

***Diseño de nuevos productos empleando estrategias de ecodiseño, a partir de los residuos del  
nopal en Sonsón, Antioquia***

**Proyecto de grado**

**Estudiante:**

**Valentina Alzate Sánchez**

**Asesores:**

**Lina María Agudelo Gutiérrez, Ph.D**

**Mauricio Vásquez Rendón, Ph.D**

**Diseño y Gestión del Producto**

**Universidad de Medellín**

**Facultad de Diseño**

**2022**

## Contenido

Resumen.....	1
Abstract .....	1
Problema .....	2
Pregunta de Investigación.....	3
Justificación .....	4
Objetivos .....	5
Objetivo General .....	5
Objetivos Específicos.....	5
Marco Teórico .....	5
Ecodiseño en el Desarrollo de Nuevos Productos.....	5
Tendencias de Ecodiseño .....	7
Variables Restrictivas en el Diseño.....	8
Uso de Fibras Naturales/Vegetales en el Diseño .....	9
Productos Neoartesanales Hechos con Fibras Vegetales .....	12
Uso de Residuos como Fuente de Fibras .....	14
El Territorio .....	15
Nopal y Residuos Aprovechables .....	16
Metodología.....	18
Objetivo 1: Construcción de Nuevas Propuestas de Producto .....	18
Objetivo 2: Desarrollo de Prototipos .....	26
Objetivo 3: Estimación del Impacto Medioambiental de los Productos.....	39
Conclusiones .....	41
Prospectiva.....	42
Anexos.....	43
Referencias Bibliográficas .....	44

## Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Rueda de las ocho estrategias (Principios, 2015) .....	6
Ilustración 2. Productos hechos en mimbre (Artesanías de Colombia, 2022) / (902 Showroom, 2021) .....	10
Ilustración 3. Productos hechos en cáñamo (Alvarez, 2020) / (Taima artesanía, 2016).....	10
Ilustración 4. Productos hechos en fique (Artesanías de Colombia, 2021) .....	11
Ilustración 5. Productos hechos en yute (902 Showroom, 2021) .....	11
Ilustración 6. Productos hechos con palma de seje (Artesanías de Colombia, 2021).....	11
Ilustración 7. Zapatos hechos con fibra de plátano (INDIANES, 2019) .....	12
Ilustración 8. Mobiliario elaborado en corcho y cáñamo (Hugo Silva & Joana Santos, 2017).....	12
Ilustración 9. Zapatos elaborados con cáñamo (8000Kicks, 2019) .....	13
Ilustración 10. Columpio hecho con cáñamo (DesignLiberio, 2017).....	13
Ilustración 11. Luminarias hechas en mimbre (The Andes House, 2007) .....	14
Ilustración 12. Subproductos del nopal (Fuente propia) .....	15
Ilustración 13. Nopal y residuos aprovechables: a) Ana María Orozco y artesanías (Fuente propia); b) Productos elaborados con cuero de nopal (Desserto, 2019); c) Bisutería hecha con nopal (Lace of the Fields, 2013); d) Luminarias hechas con nopal (El huaje Diseño artesanal, 2018); e) Recipientes hechos con nopal (El huaje Diseño artesanal, 2020); f) Canastos hechos con nopal (Artesanías Loaiza, 2017); g) Artesanías elaboradas con nopal (Pinterest, 2020) .....	18
Ilustración 14. Ensayos mecánicos en máquina universal realizados a distintos tipos de residuos. 21	
Ilustración 15. Análisis de propiedades térmicas por termogravimetría .....	22
Ilustración 16. Propuesta de ideación 1 .....	23
Ilustración 17. Propuesta de ideación 2 .....	24
Ilustración 18. Propuesta de ideación 3 .....	24
Ilustración 19. Propuesta de ideación 4 .....	25
Ilustración 20. Propuesta de ideación 5 .....	25
Ilustración 21. Propuesta de ideación 6 .....	26
Ilustración 22. Prototipos de baja fidelidad en estropajo (Fuente propia). Se cortaron las piezas de estropajo y se utilizó un elemento de transición, en este caso el hilo trenzado para formar la geometría propuesta, dado a que tanto en el material del nopal como del estropajo no es posible obtener de una sola pieza la geometría completa.....	27
Ilustración 23. Prototipos de baja fidelidad en balsa (Fuente propia). Se cortó la madera balsa de acuerdo a la geometría propuesta, y se realizaron ajustes de dimensionamiento; sin embargo, a la final se descartó la idea debido a que su geometría no era posible obtenerla con el material del nopal.....	28
Ilustración 24. Prototipos de baja fidelidad en balsa (Fuente propia). Se cortaron y lijaron las maderas balsas. De este prototipo se corrigieron temas con respecto al grosor, ya que en un inicio era menor y las piezas maderables del nopal tienden a ser un poco más gruesas. ....	28
Ilustración 25. Prototipos de baja fidelidad en estropajo y cartón paja (Fuente propia). Se utilizó el estropajo y el cartón paja para llegar a las ideas propuestas. ....	28
Ilustración 26. Prototipo portavela. Materiales: Madera de nopal (Fuente propia) .....	29
Ilustración 27. Prototipo 2 portavela. Materiales: Madera de nopal y arcilla (Fuente propia) .....	30

Ilustración 28. Prototipo cuenco. Materiales: Madera de nopal, hilo trenzado y cabuya (Fuente propia) .....	31
Ilustración 29. Prototipo macetero. Materiales: Madera de nopal, hilo trenzado y arcilla (Fuente propia) .....	32
Ilustración 30. Delcy (a) y artesanías elaboradas por ella (b, c, d, e, f).....	34
Ilustración 31. Proceso desarrollo de prototipos (Fuente propia).....	35
Ilustración 32. Portavela (Fuente propia) .....	36
Ilustración 33. Cuenco (Fuente propia).....	37
Ilustración 34. Macetero (Fuente propia) .....	38
Ilustración 35. Set de productos (Fuente propia) .....	39

### **Lista de Tablas**

Tabla 1. Traducción de atributos.....	20
Tabla 2. Resistencia mecánica muestra OSE .....	22
Tabla 3. Estimación impacto ambiental .....	40

## Resumen

Desde finales del siglo XX se ha despertado el interés por introducir hábitos de consumo responsables, puesto que se evidencia un estilo de vida consumista e insostenible que representa una amenaza para el planeta, el cual se ve incapaz de absorber (eliminar/reducir/combater) los residuos generados. Por esta razón, el tratamiento de residuos ha cobrado importancia para reintegrarlos de nuevo a los distintos procesos productivos. Los consumidores al darse cuenta de estas consecuencias, han comenzado a cambiar su forma de comprar tomando los asuntos sociales y ambientales más seriamente. Como resultado, en el mercado se han introducido de manera progresiva productos más responsables con el medio ambiente, al mismo tiempo que conceptos como el ecodiseño han ido generando una influencia en el diseño de productos.

Considerando que la actividad agrícola es una de las de mayor impacto ambiental, es pertinente pensar en cómo desde el ecodiseño, se pueden implementar nuevas estrategias para el tratamiento y disposición de los residuos. Esto se puede aplicar en los residuos generados de la siembra del nopal en Sonsón, Antioquia, pues se conoce que todas las partes de la planta son aprovechables, lo cual brinda la oportunidad de generar nuevos productos a partir de estas e incentivar los “mercados verdes” en Colombia, y adicional, pensar en las bondades de la planta para promover un modelo de economía circular.

Es por esto que en este trabajo de investigación, se plantea el diseño de nuevos productos de carácter ornamental y/o funcional a partir de los residuos generados en los cultivos de nopal en Sonsón, Antioquia, empleando análisis de tendencias y estrategias de ecodiseño. A su vez, conceptos como la neoartesanía son aplicados en este proyecto, en el que se trabaja de la mano de técnicas artesanales para crear productos más respetuosos con el medio ambiente; y por otra parte, se indaga en el uso de fibras naturales y las múltiples aplicaciones que pueden llegar a tener, lo que lleva a plantear los residuos del nopal como fuente de fibras y subproductos naturales que permitan el desarrollo de nuevos productos. Se espera que a través del aprovechamiento de los residuos de nopal, permita además impactar positivamente a futuro a la población que se beneficia de estos cultivos, mostrándoles posibles nuevas aplicaciones y potencialidades de un material con gran proyección.

**Palabras clave:** Diseño de producto, ecodiseño, nopal, valorización de residuos.

## Abstract

Since the end of the 20th century, there has been a growing interest in introducing responsible consumption habits, since there is evidence of a consumerist and unsustainable lifestyle that represents a threat to the planet, which is incapable of absorbing (eliminating/reducing/mitigating) the waste generated. For this reason, waste treatment has gained importance to reintegrate it back into the different productive processes. Consumers, realizing these consequences, have begun to change the way they buy, taking social and environmental issues more seriously. As a result, more environmentally responsible

products have been progressively introduced in the market, while concepts such as eco-design have been influencing product design.

Considering that agricultural activity is one of the activities with the greatest environmental impact, it is pertinent to think about how ecodesign can be used to implement new strategies for the treatment and disposal of waste. This can be applied to the waste generated from the planting of nopal in Sonsón, Antioquia, since it is known that all parts of the plant are usable, which provides the opportunity to generate new products from these and encourage "green markets" in Colombia, and additionally, to think about the benefits of the plant to promote a circular economy model.

For this reason, this research work proposes the design of new ornamental and/or functional products from the residues generated in the nopal crops in Sonsón, Antioquia, using trend analysis and ecodesign strategies. At the same time, concepts such as neo-artisanship are applied in this project, which works hand in hand with artisanal techniques to create more environmentally friendly products; and on the other hand, the use of natural fibers and the multiple applications they can have are investigated, which leads to consider the nopal residues as a source of natural fibers and by-products that allow the development of new products. It is expected that through the use of nopal residues, it will also allow a positive impact in the future on the population that benefits from these crops, showing them possible new applications and potentialities of a material with great projection.

**Keywords:** Product design, ecodesign, nopal, waste valorization.

## Problema

La sociedad está sobrepasando los límites y capacidad ecológica de la tierra dado a la cantidad desmesurada de desechos provocados por la producción y consumismo masivos, que han ocasionado un impacto negativo sobre ella. Esta problemática ha generado un crecimiento en la cantidad de energía consumida, así como una disminución de la capacidad del planeta para contrarrestar los daños ambientales y absorber (eliminar/reducir/combater) las grandes cantidades de residuos generados por la sociedad consumista (Tabares-Osorio & Zuluaga-Orozco, 2014); además, según Greenpeace, actualmente la humanidad está utilizando 50% más de recursos naturales que hace 30 años (Iberdrola, 2021), lo cual evidencia que la cantidad de los recursos que se consumen hoy en día no deja de aumentar.

Por este motivo, en los últimos 5 años se ha evidenciado un aumento del 71% del número de consumidores que optan por productos sostenibles, sobretodo las generaciones más jóvenes (Limited, 2021), están entendiendo que la economía actual no es sostenible y que la contaminación ambiental está ligada al consumo de recursos; esto ha llevado a que estén dispuestos a adoptar nuevos comportamientos y a cambiar sus hábitos, por lo que el mercado se ve obligado a atender estas nuevas exigencias del consumidor, demostrando su compromiso con el medio ambiente y abordando nuevas estrategias desde el diseño (ONU - Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industria, 2008).

Inicialmente esta concientización, que condujo a varias manifestaciones, comenzó en las décadas de los 70's y 80's por un grupo de personas que empezaron a reconocer las consecuencias medioambientales

por sus acciones. Es así, como a partir de iniciativas aisladas, convenciones, publicaciones y divulgaciones, algunos gobiernos comenzaron a implementar regulaciones ambientales y medidas de control mediante la adopción de políticas de producción más limpias, centradas en promover el desarrollo sostenible, con el fin de contrarrestar los desastres naturales, el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, el aumento en la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y otras afectaciones causadas por la actividad industrial desbordada (Bartres, 2019; Sanz, 2014).

De estas afectaciones que enfrenta la tierra, el 30% del consumo total de energía y el 22% del total de emisiones de gases de efecto invernadero, corresponden a la producción agrícola en el mundo (Buraglia Osorio, 2021). Concretamente en Colombia, la ganadería y la agricultura representan el 59% del total de emisiones que se generan (El Espectador, 2022); además, de acuerdo con la Guía Empresarial de Economía Circular, se genera un 65% de residuos orgánicos no aprovechados de la agroindustria. Según esto, se puede inducir que la actividad agrícola es una de las de mayor impacto ambiental, tanto en la producción como en la disposición de residuos. Productos como el café, palma de aceite, caña de azúcar y panelera, maíz, arroz, banano y plátano, producen 71.943.813 t/año de residuos, los cuales son incinerados o dispuestos en rellenos sanitarios (Victoria et al., 2017).

