo, con ruecas.

Mientras que al fique se le hace un acabado suavizado, para evitar alergias o roces ásperos propios del material, no es aconsejable hacer uso de este en todos los materiales porque puede disminuir su resistencia.

A continuación, es tomada como referente la empresa Leaf Republic (ECOINVENTOS, 2019), quienes observan una necesidad en la vida cotidiana de la población con sentido práctico consumista, fabrican vajillas para consumo de alimentos de uso fuera de casa con un tiempo de descomposición de 28 días. La comercialización de sus platos biodegradables es realizada por tiendas virtuales.

A pesar de que no se evidencia mucha información acerca de su funcionamiento, han expuesto las tecnologías y los componentes que constituyen sus productos:

- Componentes:
 - Dos capas de hojas naturales.
 - Fibras de palmera.
 - Papel impermeable.
- Tecnologías:
 - Modelado en software CAD.
 - Termoformado.
 - Tejido con fibras de palmeras.
 - Papel reciclado impermeable, que permite la contención de líquidos.

Por tanto, esta empresa es una de las que ha avanzado en la experimentación del uso de equipos tecnológicos ya existentes, utilizados actualmente en empaques de

materiales como el plástico, en conjunto con materiales naturales biodegradables, los cuales pueden ser afectados por el uso de altas temperaturas.

Para concluir, la caracterización de un residuo orgánico debe realizarse de modo que corresponda a las necesidades del producto final y el elemento a contener. En el caso del proyecto, se busca identificar la resistencia al peso, la reacción al calor y la conservación de la temperatura correcta, sin que la humedad retenida pueda dañar las texturas.

Los proyectos presentados como antecedentes desarrollan métodos extensos para caracterizar un material, en los que varios emplean elementos de laboratorio. Sin embargo, en la investigación de estos se hallaron procesos manuales de fácil aplicación como alternativas frente a posibles afectaciones producidas por condiciones de maquinarias, como uso de químicos y altas temperaturas, que produzcan cambios en las características principales y solicitadas del material.

4. Marco Contextual

4.1 Marco teórico y conceptual

A partir de la investigación exhaustiva de documentos relacionados con la hoja de mazorca de maíz, se busca conectar conceptos que van alrededor de esta como materia prima, permitiendo enfocar y dar una idea de los métodos aplicables al proyecto a desarrollar.

Partiendo de la definición de contaminación ambiental como una de las problemáticas actuales del mundo, donde los plásticos de un solo uso, utilizados en productos desechables para alimentos, han sido protagonistas. Por esto, se han desarrollado normativas ambientales como alternativas de solución.

Los gobiernos han implementado proyectos de ley en los que proponen el aprovechamiento de residuos agroindustriales, mencionando sus beneficios. En este

proyecto, se presenta la utilidad de la hoja de mazorca de maíz (chala), debido a su gran volumen como desecho y sus propiedades no aprovechadas, en la generación de productos desechables para alimentos.

4.1.1 Contaminación ambiental

Se define como la consecuencia producida por las actividades creadas por el ser humano, las cuales han tenido repercusión en el ambiente y con el tiempo ha ido empeorando. Es la presencia de agentes químicos, físicos o biológicos que son nocivos para los seres vivos (Cumbre de pueblos, 2017).

Para la organización InspirAction (2018), se considera que un ambiente contaminado se presenta cuando las características cambian y atentan contra la salud de los seres vivos y la calidad de los recursos naturales. Puede producirse por acción humana o por agentes naturales, por ejemplo, desechos orgánicos que al descomponerse contaminan el lugar donde se encuentran por la acción de los lixiviados. La organización afirma que es normal que los países crezcan, pero es importante que establezcan políticas que protejan el medio ambiente.

En concreto, la degradación del medio ambiente producida por la explotación de los recursos naturales y el desarrollo de grandes concentraciones industriales han saturado la capacidad asimiladora y regeneradora de la naturaleza, llevando a perturbar el equilibrio ecológico. Así, la contaminación se produce en el agua, el suelo, el subsuelo y el aire, en el cual se generan partículas que ponen en riesgo la naturaleza en general (Universidad Estatal Amazónica, 2018).

4.1.2 Plásticos de un solo uso

Se define como un plástico diseñado para ser desechado luego de acceder al producto principal: botellas de plástico, bolsas, tapas, pitillos y empaques en general. Tiene como característica su bajo costo, durabilidad y resistencia (ONU, 2018), lo cual hace que su uso sea tan extendido y popular.

Por su parte, la Unión Europea anunció una Directiva con la cual pretende reducir el impacto del plástico en el medio ambiente. Para ellos, un producto de plástico tras una utilización fugaz termina abandonado en el entorno natural dado que no han sido diseñados o producidos para completar rotaciones (ciclo de vida) donde puedan ser reutilizados con el mismo fin (García, 2019).

Además de lo anterior, se afirma que gran parte de la basura marina es plástico, de acuerdo con el portal de noticias de la ONU (2017), es de aproximadamente entre 60 y 80 por ciento. Para la ONU, si no se buscan alternativas, en el 2050 habrá más plástico que peces en el mar, ya que solo 9% de los millones de toneladas que se producen, se han reciclado.

4.1.2.1 Productos desechables para panadería

Existe una extensa línea de empaque para todo tipo de productos de panadería, pastelería y repostería. En la figura #2, se encuentran ejemplos:



Figura 1. Ejemplos de empaques para panadería. Adaptado de Domos Transparentes [Fotografía], por Darnel, (DARNEL GROUP, 2017).

Para las empresas que venden estos productos, son empaques con variedad de tamaños y formas que permiten empacar adecuadamente los productos, algunos cuentan con ajustes para cierres perfectos que los conservan apropiadamente y por más tiempo. Además están fabricados en materiales resistentes y apilables que facilitan su transporte o almacenamiento, incluso permiten tener una exhibición más apetitosa, siguiendo los estándares de calidad (DARNEL GROUP, 2017).

Al ser nombrados como <<desechables>>, indica que no van a ser reutilizados, son usados en un corto plazo de tiempo. Aunque hay variedad de materiales, se siguen utilizando los de plástico que son <<no reciclables>>, para su elaboración son necesarias toneladas de petróleo, lo alarmante es lo que pueden provocar estos componentes en el medio ambiente una vez usados.

De esta manera, para Twenergy (2019) los envases de espuma o poliestireno, que se usan para comida rápida o para carnes en grandes superficies, son el mayor contaminante ya que no se pueden reciclar y no se degradan, lo que sucede con este material es que se destruye en trozos y llega al mar lo cual dificulta su recolección.

4.1.3 Aprovechamiento de los residuos agroindustriales

Los residuos agroindustriales son materiales con contenido orgánico derivados del procesamiento o comercialización de procesos agrícolas. No son de gran interés comercial por parte de sus productores, pero pueden utilizarse o transformarse para generar un producto (Godoy & Sandoval, 2014).

Dependiendo de su procedencia y composición pueden ser reutilizados para generar alternativas de subproductos para el consumo humano, aprovechando sus características y propiedades, siendo competitivos y cumpliendo con las normas de calidad.

Ha aumentado el interés en el aprovechamiento de residuos debido a su bajo costo, alta disponibilidad y a la necesidad de reducir el impacto ambiental causado, como en Colombia que por su gran diversidad cuenta con un importante potencial para generar productos con valor agregado. La industria busca procesos de producción más eficientes y con bajo impacto ambiental, con la necesidad de disminuir la explotación de recursos naturales y las disposiciones finales no controladas, como las quemaduras (Peñaranda et al., 2017).

4.1.4 Fibras lignocelulósicas

También conocidas como fibras naturales vegetales. Están compuestas por tres diferentes polímeros: celulosa, hemicelulosa y lignina, pequeños porcentajes de pectina y otros compuestos orgánicos de naturaleza polimérica. La resistencia y estabilidad de la fibra es proporcionada por la celulosa que es el componente principal. El contenido depende de cada tipo de fibra.

De esta manera, la celulosa se compone de piezas con estructura cristalina, son en su mayoría independientes y débilmente unidas por enlaces de Hidrógeno; por otro

lado, la hemicelulosa, es una estructura de carbohidratos que consiste en polímeros de diferentes azúcares, sirve como conexión entre la lignina y las fibras de celulosa, y les da rigidez. La lignina le da soporte estructural a la planta, impermeabilidad y resistencia contra ataques microbianos (Cortes, 2011).

