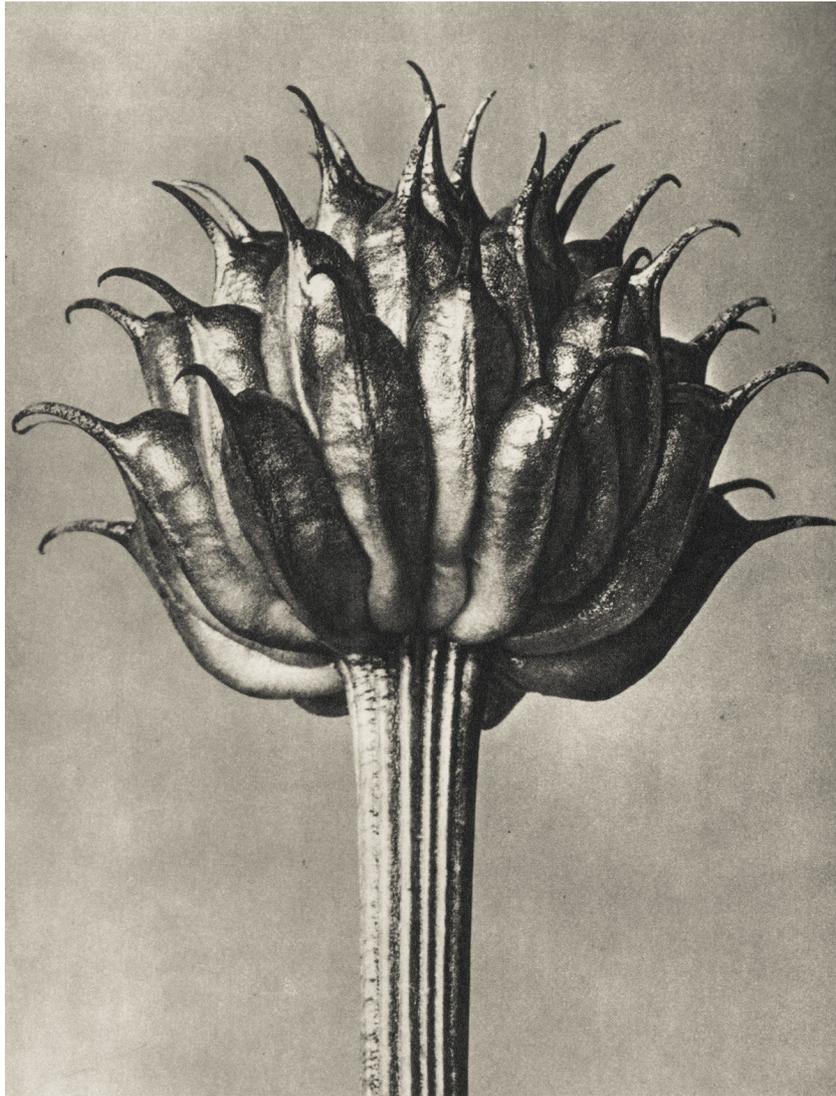


Material biotextil no tejido
a partir de la valorización de residuos de
alcachofa
para el diseño de indumentaria



Karl Blossfeldt (1865-1932)

Estudiante **Paula Moya Sánchez**
Profesora **Andrea Wechsler**
Proyecto de Título II
Diseño Industrial **Segundo Semestre 2022**
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad de Chile

Agradecimientos

Principalmente quiero agradecer a Camila, por acompañarme y estar junto a mí en todos los aspectos de mi vida.

También quiero agradecer a mis padres por apoyarme en todo el camino que significó mi formación educacional, no hubiese sido posible sin su existencia.

Gracias Nico, Mato y Agustín por acompañarme en este viaje con su apoyo.

Mención especial a: Rhodes, Violeta, Rita, Eufemia, Juan, Leo, Ela, Rodolfa, Lucía, Nora, Elio, Lorena.

TABLA DE CONTENIDOS

Agradecimientos.....	3
----------------------	---

(Capítulo 1)

Introducción

1.1 Identificación del problema de investigación.....	8
1.2 Preguntas de investigación e hipótesis.....	9
1.3 Objetivos de investigación.....	9

(Capítulo 2)

Marco teórico

2.1 Contaminación orgánica.....	11
2.1.1 Polución del aire.....	11
2.1.2 Contaminación de las aguas.....	11
2.1.3 Contaminación de la tierra y desertificación del suelo.....	13
2.1.4 Contaminación del suelo en Chile.....	13
2.1.5 Residuos agroindustriales.....	14
2.1.6 Residuos orgánicos doméstico.....	15
2.1.7 Cuadro Resumen de Gestión de residuos en Chile.....	16
2.2 Sustentabilidad.....	17
2.2.1 Concepto de sustentabilidad.....	17
2.2.2 Diseño sostenible.....	18
2.2.3 Economía circular.....	18
2.2.4 Criterios de sustentabilidad.....	19
2.2.5 Diseño de materiales biobasados.....	21
2.3 Alcachofa.....	23
2.3.1 Origen.....	23
2.3.2 Estructura botánica.....	24
2.3.3 Composición y Propiedades.....	25
2.3.4 Germoplasma.....	26
2.3.5 Producción de alcachofa a nivel mundial.....	26
2.3.6 Producción de alcachofa en Chile.....	27
2.3.7 Ciclo del residuo de alcachofa en Santiago de Chile.....	28
2.4 Textiles.....	29
2.4.1 Textiles, clasificación y características.....	29
2.4.2 Textiles naturales vegetales.....	30
2.4.3 Textiles naturales animales.....	31
2.4.4 Textiles biobasados.....	33
2.4.5 Materiales compuestos.....	34
2.4.6 Aglomerantes: hidrocoloides.....	34
2.4.7 Contextualización de la Industria textil a nivel mundial.....	37
2.4.8 Industria textil local.....	38

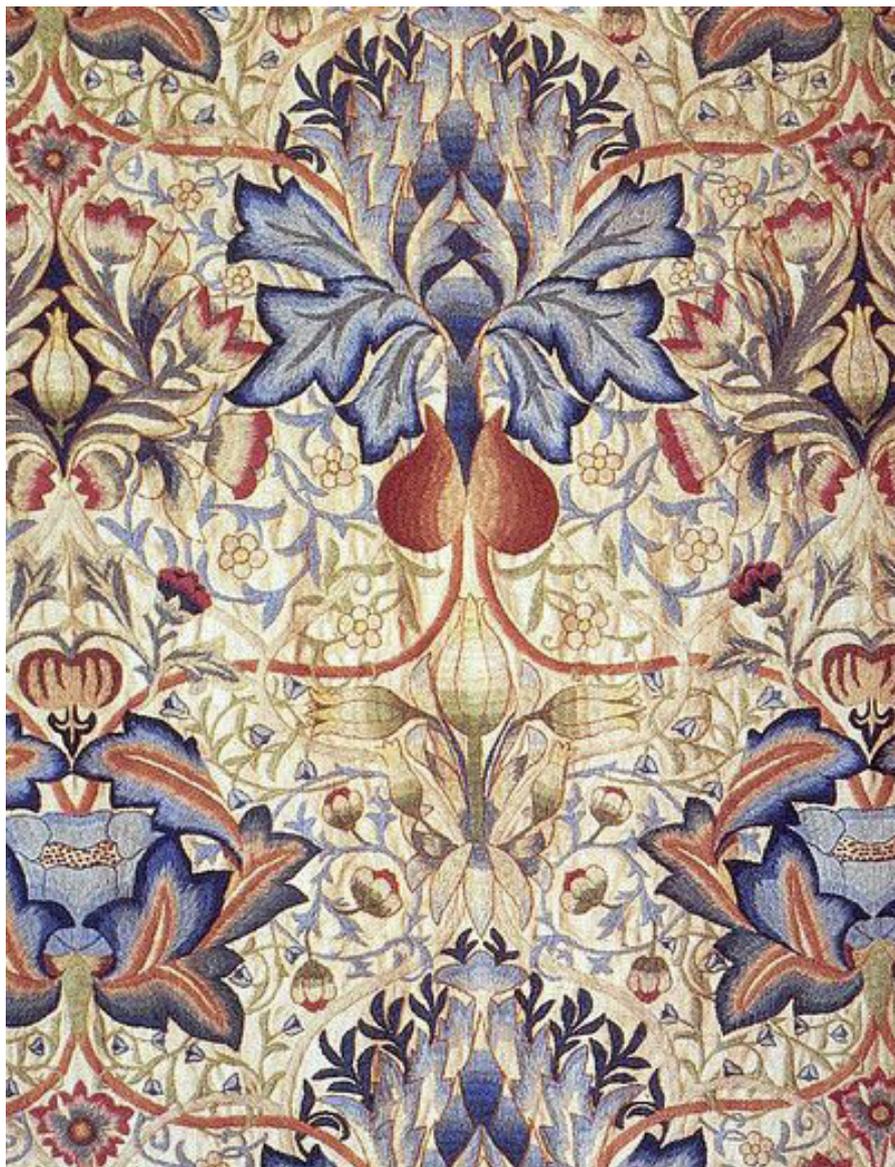
(Capítulo 3)

Métodos

3.1	Cuadro Resumen Proceso Metodológico.....	40
3.2	Exploración intuitiva del residuo de alcachofa.....	41
3.2.1	Explorar y registrar información de los residuos.....	41
3.3	Exploración intuitiva del material — Exploración basada en literatura.....	42
3.3.1	Determinar métodos de extracción de materia prima del residuo.....	43
•	Brácteas y pistilos	
•	Tallos	
3.3.2	Definición de formulación base del aglomerante.....	47
•	Criterios de selección y requerimientos de formulación base	
•	Interacción de los componentes para la formulación base	
•	Selección de la formulación base satisfactoria	
3.3.3	Fabricación del biotextil.....	49
•	Criterios de selección de formulación final para biotextil	
•	Interacción entre la formulación base y la materia prima obtenida	
•	Selección de la formulación final para el textil no tejido (formulación base + residuo)	
3.3.4	Caracterización del material a través de ensayos físicos, mecánicos, de trabajabilidad y percepción.....	51
•	Ensayos físicos	
•	Ensayos de resistencia a agentes externos	
•	Propiedades mecánicas	
•	Ensayos de trabajabilidad	
•	Caracterización perceptual	
3.3.5	Proyecto de diseño con uso de textil no tejido a base de alcachofa.....	63

Resultados y discusión

4.1	Cuadro Resumen Resultados.....	66
4.2	Exploración intuitiva del residuo de alcachofa (brácteas, pistilos y tallos).....	67
4.2.1	Explorar y recopilar información de los residuos	
4.3	Experimentación y exploración intuitiva del material- basada en literatura.....	77
4.3.1	Determinar métodos de extracción de materia prima del residuo.....	77
	• Brácteas y pistilos	
	• Tallos	
4.3.2	Definición de formulación base del aglomerante.....	84
	• Criterios de selección y requerimientos de formulación base	
	• Interacción de los componentes para la formulación base	
	• Selección de la formulación base satisfactoria	
4.3.3	Fabricación del biotextil.....	88
	• Criterios de selección de formulación final para biotextil	
	• Interacción entre la formulación base y la materia prima obtenida	
	• Selección de la formulación final para el textil no tejido (formulación base + residuo)	
4.3.4	Caracterización del material a través de ensayos físicos, mecánicos, de trabajabilidad y percepción.....	91
	• Ensayos físicos	
	• Ensayos de resistencia a agentes externos	
	• Propiedades mecánicas	
	• Ensayos de trabajabilidad	
	• Caracterización perceptual	
4.3.5	Proyecto de diseño con uso de textil no tejido a base de alcachofa.....	105
5.1	Conclusiones y proyecciones.....	114
5.2	Lista de referencias.....	115



(Capítulo 1)

Introducción

El siguiente proyecto de título aborda el residuo orgánico de la alcachofa en Chile como una oportunidad para el diseño, poniendo en cuestión su alto porcentaje residual y contaminante luego de ser consumida, considerando la importancia de su cultivo en Chile.