Ya conociendo que los residuos agroindustriales traen como resultado consecuencias negativas para el medio ambiente si no tienen una debida disposición y/o reutilización, es pertinente saber que estos tienen alto potencial de aprovechamiento, lo cual se convierte en una ventaja para combatir la contaminación mediante la *valorización de residuos*, esto quiere decir según el Ministerio de Salud, *“valorizar los residuos significa optimizar sus características a partir de procesos de reutilización, recuperación y reciclado. También hace referencia a un proceso, a una operación cuyo objetivo es darle al residuo una utilidad. Por ejemplo, la sustitución de otros materiales para realizar una función”*(Of et al., 2018; Valorización, 2019). Como es el caso de Ana María Orozco, artesana de Sonsón, Antioquia quien ha explorado los usos alternativos de los residuos generados de la cosecha del higo (fruto del nopal), del cual Sonsón es el principal productor a nivel nacional. De este fruto, se genera 40 toneladas de residuos al mes por la dificultad de mantenerlo en buenas condiciones durante el transporte, adicional a la cantidad de residuos producto de la poda de las plantas, que aún se encuentran por cuantificar. Es así como desde este proyecto, se quiere generar nuevas aplicaciones para los residuos generados de las plantaciones del nopal en Sonsón, Antioquia, pues se conoce que el nopal es una planta totalmente aprovechable, lo cual abre la oportunidad en repensar nuevas estrategias que permitan aprovechar y mejorar la disposición final de los residuos e impacten a futuro desde lo económico, social y ambiental. De esta forma, la valorización de residuos para el desarrollo de nuevos productos se pretende abordar a partir de estrategias de ecodiseño que permitan reducir el daño medioambiental, escalando nuevas soluciones a las problemáticas mencionadas y atendiendo las necesidades actuales del consumidor que contribuye hacia la disminución del impacto ambiental.

### **Pregunta de Investigación**

¿Cómo valorizar el uso de los residuos del nopal a través del diseño de nuevos productos?

## Justificación

El diseño como actividad que transforma y resuelve problemáticas y/o necesidades, permite plantear, en este caso, múltiples soluciones para el aprovechamiento de residuos agroindustriales, los cuales se quieren introducir al ciclo de vida a fin de prolongar su vida útil, con el objetivo de propiciar un modelo de economía circular; y en tal sentido, atribuir un segundo uso que contribuya hacia la reducción del impacto negativo que tienen los residuos en el planeta.

Según la Agencia Federal Alemana del Medio Ambiente, *“El 80% de los impactos medioambientales de un producto se originan en la fase de diseño”*, proceso que está en manos del diseñador, quien comprende la tarea de tomar decisiones para la transformación de una idea en un producto tangible que va a afectar según sus decisiones tomadas, de manera positiva o negativa. Es aquí donde el diseñador tiene la facultad de generar soluciones a las problemáticas y necesidades de la sociedad, que converjan hacia la mejora y calidad de vida de las personas y su entorno (*EL ECoDiSeÑo DeSDe LoS DiSeÑaDoReS.*, 2011; Principios, 2015).

Según los pronósticos de tendencias del 2022 de la Worth Global Style Network (WGSN) la conciencia que se está despertando en los consumidores frente a los impactos ambientales está dirigiendo la atención hacia la adquisición de productos éticos y responsables, con tendencia hacia lo natural, la sostenibilidad y la circularidad. Es por esta razón que los materiales de origen vegetal se están consolidando a nivel global en el mercado de la moda, muebles, accesorios y decoraciones para el hogar (Saldana, 2022b); por ende, las empresas están comprobando la potencialidad de su uso, pues son un recurso ecológico, de poco tratamiento y que pueden ofrecer productos de bajo impacto ambiental que responden a las necesidades actuales del consumidor. Así mismo, los residuos se están convirtiendo en un recurso valioso y un material alternativo, ya que tienen la posibilidad de ser reutilizados o reciclados en un modelo de circularidad (Palmer, 2022).

Esta nueva conciencia permite gestar valores que están relacionados con la conexión con la naturaleza y la sostenibilidad, como aquellos existentes en la producción artesanal. Está claro que la artesanía y el diseño son disciplinas diferentes, pero también es claro que cada una le aporta a la otra; y si a esta interacción se le suma el papel de la tecnología en el desarrollo de productos sostenibles, se podrán atender las nuevas exigencias de los consumidores conscientes que dentro de esto buscan reducir el consumo de productos industrializados, optando por productos más cuidadosos, por ser conocedores de su origen y volver a sus raíces. A partir de esto aparece el trabajo colaborativo entre la artesanía, el diseño y las nuevas tecnologías para rescatar el trabajo artesanal y crear soluciones más sostenibles y de alto valor simbólico (Aragón, 2016). *“Los diseñadores cada vez más se consideran responsables de la creación de un diseño consciente”*, por lo que el diseño adquiere un rol importante para la valorización de residuos permitiendo en este caso, dar un segundo uso a los residuos generados en las plantaciones del nopal en Sonsón, Antioquia, pues a través del diseño, se pueden ampliar sus posibilidades de uso incentivando la colaboración con artesanos locales, promoviendo la innovación y el desarrollo económico, social y ambiental.

## Objetivos

### Objetivo General

Diseñar un set de productos a partir de análisis de tendencias de ecodiseño, que contemplen las variables restrictivas desde la forma, el material y el procesamiento de los residuos de nopal.

### Objetivos Específicos

- Construir nuevas propuestas de producto partiendo de los atributos y propiedades del material como la morfología, color, textura, tamaño, resistencia mecánica y térmica.
- Desarrollar prototipos que permitan la representación y verificación de la forma y el método de obtención del set de productos propuestos.
- Estimar el impacto medioambiental de los productos resultantes empleando herramientas cuantitativas de análisis de ciclo de vida.

## Marco Teórico

### Ecodiseño en el Desarrollo de Nuevos Productos

El propósito del ecodiseño es pronosticar y reducir los impactos negativos de un producto o servicio en su medio ecológico, económico y social. Es útil para fabricar productos y/o servicios eficientes, sustentables, y diferenciadores que tengan un sentido de respeto por el medio ambiente; además de que ayuda a reducir costos al minimizar materias primas, procesos, residuos, entre otros.

Un producto genera impacto en cada una de las fases de ciclo de vida, que va desde la extracción de materias primas, fabricación, distribución, uso, hasta el tratamiento final (Sanz, 2014), que mediante eco-estrategias busca mejorar el rendimiento en cada una de estas. Para evaluar y mejorar este rendimiento e impactos medioambientales, existen distintas metodologías que pueden ser cualitativas o cuantitativas según el objetivo o precisión que se desee (ONU - Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 2008; Prado-trigo et al., 2011; Principios, 2015; Urbano & Robayo, 2020).

#### *Las ocho estrategias del ecodiseño*

Esta metodología configura 4 fases que son: Conceptualización – Fabricación – Utilización – Fin de Vida, en los que en cada una existen distintas eco-estrategias (Principios, 2015).



Ilustración 1. Rueda de las ocho estrategias (Principios, 2015)

*Estrategia 0. Nuevo concepto:* Adición de funciones (multifuncionalidad), y disminución de la materia prima del producto.

*Estrategia 1. Uso de materiales de impacto reducido:* Materiales derivados de recursos naturales, reciclables, libres de sustancias peligrosas, materiales producidos mediante procesos ecológicos, materiales de proveedores locales, y uso mínimo de materiales diferentes.

*Estrategia 2. Reducción de elementos:* Reducción de componentes y material, optimización del peso y volumen, sistemas apilables y plegables.

*Estrategia 3. Optimización de la producción:* Reducción del número de procesos productivos, utilización de técnicas limpias, económicas y de menor desperdicios, minimización del consumo de energía, reducción de residuos y desperdicios.

*Estrategia 4. Optimización de la distribución:* Minimización de la cantidad de material de embalaje, y del volumen ocupado en el almacenaje, reducción del peso del producto, uso de vehículos y medios de transporte de bajo impacto.

*Estrategia 5. Reducción del impacto en el uso:* Reducción del mantenimiento, uso de productos/procesos de bajo impacto para el mantenimiento, y reducción del consumo de la energía necesaria para el uso del producto.

*Estrategia 6. Optimización de la vida útil:* Incremento de la vida útil, alta fiabilidad y durabilidad, facilidad de mantenimiento y reparación.

*Estrategia 7. Optimización del fin de vida:* Fácil desmontaje y separación de piezas, reciclaje de los materiales/componentes utilizados, recuperación energética (residuos como fuente de energía), disposición final fácil y segura.

## **Tendencias de Ecodiseño**

La concientización de la población y su conocimiento de la ecología, ha llevado a buscar nuevas soluciones a los problemas del planeta Tierra y sus recursos a fin de promover el progreso y la mejora de los ecosistemas naturales, ofreciendo así, nuevas aplicaciones de tendencias e innovaciones sostenibles que contribuyan a las problemáticas actuales y la nueva mentalidad de los consumidores.

### *Sostenibilidad e innovación: Fibras bastas*

Las fibras de origen vegetal son consideradas como ecológicas y de poco tratamiento en el cultivo, que al ser procesadas de la manera correcta generan soluciones de producto de bajo impacto. Es por esto que, dado a su modelo regenerativo, las fibras están cobrando valor e importancia. Además, empresas biotecnológicas están adquiriendo materia prima para fibras celulósicas, materiales compuestos y cuero, mediante residuos agrícolas como el cáñamo y el yute. Por otra parte, las marcas están indagando en nuevas fibras vegetales para ampliar sus alternativas y aumentar el interés de los consumidores. Entre las fibras bastas más reconocidas y utilizadas están: Fibra de lino, cáñamo, yute, kenaf, ramio, ortiga del Himalaya, calotropis, cáñamo indio, urena, sunn, roselle (Palmer et al., 2022).

### *Diseño #huelladecarbonocero*

El conocimiento y concientización de las personas sobre el cambio climático ha impulsado la sostenibilidad y circularidad para la preservación y protección del planeta. Como consecuencia de esto, la medición del impacto medioambiental y el compensar la emisión de carbono vinculada a los productos y procesos de producción se volvió relevante para las personas. (Saldana, 2022a)

### *Diseño reductor = Restar aporta valor*

La optimización y reducción de materiales, procesos, y componentes no tan necesarios, son imprescindibles para favorecer la reciclabilidad y biodegradación, que, acompañado de programas de retorno, incentiva una economía circular y diseño sostenible (Saldana, 2022a).

### *Naturaleza*

Incursionar en el desarrollo sostenible es indispensable para dar respuesta a los consumidores que están conectados e influenciados por la tendencia de lo natural. Esta tendencia promueve a que las marcas planeen estrategias de productos y materiales que trabajen de manera conjunta y a favor de la naturaleza, en lugar de perjudicarla y limitar cada vez más sus recursos (Saldana, 2022b).

### *Desechos reutilizados y reciclados*

Los residuos están siendo considerados como un recurso valioso que con el progreso tecnológico tendrán mayor escalabilidad. Los restos industriales, los desechos electrónicos, alimenticios, plásticos y demás, serán una nueva alternativa de materiales, debido a que los fabricantes y consumidores son conscientes de que estos acaban en vertederos o incinerados. Por esta razón, se quiere reducir el uso de materiales vírgenes y derivados del petróleo, y, por el contrario, utilizar materiales reciclados y de origen vegetal que permitan el ahorro de costos y la reducción de residuos (Saldana, 2022b).

### *Trabajo local y artesanal*

El aumento de conciencia social está impulsando una visión más equitativa y respetuosa por las prácticas artesanales y por quienes están detrás de este trabajo. De este modo, se busca la colaboración con artesanos locales que promuevan el patrimonio y generen una narrativa auténtica para el desarrollo de productos (Palmer, 2022).

## **Variables Restrictivas en el Diseño**

Para el proceso y creación de un producto existen varias restricciones y condicionantes que pueden tener alta influencia para su desarrollo y ejecución, por lo cual, resulta importante conocerlas para conseguir una solución óptima. Dentro de estas se encuentra, la forma, el material y el proceso, una tríada que se relaciona netamente entre sí. Evidentemente el material nos puede colocar unas restricciones tanto para lo formal como para la selección de procesos productivos y además, nos entrega unas características ya definidas como pueden ser la textura, color, superficie, acabados, grosor y demás aspectos que deben ser tenidos en cuenta para lo que se pretende desarrollar. Otras limitantes a considerar también son el presupuesto, tiempo y procesos de producción a los que se tenga acceso.