Finalmente, las propiedades de las fibras utilizadas para evaluar su viabilidad son: las mecánicas, la estabilidad térmica y la morfología (Mora Espinosa et al., 2019). El interés por los materiales lignocelulósicos ha ido creciendo debido a sus propiedades y características, destacando el bajo costo, baja densidad y flexibilidad, como refuerzo en compuesto de matrices de termoplásticos o termoestables, aplicándolos en diferentes áreas. Además, son fuentes renovables, disponibles, moldeables y biodegradables (Tita et al., 2002).

4.1.5 Hoja de mazorca de maíz (chala)

Hoja fresca de color verde, rugosa y flexible, cubre la mazorca tierna del maíz. Cuando están secas se les llama totomoxtle (Zurita, 2012). Son hojas fibrosas que son eliminadas en el proceso de descascarado. Algunas prácticas en las que es usada viene de años atrás y se mantienen, como utilizadas en la elaboración de alimentos, artesanías, té medicinal, incluso sus cenizas son usadas como material puzolánico en sustitución del cemento (InfoRural, 2014).



Figura 2. Chalas secas envolviendo alimentos. Adaptado de Hojas de Mazorca de Maíz [Fotografía], por Enciclopedia Cocinista, (Cocinistas, n-d.).

Los campesinos la usan normalmente para dar de comer a los animales. En la tradición de las cocinas se puede usar en la elaboración de tamales. También se ha descubierto su uso para manualidades permitiendo un desarrollo económico para algunas familias (Gobierno de México, 2017). El diseñador mexicano, llamado Laposse, utiliza la hoja como revestimiento de sus objetos diseñados en madera, continuando con su función natural de proteger el maíz. Se limpian, se planchan, se cortan a láser y se aplica color (ROOM, 2019).

4.1.5.1 Propiedades de la hoja de mazorca de maíz

Las propiedades de la hoja de mazorca de maíz son determinadas por el estudio de qué cantidad de celulosa y lignina contiene este material. Medidas en porcentajes:

- Celulosa: 43,14%.
- Lignina: 23.00%.

(Prado-Martínez et al., 2012).

La celulosa se considera un polímero natural que se encuentra en las paredes de las células de las plantas. Polisacárido compuesto de moléculas de glucosa; rígido e insoluble en agua (EcuRed, n.d.). Mientras la lignina, se conoce como uno de los polímeros que tienen las plantas pues refuerza y proporciona rigidez a los tejidos vegetales. Al estar depositada en las paredes celulares incrementa la resistencia a la degradación por enzimas (Lagunes-Fortiz & Zavaleta-Mejía, 2016).

4.2 Marco Demográfico

- Nivel socioeconómico: 2 -5. Personas de nivel adquisitivo.
- Panaderos artesanales – parejas – grupos familiares y/o amigos.

Personas que en su labor de panaderos busque proporcionar no sólo productos de panadería de calidad, sino un buen manejo y estética en la presentación y empaque. Además de aquellos que quieran disfrutar de un alimento en buen estado, fresco y el cual en su presentación demuestre la calidad y conservación del producto.

4.3 Contexto (Marco geográfico)

- Ciudad: Santiago de Cali.
- Tiempo de uso: Desde el proceso de empaque en la compra hasta el punto de consumo.
- Actividades: Compra, transporte y consumo de productos de panadería artesanal principalmente para el hogar.

Las panaderías artesanales empiezan en los hogares que desean generar ingresos. Al tener un estilo que se caracteriza por el manejo de ingredientes sanos, busca conservar y demostrar la calidad de sus productos, tanto en texturas, frescura y presentación de estos. Los productos de panadería deben mantener ciertas características que sean propicias para su consumo.

Gran parte de los empaques utilizados en las panaderías están diseñados de manera que conserven las formas y la frescura de los productos. Las panaderías artesanales toman conciencia de los materiales con los que están fabricados.

4.4 Marco Legal

- Proyecto de Ley 066 de 2019 (Congreso de la República de Colombia, 2019a):
“Por medio de la cual se prohíbe el uso y comercialización en el territorio nacional de producto fabricados total o parcialmente con plástico y poliestireno expandido

de uso único para el consumo de alimentos o bebidas y se dictan otras disposiciones”.

- Proyecto de Ley 080 de 2019 (Congreso de la República de Colombia, 2019b): *“Por medio de la cual se establecen medidas tendientes a la reducción y el consumo de los plásticos de un solo uso en el territorio nacional, se regula un régimen de transición para reemplazar progresivamente por alternativas reutilizables, biodegradables u otras cuya degradación no genere contaminación, y se dictan otras disposiciones”.*
- Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2009): Bajo el decreto 1505 de 2003 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: *“Los municipios y distritos, deberán elaborar y mantener un plan para la gestión integral de residuos o desechos sólidos en el ámbito local y/o regional”.* Estrategias planteadas que deben impulsar la protección y el mejoramiento ambiental.
- Según el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), (2019), los envases o envolturas de origen natural como la hoja de plátano, utilizados para algunos alimentos típicos colombianos, a la fecha no cuentan con regulación específica en Colombia. De igual manera recomiendan verificar la limpieza y desinfección de esta, libre de patógenos y sin residuos de plaguicidas.
- RESOLUCION 4143 DE 2012 (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012): *“Se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos plásticos y elastoméricos y sus aditivos, destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano en el territorio nacional”.*

De esta manera, los gobiernos han ido desarrollando e implementando leyes y proyectos que generen conciencia acerca del plástico de un solo uso. Además, la

fomentación de la búsqueda y el uso de alternativas con materias primas funcionales y amigables con el medio ambiente.

5. Caracterización y análisis de plásticos de un solo uso en panaderías artesanales.

- Caracterizar y analizar el estado actual de plásticos de un solo uso en productos desechables para panaderías artesanales.

En el desarrollo de este objetivo, se realiza el estudio de los tipos de plásticos utilizados en la actualidad y su procedencia, además de los procesos aplicados a los productos de este material, de esta manera se dirige el proyecto a un caso específico, y así presentar una solución asertiva con el nuevo material.

- Tiempo de inicio de fabricación de los plásticos: Desde los años 50.
- ¿Cuánto tarda cada tipo de plástico en descomponerse:
 - Icopor: Más de 1000 años.
 - Polietileno: 150 años.
 - PET: 1000 años.
 - Polietileno de baja densidad: 1000 años.
 - Otros – policarbonato: 1000 años.

Evidenciando una problemática con el plástico, se realiza un análisis de un sector en el cual se haga mayor uso de este. Se encuentra que las panaderías artesanales utilizan empaques convencionales que les brinda seguridad y la conservación de las propiedades organolépticas de sus productos.



Figura 3. Caracterización de las panaderías artesanales [Fotografía], (ABC, 2015), (NOVALIFE, 2014), (Infoguia, 2018), [@lapanaderiacali].

EMPAQUES PARA PANADERÍAS ARTESANALES

Los empaques de alimentos deben conservar en el mejor estado posible los productos.

EMPAQUES DE PAPEL



La producción de empaques de pulpa de papel o cartón es más costosa en términos económicos y de recursos naturales.

Algunos se producen de papel reciclable de bajo gramaje.

Las bolsas de papel con ventana, tienen una película de plástico, lo que no favorece su visión ecológica.



Tardan en descomponerse de 1 a 2 años.

Observación Directa



La humedad y el vapor del pan humedecen, incluso engrasan, la bolsa de papel, dañando su aspecto

La misma humedad de la bolsa debilita la corteza del pan, afectando su aspecto y presentación.

EMPAQUES DE PLÁSTICO

Hay empaques de plástico que prestan mejor visibilidad.



En comparación a la producción de los empaques de papel, la de los plásticos es menos costosa.

La humedad, la presión externa, vida útil adecuada, y cumplir las regulaciones del cuidado de alimentos.

Tardan en descomponerse de 150 a 1000 años.

Las bolsas de plástico favorecen la aparición de moho y reblandecen el pan.



Sólo guardan panes diseñados para durar. El pan artesanal solo se conserva de 3 a 5 días.

En bolsas plásticas atrapa la humedad. Ablanda la corteza, pierde sabor, se ponen duros y secos.

Figura 4. Características de empaques en panaderías artesanales [Fotografías], (La Barra, 2019), (ABC, 2015), (SIGA EMPAQUES, 2020), (Empaques & cartones, 2020), [@lapanaderiacali].

Se infiere que la fabricación del plástico ha ido en aumento debido a la alta demanda en diversos sectores comerciales. Por esto, se estudian las necesidades de las panaderías artesanales y como el plástico por sus características las cumple.

A pesar de la búsqueda de otras alternativas por las panaderías, como las bolsas de papel, estas presentan falencias similares a las que genera el plástico reteniendo la humedad y grasa perjudicando los productos.