Se busca llegar a una propuesta de material biobasado en forma de textil para así, disminuir el volumen residual y abrir las posibilidades de la alcachofa en industrias como la indumentaria, valorizando su alto contenido fibroso y su anatomía envolvente y acorazada con el objetivo de que su función de vestimenta vegetal se pueda replicar una segunda vez en su reutilización.

1.1 Identificación del problema de investigación

“Alcachofa: Esa verdura de la que se tiene más al final que al inicio de la cena.” Lord Chesterfield

Chile es el séptimo país productor de alcachofa en el mundo (Food and Agriculture Organization, 2012), utilizando un total de 4.400 hectáreas dedicadas a la plantación de esta hortaliza, concentrándose más de la mitad de los cultivos (2600 hectáreas) en la región de Coquimbo. (Red Agrícola, 2016). Anualmente se cosechan aproximadamente 50.000 toneladas de alcachofas a nivel nacional, destinando la mayoría de estos productos al mercado fresco para su consumo al interior del país, haciendo casi inexistente el mercado de exportación y producción de conservas. El consumo promedio por persona de este alimento es de 1 kilo anual, lo que nos convierte en uno de los mayores consumidores per cápita de alcachofa del mundo.

Del volumen total de la alcachofa sólo el 30% aproximadamente corresponde a materia comestible: el fondo de la alcachofa y la carne de sus brácteas. El otro 70%, correspondiente a brácteas y tallo se transforma en materia residual, pudiendo llegar incluso al 85% (Barrera, 2018).

Considerando que se producen 50.000 toneladas para el consumo domiciliario del fruto fresco, se obtienen por consecuencia 35.000 toneladas de residuo orgánico de alcachofa al año que deparan en vertederos. La inexistencia de políticas públicas que den soporte a un ciclo de valorización de desechos orgánicos accesible y global provoca que la responsabilidad de gestionar estos residuos recaiga en los ciudadanos a microescalas. Ejemplo de acciones locales y domiciliarias es el compostaje, que en Chile corresponde al 0,4% de los residuos generados. (World Bank Report “What a Waste 2.0”, 2018).

La alcachofa puede ser compostada, sin embargo, posee el potencial de ser analizada y manipulada desde la perspectiva del diseño de biotextiles debido a su alto contenido fibroso que se asemeja al de otras hortalizas y plantas que son convertidas actualmente en fibras textiles de origen vegetal. Por ejemplo el agave, que contiene un 5,76% de fibra en el peso total de sus hojas, es procesado y da como resultado materia en forma de hilo. La alcachofa por su parte posee un 5,4% de fibra, lo que es un indicio de un posible tratamiento de sus fibras para la elaboración de un producto textil.

El consumo mundial de fibras se ha orientado hacia las fibras químicas, pues al ser atemporales, es decir, que se producen continuamente según las necesidades del mercado, tienen una calidad uniforme y no dependen del crecimiento natural de la planta o animal; y generalmente son más económicas. Este consumo mundial de fibras textiles, en peso, es el siguiente: 39% algodón 39% sintéticas 10% artificiales 5% lana 7 % otras. (Del Río, 2010)



Figura: Planta de alcachofa.



Figura: Residuos de alcachofa.



Figura: Fibras de agave.

1.2 Pregunta de investigación e hipótesis

- Pregunta de investigación

¿De qué manera se puede desarrollar un biotextil no tejido para el diseño de indumentaria a partir de los residuos de alcachofa?

- Hipótesis

Debido a la cantidad de fibra observada en los residuos de alcachofa (brácteas, pistilos y tallos), será posible extraer materia prima útil para la creación de un biotextil no tejido mediante procedimientos químicos y mecánicos, siguiendo los criterios de sustentabilidad establecidos.

En el caso de las brácteas y pistilos, se realizará un proceso de molienda debido a la corta longitud y fragilidad de sus fibras, lo que resultará en material particuloso para su mayor aprovechamiento. Este a su vez será mezclado con alguna sustancia aglomerante para la formación de un biotextil no tejido.

En el caso de los tallos, se separarán las fibras mediante un proceso de cepillado y así se obtendrán filamentos de fibra que podrán resultar tanto en la formación de un biotextil tejido, como no tejido. Esto debido a que las fibras presentes en los tallos son largas y regulares lo que permitirá la formación de un material constituido enteramente de fibra mediante el entramado e hilado. Por otra parte las fibras de los tallos podrán ser sometidas a un proceso de desfibración y así generar fibrillas que junto a sustancias aglomerantes resultarán en un biotextil no tejido.

1.3 Objetivos de investigación

- Objetivo general

Establecer un procesamiento de los residuos de alcachofa (brácteas, pistilos y tallos) para el desarrollo de un biotextil no tejido como alternativa sustentable para el diseño de indumentaria.

- Objetivos específicos

— Establecer un proceso de transformación de residuos de alcachofa en materia prima en forma de fibras y/o material particuloso para la elaboración de un biotextil no tejido.

— Determinar el aglomerante a emplear para conformar el biotextil no tejido que cumpla con los criterios de sustentabilidad.

— Generar propuestas de aplicación del biotextil no tejido para el diseño de indumentaria.



(Capítulo 2)

Marco Teórico

En el marco teórico se abordaron cuatro grandes temas que enlazados sentaron los precedentes para el desarrollo del proyecto. Estos son: **contaminación orgánica**, tema abordado para enfatizar la importancia de la valorización de residuos orgánicos, en este caso de la alcachofa, en respuesta a la contaminación que generan los residuos de esta naturaleza. Esto con el fin de gestar una propuesta **sustentable** en base a criterios establecidos que prevalezcan a lo largo del proceso de elaboración del biotextil. La **alcachofa**, como objeto central del proyecto, fue estudiada desde su origen y morfología hasta su producción y ciclo de vida, lo que develó un alto contenido fibroso capaz de ser aprovechado como materia prima para la elaboración de un biotextil. Esta información se complementó con el estudio de **los textiles y la industria textil**, particularmente en base a fibras orgánicas similares a las características presentes en la alcachofa.

2.1 Contaminación orgánica

La contaminación orgánica es la contaminación producida por materia residual de origen biológico. Es la contaminación más significativa en magnitud y proviene principalmente de las actividades humanas tales como la industria agrícola, ganadera, forestal y desechos domésticos. Dentro de los recursos naturales más afectados se encuentran el aire, el agua y la tierra.

2.1.1 Polución del aire

“El 92% de la población mundial vive en lugares en los que se excede el nivel máximo de contaminación atmosférica permitido por la OMS (Organización Mundial de la Salud)” (National Geographic, 2016)

La emisión de gases nocivos en la atmósfera genera diferentes problemas que afectan al mundo, problemas que van desde la salud de los seres vivos al tener que respirar estos gases nocivos, hasta los cambios climáticos que se producen por el efecto invernadero y que producen un desequilibrio en sistemas biológicos.

Los principales contaminantes del aire provienen de la industria ganadera, que emite gas metano y amoníaco, y de la quema de residuos al aire libre y vertederos, destacando los que derivan de la agricultura (**figura 4**) y la silvicultura, que liberan dióxido y monóxido de carbono. Juntos generan el 24% de todos los gases de efecto invernadero en el mundo.

2.1.2 Contaminación de las aguas

“Según Naciones Unidas, para 2025, casi 2.000 millones de personas estarán viviendo en países o regiones con una absoluta escasez de agua potable.” (DecoopChile, 2020)

Las aguas, tanto ríos, océanos, y lagos, se ven afectados por diversos agentes contaminantes que transforman sus características naturales, desequilibrando los ecosistemas y dificultando el desarrollo de la biodiversidad.

La contaminación por materia orgánica proviene en primer lugar, del crecimiento insostenible de la industria ganadera, lo que ha provocado un aumento exponencial de aguas residuales o aguas negras, que se derivan de los desechos fecales de los animales y el agua que se contamina para su crianza. La agricultura es otra industria responsable de la **contaminación por la gran cantidad de residuos generados de post-consumo** y sus procesos industriales, como también lo son las aguas servidas provenientes del alcantarillado.



Figura: Quema de desechos agrícolas en Chile.



Figura: Mapa de calidad del aire en tiempo real, Chile, agosto 2021.

Además, la emisión de dióxido de carbono que se origina de los procesos de producción industrializados y de la quema de combustibles fósiles, que produce un efecto invernadero, termina siendo absorbido principalmente por el océano, ocasionando cambios en su ph, fenómeno denominado acidificación de los océanos, lo que supone la destrucción de la vida marina.

Asimismo, la pesca industrial contamina el agua y acaba con las especies que habitan los océanos, mediante una serie de prácticas de sobrepesca y por culpa de la captura incidental de especies en peligro de extinción. Se estima que 33% de las poblaciones de peces está siendo sobreexplotada hasta niveles insostenibles y un 60% ha alcanzado su límite de explotación. Dos tercios de los ecosistemas marinos se han visto afectados por el cambio climático y la pesca a gran escala, lo cual pone en riesgo la vida de todo el planeta, considerando su importancia al ser el origen del oxígeno y agua dulce que permiten el desarrollo de la vida en la Tierra (Greenpeace, 2021).

“Respecto de los efectos derivados del uso agrícola, la contaminación de fuentes no puntuales es un aspecto clave.” (Ribbe et al., 2008)

En Chile, la extracción del recurso hídrico va destinada en un 72% a la actividad agrícola, donde una vez usada en la industria no se devuelve al medio en donde fue captada ni devuelta en el estado en que fue extraída. A esto se le suman los desechos propios de la industria (figura 8), los cuales son desaguados difusamente hacia un cuerpo de agua, lo que incrementa la contaminación hídrica.