Enfocado al nopal, es un material que se caracteriza por ser irregular y amorfo, por este motivo cada pieza es totalmente única y distintiva. Al ser piezas totalmente distintas, pueden variar sus propiedades y características; pero, además, como se hablaba anteriormente, es un material con limitaciones para la modificación de su forma y aplicación de procesos productivos.

Por otra parte, factores como el contexto, lugar, usuario al que va dirigido el producto y función a realizar, deben ser considerados por lo que, dependiendo de su identidad y cultura se rigen ciertos valores, comportamientos y relacionamientos. Además, las especificaciones de diseño, más conocidas como PDS (Product Design Specification), son una fase elemental en el proceso de diseño, en la que precisamente se levantan las especificaciones y restricciones con las que debe cumplir el producto a diseñar. Esta herramienta permite tener una medición y claridad de cada uno de los requerimientos a considerar; y de esta forma poder evaluar que una idea cumpla con las necesidades y requerimientos de los usuarios según sus demandas y deseos.

## Uso de Fibras Naturales/Vegetales en el Diseño

Las fibras vegetales son los elementos que hacen parte de los tejidos orgánicos de las plantas, es decir, esta materia prima se obtiene de todas sus partes: tallos, hojas, raíces, cortezas, frutos, o incluso también se utiliza toda la planta como fibra (Linares et al., 2008). Dichas fibras son un conjunto de células que presentan membranas engrosadas y normalmente con lignina y celulosa, polímeros naturales que forman la planta, y de los más abundantes en la tierra (Gómez, 2016).

Estas fibras han hecho parte de la humanidad y han sido de gran importancia para el desarrollo de la civilización, pues el hombre ha sabido encontrar soluciones y distintas aplicaciones en ellas, como la construcción de viviendas, vestimenta, transporte de alimentos, objetos de cacería, elementos para pescar y dormir; lo que las convirtió relevantes para la economía. Inicialmente, su origen se remonta a la prehistoria con las culturas antiguas como Egipto, Mayas, Incas, Persia y otras, que utilizaban fibras naturales para su vestuario, adornos y objetos, junto con colorantes naturales (Sanchez, 2011). En Colombia, los primeros acercamientos al uso de fibras naturales fueron explorados por los grupos indígenas quienes conocieron y dominaron distintas especies y técnicas para la extracción y utilización como solución a muchas de sus necesidades básicas, lo que implicó determinar características físicas y mecánicas, como también su obtención y transformación para conseguir un producto final. (Linares et al., 2008).

A través del tiempo, aumentó el desarrollo y utilización de las fibras vegetales para múltiples utilidades, por ende, adoptó una clasificación que, según el libro *“Fibras vegetales empleadas en artesanías en Colombia”*, se clasifican como: *fibras textiles*, que se caracterizan por ser fibras largas, resistentes y finas para elaborar tejidos, cuerdas y redes; dentro de estas se utilizan el algodón, lino, yute, cáñamo, fique, y fibra de pita; *fibras para elaborar cepillos y escobas*, las cuales son rígidas y resistentes, y se utilizan fibras tal como chiquichiqui, amargo, iraca; *fibras para tejidos trenzados*, como sombreros, donde se usa la iraca, caña flecha, enea, moriche, cumare, chiquichiqui, cabecinegro, tetera, chocolatillo; para esteras la enea, junco, palma estera; y cestería, chin, potré, chocolatillo, tetera, matamba, lecho, chagualos y gaques, chinas y atacorrales, esparto; *tejidos naturales*, que generan telas con fibras trenzadas o entrecruzadas, en los cuales se usan fibras como yanchama, damagua, cabecinegro; *fibras para elaborar papel de la caña de azúcar*, piña, lenguesuegra, fique, buchón de agua. Por su parte, las plantas utilizadas para extraer las fibras, el 91% son nativas de la América tropical, y de ellas, seis son endémicas de Colombia (*palma estera, quitasol, táparo, cestillo, azufre, esparto*) (Linares et al., 2008).

Ahora bien, se puede dar cuenta que actualmente, el artesano colombiano cuenta con más de 100 especies productoras de fibras que reúne el país, lo cual le brinda la oportunidad de realizar múltiples objetos utilitarios y decorativos, así como tejidos, sombreros, máscaras, papel, vestidos, canastos, empaques, bolsos, adornos, mochilas, cinturones, hamacas, pulseras, muebles, lámparas, jarrones y un sinnúmero de productos más, que para su debida elaboración, utilizan procesos similares a los de los grupos indígenas de la América prehispanica; siendo algunos de estos: *raspado, ripia, encopadura, embutido, travillado, y espajado* (Linares et al., 2008).

Dado a estas múltiples posibilidades que brindan las fibras vegetales, están ganando terreno en el desarrollo de productos como una de las estrategias de ecodiseño para entregarles a los consumidores productos de bajo impacto. Algunas de estas fibras utilizadas para el desarrollo de productos son:

El *Mimbre*, es una fibra natural obtenida de un arbusto de la familia de los sauces, originaria de Asia. El mimbre se cultiva en Colombia, en los departamentos de Tolima y Cundinamarca, pues allí se encuentran plantaciones para la industria artesanal. Es un material flexible y ligero con el cual se pueden elaborar productos como baúles, maletas, cunas, marcos, butacas, mecedoras, lámparas, bandejas, canastas, barriles, cestos, fruteras, abanicos, sombreros, y otros, como se observa en la Ilustración 2 (Artes. Colomb., 2008). En el oficio de tejeduría con mimbre, se destaca la cestería y mueblería, que para su fabricación, primeramente se realiza un esqueleto en madera, para luego aplicar un proceso al que le llaman *embutado*, el cual consiste en colocar varillas de mimbre en ciertos lugares; después, se lleva a cabo el *embarrilado*, donde se cubre toda la estructura con el mimbre; posteriormente, se realiza el *travillado*, donde se incorporan tejidos que destacan y finalmente, el *sopleteado* para quitar residuos y dar acabados (León, 2018).



Ilustración 2. Productos hechos en mimbre (Artesanías de Colombia, 2022) / (902 Showroom, 2021)

Otra de las fibras utilizadas es el *Cáñamo*, obtenida de la planta del Cannabis Sativa. Es una fibra duradera, resistente, suave y de las más sostenibles. Además, tiene múltiples aplicaciones como velas, cuerdas, ropa, celulosa para papel; en el sector de la artesanía, aplicaciones para muebles y cestería (Ilustración 3), y de la construcción, como revestimiento ligero de fachadas y elemento de protección al sol (Museum, 2021).



Ilustración 3. Productos hechos en cáñamo (Alvarez, 2020) / (Taima artesanía, 2016)

El *Fique* es otra de las fibras de mayor uso. Proviene de una planta de la familia de las agaváceas, cultivada en Antioquia, El Cauca y Nariño. Es una fibra áspera, resistente, y se puede hallar teñida en varios colores (Showroom, 2021). Esta se ha utilizado para realizar platos, cuencos, bandejas, cajas, floreros, cofres y demás productos con el proceso de *enrollamiento*; así como también, tapetes, alpargatas, costales, bolsos, canastos (Ilustración 4), mediante técnicas como *el trenzado*, *el crochet*, *las dos agujas*, y *el telar de pedal* (Artesanías de Colombia, 2020).



Ilustración 4. Productos hechos en fique (Artesanías de Colombia, 2021)

Igualmente, el *Yute*, es una planta herbácea de la familia de las malváceas; una fibra 100% biodegradable y reciclable, se caracteriza por ser una de las fibras naturales más largas, como también, por ser blanda y brillante. Además, se sabe que el 80% de su producción se realiza en India y Bangladés (S.L., 2017). Con ella se elaboran tapetes, elementos decorativos, lámparas, empaques, textiles y otros, como se puede observar en la Ilustración 5 (Showroom, 2021).



Ilustración 5. Productos hechos en yute (902 Showroom, 2021)

Otra, es la fibra de *Palma de seje*, que es obtenida de la palma de seje, planta que se aprovecha en todas sus partes. Esta fibra se caracteriza por ser rígida pero maleable y flexible, puede tener irregularidad en sus acabados, pero hacen parte de su distinción. Con esta fibra se pueden elaborar distintos productos como lámparas, individuales, bandejas, y otros (Showroom, 2021).



Ilustración 6. Productos hechos con palma de seje (Artesanías de Colombia, 2021)

## Productos Neoartesanales Hechos con Fibras Vegetales

Si bien el concepto de neoartesanía se define como “*la mezcla entre la artesanía tradicional, con la tecnología y la digitalización*” (Benito, 2019), este concepto surge a partir del desarrollo de las nuevas tecnologías y los sistemas de producción industriales, junto con la necesidad de generar un consumo más consciente y sostenible; es por esto que el diseño y la artesanía se unen para suplir las nuevas necesidades que la sociedad demanda (Aragón, 2016).

Uno de los productos que demuestra el uso de la neoartesanía, son los zapatos hechos con fibra de plátano (Ilustración 7), elaborados por INDIANES, empresa de la ciudad de Barcelona en colaboración con comunidades de artesanos de Colombia. La fibra fue extraída de desechos agrícolas, se dieron cuenta de la oportunidad que había al generarse tantos residuos de plantas de plátano que estaban siendo desaprovechados. Este producto posee un bajo impacto ambiental, y además compila aspectos como la sostenibilidad, artesanía, diseño y tecnología (Lugo, 2019d).



Ilustración 7. Zapatos hechos con fibra de plátano (INDIANES, 2019)

Asimismo, el producto Pipo (Ilustración 8), elaborado por los diseñadores portugueses, Joana Santos y Hugo Silva, consiste en un mobiliario hecho en corcho y cáñamo 100% natural, que lo hacen ser un producto ligero y antideslizante (Lugo, 2019b).



Ilustración 8. Mobiliario elaborado en corcho y cáñamo (Hugo Silva & Joana Santos, 2017)

También, se utilizó el cáñamo para elaborar zapatos impermeables, realizados por DopeKicks, que fueron fabricados en Portugal (Ilustración 9). Este producto está hecho con otros elementos que fueron reciclados, una propuesta 100% vegana del calzado. Adicionalmente, las plantillas están hechas de corcho natural, lo que lo hace un producto totalmente ecológico (Lugo, 2019c).



*Ilustración 9. Zapatos elaborados con cáñamo (8000Kicks, 2019)*

De igual forma, Kinesis (Ilustración 10), producto realizado por DesignLibero, estudio de diseño en Milán, es un proyecto que consiste en un columpio elaborado totalmente de cáñamo, que combina diseño y fabricación digital, pues se usaron tecnologías de producción como la impresión 3D y tecnología CNC, con el fin de ampliar el uso de materiales naturales y sostenibles (Lugo, 2019a).



*Ilustración 10. Columpio hecho con cáñamo (DesignLibero, 2017)*

A su vez, se elaboraron luminarias diseñadas por The Andes house, empresa de Chile (Ilustración 11) hechas en mimbre, desarrolladas en conjunto con artesanos de chimbarongo (House, 2015).



Ilustración 11. Luminarias hechas en mimbre (The Andes House, 2007)

### Uso de Residuos como Fuente de Fibras

Los materiales que contienen lignina y celulosa, en especial los residuos agroindustriales, como el bagazo de caña de azúcar, cáscara de cereales (arroz, trigo, cebada o avena), tallos lignocelulósicos, residuos madereros, envolturas de frutos (coco, maní o café), entre otros; son valiosos para la industria de materiales debido a que son un insumo sostenible y amigable con el medio ambiente. Además, su biodegradabilidad contribuye a reducir los impactos del consumismo y a fomentar un modelo sustentable.

El interés por el uso de materiales lignocelulósicos ha aumentado por sus múltiples aplicaciones, como la adquisición de productos químicos y energéticos a partir de energías limpias, obtención de productos de valor agregado como celulosa, fibras papeleras, paneles o tableros, derivados de lignina y de hemicelulosa. Por otra parte, estos residuos han sido utilizados como elementos constitutivos o de relleno en matrices cementicias y poliméricas que han permitido reducir costos, minimizar el impacto ambiental y mejorar propiedades mecánicas. Es así como los residuos se han convertido en un material de gran utilidad hoy día, y además son fuentes amigables con el medio ambiente tanto en su proceso, producción, como desecho al final de su ciclo (Simbaña, 2010).