6. Caracterización de la hoja de mazorca de maíz para empaques biodegradables.

- Evaluar las características de la hoja de mazorca de maíz (chala) para el diseño de empaques biodegradables para productos de panadería artesanal.

La hoja de mazorca de maíz (chala), es un material poco investigado. Se han desarrollado proyectos en los que se utiliza, pero con escasas o nulas publicaciones del estudio de sus propiedades o sólo con pruebas empíricas.

Para el desarrollo de este proyecto, se recibió apoyo del SENA, con sus laboratorios y gestores guías. De esta manera, se determinaron pruebas específicas necesarias a aplicar al material según las necesidades del producto final (empaque).

A. Prueba de biodegradabilidad

La biodegradabilidad se mide con el fin de determinar un tiempo aproximado en el que el material natural empieza a generar agentes, como microorganismo u hongos, que provocan su degradación. En el momento en que se empiezan a generar estos, no es

recomendable el contacto del material con otros productos, debido a que son agentes que se transmiten.

La prueba es realizada en una cámara climática, programada en 85% de humedad extrema y 40°C de temperatura. Estos valores se consideran extremos, ya que se aplican para obtener un resultado en un lapso corto, el cual simula un tiempo extenso del material expuesto al clima en el ambiente.



Figura 5. Cámara climática con chalas. Elaboración propia.

La selección de hojas en estado fresco, donde aún conservan humedad y su color verde, como muestras para su disposición en la cámara.



Figura 6. Chala en estado fresco. Elaboración propia.

Las muestras estuvieron en la cámara 5 días, cada uno simula el paso de 3 días al clima externo de la ciudad de Cali. Obteniendo un estimado de 12 a 15 días de vida en los que inicia la aparición de unidades formadoras de colonias (hongos). Aun así, la conservación del material puede extenderse manteniéndolo a temperaturas más bajas, pero en un ambiente en el que no se almacene humedad ya que ayuda a los hongos a crecer.



Figura 7. Chala con hongos a los 5 días en Cámara Climática. Elaboración propia.



*Figura 8. Muestra de hongos producidos en cámara climática.
Elaboración propia.*

En comparación con la duración de los productos de panaderías artesanales, aproximadamente 5 días, el empaque elaborado en este material garantiza su protección en este periodo de vida. De igual manera, se debe tener en cuenta que cuando alguno de los elementos inicia su proceso de descomposición aumenta la posibilidad de transferencia de hongos.

B. Prueba de humedad

Las fibras naturales obtienen humedad por el entorno o la absorben de la planta de la que provienen. En el caso de este proyecto, es necesario tener conocimiento del porcentaje de agua que contiene el material con el fin de medir los tiempos de secado al que puede someterse la hoja sin deshidratarse.

La prueba de humedad es realizada en un horno de convección forzada, el cual permite el uso del calor en grados elevados de manera progresiva, a una temperatura de 80°C por un día.



Figura 9. Horno de convección forzada. Elaboración propia.

	Muestra 3	Muestra 3.3	Muestra 4	Muestra 4.4
1° pesaje	109,50 gr.	134,04 gr.	179,82 gr.	187,72 gr.
2° pesaje	105,2 gr.	129,8 gr.	175,0 gr.	182,4 gr.
3° pesaje	105,36 gr.	129,77 gr.	175,12 gr.	182,67 gr.

Tabla 2. Pesaje muestras de humedad.



Figura 10. Chalas pesadas y en horno con vaso de precipitado. Elaboración propia.

Pesaje realizado en la resta de los resultados anteriores con el peso de cada vaso de precipitado, de esta manera se obtiene el peso aproximado de las hojas, calculando así la pérdida de humedad de las hojas de prueba.



*Figura 11. Chalas deshidratadas en prueba de humedad.
Elaboración propia.*

	Muestra 3	Muestra 3.3	Muestra 4	Muestra 4.4
1° pesaje	7,64 gr.	7,48 gr.	6,31 gr.	7,42 gr.
2° pesaje	3,34 gr.	3,24 gr.	1,49 gr.	2 gr.
3° pesaje	3,76 gr.	3,21 gr.	1,61 gr.	2,27 gr.

Tabla 3. Pesaje final muestras de humedad.

Aunque hay un mínimo aumento en el peso de algunas pruebas, se debe a algunos agentes externos, como grasa (al sostener el vaso de precipitado), polvo.

Al concluir las pruebas, se determina que el tiempo aproximado en el que se puede realizar la técnica de aplicación de calor a las chalas no debe ser mayor a (2) dos horas, ya que la deshidratación de estas puede provocar que estas pierdan la forma o se quiebren.

C. Prueba de impermeabilidad

Los productos artesanales suelen llevar un proceso de horneado extenso, que en el lapso de un tiempo determinado empieza a liberar vapor creando humedad (agua). Esto en los empaques que actualmente se usan << papel y plástico>>, daña su aspecto y debilitan el pan. Por esto, la nueva propuesta de material en el empaque debe permitir el flujo de aire y evitar la expulsión de estos líquidos al exterior.



*Figura 12. Probeta con agua en presión hacia la chala.
Elaboración propia.*

Con respecto a esta prueba, se realizó en un procedimiento manual por falta en el momento de la maquinaria respectiva. Debe tomarse una pequeña muestra de las chalas y un tubo de ensayo lleno de agua, al girarse boca abajo se mide la presión del líquido en la hoja observando si se transfiere, contabilizando el tiempo en que esto sucede.

En la prueba mostrada en la Figura 12, se desarrolló por una (1) hora con movimientos, simulando el transporte y los roces con cualquier otro elemento, continuamente examinando la presión ejercida por el agua en la hoja. Sin embargo, en ningún momento fue expulsada ni se mostraba humedad en la superficie.

D. Ensayo de tensión

En este ensayo se hace uso de la Máquina universal, en la cual debe posicionarse una probeta (muestra) del material entre dos mordazas, en la que una va subiendo, aplicando una fuerza tensora, hasta el momento en que se quiebre (falla). De esta manera, se logra determinar un aproximado del peso que puede soportar el material en el empaque.



Figura 13. Máquina universal. Elaboración propia.



Figura 14. Posicionamiento de muestra de chala en máquina universal. Elaboración propia.



Figura 15. Proceso de tensión y falla de la muestra. Elaboración propia.

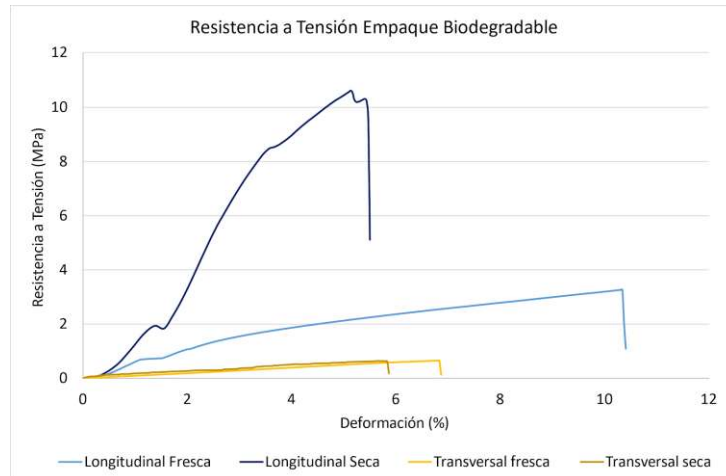


Figura 16. Gráfica definitiva prueba de tensión.

En la Figura 16, se observa que el empaque biodegradable en su estado fresco posee mayor porcentaje de deformación. En cambio, cuando se realiza el proceso de secado el material pierde deformación, gana rigidez y resistencia a tensión tanto cuando se ensaya longitudinal como transversalmente.

El empaque biodegradable posee mejor comportamiento cuando se ensaya longitudinalmente, alcanzando una resistencia mayor a 10 MPa (megapascuales); transversalmente no supera los 0.7 MPa, sin embargo, es una resistencia acorde para un empaque, al comparar con empaques de poliestireno expandido (Icopor), según la literatura, se encuentra que este material presenta resistencias a la tensión entre 0.15 y 0.60 MPa según los agentes espumantes utilizados (Knauf Miret, 2005).

Con esto se puede concluir que, un empaque biodegradable posee mayor resistencia a la tensión que un empaque convencional de un solo uso.

E. Prueba de moldes y calor

La chala es un material muy flexible, al cubrir el maíz toma su forma, por lo cual debe aplicarse una técnica que le permita adquirir la estructura determinada a la necesidad del empaque.