Figura: Contaminación del agua por actividad agrícola. (2018).

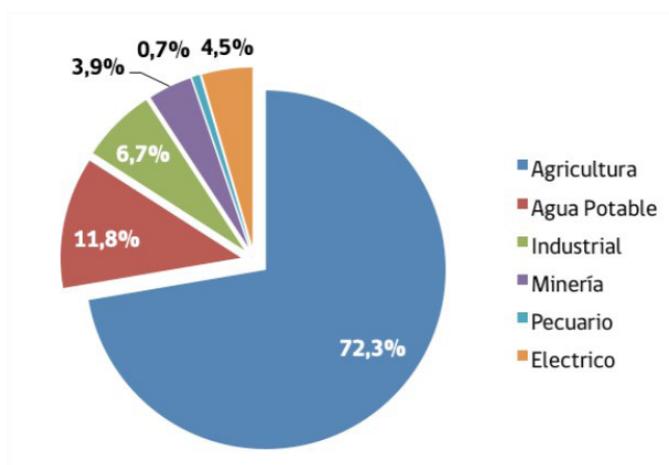


Figura: Distribución de demanda consuntiva por sector año 2105 en Chile. (Mesa nacional de agua, 2020).

2.1.3 Contaminación de la tierra y desertificación del suelo

La presencia de elementos contaminantes en la tierra produce una inestabilidad en los ciclos de los nutrientes y acidificación del suelo. Esto compromete la absorción de nutrientes de las plantas, impacta negativamente en la cadena alimenticia de los sistemas ecológicos naturales, impide su debido aprovechamiento y, en definitiva, afecta el desarrollo de la vida humana.

Los desechos biológicos humanos son el principal contaminante de la tierra, esto debido a la falta de servicios estatales para manejar los desechos, estimándose una producción per cápita que varía entre los 0,45 kg y 2,2 kg de agua servidas en el mundo.

A esto se le suma los desechos generados por la industria ganadera proveniente del inadecuado manejo de las heces y orina animal. Además, esta industria ocupa el 45% de la superficie de la tierra a nivel mundial, lo que se traduce en un bajo rendimiento y un uso ineficiente de la superficie de cultivo de nuestro planeta, generando un alto índice de deforestación.

Una investigación de la Universidad de Oxford ha concluido que los alimentos producidos en el 83% de las tierras agrícolas en el mundo están destinados a la elaboración de productos de origen animal, mientras que el 17% está destinado para el consumo humano. Los principales motivos de la elevada ocupación de la superficie para la industria ganadera se explica por la necesidad de zonas de pastoreo de los animales rumiantes, y por los cultivos destinados para la confección de piensos, alimentos para animales, consumidos esencialmente por aves de corral y cerdos. A modo de ejemplo, podemos mencionar el caso de Brasil y Estados Unidos, los cuales producen millones de toneladas de soya al año, de los que solo el 7% de este producto se utiliza para productos que son consumidos por humanos,

como el tofu y la soya texturizada, y más de un 77% de la soya producida es utilizada para la fabricación de piensos designados a la alimentación del ganado (ONU, 2018).

Por otro lado, la producción de materia orgánica de consumo se acompaña de procesos industriales que también contaminan la tierra y no son necesariamente orgánicos, como los pesticidas agrícolas, la acumulación de desechos de productos fabricados y el riego con aguas negras.

2.1.4 Contaminación del suelo en Chile

“Chile es uno de los pocos países de la OCDE que al presente no cuenta con una Ley de Protección de Suelos” (CIPER Chile, 2021)

Chile continental posee una superficie de 75,6 millones de hectáreas, dentro de las cuales se encuentra el área urbana consolidada y las superficies de suelo con uso o potencial productivo.

La desertificación es un riesgo latente en los suelos fértiles de Chile con potencial productivo. El 21,7% de los suelos (16.379.342 hectáreas), sin contemplar la superficie urbana consolidada, posee riesgo de desertificación en niveles leves, moderados o graves. Esto junto a la contaminación de la tierra y la expansión del territorio urbano enfatizan la relevancia de la gestión del suelo.

A continuación se presenta un gráfico que muestra el impacto de las diferentes industrias productivas de Chile y su potencial contaminante.

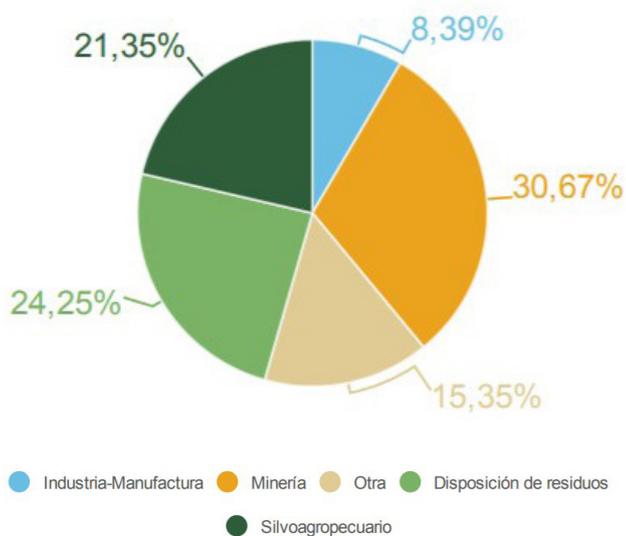


Figura: Sitios con potencial presencia de contaminantes por tipo de actividad productiva a nivel nacional, 2016. (Cuarto reporte del Estado del Medio Ambiente, 2018).

Menos de un tercio de la superficie nacional, está destinada a ser cultivada o ser el soporte de la industria ganadera (fracción silvoagropecuaria), lo que corresponde a 23,5 millones de hectáreas (CONAF, 2017) que dan soporte a la alimentación. Sin embargo, se proyecta un crecimiento de la población y por ende, un aumento en la necesidad alimenticia, lo que es inversamente proporcional a la disminución de suelo disponible para la generación de alimentos.

2.1.5 Residuos agroindustriales

El término de residuos agroindustriales se refiere a todos los desechos, tanto orgánicos como químicos, desencadenados del desarrollo de la industria agrícola, pecuaria, forestal y acuícola (FAO, 1997), los cuales no se valorizan en su etapa final. Estos pueden encontrarse en estado sólido, semisólido o líquido, siendo vertidos en superficies de tierra (figura 9), masas de agua y residuos en forma de gas que contaminan el aire.

Existen dos tipos de agroindustria; la alimentaria y la no alimentaria, como por ejemplo la producción de madera o la fabricación de zapatos como un derivado de la materia prima.

En el mundo, la industria agrícola emplea el 70% de agua extraída en el mundo (Banco Mundial), siendo un porcentaje mayor, el uso consuntivo del agua. Mientras el recurso hídrico disminuye y escasea, la población mundial aumenta y requiere de un mayor desarrollo de la agroindustria.

En el caso de los residuos de origen vegetal, existe una elevada cantidad de materia orgánica de desecho ya que no existe una gestión que aproveche las partes no valorizadas del vegetal como tallos hojas y frutos que no se comercializan para alimentos o derivados.



Figura: Residuos agroindustriales.



Figura: Generación de residuos industriales no peligrosos según clasificación Industrial Internacional Uniforme. (CIIU, 2018).

En Chile la actividad agroindustrial produce más de un millón de toneladas de residuos al año en una superficie de 18.443.233 hectáreas (INE, 2007).

2.1.6 Residuos orgánicos doméstico

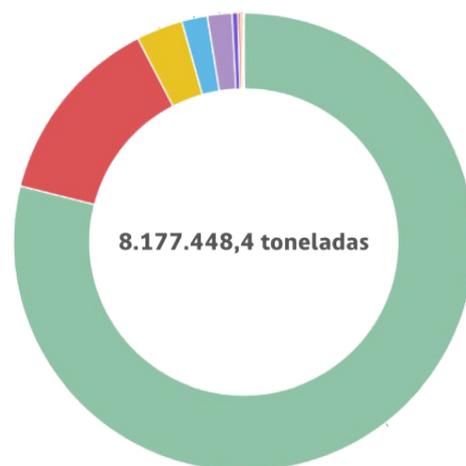
“En Chile, una persona genera 1,25 kilos de basura diariamente y aproximadamente el 50% corresponde a residuos orgánicos que terminan en rellenos sanitarios.” (Ministerio del Medio Ambiente, 2018).

Los residuos orgánicos domésticos provienen de la obtención de productos orgánicos necesarios para la alimentación y derivados de la agroindustria como el papel o los textiles de origen natural. En conjunto a otros residuos domiciliarios, son desechados en vertederos municipales, donde el proceso de descomposición y oxidación natural genera 3,23 millones de toneladas de CO₂ (MMA, 2018). En el mundo, el porcentaje de residuos que se compostan es de 5,5%; en Chile es el 0,4% (World Bank Report “What a Waste 2.0”, 2018).

La Municipalidad es el organismo encargado de gestionar los residuos domiciliarios y así mismo, promover acciones ecológicas y herramientas para que las personas puedan desechar sus desechos responsablemente. Sin embargo, estas medidas, como camiones de reciclaje o puntos verdes no son accesibles para todos los territorios.

El estado de Chile plantea una estrategia a modo de reacción ante la necesidad de gestionar los residuos orgánicos en Chile. Ésta propone mediante un cambio en la cultura ciudadana frente a los residuos, aumentar la valorización post consumo de los materiales orgánicos de un 1% a un 66% dentro de un contexto municipal.

Dentro de las propuestas estipuladas para llevarse a cabo en las próximas dos décadas se encuentra la legislación e instalación de locales de compostaje en casas, establecimientos educacionales e instituciones públicas, procurando la regularización de dichos lugares y la implementación de programas sociales para así promover el objetivo principal de la estrategia.