En el caso de los residuos de nopal, se conoce que es una planta totalmente aprovechable y rica en lignina y celulosa, elementos fundamentales de las plantas y componentes principales de la madera que abren múltiples posibilidades para la generación de nuevos desarrollos de productos, pues del nopal se obtienen subproductos de su sistema vascular de tallos y hojas (Ilustración 12) con distintas características y propiedades.



*Ilustración 12. Subproductos del nopal (Fuente propia)*

## **El Territorio**

Sonsón es un municipio ubicado en el oriente antioqueño con un territorio de 1.323 Km<sup>2</sup>, siendo de los más grandes del departamento. En el siglo XIX logró convertirse en un centro económico, comercial y social de la región, lo cual lo llevó a posicionarse a inicios del siglo XX como el segundo municipio más importante de Antioquia. Sonsón posee gran riqueza natural y es uno de los pocos municipios en Colombia en tener todos los climas, lo que le permite ser una de las principales despensas agrícolas para el departamento y producir gran variedad de productos agrícolas como maíz, café, frutales, frijol, papa, e higo (fruto del nopal) del cual son el principal productor del país. Las higueras tienen una alta proyección económica, ya que son productivas durante cientos de años y pueden propagarse con facilidad. Esta siembra ha sido el sustento de más de 400 familias, pasando de generación en generación, convirtiéndose en parte de la identidad y forma de vida de la región. Sin embargo, muchas familias han tenido que producir y apoyarse de otros productos debido a que en muchos casos, el mercado solo toma el 20% y se pierde el 80% de la cosecha.

En los últimos 50 años, Sonsón se ha visto afectado por el conflicto armado en Colombia, lo que ha traído violencia, desigualdad, pobreza y distintos problemas sociales al municipio; a pesar de esto, ha sabido recuperar su posicionamiento aumentando su producción agrícola, abriéndose a industrias internacionales e incrementando el turismo; teniendo siempre su objetivo presente: posicionarse como referente de la producción agrícola y convertirse en un territorio de oportunidades (Anita Chaudhari, Brinzel Rodrigues, 2016; Botánico, 2021; Montes, 2020; Villa Gómez et al., 2020).

## Nopal y Residuos Aprovechables

El nopal es una especie endémica del continente americano, perteneciente al grupo de las cactáceas y a los géneros de las *Opuntia* y *Nopalea*. Esta planta es muy representativa de México, el cual es considerado como el centro de mayor diversidad de nopales en el continente y además representa una de las principales fuentes de la economía mexicana. El nopal fue llevado por los colonizadores españoles a Europa y, debido a que crece en regiones áridas y semiáridas, ahora se puede encontrar en estado cultivado y silvestre en países como España, Portugal, Italia, Israel, Argelia, Jordania, entre otros. Específicamente en Colombia, esta planta se encuentra en Santander, Boyacá y Antioquia (Torres et al., 2015).

El nopal ha sido muy utilizado en el sector alimenticio por sus beneficios para la salud, pero también se ha indagado sobre los potenciales usos alternativos de los residuos, como es el caso de Ana María Orozco (Ilustración 13), artesana de Sonsón quién empezó a trabajar con las mujeres campesinas y en las fincas descubrió este material con el que ha elaborado productos de decoración mediante técnicas manuales. Su interés la llevó a recoger los residuos que quedaban de los cultivos y que eran tirados al suelo por los campesinos como basura. Con esto no sólo logró aprovechar un residuo para desarrollar artesanías, sino que también, logró que las personas del territorio empezaran a percibirlo como un recurso valioso (Botánico, 2021). Adicional a esto se conocen otras exploraciones del nopal que demuestran que es un material que puede competir con otras fibras naturales, como se observa en, Ilustración 13 (a-g).







*Ilustración 13. Nopal y residuos aprovechables: a) Ana María Orozco y artesanías (Fuente propia); b) Productos elaborados con cuero de nopal (Desserto, 2019); c) Bisutería hecha con nopal (Lace of the Fields, 2013); d) Luminarias hechas con nopal (El huaje Diseño artesanal, 2018); e) Recipientes hechos con nopal (El huaje Diseño artesanal, 2020); f) Canastos hechos con nopal (Artesanías Loaiza, 2017); g) Artesanías elaboradas con nopal (Pinterest, 2020)*

Por otra parte, se han identificado algunos proyectos de México los cuales se basan en el aprovechamiento de residuos del nopal; entre estos está el desarrollo de productos de lombricomposta obtenidos de residuos de nopal y estiércol equino, el cual consiste en un fertilizante orgánico conseguido mediante la alimentación de lombrices con desechos orgánicos. A su vez, se ha desarrollado un proceso biotecnológico para conseguir celulosa a partir de la degradación de lignina presente en los residuos del nopal; como también, se ha indagado en sustituir sustancias químicas de ingredientes de algunas bebidas, alimentos y medicamentos, por compuestos orgánicos a partir de los residuos. De igual manera se ha logrado generar electricidad a partir de estos y se ha utilizado el mucílago o baba de nopal para obtener biopolímeros que permitan variedad de aplicaciones y ser una opción más sostenible ya que el consumo de polímeros sintéticos genera grandes cantidades de desechos que provocan efectos negativos para el medio ambiente (Gil Raymundo et al., 2018; Guerrero Benavidez, 2020; Morales-Munguía et al., 2010; Sears Morales et al., 2013; Vargas-Rodríguez et al., 2018).

## Metodología

### Objetivo 1: Construcción de Nuevas Propuestas de Producto

Dentro de un proceso de diseño se contemplan varias fases, las cuales se subdividen en distintas actividades; en esta etapa de investigación y conceptualización se definieron aspectos como el usuario al que estará dirigido el producto, el tipo de producto que será, las funciones que cumplirá, el contexto en que será utilizado, los productos ya existentes en el mercado, los atributos que tendrá y demás factores que contribuyen hacia la definición y desarrollo de un producto.

#### **a) Definición de Usuario**

Para la definición del usuario, se utilizó el informe del *Consumidor del futuro 2023* (Rangel, 2023), publicado por la compañía de pronósticos de tendencias WGSN, donde identifica los sentimientos y comportamientos que influirán en la mentalidad del consumidor, para crear estrategias que ayuda a

las empresas a conectar y satisfacer las necesidades actuales del mercado. De acuerdo con esto, el reporte define 4 perfiles que tendrán repercusión en la industria: Los Previsores, Los Nuevos Románticos, Los Inconformistas, y Los Dinamizadores (Anexo 1. Perfiles del consumidor). De los cuales, para este proyecto, se hará enfoque en Los Nuevos Románticos, grupo que se caracteriza por ser defensores de materiales y sustancias de origen natural, centrados en la vida sostenible, la búsqueda de trascendencia, y el comercio local. Para ellos, la estrategia es *“Crear productos, servicios e iniciativas que ayuden a la población a crear lazos emocionales más fuertes con sus mundos internos y externos. Apostar por los materiales naturales y crear productos sostenibles que ofrezcan un momento sensorial, fomenten la creación de rituales de uso y mejoren el bienestar”*.

### **b) Definición de tipología de productos**

Inicialmente se decidió hacer una primera exploración a productos de tipo ornamental/funcional para mesa bajo la categoría de productos estáticos, es decir, productos que no se mueven ni que requieren consumo energético para su funcionamiento. Esto, debido a que en este proyecto se hicieron las primeras aproximaciones a las características y propiedades del material, y el alcance del mismo permite llegar hasta este acercamiento, que abrirá el camino para nuevas transformaciones de los residuos en estudio.

Con base a las exigencias y necesidades evidenciadas del perfil de *Los Nuevos Románticos*, quienes buscan sincronía con su entorno, crear ritos y rutinas y fomentar la conexión con su ser, se definió la elaboración de un set de 3 productos para la mesa de noche, elemento vital para colocar y almacenar los objetos de uso cotidiano. Seguido de una investigación sobre los objetos que se almacenan y disponen allí, tales mencionados como libros, gafas, medicamentos, lámparas, relojes, accesorios, agendas, plantas, joyeros y entre otros más, se puede rescatar que algunos fines prevalecen como lo es el tema de la luz, siendo clave para el confort, la contemplación, la lectura, espiritualidad y demás; la naturaleza como medio para ayudar a conciliar el sueño, tener un mejor descanso y generar bienestar; y el contener para almacenar y disponer los objetos personales y de uso diario. Por lo tanto, se definió buscar promover ese bienestar y conexión que buscan *Los Nuevos Románticos*, mediante la luz, lo cálido, lo natural, y el contener, a través de objetos como: un portavela, un macetero y un cuenco para disponer objetos personales

### **c) Generación de Moodboards**

Una vez definido la tipología de productos (*Portavelas/Macetero/Cuenco*), se elaboraron tableros de inspiración con referentes de cada categoría de producto enfocados desde un concepto orgánico y natural (Anexo 2. Moodboards). Esta herramienta visual, ayudó a enfocar y comunicar ideas desde lo formal, funcional, ensambles, mecanismos, colores y demás elementos que dieron pie a la conceptualización y claridad del set de productos.

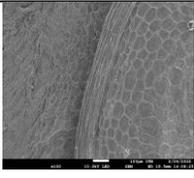
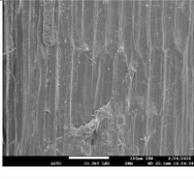
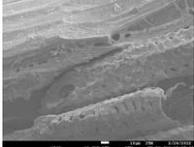
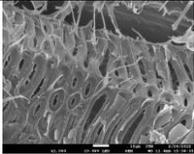
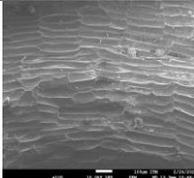
#### d) Especificaciones de Diseño (PDS)

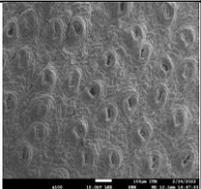
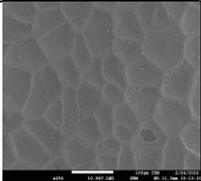
Se realizó el Product Design Specification o PDS para el set de productos, el cual contiene los requerimientos, demandas y deseos expresados que debe comprender cada tipología de producto, desde lo material, la estética y forma, el desempeño, la manufactura, la instalación, el mantenimiento y la ergonomía. (Anexo 3. Especificaciones de Diseño (PDS)).

#### e) Traducción de Atributos

En la traducción de atributos se caracterizaron y codificaron distintas partes del material según su morfología. Para esto, se tuvo en cuenta el análisis morfológico realizado por medio de Microscopía Electrónica de Barrido – SEM, el cual permitió obtener imágenes en alta resolución de las superficies de los materiales, y visualizar sus formas, composición, patrones y texturas. Es así como mediante este análisis, se les asignó un respectivo nombre según sus características formales y analogías con distintos referentes encontrados, que permitiera identificar cada parte del material.