El objetivo del proyecto es el diseño de empaques con la chala como materia prima. Para lograrlo se han realizado moldes en concreto a fin de aplicar la técnica de termoformado, utilizada normalmente en la producción de empaques de plástico.

La técnica de termoformado hace uso de dos moldes <<hembra y macho>> que se calientan. El material resultante es una lámina, ésta se estira para adaptarse a los bordes en el vacío de los moldes al momento de aplicar presión.

En las pruebas de temperatura, se aprecia que la chala al recibir mucho calor se seca al punto en que cambia su color y aumenta su probabilidad de quiebre. De modo que, se emplea el proceso de manera controlada en un horno de convección forzada.



*Figura 17. Prueba en tamaño pequeño con molde de vidrio.
Elaboración propia.*

Siendo necesario comprobar la medida apropiada de temperatura y tiempo, se realizaron pruebas con las hojas y moldes ya contruidos. Como resultado, la temperatura que mostró mejor resultado fue de 80°C, donde el tiempo depende del tamaño del material y la humedad que contenga. Además, se observa que la hoja toma la forma del molde con la aplicación del calor, evitando que la hoja llegue a secarse y quebrarse.



*Figura 18. Tela de hojas en molde de concreto con aplicación de calor.
Elaboración propia.*

Después de los ensayos para la técnica de termoformado, se deduce que la temperatura adecuada será de 80°C en un tiempo aproximado de dos (2) horas en el horno, observando que el material no proceda a secarse demasiado o a mantenerse muy húmedo.

F. Prueba de unión

Las chalas son delgadas y su forma es similar a un triángulo; además en su parte inferior es más gruesa y no permite ser extendida, ya que se quiebra. Por lo cual, las hojas deben ser cortadas en los extremos superior e inferior.



*Figura 19. Tamaño natural de la hoja de mazorca de maíz.
Elaboración propia.*

Los empaques para panaderías necesitan ser de diversos tamaños, entonces para producir los empaques en las dimensiones finales se hace necesario ampliar la materia prima. Por esa razón, se realizan experimentos con pegamentos de ingredientes naturales, que no afecten la finalidad de biodegradabilidad de la chala.

Algunos de los ingredientes utilizados:

- Maicena.
- Harina.
- Vinagre.
- Agua.
- Fécula (maíz, yuca)
- Almidón.



Figura 20. Diferentes mezclas de pegamentos naturales. Elaboración propia.

Durante las pruebas se evidencia que ninguno de los pegamentos naturales probados cumplía su objetivo, puesto que estas se separaban en poco tiempo o afectaba las texturas, es así como se realiza la búsqueda de algún elemento que cumpla con las características naturales y apoye la unión del material.



Figura 21. Chapas unidas con pegamentos. Elaboración propia.

Indagando en un elemento que posibilite juntar las hojas de mazorca de manera efectiva, se descubre la comercialización de hilo de algodón orgánico en el país, que a diferencia del normal su proceso es más sustentable y con pesticidas o fertilizantes naturales, además de su característica en común de biodegradabilidad.



*Figura 22. Unión de las hojas cosidas en máquina de coser.
Elaboración propia.*



*Figura 23. Tela de chalas unidas con hilo en máquina de coser.
Elaboración propia.*

El hilo orgánico que se comercializa en el país es aceptado por máquinas de coser básicas, de este modo se asegura una producción rápida de la tela y asegurada en los extremos.



Figura 24. Multipropósito de algodón orgánico hilo de coser [Imagen], (Mercado Libre, 2020).



Figura 25. Producción de tela en máquina de coser. Elaboración propia.

La sujeción que genera el hilo en las hojas se comprueba que es efectivo ejerciendo tensión desde los extremos y al momento de ensayar con los moldes en el horno las dos capas de hojas, con las fibras cruzadas, logran tomar la forma correctamente, conservándola por un periodo extenso.



Figura 26. Prueba de la tela de hojas con el molde y aplicación de calor. Elaboración propia.

En conclusión, se logra determinar que el método funcional para la creación de la tela de hojas es coser con hilo de algodón orgánico, cruzando estas en diversas direcciones para incrementar su resistencia.

7. Desarrollo de prototipo preliminar de empaque biodegradable.

- Desarrollar un prototipo preliminar de empaques biodegradables para productos de panadería artesanal, a partir de la hoja de mazorca de maíz (chala)

El manejo de diversos materiales con los que son fabricados los empaques utilizados en las panaderías ha demostrado falencias en el transporte y contención de los productos.

Además, estas empresas buscan incentivar en el consumidor hábitos saludables, al tiempo que toman acciones responsables con el medio ambiente, por lo que se interesan en la disposición final del material al dejar de cumplir con su función.

Con el fin de presentar una solución a la retención de humedad y daños en el producto, se desarrolla un prototipo preliminar de empaque con una materia prima natural, la hoja de mazorca de maíz (chala). Por esta razón, al realizar las pruebas necesarias para caracterizar la chala, se procede a la técnica de aplicación de calor, seleccionada como la mas factible para generar la forma necesaria.

De esta manera, aplicando la información obtenida por el uso de la hoja de mazorca en alimentos –envueltos de choclo cocinados en agua hirviendo a 100°C- se calcula un valor de temperatura aproximado en el que el calor, al no aplicarse con agua que conserve la humedad, será menor en un tiempo específico.

- Temperatura: 80°C.
- Tiempo: Hora y media.

Después de analizar las características obtenidas, experimentar en tamaños pequeños y determinar los valores a aplicar, se procede a realizar cada paso en los tamaños reales, realizados en concreto de diferentes tamaños.



*Figura 27. Moldes en concreto de diferentes tamaños.
Elaboración propia.*

Las hojas no tienen los mismos tamaños, por lo cual se realiza la tela uniéndolas con el hilo orgánico, permitiendo que se cubra el espacio del molde y generar la forma apropiada. Con esta tela se procede a medir en cada molde y recortar unos centímetros más arriba del borde, ya que la hoja al secarse se recoge.



*Figura 28. Medida de la tela de hojas en los moldes.
Elaboración propia.*

El horno de convección forzada es programado a calentar hasta los 80°C, se ubican los moldes con las hojas en el interior de este. Esto con el fin de que el calor sea absorbido por los moldes de concreto, transfiriéndolo a las hojas hasta secarlas y minimizar su flexibilidad, permitiendo que tome la forma proporcionada, así, la hoja cada vez procede a perder su humedad interna obteniendo rigidez en su estructura.



Figura 29. Moldes con hojas recortadas en el horno de convección. Elaboración propia.

El proceso en el horno debe ser revisado cada cierto tiempo, esto para ir midiendo la humedad que pierde la hoja. De esta manera, se evita que la hoja seque de más y se quiebre incluso estando en el molde.



Figura 30. Observación del proceso de secado. Elaboración propia.

De forma progresiva, se aplican los mismos pasos para formar las tapas del empaque midiendo la hoja en el molde macho, manteniéndola con un caucho e insertándose en el molde hembra sin extraer la parte ya formada. Para esta parte, se toma el mismo tiempo, revisando su humedad y sujeción regularmente, de lo contrario al soltarse se dobla.



*Figura 31. Moldes con la tapa y base en proceso de secado.
Elaboración propia.*

Cumplido el tiempo de las dos secciones dentro del horno, se extraen y se mantienen sujetos al molde hasta que éste y las hojas se enfríen, así se evita que, aun conservando humedad en la sección interna donde tienen contacto, pierda la estructura por su flexibilidad.



*Figura 32. Unión de las hojas cosidas en máquina de coser.
Elaboración propia.*



Figura 33. Desmoldado de las hojas secas. Elaboración propia.

Posterior al desmolde, se comprueba que la tapa encaje con la base y los bordes no sean muy cortos para la fase de cierre. Luego se debe revisar si han quedado hojas sueltas y ser sujetadas con el mismo material o el hilo orgánico.



Figura 34. Prueba de encaje entre la tapa y la base después del secado. Elaboración propia.

Para finalizar la fase de producción, se procede a examinar la manera más fácil y efectiva de cerrar los empaques, asegurando el contenido. De modo que, conservando la estética natural se hará uso del mismo material para las uniones entre tapa y base.

Finalmente, se extraen tiras largas de las hojas de mazorca de maíz, estas pueden ser amarradas entre sí para extenderlas. Después se realizan pequeños orificios en la tapa y base que coincidan, se introducen las tiras juntando las dos partes y se atan.