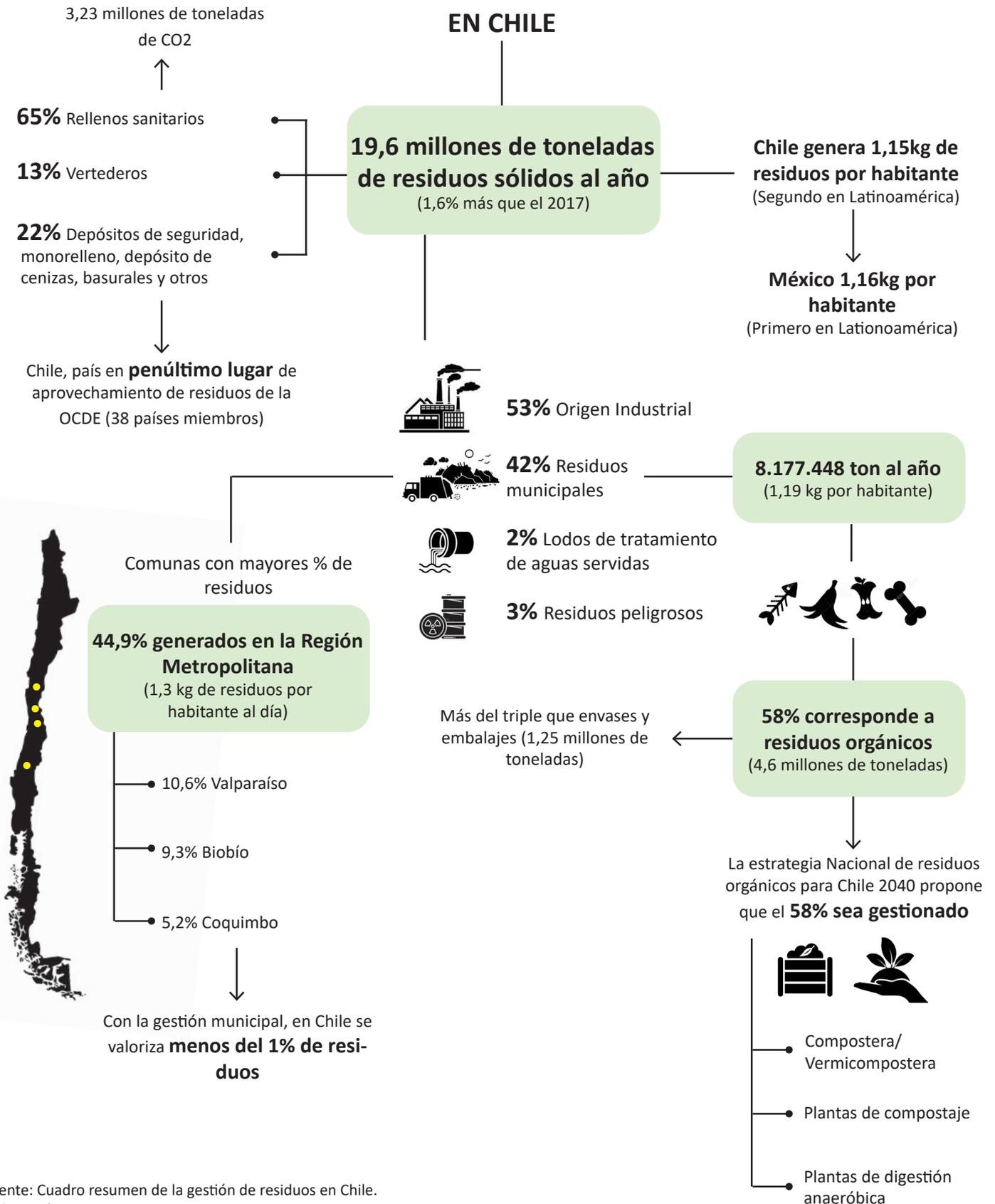
- 78,93% Relleno sanitario
- 13,47% Vertederos
- 3,26% Otras eliminaciones
- 1,80% Basural
- 1,70% Sitio de escombros de la construcción
- 0,40% Reciclaje
- 0,21% Pretratamiento
- 0,15% Preparación para reutilización
- 0,04% Otras valorizaciones

Figura: Tratamiento de Disposición de Residuos Sólidos Municipales por tipo. (MMA, 2018).

No se promueven iniciativas industriales de aprovechamiento de residuos orgánicos domésticos, lo que abre las posibilidades de innovar por medio de proyectos del uso material orgánico residual.

2.1.7 Cuadro Resumen de Gestión de residuos en Chile

GESTIÓN DE RESIDUOS EN CHILE



Fuente: Cuadro resumen de la gestión de residuos en Chile. Elaboración propia.

2.2 Sustentabilidad

Como respuesta al escenario con respecto a los residuos, planteado en apartado anterior, se presenta el concepto de sustentabilidad y propuestas desde la disciplina del diseño a modo de reacción y conciencia sobre el estado del planeta.

2.2.1 Concepto de sustentabilidad

Al hablar de sustentabilidad, se hace referencia a que el flujo total de los recursos de una sociedad debe ser sostenido, es decir, que desde sus fuentes naturales, todo el aparato económico industrial hasta su regreso al ecosistema debe ser gestionado en pos de la salud del planeta. Los recursos deben ser capaces de mantenerse y no disminuir, haciendo hincapié en la preservación del capital natural y asegurando que el acceso a los recursos y servicios provenientes del medio ambiente perdure tanto en el presente como el futuro.

Hay que considerar que lo “sostenible” no es sinónimo de para siempre, sino que la sostenibilidad es una forma de prolongar el valor de la vida y la justicia intergeneracional, al mismo tiempo que se reconoce la mortalidad de los bienes disponibles, ya que, gran parte del flujo de las sociedades modernas gira entorno a recursos no renovables.

Este concepto contiene principios intrínsecos que traen consigo un cambio de mentalidad, una revolución cultural de todas las áreas del desarrollo humano, por medio de la comprensión de los límites de los recursos existentes que se utilizan para satisfacer las diversas necesidades humanas. Esto con una especial atención a modificar los sistemas económicos predominantes para garantizar la longevidad de los recursos, debido a que la creciente productividad económica explota los recursos naturales y amenaza la sostenibilidad de la vida humana y de los ecosistemas.

Por ende, la sostenibilidad también comprende una dimensión temporal que conecta los actuales problemas de la humanidad con las generaciones futuras. Es por esto que el informe Brundtland de la ONU ha considerado que “El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (ONU, 1987, p. 67).

Las actuales generaciones deben administrar los recursos disponibles en la naturaleza de tal forma que las generaciones que procedan puedan desarrollarse manteniendo un estándar de vida con mejores posibilidades, o al menos las mismas. Es un esfuerzo de solidaridad a través del tiempo que une los compromisos intrageneracionales con los intergeneracionales.

Distintas organizaciones internacionales han entendido que el desarrollo sostenible presenta tres grandes ejes de trabajo, que son: crecimiento económico, equidad social, y medio ambiente.

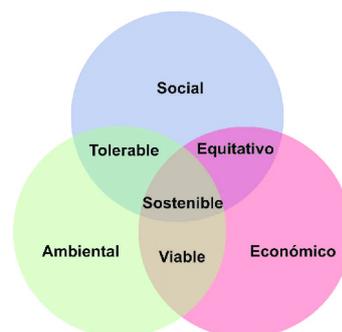


Figura: Esquema de desarrollo sostenible: en la confluencia de tres componentes. (Adams, 2006).

Cada uno de estos ejes suponen desafíos específicos y por lo tanto metas propias, sin embargo, se encuentran entrelazados de modo que no se puede satisfacer las exigencias del desarrollo sustentable si se prioriza o descuida uno de ellos, en virtud de que son sectores fundamentales del bienestar de una sociedad.

2.2.2 Diseño sostenible

El diseño se presenta como una respuesta a las necesidades humanas, favoreciendo la industrialización de la producción en serie y centrando su mirada en las necesidades del usuario. Se ha transformado a través del tiempo incorporando en su forma de proceder el concepto de sostenibilidad, como una perspectiva fundamental por su influencia en el desarrollo de nuestras vidas.

El diseño no solo gira en torno a la materialidad y las necesidades del usuario a la hora de crear un proyecto, sino que también tiene en consideración los procesos de producción, la vida útil del producto, las energías necesarias para su creación, la generación de residuos, entre otras cosas. (Tokenwise, 2014)

“Diseñe siempre una cosa considerándola en su próximo contexto más amplio: una silla en una habitación, una habitación en una casa, una casa en un entorno, un entorno en un plano de la ciudad.” (Álvarez, 2014).

El 70% del impacto ambiental aproximadamente de cualquier producto y/o servicio se define en su primera fase de conceptualización, por lo que, el diseño cumple un rol fundamental en la aplicación de los criterios de sostenibilidad. Es deber del diseñador proyectar el impacto que tendrá su diseño y tener en consideración los múltiples factores que influyen en este proceso con especial atención en el espacio en donde se desarrolla para minimizar sus efectos negativos en la naturaleza. (Mulvenna, 2017).

2.2.3 Economía circular

El diseño sostenible no solo abarca la protección del medio ambiente, sino que se hace cargo además de los ejes de la sostenibilidad; contribuye al área de la economía al fomentar la revalorización de los residuos y la economía circular, reduciendo no solo el impacto medioambiental de las industrias, sino que también reduce los costos de fabricación ayudando al desarrollo del comercio.

ar es considerar a los residuos como los sistemas de producción y consumo, vida. De esta manera se aprovechan los valorización energética, como muestra

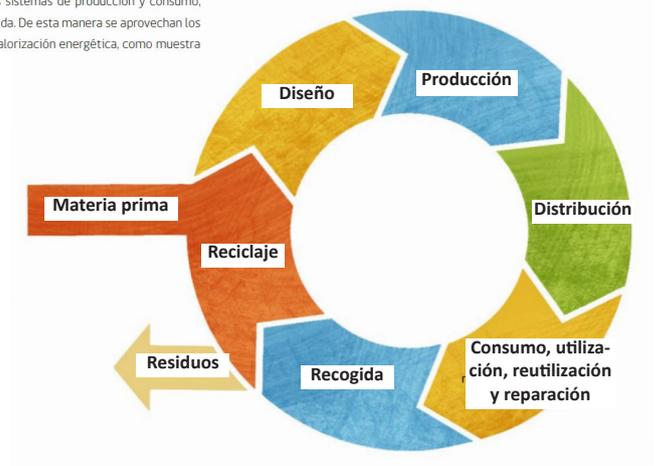


Figura: Esquema de economía circular. (MMA, 2016).

En el ámbito social, el diseño debe incluir a los individuos para los cuales se está diseñando y así realizar un trabajo en conjunto a la hora de satisfacer las necesidades de una comunidad. Esto con el objetivo de lograr respuestas proyectuales que se ajusten a las necesidades de las futuras generaciones en pos de la igualdad social.

Un ejemplo de diseño sostenible es el diseño local, puesto que al ser a una escala menor, se reduce el impacto ambiental por la baja cantidad de recursos utilizados en comparación al diseño industrial, lo que fomenta el consumo responsable y la economía local. La manufactura del diseño local está cargada de una identidad que represente los valores de la comunidad en la que está inserta, fomentando la tradición y la cultura. A raíz de esto, los usuarios se relacionan de manera más profunda con el resultado del diseño, cambiando la percepción de la vida útil del objeto y su desecho. (Béjares, López, 2020).