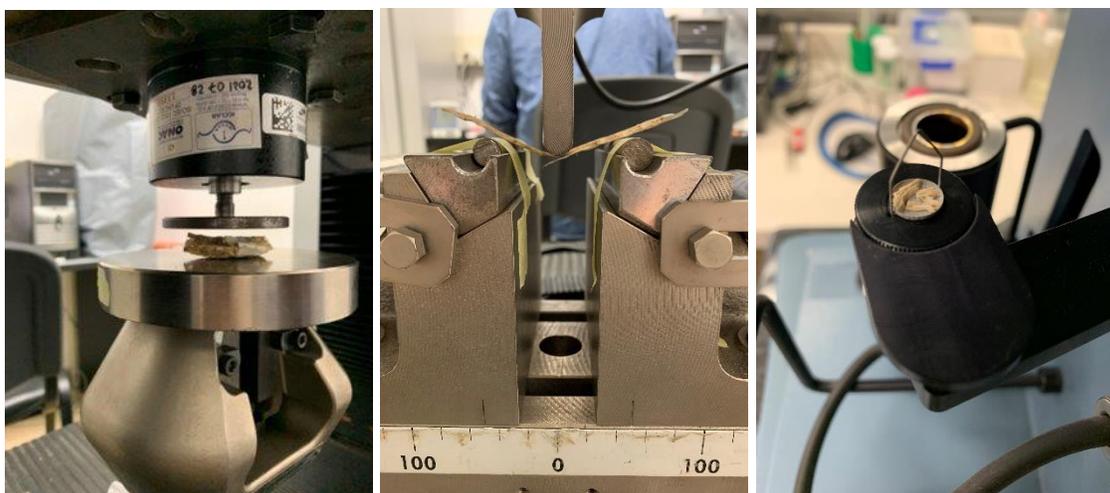
Tabla 1. Traducción de atributos

CÓDIGO SEM	PARTE DE LA PLANTA	IMAGEN MACRO	IMAGEN MICRO SEM	REFERENTE FORMAL	NOMBRE OTORGADO	CODIFICACIÓN
LM22-13-11	Membrana delgada de la fibra de la hoja			Malla/Red/Escamas/Piel de reptil/Agua/Nervadura de hoja	Nervada	NER
LM22-13-12	Fibra de madera aislada			Tubular/Coral/Tubo/Canal/Surco	Tubular	TUB
LM22-13-13L	Madera cara frontal			Ósea/Hueso/Columna/Espiral	Ósea	OSE
				Glóbulos rojos/Hueso	Globular	GLO
LM22-13-13T	Madera transversal			Surcos/Ósea	Surcada	SUR

CÓDIGO SEM	PARTE DE LA PLANTA	IMAGEN MACRO	IMAGEN MICRO SEM	REFERENTE FORMAL	NOMBRE OTORGADO	CODIFICACIÓN
LM22-13-14	Piel vista anterior			Piel de dragón/Piel de dinosaurio/Volcán/Geiser	Anfibia	ANF
LM22-13-15	Piel vista posterior			Desierto/Piel de reptil/Nervadura de hoja	Árida	ARI

#### f) Caracterización Mecánica y Térmica

Se realizaron ensayos de resistencia mecánica y térmica a distintas muestras de residuos que permitieron conocer y tener un acercamiento a las características y propiedades del material para ser tenidas en cuenta en el desarrollo y la ejecución de los productos.



*Ilustración 14. Ensayos mecánicos en máquina universal realizados a distintos tipos de residuos*

Los esfuerzos a los que estarán sometidos los productos propuestos en el set, serán principalmente compresión y flexión. En dichos ensayos se pudo dar cuenta que la resistencia varía según el número de capas que tenga el material. Una aproximación de estos datos es:

Tabla 2. Resistencia mecánica muestra OSE

<b>Muestra</b>	<b>F. Máx (N)</b>	<b>Peso (kg)</b>
OSE1	2,2	0,229
OSE2	68,2	6,961
OSE3	7,0	0,714
OSE4	35,7	3,641
OSE5	135,9	13,86
OSE6	12,1	1,239
OSE7	16,8	1,713
OSE8	9,4	0,963
OSE9	25,7	2,620
OSE10	27,9	2,848

En el ensayo de resistencia térmica, los resultados muestran que el material pierde masa al comienzo del ensayo (agua) y luego se degrada cerca de 400 °C. En el caso del portavela que estará expuesto al calor de llama, su máxima temperatura llega a 1400 °C, por lo que el material no resistiría, siendo necesario implementar otro material que si resista al calor de la llama.

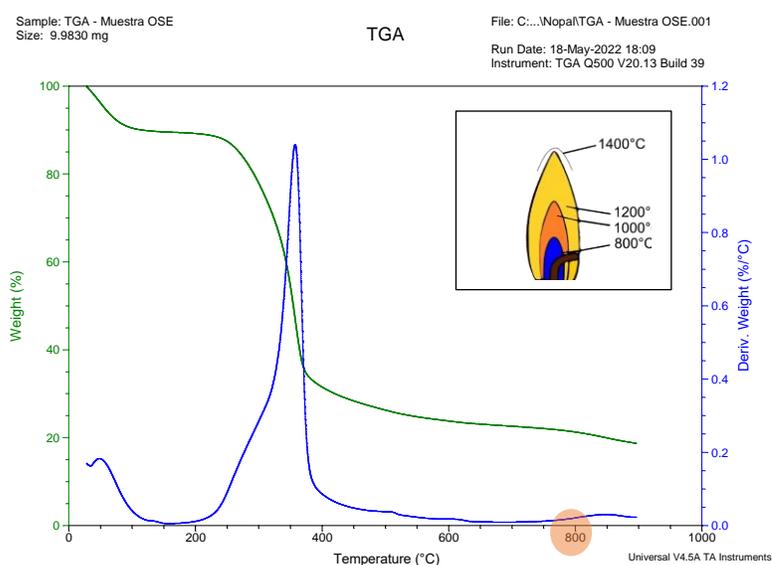


Ilustración 15. Análisis de propiedades térmicas por termogravimetría

### g) Ideación

En cada una de las propuestas de ideación (Ilustración 16, Ilustración 17, Ilustración 18, Ilustración 19, Ilustración 20, Ilustración 21), se usó como referente formal las morfologías obtenidas del análisis por Microscopía Electrónica de Barrido – SEM, para los distintos productos propuestos. Esto con la intención de aprovechar la fuente rica de inspiración que entrega las formas orgánicas del material, que, además, su composición puede engendrar una solución funcional desde lo formal; como también, utilizar la biomimética para resolver problemas que pueden ser entendidos y aplicados desde la naturaleza.