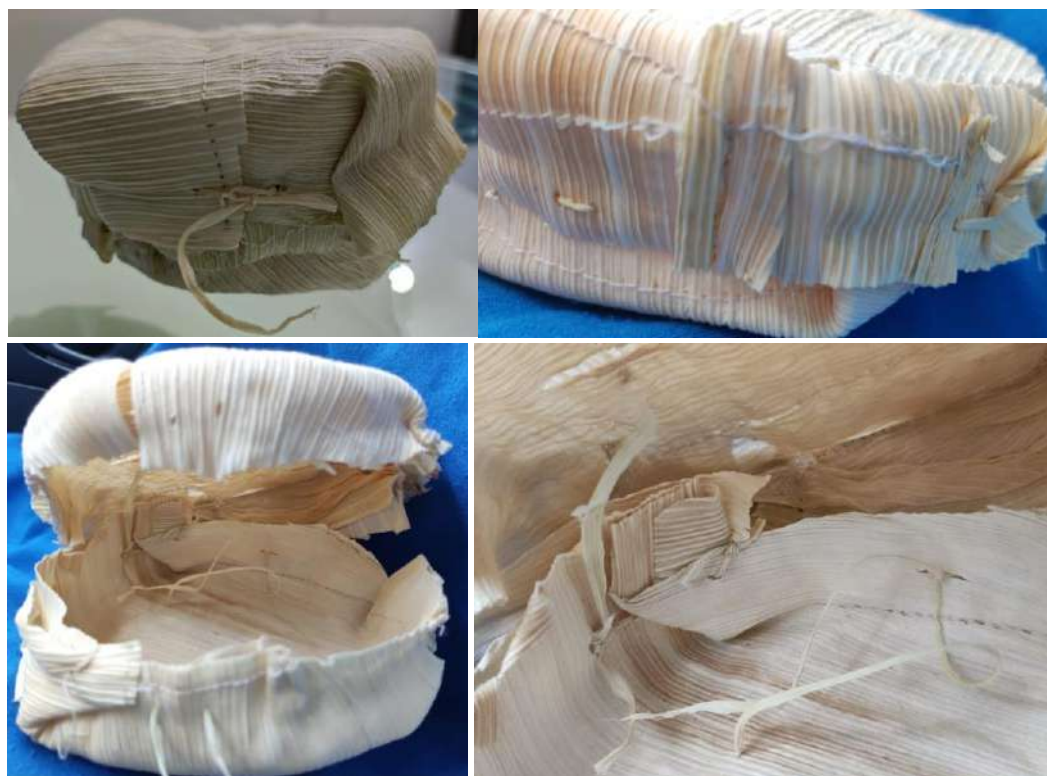


Figura 35. Unión de la tapa a la base con orificios y tiras de hojas en modelo 1. Extremos fijos. Elaboración propia.

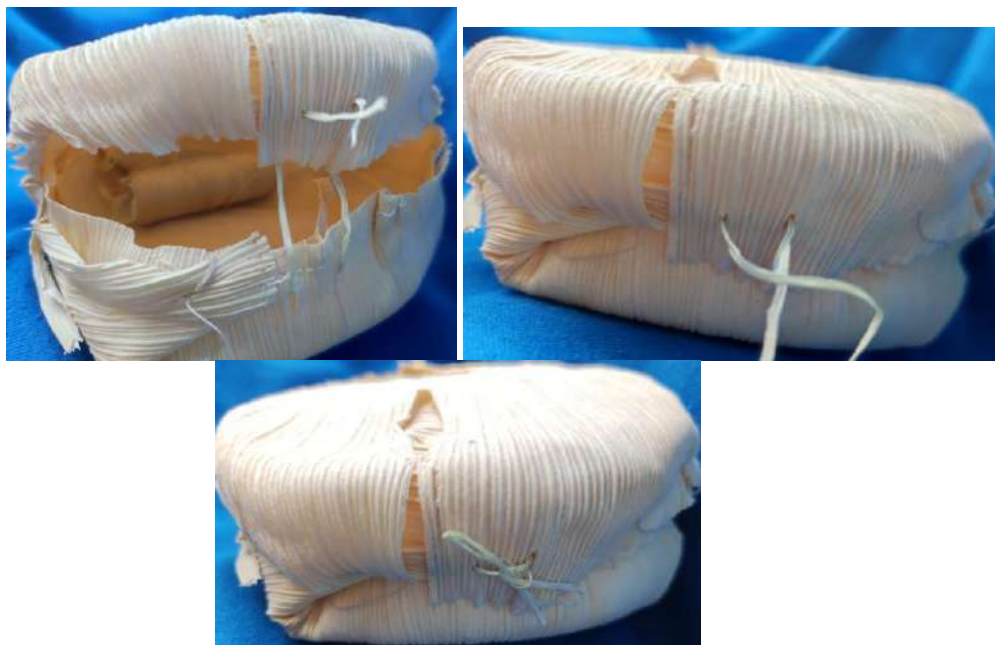


Figura 36. Unión de la tapa y la base para apertura-cierre. Elaboración propia.



Figura 37. Unión de la tapa y la base en modelo 2. Elaboración propia.

a) Comprobación

En un proyecto en el que se busca dar solución a una problemática, se debe realizar un estudio en el que se compruebe de manera real. En este caso, se evidencia como los empaques utilizados en las panaderías artesanales, el campo a tratar, no son los más apropiados, ya que debilitan los productos al retener la grasa o humedad y mantener el contacto.



*Figura 38. Empaque actual de panaderías artesanales.
Elaboración propia.*

Con el fin de comprobar el prototipo de empaque fabricado, se embalan los mismos productos provenientes de estas panaderías, en contacto directo y por un tiempo extendido, en transporte y almacenaje, verificando que tanto el empaque como el artículo no generen hongo.

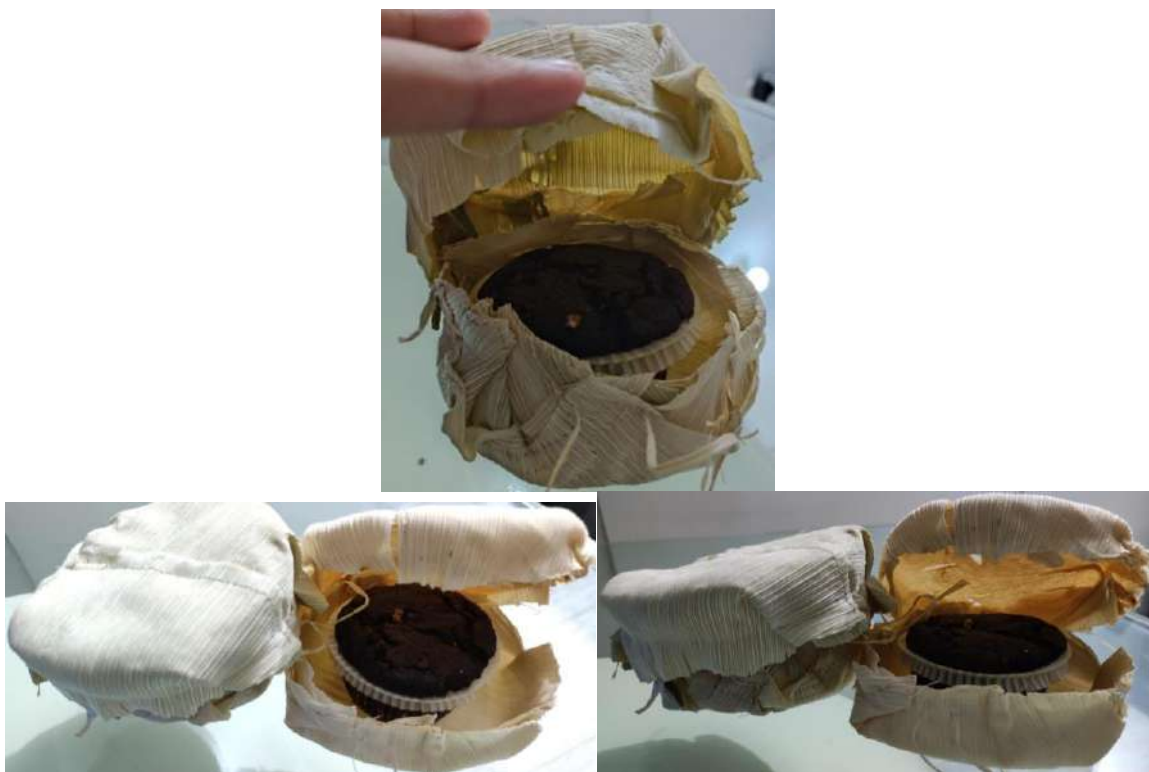


Figura 39. Empacado de muffin en modelo 1. Elaboración propia.