2.2.4 Criterios de sustentabilidad

- Fuente de recursos renovables

Las fuentes de recursos renovables son aquellas que se regeneran de manera natural y que su tasa de extracción es de un nivel tal que no supera su tasa de regeneración. Son materiales comúnmente naturales producto de un manejo sostenible. (Karana Elvin, Materials Experience).

- Localidad

La utilización de materia prima y recursos locales para la elaboración de materiales es un aporte al diseño sustentable. Contribuye al desarrollo de la industria local al involucrar diferentes actores en los procesos de extracción, transformación y venta del material, lo que junto a la disminución de recursos empleados en el transporte al ser de origen local, lo hace sostenible en el ámbito ambiental, social y económico (Vezzoli 2014).

La utilización de materia prima local debido a su accesibilidad para la creación de biomateriales. Además se considera como incentivo/cimiento a la industria nacional. De esta forma se reduce por ejemplo la contaminación y costos de transporte, se propicia la industria chile...

- Veganismo

El veganismo es un estilo de vida que va más allá de un régimen alimentario, consiste en una ideología moral en donde el individuo, a través de la empatía y un razonamiento lógico, tiene la convicción de que los animales y seres humanos se encuentran en un plano de igualdad, busca rechazar la explotación animal y su emancipación del dominio humano.

El origen de este pensamiento puede encontrarse en la Antigua India, en donde se relacionaba fuertemente a una ideología de la no violencia proveniente de una práctica religiosa llamada "Ahimsa" (Walters, Kerry, Portmess, 2001). Sin embargo, el término "veganismo", fue inventado por Donald Watson, fundador

de la Vegan Association, en el primer número de Vegan News, en el año 1944, quien buscaba diferenciarse del vegetarianismo, el cual consiste en abstenerse de comer animales como dieta o no por un razonamiento ético (Arango, 2016).

Practicar el veganismo significa abstenerse de consumir y utilizar alimentos o productos de origen animal, como carne, lácteos, huevos, pescados, mariscos, frutos de mar, miel, lana, cuero y cualquier otro derivado de los animales. Ser vegano significa llevar un estilo de vida en el que no se dañe ni utilice animales e implica el respeto hacia su integridad e intereses propios. Se está en desacuerdo en la explotación de los animales para la obtención de alimentos o de otro tipo de materias independientemente su finalidad u objetivo. El movimiento vegano surge como expresión contra hegemónica dentro de una sociedad que se inclina enfáticamente a la producción y consumo de productos y alimentos de origen animal, que perpetúa una mentalidad discriminatoria hacia las otras especies y centra su atención, de manera egoísta y ególatra, en el ser humano, obviando la realidad intrínseca de la relación indisoluble que tenemos con la naturaleza.

Aunque la principal motivación del veganismo surge de abolir las diferentes formas de discriminación hacia los animales con el propósito de velar por sus intereses, esta práctica contribuye a enfrentar la crisis medioambiental que afecta al mundo hoy en día, esto debido a los altos niveles de contaminación que producen la industria alimentaria, en especial aquellas asociadas a la producción de alimentos de origen animal. Actualmente los sistemas agroalimentarios están lejos de ser sostenibles, contribuyendo sustancialmente a la destrucción de la biodiversidad, por lo que, la adopción de una alimentación libre de animales disminuye considerablemente la huella de carbono de una persona promedio y se vuelve una opción más para enfrentar la crisis climática (Oxford, 2018).

- Bajo impacto en la salud humana

Es importante preocuparse no solo del usuario a la hora de elaborar un producto y escoger materiales no tóxicos, o del impacto medioambiental generado, sino que también es necesario preocuparse por las personas involucradas en los procesos productivos. Es fundamental para la sostenibilidad adoptar un estilo de vida que satisfaga las necesidades presentes así como las de las futuras generaciones, lo que no se puede lograr si es que no se considera el impacto de los materiales que se utilizan al diseñar un producto en la salud humana. (Ashby and Johnson 2014).

- Biodegradabilidad

Que un material sea biodegradable significa que el material es capaz de sufrir una descomposición en CO₂, metano, agua, compuestos inorgánicos o biomasa, siendo el mecanismo predominante durante este proceso la acción enzimática de microorganismos, siendo todo esto posible de ser medido mediante ensayos estandarizados en un periodo de tiempo específico, lo cual refleja condiciones de eliminación posibles (Guamán, 2019).

La utilización de este tipo de materiales permite un aprovechamiento cíclico de los residuos al reincorporarse estos al ecosistema, disminuyendo así el impacto medioambiental del material.

En este punto llegan a ser de suma importancia los materiales de origen natural, ya que tienen la característica inherente de ser biodegradables, a diferencia de los materiales de origen artificial que poseen tiempos prolongados de descomposición generando un mayor índice de contaminación (Balboa and Somonte, 2014).

- Reciclaje

El reciclaje consiste en la reintegración de un residuo a un nuevo proceso productivo para la elaboración de un nuevo material, es decir, es la manera más efectiva de proporcionar valor a los residuos para así cambiar el flujo de recursos de uno lineal a uno circular.

La utilización de materias primas secundarias, aquellas que han sido resultado de un proceso de producción o utilización que las transforma dejando así de ser residuos para adquirir las mismas propiedades y características que una materia prima originaria, son un atributo de la sostenibilidad, ya que, evita la eliminación del residuo en vertederos y evita la extracción de una nueva materia prima, lo que contribuye al cuidado del medio ambiente y la eficiencia energética. (Ashby and Johnson, 2002).

2.2.5 Diseño de materiales biobasados

En un mundo que presenta un crecimiento constante de la población, donde la disponibilidad de los recursos naturales se van agotando y la contaminación ambiental va en aumento, se hace insostenible mantener el estilo de vida actual de la sociedad, por lo que, se han estado buscando diferentes soluciones en diferentes disciplinas en pos de un desarrollo sostenible. En este contexto, los materiales biobasados surgen como una propuesta del diseño sostenible para reducir el impacto de los residuos en el mundo (figura 10).

Los materiales biobasados son definidos como materiales orgánicos que utilizan como estructura base el carbono proveniente de un recurso renovable (ASTM, 2017). No deben confundirse materiales biobasados con los biodegradables, que son aquellos que se degradan por medio de un proceso químico al contacto con el medio ambiente, convirtiendo al material biodegradable en un residuo natural sin necesidad de aditivos artificiales. Por lo que, los materiales biobasados pueden ser o no biodegradables.

El diseño de materiales biobasados busca el aprovechamiento de las cualidades de la materia orgánica existente, como propone Lara Bosch “crear desde la materia”. Para ello, es necesario explorar y reconocer las condiciones geográficas de nuestro territorio, la flora y fauna que nos rodea, para así comprender el origen y disponibilidad de materias primas.

La utilización de materiales biobasados en las grandes industrias contaminantes, como lo son la industria ganadera, agrícola, forestal, entre otras, son una oportunidad de disminuir los efectos medioambientales negativos, proporcionan una herramienta más a la gestión de residuos, entendiendo y emulando la circularidad de la naturaleza (Martin-Martinez, 2021).

El estudio de los biomateriales es relativamente nuevo, por lo que aún presentan diversos desafíos que no han hecho prosperar su desarrollo a escala industrial. Uno de los grandes

desafíos es su sustentabilidad económica en el tiempo, lo que ha hecho que muchos proyectos de materiales biobasados no pasen más allá de una prueba piloto.

La caracterización del material es otro desafío importante que afecta a los biobasados, su falta de homogeneidad y la variación de las propiedades en la replicación del material, por su origen en materia orgánica en esencialmente en un nivel domiciliario. También, estos materiales tienen un desempeño mecánico menor en comparación a los materiales tradicionales utilizados en la producción industrial. (Donoso, Wechsler, 2020)



Figura: Materiales biobasados.

En una contribución por democratizar el acceso a los materiales biobasados, se crean bibliotecas digitales de código abierto que compilan recetas especificando los ingredientes, herramientas, procesos y el paso a paso para su fabricación. Estas bibliotecas facilitan la creación de materiales biobasados incluso a un nivel domiciliario y masifican de forma exponencial su dispersión en el mundo.

Uno de los precursores a nivel mundial de estas bibliotecas es “Materiom”, una organización sin fines de lucro, fundada en 2018, que investiga materiales biobasados derivados de las plantas o productos marinos. “La idea detrás de esto es leer e interpretar los territorios desde las condiciones locales, no imponiendo el uso de recursos sino que utilizando lo que éste te ofrece. A partir de eso, se identifican posibilidades y se trazan análisis para el desarrollo de materiales de base sustentable, como por ejemplo bioplásticos”, explica

Andrés Briceño, arquitecto y co-fundador de Fab Lab Santiago y colaborador de Materiom. Otras plataformas digitales a tener en cuenta en el área nacional, son FabLab U de Chile, un laboratorio de Fabricación Digital ubicado en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile (FCFM), y Laboratorio de Bio Fabricación UC: alojado en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

En el siguiente mapa conceptual se mencionan fuentes de acceso a recursos open source y bibliotecas de materiales para el desarrollo de nuevos proyectos biobasados.

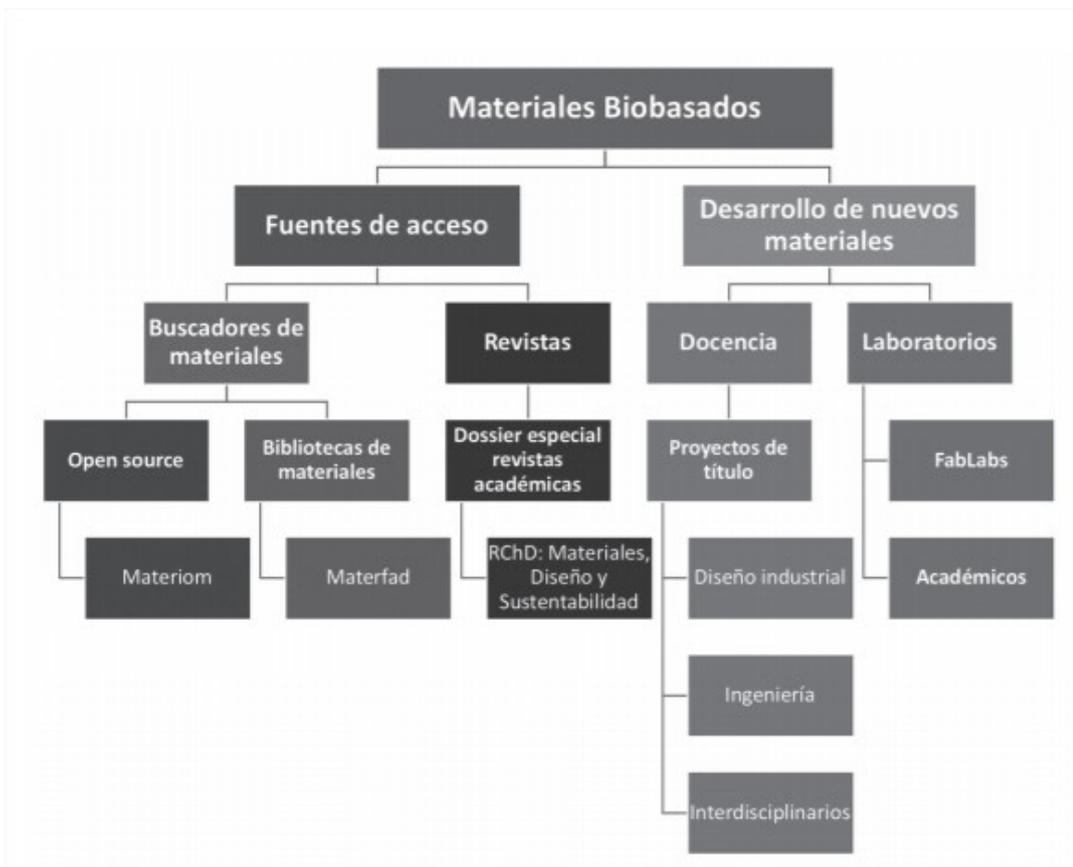


Figura: Fuentes de acceso a recursos de materiales biobasados. (Donoso, Wechsler, 2020).