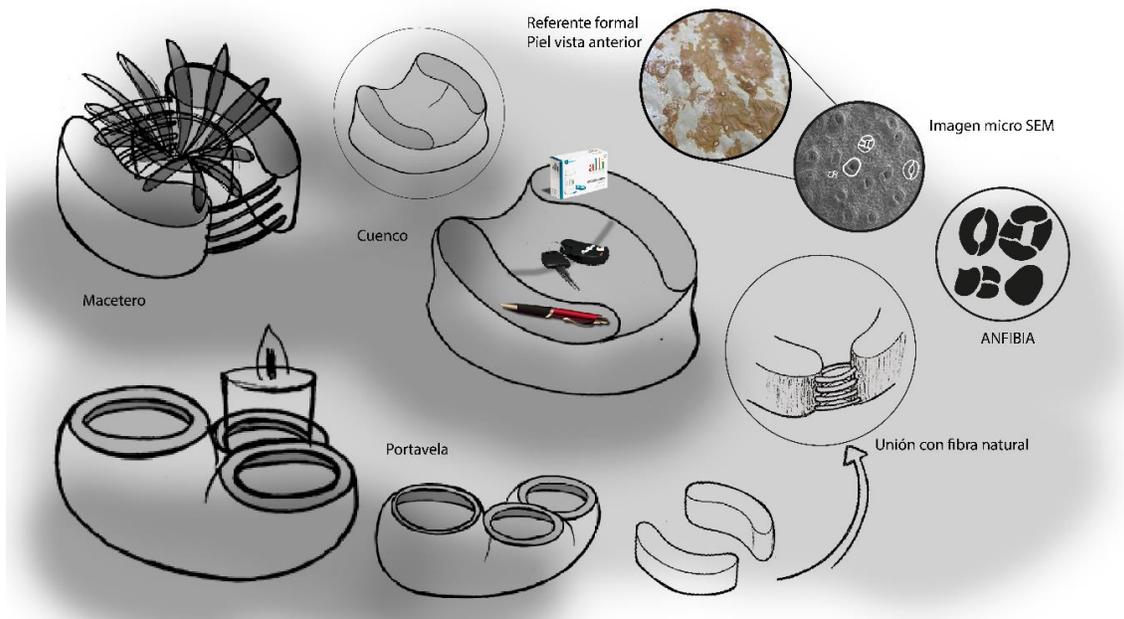


Ilustración 16. Propuesta de ideación 1

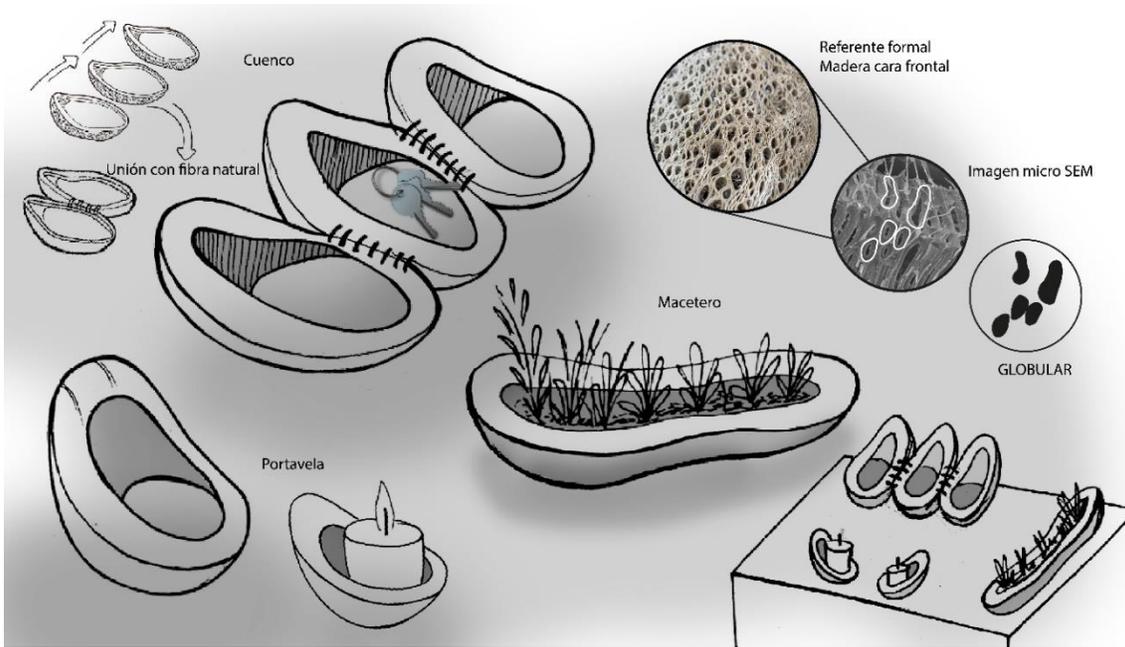


Ilustración 17. Propuesta de ideación 2

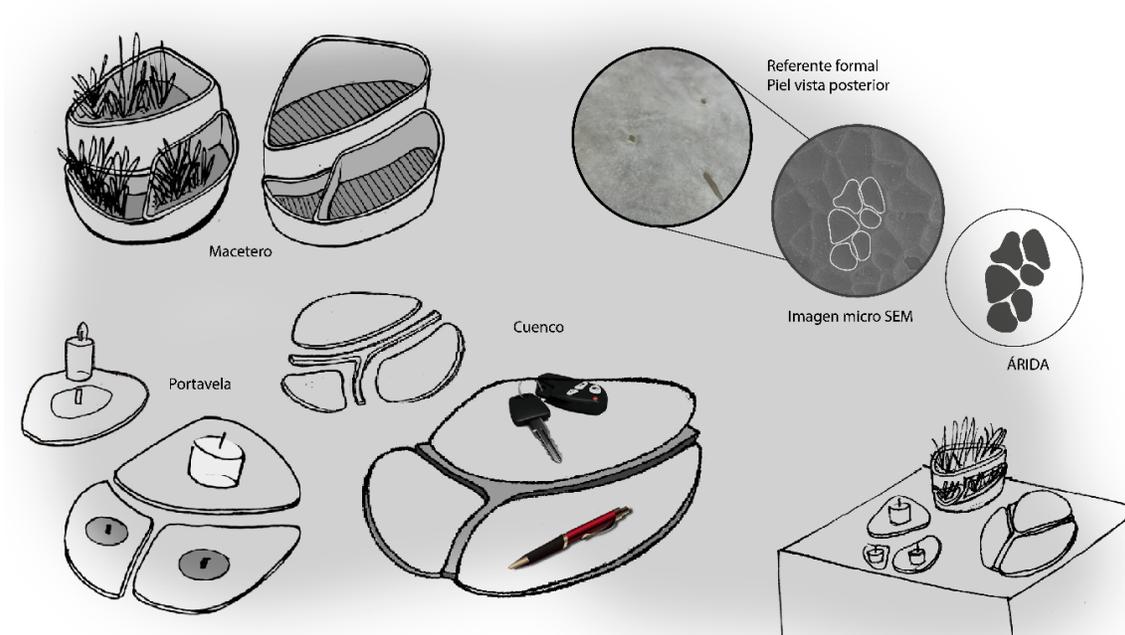


Ilustración 18. Propuesta de ideación 3

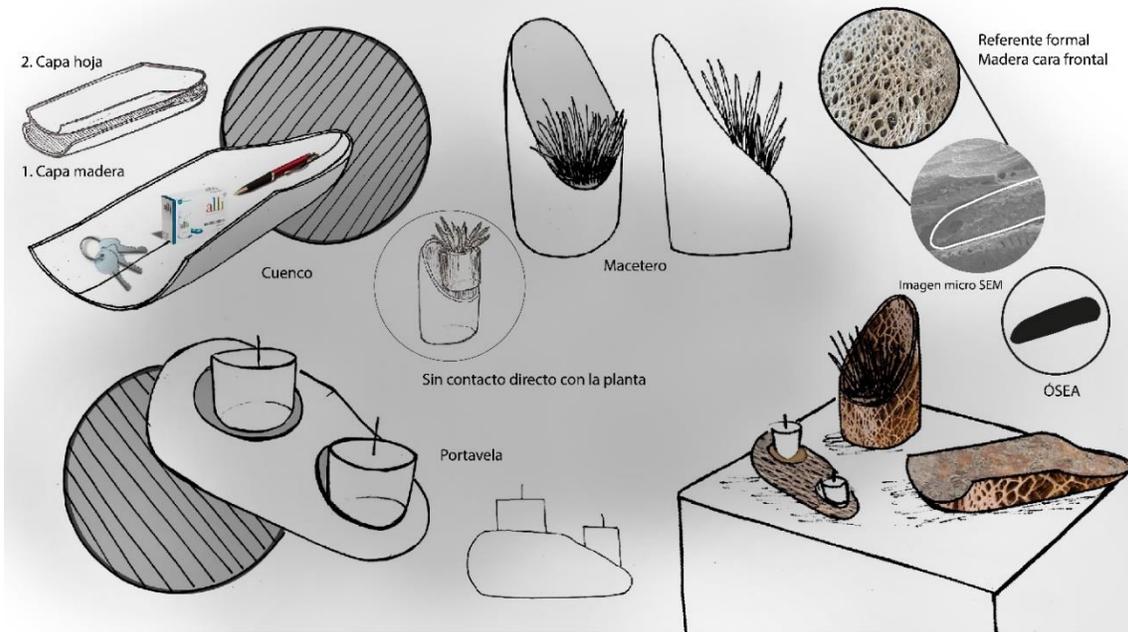


Ilustración 19. Propuesta de ideación 4

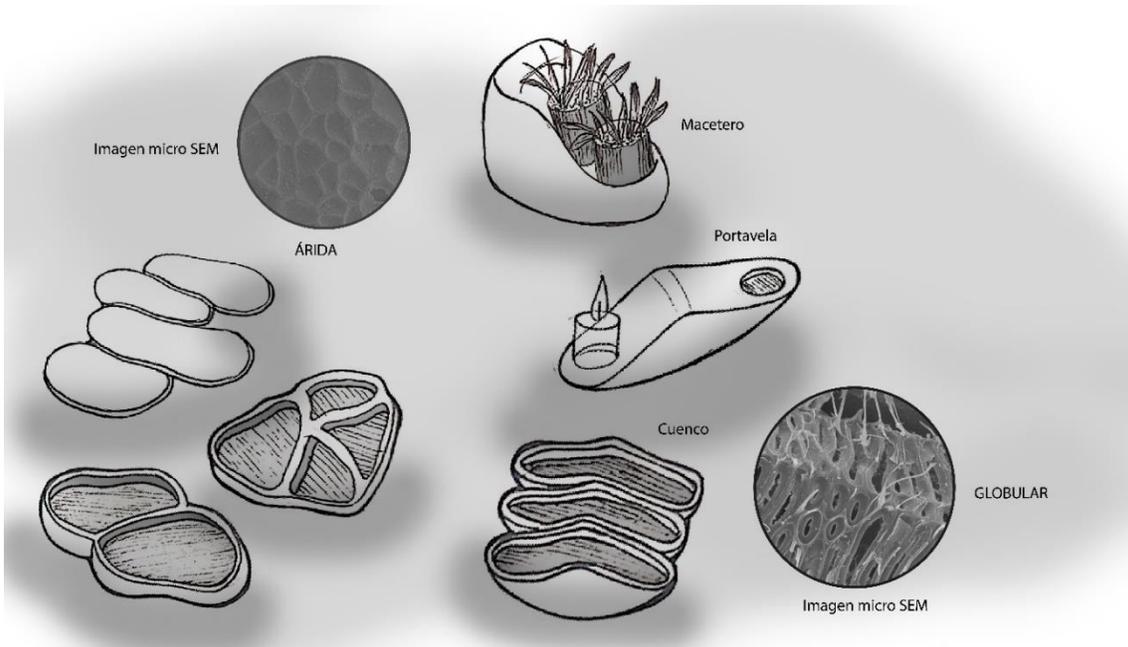


Ilustración 20. Propuesta de ideación 5

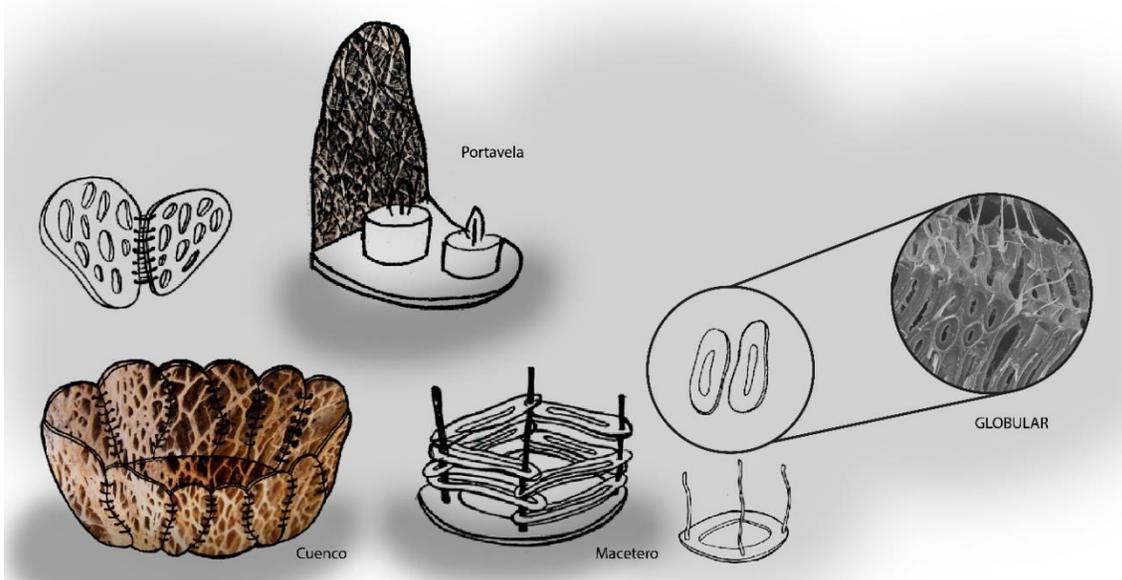


Ilustración 21. Propuesta de ideación 6

## Objetivo 2: Desarrollo de Prototipos

### a) *Prototipos de Baja Fidelidad con Materiales Blandos o Sustitutos*

En primer lugar, se realizaron prototipos de baja fidelidad de las ideas que eran posible desarrollar, descartando varias de ellas debido a que desde lo formal no era ejecutable con el material del nopal. A la hora de elaborar los prototipos se buscaron materiales que se asemejaran un poco a las características y propiedades de los subproductos del nopal; en este caso, se utilizó estropajo y madera balsa, por su similitud formal, materialidad porosa y no maleable. Estos sirvieron para ajustar temas desde lo formal, ensambles y dimensiones de las ideas propuestas.



*Ilustración 22. Prototipos de baja fidelidad en estropajo (Fuente propia). Se cortaron las piezas de estropajo y se utilizó un elemento de transición, en este caso el hilo trenzado para formar la geometría propuesta, dado a que tanto en el material del nopal como del estropajo no es posible obtener de una sola pieza la geometría completa.*



*Ilustración 23. Prototipos de baja fidelidad en balsa (Fuente propia). Se cortó la madera balsa de acuerdo a la geometría propuesta, y se realizaron ajustes de dimensionamiento; sin embargo, a la final se descartó la idea debido a que su geometría no era posible obtenerla con el material del nopal.*



*Ilustración 24. Prototipos de baja fidelidad en balsa (Fuente propia). Se cortaron y lijaron las maderas balsas. De este prototipo se corrigieron temas con respecto al grosor, ya que en un inicio era menor y las piezas maderables del nopal tienden a ser un poco más gruesas.*



*Ilustración 25. Prototipos de baja fidelidad en estropajo y cartón paja (Fuente propia). Se utilizó el estropajo y el cartón paja para llegar a las ideas propuestas.*

### **b) Prototipos con Subproductos del Nopal**

Para el desarrollo de los prototipos, se analizaron y eligieron las propuestas que formalmente permitieran su realización, pues no todas eran posibles de lograr debido a que el material presenta restricciones de flexibilidad, dimensiones y morfología. En las propuestas de producto se escogió trabajar con el material con apariencia más maderable, ya que este tipo de productos estarán sometidos principalmente a fuerzas de compresión y flexión; así pues, este material resulta ser el más conveniente de los subproductos para cumplir con sus respectivas funciones. Cabe resaltar que, por las características ya mencionadas anteriormente del material, su forma influye en el diseño, y que en algunos casos es la función quien sigue a la forma.

Dentro del proceso se pudo dar cuenta que es un material que puede ser frágil dependiendo de la dirección del esfuerzo, pues al ser un material dispuesto por capas, estas pueden separarse y

fracturarse fácilmente al cortarlas y pulirlas. Por otro lado, se debe pensar en aplicar un sellador/esmalte que proteja la superficie y aporte a la facilidad de limpieza y mantenimiento.

Para la realización del siguiente portavela se utilizó únicamente madera de nopal, la cual fue cortada con caladora; y para terminar de dar forma y pulir se utilizó el mototool.



*Ilustración 26. Prototipo portavela. Materiales: Madera de nopal (Fuente propia)*

En este caso, se utilizó también la caladora para cortar la madera de nopal y se terminó de pulir con el mototool, además, se agregó una base de apoyo para la vela en arcilla.



Ilustración 27. Prototipo 2 portavela. Materiales: Madera de nopal y arcilla (Fuente propia)

Para el cuenco, se cortaron las fracciones de madera de nopal que luego fueron unidas con hilo trenzado. Además, se elaboró una base en cabuya que luego pasó a ser ensamblada con hilo a las fibras. Como herramienta se utilizó el mototool para el pulido y ampliación de los orificios por los que pasa el hilo.



Ilustración 28. Prototipo cuenco. Materiales: Madera de nopal, hilo trenzado y cabuya (Fuente propia)

Para el macetero, se cortaron las piezas con caladora, fueron pulidas con el mototool, se unieron las piezas con hilo trenzado y se moldeó una base en arcilla.



*Ilustración 29. Prototipo macetero. Materiales: Madera de nopal, hilo trenzado y arcilla (Fuente propia)*

En los productos elaborados se contemplan las especificaciones de diseño (Anexo 3) determinadas desde su funcionalidad, la cual consiste en soportar y contener objetos de pequeño formato; el uso

de materiales alternos de bajo impacto en donde se incluyó un material natural como la arcilla; asimismo, se evidencia que el material predominante es la madera de nopal. Por otra parte, para su proceso de producción se utilizaron herramientas y métodos a los cuales se tenía acceso y posibilidad de producir, a lo que condujo un trabajo más que todo manual. La paleta de colores de los productos responde a la conexión con lo natural, dejando el color propio del material, el cual genera una calidez que añade bienestar y confort; pero además sus formas orgánicas e irregulares agregan un ritmo y composición natural.

Dentro de las eco-estrategias aplicadas al desarrollo de los productos está el uso de materiales de bajo impacto y derivados de recursos naturales, el uso reducido de distintos materiales, la reducción de componentes, pocos procesos productivos, y el aporte a la reducción de residuos reincorporándolos al ciclo de vida.

### ***c) Prototipos de Alta Fidelidad***

Después de varias exploraciones desde materiales sustitutos hasta la transformación y uso del residuo del nopal, se desarrollaron prototipos que se acercaran más a un producto final, mejorando su construcción y resultado. Para la elaboración de estos, se contó con el apoyo y sugerencias para el tejido, de la artesana Delcy Martínez quien se dedica al oficio de la tejeduría y trabaja con materiales como la Palma de Coco, Palma Sará, Caña Flecha, Figue y otros. Ella nació en Cartagena y actualmente se encuentra en la ciudad de Medellín ejerciendo su oficio. Además, estudió diseño de modas y forma parte de un colectivo de artistas y creativos de la Alcaldía de Medellín. Su recorrido por este oficio comienza desde su infancia, en donde en su casa ayudaba a fabricar trasmallos de pesca, chinchorros, hamacas, canastos, bolsos y demás, pues su familia le ha dejado este legado ancestral.