Figura 40. Empacado de pan en modelo 2. Elaboración propia.

La hoja de mazorca, en estado seco, absorbe la humedad que se genere a su alrededor. En esta ocasión, se impregna de la grasa y la humedad que emite el pan por el calor, al contrario de los empaques tradicionales, la mantiene en el interior de sus fibras sin traspasar a las manos o al alimento.



*Figura 41. Muestra interior de grasa y humedad en base del empaque
2. Elaboración propia.*



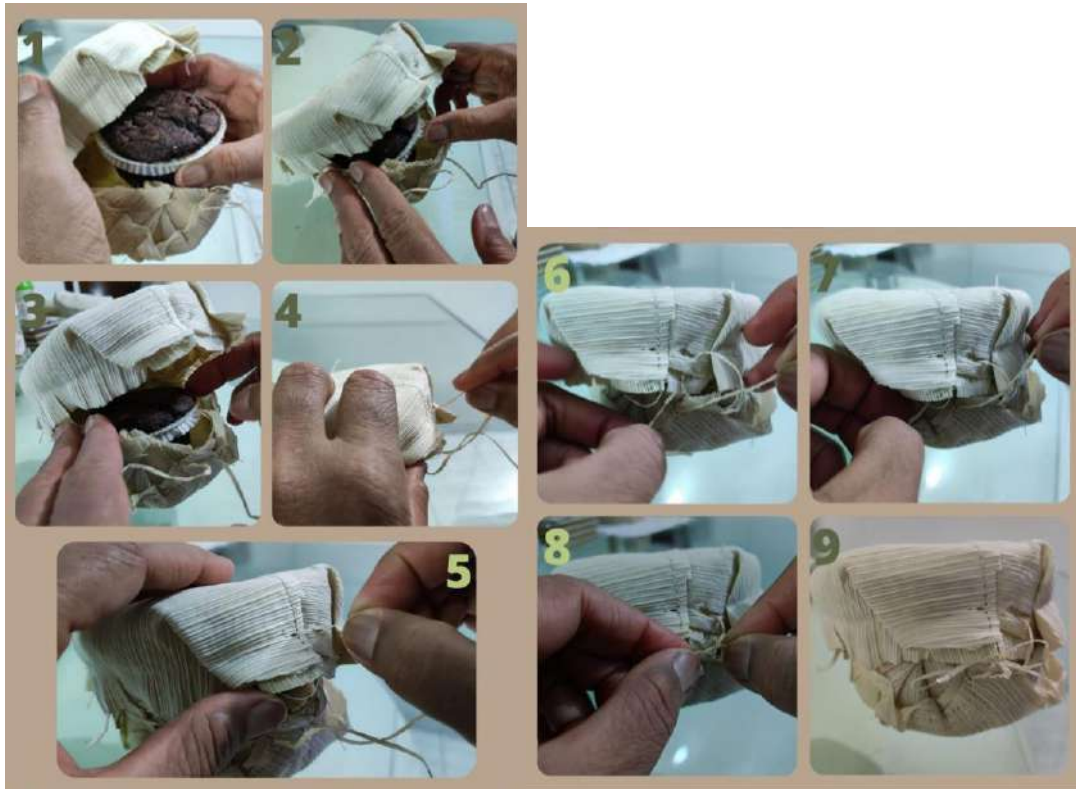
*Figura 42. Muestra exterior de empaque sin grasa o humedad.
Elaboración propia.*

Para concluir:

- Como resultado, se obtiene un empaque que resuelve las falencias de función presentadas por los de plástico. Así, se logra demostrar que existen alternativas sostenibles para cumplir con las tareas en las situaciones cotidianas.
- En consecuencia, al conservar la estructura natural de las hojas, los empaques fabricados en este proyecto no tienen la mejor apariencia estética, obteniendo un estilo rústico.
- El sistema de cierre aplicado en los prototipos de este proyecto, emulan el amarre artesanal realizado a los envueltos de alimentos, por lo que se hace uso del mismo material.

b) Paso a paso del empaque

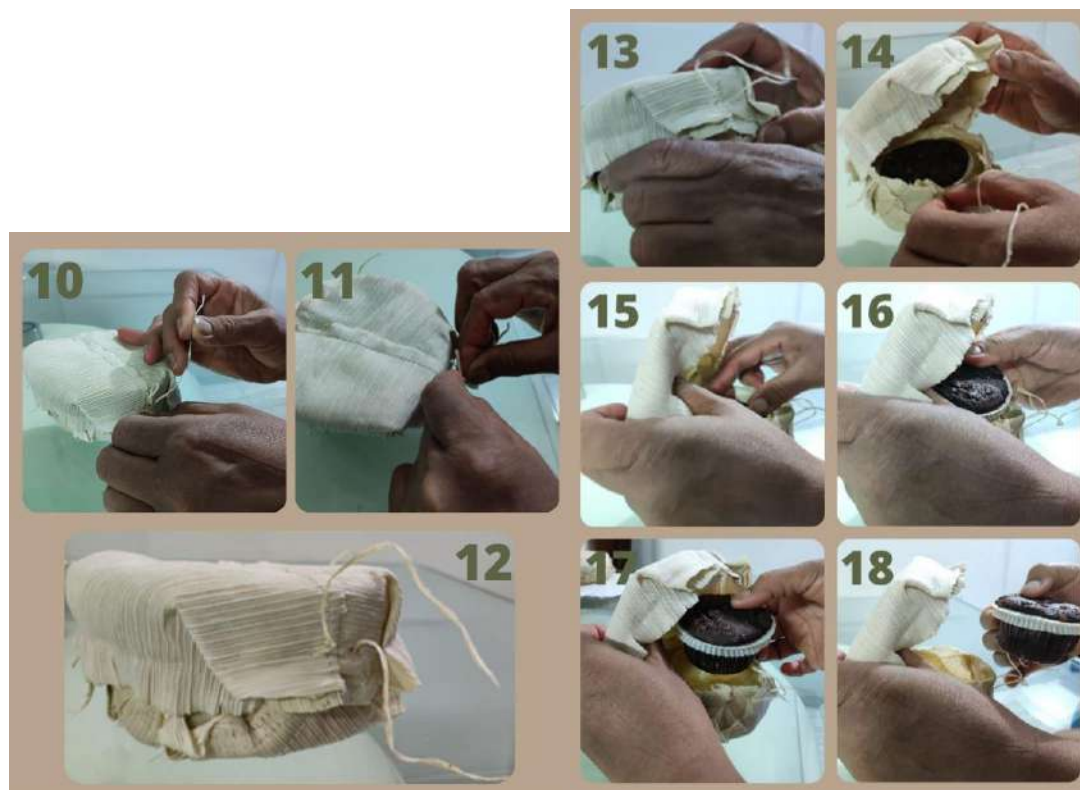
En este apartado, se demuestra fotográficamente el uso del prototipo de empaque fabricado con la investigación y pruebas realizadas en este proyecto.



*Figura 43. Paso a paso uso del prototipo de empaque.
Elaboración propia.*

Descripción de pasos para empackado del producto:

1. Introducción del producto al empaque.
2. Acomodación del contenido en el interior.
3. Ajuste de bordes de la tapa para cierre.
4. Cierre de empaque.
5. Insertado de tira de amarre en orificio del empaque.
6. Unión de las tiras en nudo.
7. Ajuste de nudo.
8. Finalización de amarre.
9. Empaque cerrado con nudo de cierre.



*Figura 44. Paso a paso uso del prototipo de empaque.
Elaboración propia.*

Descripción de pasos para consumo del producto:

1. Ubicación y agarre del sistema de cierre artesanal.
2. Desatado del sistema de cierre.
3. Empaque desatado.
4. Apertura del empaque.
5. Empaque abierto con producto contenido.
6. Agarre del empaque para conservar abierto.
7. Extracción del producto.
8. Visión lateral de extracción del producto.
9. Empaque abierto sin contenido.

c) Agarre y transporte de empaque

Después del empacado del producto se debe establecer maneras de agarre, las cuales el cliente de estas panaderías tenga la facilidad de transportar sus productos hasta el punto de consumo.