2.3 Alcachofa

A continuación se caracterizará la alcachofa para conocer sus propiedades, su historia y analizar la potencialidad de su uso como materia prima para la elaboración de un textil biobasado.

2.3.1 Origen

La alcachofa es uno de los cultivos hortícolas más antiguos del mundo. Ha sido consumido desde las civilizaciones antiguas provenientes del mediterráneo (Calabrese, 2016) hasta la actualidad. Investigaciones acerca del origen de la alcachofa apuntan al sur de Italia, probablemente Sicilia (Gatto 2013), sin embargo se desconoce la exactitud de su procedencia. La alcachofa es un producto hortícola creado por el hombre por medio de selecciones del cardo silvestre, pariente de las alcachofas, siendo esta la base genética para su invención.

Se cree que en la antigüedad, griegos y romanos utilizaban las hojas de la alcachofa con fines medicinales (Pignatti, 1982), llegando a ser considerada como un alimento de alto valor por la gente adinerada y consumida en ocasiones especiales.

Como cultivo, pudo ser domesticado desde su naturaleza silvestre en Sicilia y el norte de África durante el periodo imperial romano alrededor del año 500 a. C. (Pignone y Sonnante, 2004; Gatto y otros, 2013), y luego distribuida por los árabes durante la Edad Media.

La masificación de la alcachofa a nivel mundial tuvo su apogeo en los siglos XVIII y XIX, gracias a los inmigrantes franceses y españoles que llevaron esta planta a Estados Unidos, específicamente en los estados de Lousiana y California. En Sudamérica se introdujo principalmente en Argentina gracias a la inmigración italiana ocurrida después de la Primera Guerra Mundial, quienes trajeron los primeros cultivos. En Chile no existe evidencia suficiente para determinar cuándo se introdujeron los primeros cultivos, pero se dice que provendrían de Argentina, llegando principalmente a la zona centro y al norte chico del país (INIA, 2018).



Figura: Los cinco sentidos, sabor. (Bosse, 1960s).

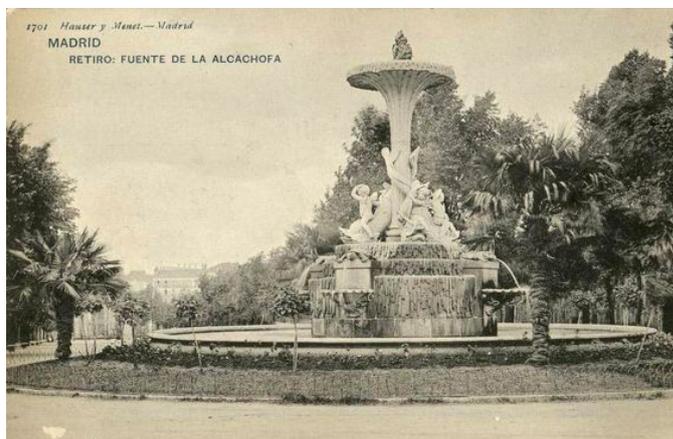


Figura: Fuente de la Alcachofa en el Parque del Retiro. (Madrid, 1904).

2.3.2 Estructura botánica

La alcachofa (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* (L.) Fiori) es una planta alógama, es decir, es producto de la fecundación por polinización cruzada entre individuos genéticamente diferentes. Pertenece a la familia de las asteraceae o también denominadas compuestas, que se caracterizan por tener una composición de inflorescencia donde sus flores se hallan rodeadas de una o más filas de brácteas, llamadas capítulos. Son del género *Cynara*, plantas perennes, nativas de la cuenca del mar Mediterráneo.

Su clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino : Plantae
División : Magnoliophyta (Angiospermas)
Clase : Magnoliopsida (Dicotiledónea)
Orden : Asterales
Familia : Asteraceae
Sub-familia : Cichorioideae
Tribu : Cardueae
Sub-tribu : Echinopsidinae
Género : *Cynara*
Especie : *Cynara cardunculus* var. *scolymus* (L.) Fiori

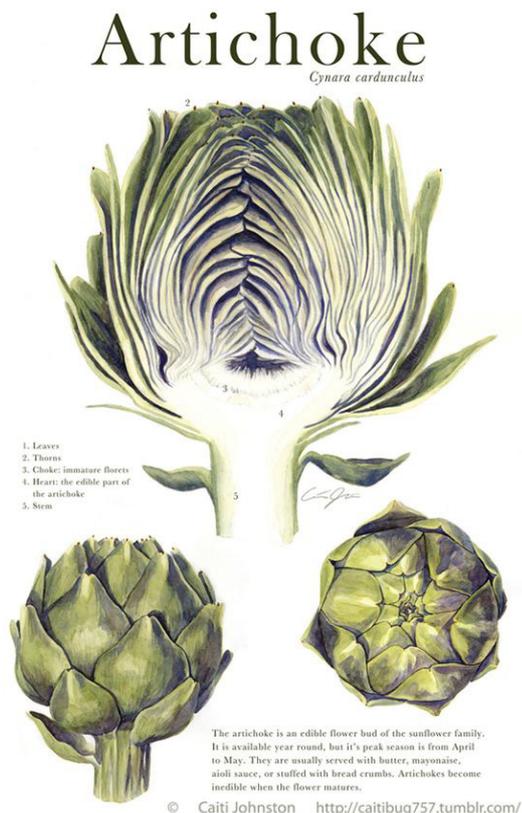


Figura: Artichoke. (Caiti Johnston).

RAÍCES

Sus raíces son alargadas y de forma conoidal, al mismo tiempo que son bastantes gruesas, lo que permite que acumule reservas de agua para aguantar bien las sequías. Esta característica le da un sistema radical subterráneo fuerte y desarrollado. Su sistema radicular está compuesto por raíces principales que destacan por su consistencia leñosa y raíces secundarias de carácter fibroso, además de una abundante cantidad de raíces capilares.



Figura: Raíces de alcachofa.

TALLO

Los tallos son de una textura semi leñosa, erguidos, acanalados y con muchas ramificaciones. Se dividen en dos partes: primeramente en una parte subterránea que posee yemas de las que nacen los hijuelos y los óvulos, y posteriormente en otra epigea o externa, de la cual se originan las hojas. Después de que estas aparecen, con el tiempo se produce un cambio morfológico dando lugar en sus extremos a las inflorescencias, que cuando están tiernas y cerradas, pasan a ser la parte comestible. También pueden producirse ramificaciones laterales de las que también pueden brotar flores.

BRÁCTEAS

Generalmente las brácteas son vellosas, con caras superiores (haz) de color verde claro y de caras inferiores (envés) de un color más blanquecino. Las tonalidades varían dependiendo del cultivo de manera que existe una gran variedad de tamaños y formas.

INFLORESCENCIA

La inflorescencia de la alcachofa comienza a formarse desde los brotes que provienen del tallo floral, lo que a su vez coincide con el inicio de la fase reproductiva de la planta. La inflorescencia es un capítulo que surge en el centro de la roseta, teniendo como peculiaridad un receptáculo carnoso, llamado el corazón de la alcachofa. Las brácteas se superponen, todas con diferentes formas y tamaños, siendo cada vez más anchas y gruesas a medida que están más próximas a la base. Tanto el receptáculo como la parte inferior de las brácteas son comestibles. No es muy común, pero algunas variedades de alcachofas poseen finas espinas que dificultan la recolección y envasado.

FLORES

De la inflorescencia nacen muchas flores que poseen un tono azulado, de polinización cruzada, que maduran progresivamente desde afuera hacia dentro. Normalmente, estas flores están compuestas de una bráctea que cubre los órganos internos de la alcachofa, tiene una forma de tubo y es de simetría radial. Al ser una planta cultivada con fines industriales, no es muy común ver la flor de la alcachofa, debido a que es cosechada antes de que esta aparezca porque su parte comestible ya está lo suficientemente madura para su consumo.

PISTILO

Corresponden a la unidad del órgano femenino de la flor, los cuales, se encuentran en el interior, justo por encima del receptáculo carnoso de la inflorescencia y protegidos por las brácteas. Comúnmente, pueden apreciarse en altas concentraciones y pertenecen a la parte no comestible de la alcachofa. Estos pistilos, que tienen forma de “pelos”, son los que posteriormente madurarán y formarán los pétalos de flor de alcachofa.

2.3.3 Composición y Propiedades

A continuación se muestra una tabla con información nutricional de la parte comestible de la alcachofa (capítulo) por cada 100g de fruto fresco.

Nutrientes	Por 100 g de fruto
Agua (g)	84,94
Energía (kcal)	47
Energía (kj)	197
Proteína (g)	3,27
Lípidos total (g)	0,15
Ceniza (g)	1,13
Hidratos de carbono (g)	10,5
Fibra (g)	5,4
Azúcares totales (g)	1
Minerales	por cada 100 g
Calcio	44
Hierro	1,28
Magnesio	60
Fósforo	90
Potasio	370
Sodio	94
Zinc	0,49
Cobre	0,231
Manganeso	0,256
Selenio	0,2
Vitaminas	por cada 100 g
Vit A (g)	1
Vit B (mg)	0,11
Vit C (mg)	11,7
Vit E (mg)	0,19
Vit K (g)	14,8
Tiamina (mg)	0,07
Riboflavina (mg)	0,06
Niacina (mg)	1,04
Folato (g)	68
Betaina (mg)	0,2

Figura: Cuadro de nutrientes de la alcachofa. Elaboración propia.