Ilustración 30. Delcy (a) y artesanías elaboradas por ella (b, c, d, e, f)

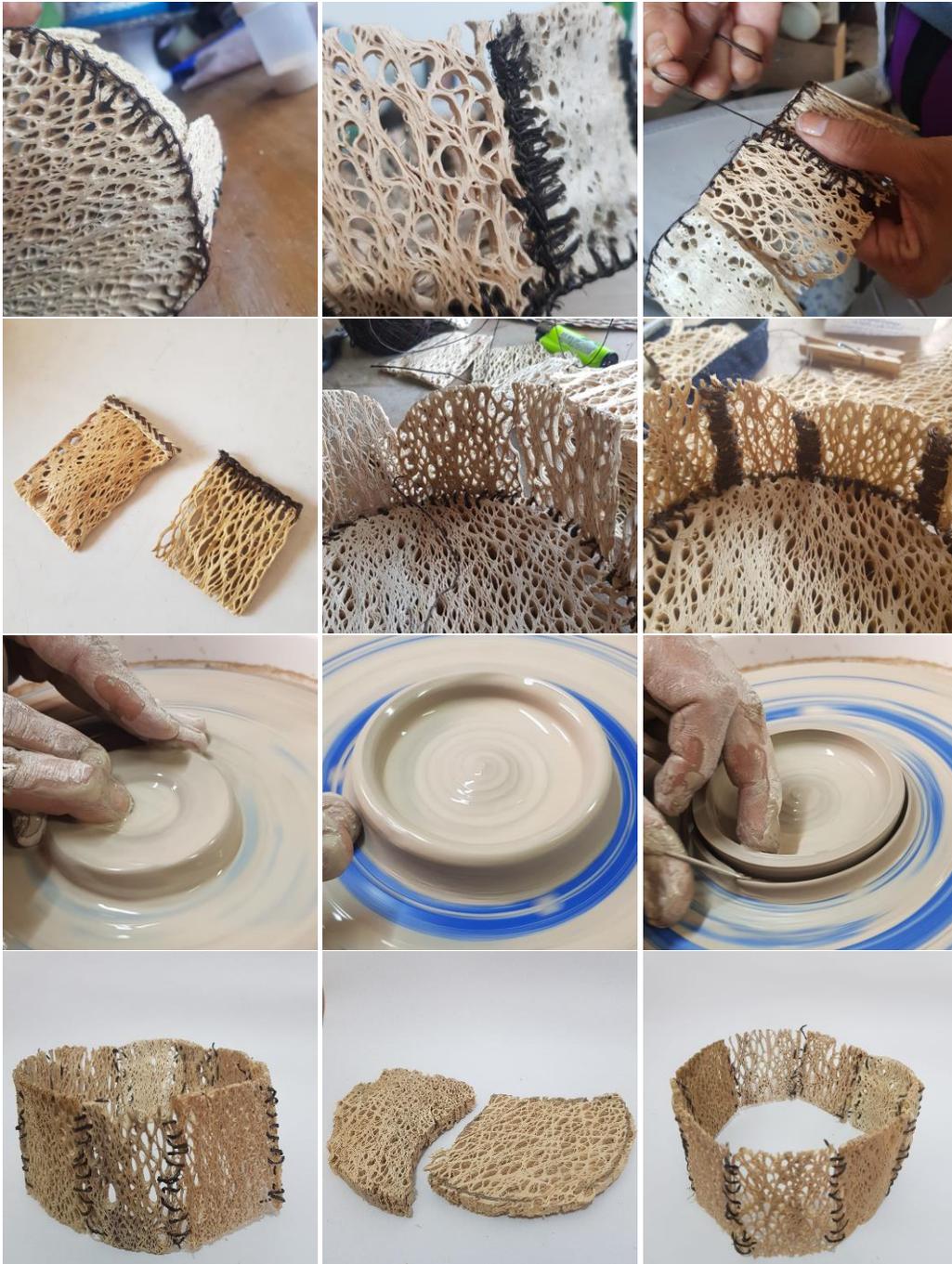
### Proceso de construcción

Para el desarrollo de los prototipos, se utilizó el fique para la unión entre partes de la madera de nopal, que contribuyó a su vez, como refuerzo para aumentar su estabilidad y rigidez. Así mismo, se añadió una base de barro al portavela dado a que la resistencia térmica de la madera de nopal no resistiría la temperatura a la que va a estar sometida. Por otra parte, se utilizaron herramientas y utensilios como el mototool, aguja, pinzas, alicate, y ojalador.



*El fique es una planta originaria de Colombia, de la cual se obtiene una fibra natural. Esta fibra es muy utilizada para la elaboración de productos artesanales.*





*Ilustración 31. Proceso desarrollo de prototipos (Fuente propia)*

### Producto final

Finalmente, se obtuvo una propuesta totalmente natural de los siguientes 3 prototipos, sin incluir los objetos para su función, bajo los requerimientos de diseño planteados en el PDS (Anexo 3), en los cuales se utilizaron materiales naturales adicionales al nopal sin que predominaran en la cantidad usada por cada producto. Dentro de estos se incorporaron el fique para coser las distintas partes del macetero y el cuenco, y unas bases de barro para los portavelas, elaboradas mediante la técnica de modelado en torno.



Ilustración 32. Portavela (Fuente propia)



Ilustración 33. Cuenco (Fuente propia)



*Ilustración 34. Macetero (Fuente propia)*



*Ilustración 35. Set de productos (Fuente propia)*

### **Objetivo 3: Estimación del Impacto Medioambiental de los Productos**

Un aspecto clave dentro del ecodiseño es conocer y estimar el impacto medioambiental en cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto, poder determinar cuáles elementos son los que aportan mayor “carga” ambiental a la totalidad del producto y así revisar cuál o cuáles ecoestrategias implementar con el fin de buscar una reducción del impacto global. Para este objetivo, se ha realizado una estimación del impacto de manera cuantitativa utilizando el software CES EDU PACK con el módulo de análisis de ciclo de vida ECOAUDIT de la Universidad EAFIT, el cual cuenta con una base de datos de materiales y procesos,

donde se encuentra información relacionada con propiedades técnicas, facilitando herramientas de selección que sirven para evaluar y comparar diversos materiales entre si y/o procesos de manufactura.

En este caso, y dentro del módulo ECOAUDIT, se seleccionaron materiales disponibles en el software con propiedades cercanas al material real del nopal, puesto que para este material no se registran datos técnicos ni tampoco, se cuenta con una información sólida de él respecto a procesos de manufactura relacionados. Siendo así, y para poder realizar una estimación del impacto, se ha hecho la modelación de cada producto en un software 3D para obtener un estimado del peso y se ha seleccionado el Bambú como el material más cercano al nopal, adicional, analizando únicamente la etapa primaria de selección del material, debido a que, para las demás etapas de ciclo de vida como producción, transporte, uso y eliminación, no es posible realizar una estimación porque el proyecto se enfoca principalmente en la etapa de selección de materiales, adicional, los productos propuestos no plantean procesos de manufactura que se encuentren en la base de datos del software y predominan el trabajo manual y artesanal, a su vez, la etapa de uso no estima ningún consumo energético adicional por parte del consumidor, por lo que se toma la decisión de no incluirlas en la estimación global del impacto.

A continuación, se muestra un cuadro comparativo del impacto ambiental entre el bambú siendo el más semejante al nopal y demás posibles materiales para la realización de los productos, como el pino y el corcho.

Tabla 3. Estimación impacto ambiental

	<b>MATERIAL</b>	<b>ECOINDICADOR HUELLA CO2</b>	<b>PESO</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL MATERIAL</b>
	<b>BAMBÚ</b>	<b>0.00214 kg/kg</b>	<b>0.089 kg</b>	<b>0.00019046 kg de CO2</b>
	<i>PINO</i>	0.93 kg/kg	0.072 kg	0.06696 kg de CO2
	<i>CORCHO</i>	0.2 kg/kg	0.014 kg	0.0028 kg de CO2
	<b>MATERIAL</b>	<b>ECOINDICADOR HUELLA CO2</b>	<b>PESO</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL MATERIAL</b>
	<b>BAMBÚ</b>	<b>0.00214 kg/kg</b>	<b>0.117 kg</b>	<b>0.00025038 kg de CO2</b>
	<i>PINO</i>	0.93 kg/kg	0.096 kg	0.08928 kg de CO2
	<i>CORCHO</i>	0.2 kg/kg	0.018 kg	0.0036 kg de CO2
	<b>MATERIAL</b>	<b>ECOINDICADOR HUELLA CO2</b>	<b>PESO</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL MATERIAL</b>
	<b>BAMBÚ</b>	<b>0.00214 kg/kg</b>	<b>0.084 kg</b>	<b>0.00017976 kg de CO2</b>
	<i>PINO</i>	0.93 kg/kg	0.069 kg	0.06417 kg de CO2
	<i>CORCHO</i>	0.2 kg/kg	0.013 kg	0.0026 kg de CO2

Visto esto, se puede concluir que, los productos hechos con nopal, poseen mejores características de menor impacto ambiental a comparación de otros materiales, lo que lo hace ser un material interesante para el desarrollo de productos que tengan la consideración ambiental dentro de los requerimientos de diseño. Al ser una fibra natural, su producción se inclina en su mayoría a ser respetuosa con el medio ambiente, y exige un menor gasto energético tanto para su extracción como para su transformación, y que, por ende, impacta de manera global el impacto ambiental de la producción de productos de esta naturaleza. Cabe anotar, que el material posee una característica fundamental cuando se trata de implementar ecodiseño y es que viene de un residuo, lo que permite iniciar un ciclo de vida con el cierre de uno anterior.

### Conclusiones

El aprovechamiento de residuos como una oportunidad para desarrollar múltiples alternativas de productos es una solución de bajo impacto ambiental, que acompañado del ecodiseño, permite abrir el panorama a nuevas posibilidades, entender las necesidades del usuario y contribuir a la reducción de desechos que finalmente acaban teniendo una mala disposición y que, por ende, impactan de manera negativa el ambiente.

La neoartesanía debe ser vista como un puente entre el diseño y artesanía para suplir las necesidades de la sociedad de hoy, que mediante la aplicación de tecnologías podrá tener mayor escalabilidad y aumento de la competitividad del uso de fibras vegetales para el desarrollo de nuevos productos. Cabe destacar el rol que tiene el diseñador de crear *para* y *por* la artesanía, reconociendo su valor cultural y el trabajo artesanal, sabiéndolo aplicar a nuevos escenarios que generan un modelo más sostenible y fomentan el trabajo colaborativo con artesanos.

El diseño es un proceso que permite la transformación de problemas, necesidades, y/o debilidades en oportunidades a través del pensamiento creativo e ingenioso que contribuye hacia la mejora y calidad de vida. El ser humano es un creador por naturaleza que constantemente está en la inventiva de nuevos productos mediante los recursos que le brinda la tierra para facilitar y mejorar su forma de vivir, por esto, el diseño, debe comprender la importancia de la relación e impacto entre un producto y su entorno para prevalecer y cuidar el medio que le brinda los recursos.

El conocimiento de las propiedades del nopal y su comportamiento para el proceso de diseño ha sido de vital importancia desde varios aspectos donde la exploración fue clave para hallar métodos y procesos que permitieran su transformación morfológica, como también desde un mayor tecnicismo para entender el comportamiento del material que influye en el cumplimiento de los requerimientos del producto. Cabe resaltar también la riqueza desde lo formal que posee el nopal, lo cual lo convierten en un referente de inspiración en el diseño.

Este proyecto de investigación es un punto de partida para abrir nuevas oportunidades y ampliar el panorama del territorio de Sonsón, Antioquia que permitirá impactar a futuro de manera positiva desde lo económico, lo social y lo ambiental, como puede ser, el proporcionar otra fuente de ingresos, ser un

territorio abastecedor de materiales de nopal y fomentar los emprendimientos y las artesanías con estos, como también, reducir el impacto negativo en el medio ambiente y mejorar la gestión de los residuos.