*Figura 45. Formas de agarre para transporte de empaque.
Elaboración propia.*

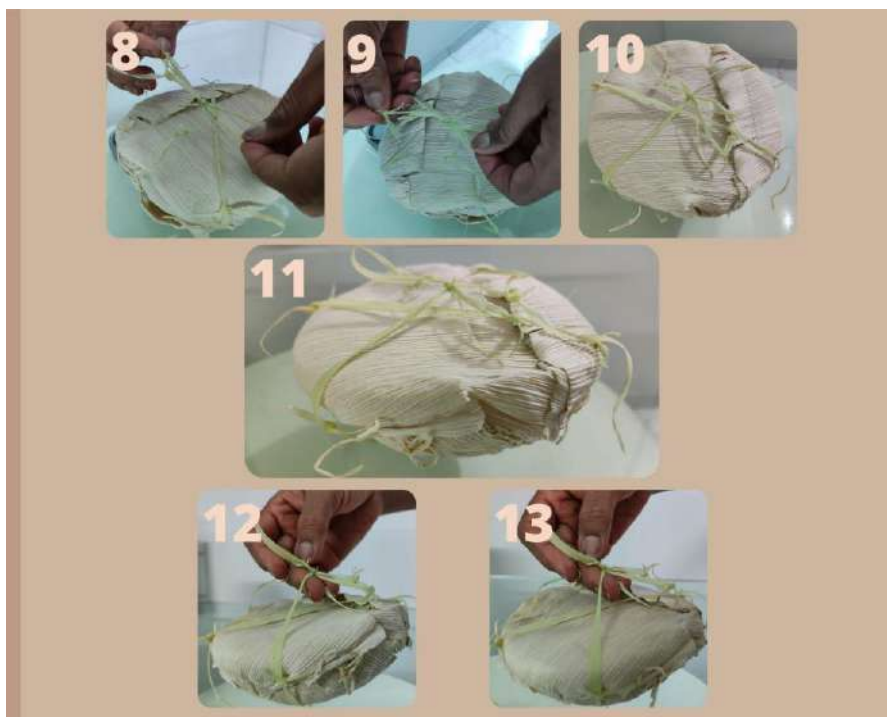
De igual manera, llevar el empaque en la mano no es la única forma planteada, ya que con el mismo material puede crearse una cuerda que envuelva el empaque y permita su transporte.



*Figura 46. Amarra de chalas para transporte de empaque.
Elaboración propia.*

Paso a paso para uso de amarra de chalas:

1. Ubicación de la amarra en la parte inferior del empaque.
2. Unión de extremos en la parte inferior.
3. Cruce de amarra para asegurar.
4. Paso de las tiras de chalas hacia la parte superior del empaque por lateral contrario.
5. Ajuste de tiras en la zona superior.
6. Primer nudo para afirmar al empaque.
7. Fijación de amarre.



*Figura 47. Amarra de chalas y agarre para transporte de empaque.
Elaboración propia.*

Pasos finales para amarra de chalas y agarre:

- 8.** Nudo en moño.
- 9.** Ceñido de nudo final.
- 10.** Empaque con amarra de chalas.
- 11.** Empaque con amarre finalizado.
- 12.** Sujeción del empaque de las amarras de chala.
- 13.** Agarre para transporte desde las amarras.

d) Empaque secundario

Desarrollo de un empaque secundario tipo bolsa, que apoye una de las maneras de transporte del primario con los productos de panadería.



*Figura 48. Empaque primario con producto en bolsa de chalas.
Elaboración propia.*

La bolsa de chalas al contener el empaque con productos tiene la posibilidad de agarre para el transporte en tres (3) maneras:



*Figura 49. Formas de agarre para transporte de bolsa.
Elaboración propia.*

Para terminar, se demuestra en la sección de uso y transporte del empaque que se puede variar según la cantidad de producto, comodidad y necesidad del usuario. Se determinó que, al realizar orificios extras, además de los de unión entre tapa y base, para sujetar las amarras desde el interior del empaque puede provocar que con el peso y movimiento se rasguen las hojas que le dan estructura, por lo cual se establecieron de manera exterior y reforzando la protección del producto.

8. Conclusiones

Para concluir, al realizar una investigación exhaustiva de proyectos con el objetivo similar del aprovechamiento de una materia prima natural aplicada a dar solución de una problemática cotidiana, aporta métodos de caracterización con herramientas de laboratorio y técnicas aplicables al material de este trabajo.

En cuanto a la importancia de la contaminación ambiental generada por el uso excesivo del plástico, se propone la utilidad de la hoja de mazorca de maíz (chala) empleando sus beneficios, como provenir de una fuente natural, para la fabricación de empaques biodegradables.

De igual modo, se ejecuta el estudio de un sector en el cual se haga uso continuo de empaques fabricados en plástico se seleccionan las panaderías artesanales, ya que se humedecen y dañan los productos contenidos en estos. Razón por la cual se determinan las pruebas necesarias a efectuar a la chala para adquirir sus propiedades.

De manera que se busca apoyo y prestación de un espacio en el cual ejecutar los estudios pertinentes a la chala. Es así como la interacción con profesionales del campo de la biotecnología permitió tener una visión diferente en el proyecto, además del apoyo en el uso de maquinarias. Estas personas manejan técnicas en diversos materiales cambiando sus estructuras en procesos con químicos o de forma natural. Así, es como al tener conocimiento de estructuras para materias primas naturales, se logró llegar a la conclusión en conjunto que la técnica de aplicación de calor a una temperatura determinada genera un mejor manejo formal de la hoja para empaques.

Con el objetivo de caracterizar la chala, debido a la escasez de documentación técnica, se hace uso de herramientas de laboratorio obteniendo resultados de rigidez, resistencia, impermeabilidad y biodegradabilidad, donde se determina que para la

conservación de vida útil del empaque debe contenerse en un lugar fresco para evitar su secado total, pero sin humedad para evitar la generación de hongos. Además, la creación de una tela con el fin de ampliar el tamaño de las hojas y la experimentación del método de aplicación de calor para dar estructura al material en moldes de concreto.

A continuación, se procede a la fabricación de empaques a partir de las hojas de mazorca de maíz solventando las falencias del plástico, como la retención de grasa y humedad al absorberse en las fibras sin trasladarse hacia el exterior, lo que impide el contacto con el alimento o el usuario; la disposición final del mismo, puesto que al ser biodegradable tarda menos tiempo en degradarse y beneficia a la naturaleza.

Finalmente, se debe agregar que los empaques en este proyecto son prototipos preliminares diseñados de una manera empírica, sin la máquina de termoformado, con el uso del material desde la perspectiva del diseño industrial. De donde se infiere que, al extender la investigación del material se depure en detalle su estética y formas, así mismo, definir un sistema de producción industrial seriada de empaques que implique tiempos menores.

Referencias

- ABC. (2015). *Cómo conservar el pan en casa y disfrutar de él fresco como el primer día*. <https://www.abc.es/sociedad/20150418/abci-como-conservar-casa-201504151301.html?ref=https:%2F%2Fwww.google.com%2F>
- Andrés Sarria-Villa, R., José, , Gallo-Corredor, A., & Humberto Pérez, ; Edier. (2019). Bisphenol-A: A contaminant present in plastic containers. In *Revista ITTPA* (Vol. 1, Issue 1). <https://ittpa.car.gov.co/uploads/files/5ed7fe47e3122.pdf>
- Bellver, E. (2020). *Contaminación: ¿qué son los lixiviados?* TENDENCIAS.COM. <https://tendencias.com/eco/contaminacion-que-son-los-lixiviados/>
- Cocinistas. (n.d.). *Hojas de mazorca de maíz*. Retrieved November 4, 2020, from <https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/ingredientes-del-mundo/hojas-de-mazorca-de-maiz.html>
- Confederación Española de Empresarios de Plástico. (n.d.). *Los plásticos, factor clave en el desarrollo social y material del ser humano*. Retrieved June 26, 2020, from <http://dis.um.es/~barzana/Divulgacion/Plasticos/Plasti01.html>
- Congreso de la República de Colombia. (2019a). *Proyecto de Ley 066 de 2019*. <http://leyes.senado.gov.co/proyectos/index.php/textos-radicados-senado/p-ley-2019-2020/1529-proyecto-de-ley-066-de-2019>
- Congreso de la República de Colombia. (2019b). *Proyecto de Ley 080 de 2019*. <http://leyes.senado.gov.co/proyectos/index.php/textos-radicados-senado/p-ley-2019-2020/1543-proyecto-de-ley-080-de-2019>
- Cortes, W. G. (2011). *Materiales lignocelulosicos como fuente de biocombustibles y productos químicos*. <https://publicacionesfac.com/index.php/TecnoESUFA/article/view/366/486>
- Cumbre de pueblos. (2017). *Contaminación ambiental: Qué es, tipos de contaminación, causas, consecuencias y soluciones*. <https://cumbrepuebloscop20.org/medio-ambiente/contaminacion/ambiental/>
- DARNEL GROUP. (2017). *Pastelería y Repostería - Empaques desechables Darnel*. <http://pe.darnelgroup.com/sectores/pasteleria-y-reposteria/>
- EcoInteligencia. (2015). *¿En qué consiste el ecodiseño?* <https://www.ecointeligencia.com/2015/09/ecodiseno/>
- ECOINVENTOS. (2019). *Platos biodegradables hechos con hojas naturales- Leaf Republic*. <https://ecoinventos.com/platos-biodegradables-hechos-con-hojas-naturales/>
- EcuRed. (n.d.). *Celulosa - EcuRed*. Retrieved July 31, 2020, from <https://www.ecured.cu/Celulosa>
- Empaques & cartones. (2020). *Bolsas con ventanilla*. <https://www.catalogodeempaques.com/ficha-producto/Bolsas-con-ventanilla+111496>
- García, S. G. (2019). *Crónica de una muerte anunciada a los plásticos de un solo uso y otros productos del mismo material*. www.actualidadjuridicaambiental.com
- Gobierno de México. (2017). *El totomoxtle; mucho más que forraje: materia prima*