Debido a su composición, las alcachofas son consideradas una verdura saludable y nutritiva, al ver que se destaca principalmente por su alto contenido de minerales, entre los que predominan el fósforo, el sodio y el manganeso. En cuanto a sus vitaminas, no presenta grandes cantidades a diferencia de otras hortalizas, pero aun así posee una cantidad considerable y positiva de vitaminas A, C y K.

Al examinar su valor nutricional, se aprecia que el agua es el gran componente de la alcachofa utilizando un 80% de su peso aproximadamente, concentrándose principalmente en las partes carnosas del capítulo, ocupando el segundo puesto los hidratos de carbono.

Cabe destacar que también posee un alto porcentaje de fibra (5,4%), asemejando al agave (5,76%), planta que se utiliza primordialmente en la fabricación de textiles.

2.3.4 Germoplasma

Ha sido difícil determinar la cantidad de cultivares de alcachofa existentes en el mundo, y en consecuencia la cantidad de germoplasmas. Esto debido a que muchos cultivares poseen una amplia gama de material genético con el mismo nombre, incluso los cultivares que tienen alcachofas que comparten el mismo material genético son considerados diferentes tipos de alcachofas, ya que son considerados factores como su localidad de producción, el tiempo de su cosecha, la forma de su cabezuela o capítulo, color, presencia de espinas, etc. Se han llegado a reconocer incluso 14 tipos diferentes de alcachofas provenientes del cultivar "Catanesa" (Bianco 1991).

Dependiendo de su zona climática y hemisferio en que se cultivan, los germoplasmas se pueden dividir en 4 tipos:

— Grupo Espinoso

Se caracteriza por cultivares con largas espinas sobre las brácteas y hojas.

— Grupo Violeta

Grupo que contiene cultivares con cabezuelas de tamaño medio y de color morado.

— Grupo Romanesco

Grupo que contiene a los cultivares con cabezuelas esféricas o semiesféricas.

— Grupo Catanesa

Se caracteriza por cabezuelas de pequeño tamaño y elongadas. Con cabezuelas que inician su cosecha en los periodos otoñales y terminan en primavera.

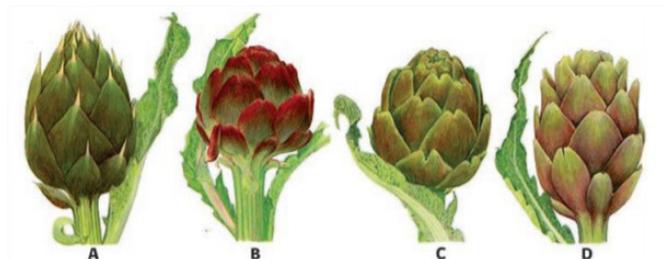


Figura: Clasificación del germoplasma de alcachofa basado en rangos morfológicos de cabezuelas. (Pagnotta, Italia).

2.3.5 Producción de alcachofa a nivel mundial

En el mundo se producen alrededor de 1,5 millones de toneladas de alcachofas cada año y su cultivo se condensa esencialmente en los países de la cuenca mediterránea, donde se concentra el 80% de la cosecha a nivel mundial, siendo los principales productores de alcachofas en el mundo Italia, con un 36% de la producción total, y España, con un 33%. Fuera de esto, países como Argentina, Estados Unidos y Egipto sobresalen en su producción.

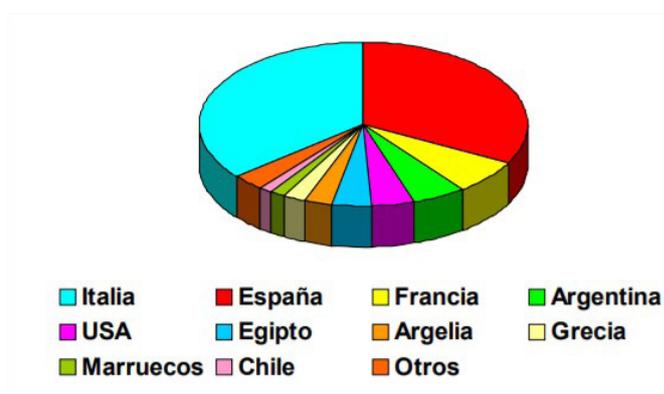


Figura: Diagrama de Producción Mundial de Alcachofa. (Rodríguez, 2016)

En Europa, al mismo tiempo que son productores, también son grandes consumidores de alcachofa, por lo tanto el comercio se focaliza dentro del mismo continente. La comercialización predominante se da en su estado fresco, oscilando entre el 50% y el 80% de la producción. En Estados Unidos la cifra es de un 75%. Lo que indica que la elaboración de conservas es minoritaria.

2.3.6 Producción de alcachofa en Chile

No existen antecedentes suficientes para determinar cómo fue introducida la alcachofa en nuestro país, sin embargo, se ha inferido que proviene de Argentina, de las zonas de producción de San Juan y Mendoza específicamente, llegando a la zona norte y centro del país.

Con la expansión de la industria de alimentos y nuevas tecnologías agropecuarias, las superficies utilizadas para la producción de esta hortaliza fueron en constante aumento, llegando a destinar unas 4.400 hectáreas para su cultivo, con una producción anual de 50 mil toneladas, posicionando a Chile como uno de los mayores productores de alcachofas en el mundo entre los años 2006 y 2011. El país al que más se han realizado exportaciones históricamente ha sido Estados Unidos, pero en los últimos años Perú ha reemplazado a Chile como sus principales exportadores.

Producto de las prolongadas sequías, primaveras más frías y la alta competencia internacional en los últimos 10 años, la producción de alcachofa decayó en un 70%, lo que acabó con el mercado de exportación de alcachofas y concentró su producción al comercio y consumo interior nacional. Sin embargo, esta cifra comenzó a incrementarse en los últimos años. Por ejemplo, en Coquimbo en 2013 la superficie de producción de alcachofa era de 600 hectáreas y en el año 2018 de 900 hectáreas aproximadamente. (Jana, Saavedra, 2018)

Con respecto a su consumo, Chile es uno de los países con mayor índice de consumidores per cápita del mundo, consumiendo 1 kilo por habitante al año, principalmente como pro-

ducto fresco, a diferencia de otros países que también producen alcachofa como producto conservero. Debido a la baja presencia de industria que procese la alcachofa en conservas, estos productos se importan desde los principales productores a nivel mundial, como España e Italia.

Un ejemplo de la industria conservera de la alcachofa en Chile es Minuto Verde, quienes importan desde hace años fondos de alcachofa desde Egipto. Envasan 4,5 toneladas por mes en formato retail y food service. El único residuo que se produce es materia de alcachofa que pudiera tocar el suelo y que es retirada por la gestión de la empresa. (Minuto Verde, 2021).

En Chile existen principalmente dos tipos de cultivares, llamados así a nivel local porque poseen una gran variabilidad genética, lo que resulta que en un mismo cultivo existan diferentes tipos de alcachofas, dificultando su clasificación estadística. Estos cultivares son el tipo argentino y el chileno, y en menor medida se ha introducido el cultivar tipo francés.

Las áreas de cultivo se encuentran diseminadas a lo largo de todo el país, estando presentes en muchas huertas caseras incluso en las zonas australes, sin embargo, la industria de la alcachofa se encuentra localizada principalmente en las regiones de Coquimbo, Valparaíso, y Metropolitana, siendo la primera de ellas el mayor exponente de los cultivos del país (917,1 hectáreas), situación que se explica por las buenas condiciones agroclimáticas de la zona.



Cabezuela principal y secundaria de alcachofa tipo "Argentina"



Cabezuela principal alcachofa tipo "chilena".



Cabezuela de alcachofa tipo "francesa".

Figura: Tipos de alcachofa que se cultivan en Chile. (INIA, 2018)

2.3.7 Ciclo del residuo de alcachofa en Santiago de Chile

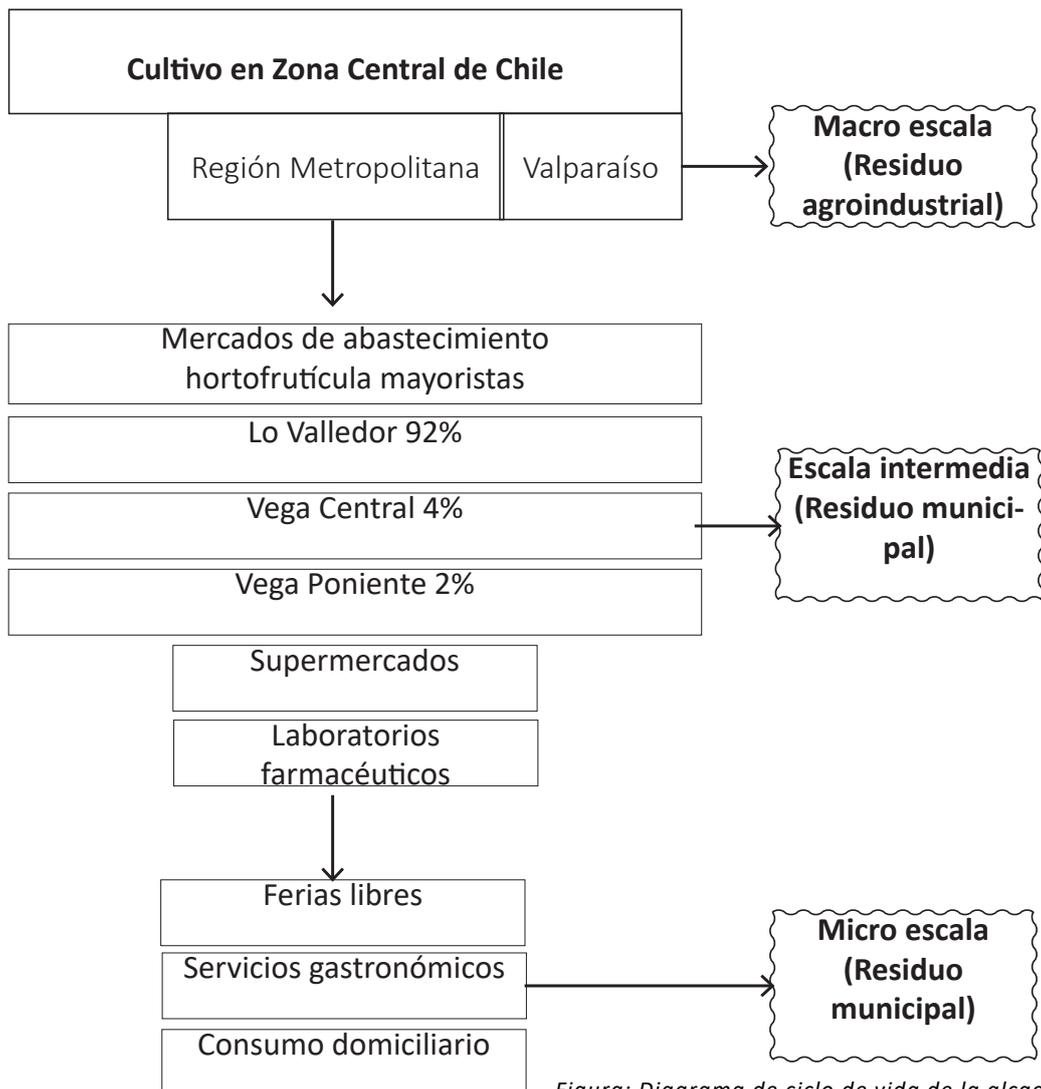


Figura: Diagrama de ciclo de vida de la alcachofa en Santiago, Chile. Elaboración propia.