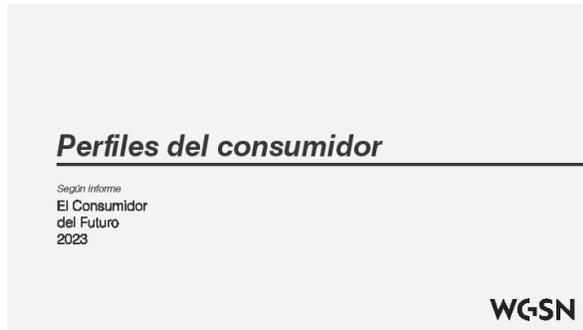
### **Prospectiva**

Los subproductos de nopal son materiales de los que poco se conoce y se ha indagado, por lo que todavía se tiene mucho por escalar y expandir en posibilidades de desarrollo. Para las previsiones y continuidad del proyecto se sugieren que se hagan nuevas exploraciones con otra tipología de productos para profundizar en la comprensión de la aplicación del material, que además se incentive el aprovechamiento de residuos en la región. Por otra parte, se puede indagar en la mejora de las propiedades del material y aditivos que sirvan de apoyo como el uso de esmaltes o selladores; como también, indagar en otro tipo de materiales amigables con el medio ambiente que pueden servir de refuerzo a la fibra para mejorar sus características y propiedades en conjunto. El proyecto tiene alto potencial de escalabilidad, mediante la aplicación de procesos y tecnologías más avanzadas se pueden ampliar sus posibilidades y alternativas para el desarrollo de productos con una mayor complejidad.

## Anexos

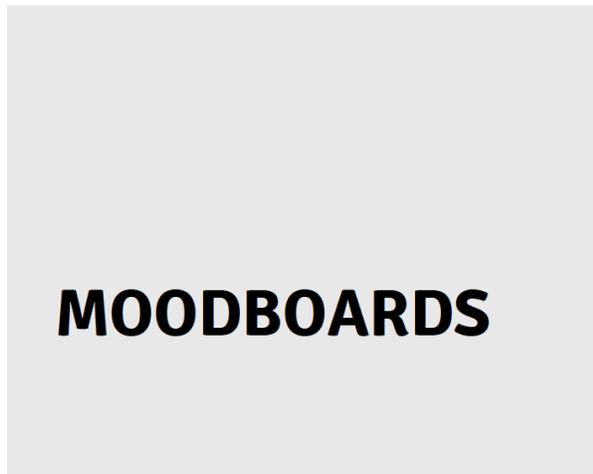
*Anexo 1. Perfiles del consumidor*

[..\Perfiles del consumidor.pdf](#)



*Anexo 2. Moodboards*

[Moodboards.pdf](#)



*Anexo 3. Especificaciones de Diseño (PDS)*

[..\PDS.xlsx](#)

## Referencias Bibliográficas

- Anita Chaudhari, Brinzel Rodrigues, S. M. (2016). *Historia de una transformación*. 390–392.
- Aragón, A. G. (2016). *JAPÓN Y OCCIDENTE*.
- Artesanías de Colombia*. (2008). Artesanías de Colombia.  
[https://artesaniasdecolombia.com.co/PortalAC/GlosarioPalabra/mimbres\\_267](https://artesaniasdecolombia.com.co/PortalAC/GlosarioPalabra/mimbres_267)
- Bartres, N. (2019). Trabajo Fin de Grado. *Zaguan.Unizar.Es*, 2021, 0–43.  
<http://zaguan.unizar.es/TAZ/EUCS/2014/14180/TAZ-TFG-2014-408.pdf>
- Benito, N. (2019). Neoartesanía: volver a los orígenes, pero con el trampolín de la tecnología. *El Periódico*. <https://www.elperiodico.com/es/activos/valores/20191002/neoartesanía-volver-a-los-orígenes-pero-con-el-trampolin-de-la-tecnología-7660433#:~:text=La neoartesanía mezcla la artesanía,nuevas tecnologías y la digitalización.>
- Botánico, J. (2021). *Documental El Nopal: trama y permanencia*.  
<https://www.youtube.com/watch?v=V8ZpbsgbEgU&t=732s>
- Buraglia Osorio, M. (2021). Diseño Como Estrategia De Circularidad En El Aprovechamiento De Residuos Agroindustriales. *Designia*, 8(2), 131–151. <https://doi.org/10.24267/22564004.634>
- Colombia, A. de. (2020). *Materias primas*. R Artesanías de Colombia S.A.  
[http://www.artesaniasdecolombia.com.co/PortalAC/C\\_sector/fique\\_190](http://www.artesaniasdecolombia.com.co/PortalAC/C_sector/fique_190)
- eL eCoDiSeÑo DeSDe LoS DiSeÑaDoReS*. (2011).
- El Espectador. (2022). *Agricultura y ganadería causan más del 50 % de las emisiones de GEI en Colombia*.  
<https://www.elespectador.com/ambiente/agricultura-y-ganaderia-causan-mas-del-50-de-las-emisiones-de-gei-en-colombia/>
- Gil Raymundo, G., Brambila Margarita Mercedes, G., Sánchez Carlos Saúl, Á., & Garduño Saúl, G. (2018). *Degradación biológica de lignina presente en residuos de nopal para la obtención de celulosa*. 656–661.
- Gómez, M. L. R. y J. M. (2016). *Estructura y función de la lignina*. La Energía Del Cambio.  
<http://www.laenergíadelcambio.com/estructura-funcion-lignina/>
- Guerrero Benavidez, L. (2020). Revisión sistemática: Uso de los residuos vegetales en la elaboración de bioplástico. *Repositorio Institucional - UCV*, 0–3.
- House, T. A. (2015). *Hecho en Mimbres*. The Andes House. <https://theandeshouse.com/Made-in-Mimbres>
- Iberdrola. (2021). *Ecodiseño: cómo realizar productos sostenibles y satisfacer al consumidor*. Iberdrola.  
<https://www.iberdrola.com/compromiso-social/ecodiseño-productos-sostenibles>
- León, N. G. (2018). *Desarrollo de nuevos productos con fibras naturales como el mimbre y sus diferentes técnicas*.
- Limited, T. E. I. U. (2021). *Un eco-despertar global* :
- Linares, E. , Galeano, G., García, N., & Figueroa, Y. (2008). *Fibras vegetales utilizadas en artesanías en Colombia* (Issue January 2008).

- Lugo, J. J. (2019a). *Kinesis, columpió diseñado 100% con materiales naturales*. IdeasDI. <https://ideasdi.com/disenode-productos/kinesis-columpio/>
- Lugo, J. J. (2019b). *Pipo, mobiliario hecho de corcho 100% natural*. IdeasDI. <https://ideasdi.com/disenode-productos/pipo-mobiliario/>
- Lugo, J. J. (2019c). *Zapatos hechos con fibra de Cannabis, DopeKicks diseño 100% natural*. IdeasDI. <https://ideasdi.com/disenode-productos/zapatos-fibra-de-cannabis/>
- Lugo, J. J. (2019d). *Zapatos hechos con fibra de plátano. Diseño artesanal local y sostenible*. IdeasDI. <https://ideasdi.com/disenode-productos/zapatos-fibra-platano/>
- Montes, E. (2020). "Sonsón De Frente Al Futuro." <https://www.confecoopantioquia.coop/CkEditor/UserFiles/File/articulos/2019/planes-de-gobierno/oriente/pg-sonson-20-23.pdf>
- Morales-Munguía, J. C., Fernández-Ramírez, M. V., Montiel-Cota, A., Peralta-Beltrán, B. C., Ortiz, J. C. R., Osti, C. L., Jáuregui, J. A. A., Sánchez, L. B., Goné, J. D. J. T., Morales, C. V., Hernández, J. L. G., Martínez, R. E., Luis, J., Cabal, B., Moedano, A. H., Avila, M. G., Politécnica, U., Carretera, D. P., Sahagún, C., ... Morales, M. R. (2010). Adán Hemández. *BIOTecnia*, 10(2), 23. <http://www.iberomx.com/web/files/publicaciones/taller-de-lombricomposta.pdf>
- Museum, H. M. & H. (2021). *Fibra de cáñamo industrial*. Hash Museum. <https://hashmuseum.com/es/conocimiento-del-cannabis/canamo-industrial/fibra-de-canamo-industrial/>
- Of, U. S. E., In, A. W., The, I., Of, Q., & Environment, T. H. E. (2018). *USE OF AGRO-INDUSTRIAL WASTE IN IMPROVING THE QUALITY OF THE ENVIRONMENT*. V(1), 59–72.
- ONUDI - Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industria. (2008). Antecedentes Motivación. *Manual de Producción Más Limpia*, 4.
- Palmer, H. (2022). *Pronóstico de materiales P / V 23*.
- Palmer, H., Goodfellow-ash, A., & Barnes, O. (2022). *Sostenibilidad e innovación : Fibras bastas*.
- Prado-trigo, Á. De, Campo-rámila, F., & Muniozguren-colindres, J. (2011). *AULAS DE ECODISEÑO : Análisis de. 86*, 74–79.
- Principios, U. (2015). *Conceptos Básicos de Ecodiseño*. 1–14.
- Rangel, M. (2023). *El Consumidor del Futuro*.
- S.L., A. del Y. L. (2017). *El yute ¿Qué es?* Artesanos Del Yute L&G S.L. <https://www.artesanosdelyute.com/el-yute-que-es/>
- Saldana, L. (2022a). *Artículos clave de moda : Sneakers de hombre y mujer O / I 23 / 24*.
- Saldana, L. (2022b). *Pronóstico de materiales de calzado y accesorios P / V 23 : Cuero y otros materiales*.
- Sanchez, T. (2011). *HISTORIA DE LAS FIBRAS TEXTILES*. [https://issuu.com/mayratsanchez/docs/historia\\_de\\_las\\_fibras\\_textiles](https://issuu.com/mayratsanchez/docs/historia_de_las_fibras_textiles)
- Sanz, F. (2014). *ECODISEÑO: Un nuevo concepto en el desarrollo de productos*.
- Sears Morales, D. J., Lazcano Herrero, M. E., Ramirez López, C., & Machorro Sanchez, V. (2013).

- Aprovechamiento de los residuos de nopal (*Opuntia ficus-indica* (L) Miller) para la obtención de mucílago y su aplicación como floculante. *Congreso Internacional de Investigación*, 5(3), 1948–2353.
- Showroom, 902. (2021). *Fibras naturales para tus espacios*.  
<https://902showroom.com/blogs/noticias/conoce-las-diferentes-fibras-naturales-y-conectate-con-tu-espacio-con-energia-vital>
- Simbaña, A. (2010). Fibras naturales y residuos agroindustriales. Fuente sostenible de materia prima. *Revista Científica Axioma*, 1(6), 15–16.  
<http://pucesinews.pucesi.edu.ec/index.php/axioma/article/view/308/299>
- Tabares-Osorio, E., & Zuluaga-Orozco, L. (2014). *Caracterización del consumidor responsable en Colombia: caso de estudio Medellín*. 1–305.  
[https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/1677/TabaresEvelyn\\_2014\\_Caracterizacion\\_ConsumidorResponsable.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/1677/TabaresEvelyn_2014_Caracterizacion_ConsumidorResponsable.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Torres, R., Morales, D., Ballinas, M., & Nevárez, G. (2015). El nopal: planta del semidesierto con aplicaciones en farmacia, alimentos y nutrición animal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(5), 1129–1142. <http://www.redalyc.org/pdf/2631/263139893015.pdf>
- Urbano, D., & Robayo, A. (2020). Aplicaciones del eco diseño como herramienta para el control de la contaminación ambiental. *Universidad Santiago de Cali*, 1, 1–17. <https://n9.cl/gj0cx>
- valorización. (2019).
- Vargas-Rodríguez et al. (2018). Mucilago de nopal y su aplicación en la obtención de biopolímeros. *Naturaleza y Tecnología*, 5(1), 24–33.
- Victoria, L., Gonzalez, P., Patricia, S., Gómez, M., Andrea, P., & Abad, G. (2017). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia Exploitation of agroindustrial waste in Colombia Exploração de resíduos agroindustriais na Colômbia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 8 N° 2 (ISSN- e 2145–6453), 141–150.
- Villa Gómez, J. D., Agudelo López, M. C., Hoyos, S., Castro, V., Buitrago, C. E., & Velásquez Cuartas, N. (2020). Configuración de creencias sociales y orientaciones emocionales colectivas en ciudadanos de Sonsón y Cocorná (Antioquia) sobre el conflicto armado, el proceso de paz y la reconciliación. *Campos En Ciencias Sociales*, 8(1). <https://doi.org/10.15332/25006681/5274>