- hasta para la elaboración de artesanías / Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera / Gobierno / gob.mx. <https://www.gob.mx/siap/es/articulos/el-totomoxtle-mucho-mas-que-forraje-materia-prima-hasta-para-la-elaboracion-de-artesanias?idiom=es>
- Godoy, L. C., & Sandoval, G. C. (2014). *Enzimas en la valorización de residuos agroindustriales*. <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num12/art95/>
- Greenpeace. (2015). La Contaminación Por Plásticos Está En Todas Partes. *La Contaminación Por Plásticos Está En Todas Partes*, 91–128. <https://doi.org/10.1146/annurev.matsci.33.022802.091651>
- Greenpeace. (2018). Colombia, mejor sin plásticos. *Greenpeace*, 1–7. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Infoguia. (2018). *Qué es Panadería Artesanal*. <https://infoguia.com/infotip.asp?t=panaderia-artesanal&a=1779>
- InfoRural. (2014). *Hojas de maíz, en la elaboración de alimentos, artesanías y obras de construcción*. <https://www.inforural.com.mx/hojas-de-maiz-en-la-elaboracion-de-alimentos-artesanias-y-obras-de-construccion/>
- Inspiración ECO. (2018). *Todo plástico que se usa va a parar a... (ciclo del plástico, con video) – INSPIRACIÓN ECO*. <https://inspiracioneco.com/2018/10/16/ciclo-del-plastico-video/>
- InspirAction. (2018). *¿Qué es la contaminación? | InspirAction*. <https://www.inspiration.org/cambio-climatico/contaminacion>
- Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). (2019). *Uso de empaques tradicionales para la industria alimenticia*. <https://www.invima.gov.co/uso-de-empaques-tradicionales-para-la-industria-alimenticia>
- Knauf Miret. (2005). *Características del poliestireno expnadido*. 7.
- La Barra. (2019). *Conozca los empaques ideales para panaderías y reposterías*. <https://www.revistalabarra.com/campanias/darnel/premium-beneficios-de-los-empaques-plasticos-en-panaderias/>
- Lagunes-Fortiz, E., & Zavaleta-Mejía, E. (2016). Función de la Lignina en la Interacción Planta-Nematodos Endoparásitos Sedentarios. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 34(1), 43–63. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1506-7>
- Marinas Triana, M. C. (2003). *MEZCLA DE FIBRAS SINTÉTICAS Y FIQUE EN PROPUESTAS TEXTILES DE TEJIDO PLANO PARA DECORACIÓN DE HOGAR SIGUIENDO EL CONCEPTO DE PROTECCIÓN DENTRO DE UN ESTILO ÉTNICO CONTEMPORÁNEO COLOMBIANO*. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/21085/u245751.pdf?sequence=1>
- Mercado Libre. (2020). *Multiproposito De Algodon Organico Hilo De Coser Color Bl | Mercado Libre*. https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-582511529-multiproposito-de-algodon-organico-hilo-de-coser-color-bl_JM
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2012). *Resolución 4143 de 2012*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-4143-de-2012.pdf>
- Mora Espinosa, W. J., Ramón Valencia, B. A., & Moreno Contreras, G. G. (2019). Natural fibers as an alternative of reinforcement in composite materials. a review. *Bistua*

- Revista De La Facultad De Ciencias Basicas*, 17(2), 60.
<https://doi.org/10.24054/01204211.v2.n2.2019.3523>
- National Geographic, & Royte, E. (2018). *¿Es el plástico una amenaza para nuestra salud?* https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/grandes-reportajes/es-plastico-amenaza-para-nuestra-salud_12739/1
- Noticias ONU. (2017). *La ONU lucha por mantener los océanos limpios de plásticos* / *Noticias ONU*. <https://news.un.org/es/story/2017/05/1378771>
- NOVALIFE. (2014). *Seis trucos para conservar el pan*.
https://www.antena3.com/novalife/recetas-cocina/seis-trucos-conservar-pan_2014062157da845b0cf2f66f47e285db.html
- ONU. (2018). *Prohibición de plásticos de un solo uso*.
- Parra, L. A., Del Villar, P., & Prieto, A. (2010). Extracción de fibras de agave para elaborar papel y artesanías [University of Guanajuato]. In *Acta Universitaria* (Vol. 20). <https://doi.org/10.15174/au.2010.63>
- Peñaranda, L. V., Montenegro, S. P., & Giraldo, P. A. (2017). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia*.
<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2040/2293>
- Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. (2009). *Evaluación y ajuste del Plan Integral de Residuos Sólidos PGIRS 2004-2019*. 234.
- Pliego, E. (2020). *El maíz: su origen, historia y expansión* - *PanoramaCultural.com.co*.
<https://www.panoramacultural.com.co/gastronomia/3676/el-maiz-su-origen-historia-y-expansion>
- Portafolio. (2020). *Las realidades del consumo del plástico en medio de la pandemia* / *Economía* / *Portafolio*. <https://www.portafolio.co/economia/las-realidades-del-consumo-del-plastico-en-medio-de-la-pandemia-541211>
- Prado-Martínez, M., Anzaldo-Hernández, J., Becerra-Aguilar, B., Palacios-Juárez, H., Vargas-Radillo, J. de J., & Rentería-Urquiza, M. (2012). Caracterización de hojas de mazorca de maíz y de bagazo de caña para la elaboración de una pulpa celulósica mixta. In *Madera Bosques* (Vol. 18, Issue 3).
<https://doi.org/10.21829/myb.2012.183357>
- ROOM. (2019). *Fernando Laposse. ¿Diseñador o superhéroe?* - *ROOM Diseño*.
<https://www.roomdiseno.com/fernando-laposse-disenador-o-superheroe/>
- SIGA EMPAQUES. (2020). *Bolsas y Empaques de Papel Kraft*.
<https://www.sigaempaquas.com/>
- The World Economic Forum. (2016). The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics. In *The World Economic Forum* (Issue January).
- Tita, S. P. S., Paiva, J. M. F. de, & Frollini, E. (2002). Resistência ao Impacto e Outras Propriedades de Compósitos Lignocelulósicos: Matrizes Termofixas Fenólicas Reforçadas com Fibras de Bagaço de Cana-de-açúcar. *Polímeros*, 12(4), 228–239.
<https://doi.org/10.1590/s0104-14282002000400005>
- Twenergy. (2019). *Qué son los productos desechables y cómo combatirlos* / *Twenergy*.
<https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/contaminacion/productos-desechables-un-gran-foco-de-contaminacion-1418/>
- Universidad de los Andes, & Greenpeace Colombia. (2019). *Situación actual de Colombia y su impacto en el medio ambiente*. 14.

http://greenpeace.co/pdf/2019/gp_informe_plasticos_colombia_02.pdf
Universidad Estatal Amazónica. (2018). *Resumen de CONTAMINACION AMBIENTAL II-A*. <https://www.uea.edu.ec/eva1517/web/course/info.php?id=183>
Zhang, Y., Ghaly, A. E., & Li, B. (2012). Physical Properties of Corn Residues. In *American Journal of Biochemistry and Biotechnology* (Vol. 8, Issue 2).
<https://doi.org/10.3844/ajbb.2012.44.53>
Zurita, R. M. (2012). Hoja de elote. In *Larousse Cocina*.
<https://laroussecocina.mx/palabra/hoja-de-elote/>