2.4 Textiles

2.4.1 Textiles, clasificación y características

- Definición de textil

Un textil es una lámina delgada conformada por el entrecruzamiento de fibras o la unión de estas a través de diferentes procesos. La estructura de un textil, en comparación a otras estructuras laminares similares, permiten que presenten un comportamiento no lineal y, por regla general, una elevada flexibilidad y distorsión lateral (Carrera-Gallissà, 2015). La unidad básica de los textiles son las fibras, las cuales son unidas en un conjunto homogéneo para crear estas redes que son el origen de telas de gran magnitud, posibilitando la creación de numerosos productos.

Este material nace de la necesidad de protección y abrigo, se remonta a la era paleolítica (35.000-10.000 a.c) donde predominaba la caza para la alimentación y la utilización de las pieles de animales donde aprendieron a coserlas con agujas creadas a partir de la materia ósea del animal (Chichizola, 2017). Luego entre los años 9.000 y 4.000 a.c., en la era neolítica, se descubrió el tejido de fibras naturales y sus procesamientos, utilizando por ejemplo la lana de las ovejas y el cáñamo.

Egipto fue precursor en el trabajo textil y en los avances de los procesos de hilado, utilizando como principal materia prima vegetal el lino. Sus técnicas de tejido fueron perfeccionadas y algunas de ellas aún son imposibles de imitar (Chichizola, 2017).

Otro registro antiguo de utilización del tejido natural de lino nos lleva a Grecia, donde se utilizaba principalmente como vestimenta y protección en contexto bélico, y posteriormente para la creación de togas. Además de esto, las distintas prendas de indumentaria en sus distintos materiales se encargaban de organizar la jerarquía de las sociedades.

En la actualidad estas técnicas ancestrales prevalecen a través de las comunidades indígenas con el uso de los telares, materias primas naturales, coloración natural, entre otros.

Las características estructurales de los textiles influyen significativamente en su comportamiento, debido a la diversidad de fibras que pueden servir de base para su confección, presentando textiles con composiciones, masas lineales y torsiones variadas. Además, son materiales anisotrópicos, o sea, sus propiedades son diferentes dependiendo de las direcciones en las que se examinen o se realizan pruebas, debido a que también se ven condicionados por la forma en la que se entrelazan las fibras.

- Fibras naturales, artificiales y sintéticas

Dependiendo de la procedencia de su fibra base, los textiles son clasificados en tres categorías:

Primero tenemos las **fibras naturales** que se originan a partir de materia orgánica, esta puede ser de procedencia animal, donde encontramos el cuero, la lana, la seda, etc; o de procedencia vegetal como la fibra de agave, el lino, algodón, entre otros. En esta categoría también entran las fibras de minerales como el asbesto.

Luego encontramos las **fibras artificiales**, que no se encuentran de forma natural sino que se obtienen mediante un proceso químico, empero utilizan materia prima natural para su elaboración, como por ejemplo el rayón, el cual procede de fibras de madera o algodón. Las fibras más utilizadas para la manufacturación de estos textiles son: viscosa, vidrio, silicona, acetato.

Por último, se encuentran las **fibras sintéticas** las cuales son derivados del petróleo, tanto la materia prima como el proceso de obtención de la hebra son producto de laboratorio. Los referentes más comunes de estas fibras son el nailon y el poliéster.

- Textiles tejidos

Es un textil formado por el entrecruzamiento de hilos, que a su vez están conformados por la unión longitudinal de fibras, que resultan en una red. Estos textiles suelen componerse de fibras de tipo natural, artificial y sintéticas. Además, suelen clasificarse según su estructura, la cual puede ser, tafetán, sarga, raso, de punto, entre otros.

- Textiles no tejidos

Los textiles no tejidos, como su nombre lo indica, se presentan como una alternativa a la tradicional forma de confección de textiles, en donde no se entrecruzan las fibras por medio de alguna variación de las técnicas de tejidos, sino que la red de fibras se enlaza a través de procedimientos mecánicos, térmicos o químicos, creando así una estructura flexible, porosa y sin trama. (INDA)

Dentro de los textiles no tejidos, podemos encontrar primeramente los aglomerados, los que poseen como materia prima fibras que no han pasado por el proceso de hilado, sino que se van enredando por medio de capas superpuestas formando así una lámina textil. La forma en que se enlazan los filamentos de los aglomerados es por medio de un procedimiento químico, térmico o disolvente. También, dentro de esta categoría de los no tejidos, se destaca el fieltro, el cual es un material que se obtiene a través de técnicas de aplastamiento, condensación y prensado de las fibras, resultando en una tela versátil que, dependiendo del proceso de unión, puede ser rígida o flexible. Asimismo, uno de los textiles no tejidos más conocidos es el cuero, proveniente de la piel de animales que, mediante una serie de métodos de remojo, encalado, curtido y teñido, se transforman en textiles resistentes de alta durabilidad y flexibilidad (Neira Guzmán, 2019).

2.4.2 Textiles naturales vegetales

En la historia de la humanidad, la elaboración de textiles a partir de fibras vegetales ha sido un factor determinante. Problemáticas básicas, como el abrigo, la vestimenta, confección de utensilios y herramientas, se han resuelto por medio de fibras a base de plantas en las diversas culturas.

Actualmente, la utilización de estas fibras está consolidada como un componente importante de la economía mundial, en especial en sectores rurales donde mantiene una fuerte presencia como elemento del comercio local y su elaboración artesanal (Jardín Botánico Atlántico de Gijón, 2009).

Las fibras vegetales se extraen de diferentes partes de las plantas, tales como las hojas, los tallos, semillas, etc. Normalmente se clasifican en relación a la localización de la fibra en la planta, existiendo dos grandes grupos: fibras blandas y fibras duras. Las primeras son aquellas que se encuentran en los tallos, como el lino (figura 21) o el cáñamo; las segundas se localizan en las hojas, caracterizándose por su mayor consistencia, siendo un ejemplo de ellas, la yuca o el agave. Algunos establecen una tercera categoría, a la que llaman fibras de superficie, siendo aquellas que se encuentran en la epidermis de la semilla, como sucede con el algodón (Macía, 2006).

Todas las fibras vegetales comparten una serie de procesos de preparación y técnicas de confección que son esenciales para su posterior uso. Primero pasan por técnicas de purificación de la fibra extraída, como el secado y vareado, después pasan por una etapa de peinado o rastrillaje, donde se separan las fibras según sus tamaños con el objetivo de obtener conjuntos análogos de fibras, para finalmente, con las fibras resultantes, elaborar un hilo que pueda ser debidamente tejido (Jardín Botánico Atlántico de Gijón, 2009).

Es importante la contribución que hacen los textiles naturales vegetales a la gestión de residuos, debido a que al tener como base una composición orgánica, su tiempo de degradación es menor en comparación a otros textiles.



Figura: Planta herbácea lino para la confección de tejidos.

- Técnicas de tratamiento de fibras vegetales

ENRIADO

El enriado es una técnica de separación de las fibras corticales, las que se encuentran principalmente en los tallos de las plantas, que se realiza a través de un proceso químico/biológico de fermentación, utilizando diferentes microbios anaerobios, o mediante la ayuda del rocío de los ríos, ambos con la finalidad de deshacer parte de las paredes celulares que unen las fibras vegetales.

El proceso de enriado consiste en la separación de las fibras corticales y se realiza mediante la fermentación originada por una serie de microbios anaeróbicos, los que disuelven las materias pécticas que mantienen las fibras adheridas a la estructura de la planta, facilitando su extracción. Este procedimiento puede llevarse a cabo de forma natural en piletas, agua estancada, ríos o de forma controlada por procedimientos biológicos o químicos. La forma más común es utilizar bacterias o con la ayuda del rocío por un espacio de tiempo de 1 a 3 semanas dependiendo de la dureza del tallo (Abad, 2001).

HILADO

El hilado se define como el proceso de entrelazado de las fibras, el cual consiste en disponer de las fibras de forma ordenada, direccional y paralela, para luego realizar una torsión sobre su propio eje hasta formar un hilo o cordón con la resistencia deseada (Larrañaga, 1991). Existen tres métodos diferentes de hilado según el largo de las fibras: el sistema algodónero, el cual es utilizado para las fibras menores de 30 mm; el sistema de lana peinada, para fibras mayores de 30 mm; y por último, el sistema de lana cardada, que se emplea para las fibras de longitud irregular o que sean desproporcionadas en cuanto a su relación diámetro/longitud.

ENTRAMADO

El entramado es un tejido simple, realizado en telar, que se compone por hilos verticales, llamados urdimbre, e hilos horizontales que se entrecruzan, llamados trama.

2.4.3 Textiles naturales animales

- Cuero y Marroquinería

El uso del cuero de animal para la fabricación de prendas de vestir es una costumbre que tiene su origen hace miles de años atrás y que con el paso del tiempo, más que desaparecer, ha ido evolucionando y perfeccionando, manteniendo su vigencia en la industria hasta la actualidad. Así mismo, el cuero se ha utilizado para la confección de una gran variedad de prendas de vestir y accesorios, tales como correas, bolsos, billeteras, entre otros. También se ha utilizado en diferentes rubros, como la construcción, la tapicería y la encuadernación.

El cuero, debido a todo lo que se fabrica a partir de este como materia prima, se ubica entre los productos de mayor comercialización a nivel mundial. El Centro de Comercio Internacional estima que las ganancias alrededor de esta industria supera los 80.000 millones de dólares al año. Los principales países exportadores del cuero se encuentran en Asia,

siendo China con un 27,4% el primero, seguido de Vietnam quien concentra el 13,4%. Por otro lado, Estados Unidos es el principal importador a nivel mundial con un 15,6%, seguido de Alemania con un 8,3% y China con un 6,7%, destacando una gran participación de los países europeos.

La piel de animal pasa por una técnica de curtido, en donde por medio de diferentes procesos y sustancias químicas, se evita que la piel se descomponga y obtenga una serie de propiedades que permiten su empleo en diferentes áreas, propiedades tales como flexibilidad, elasticidad, absorción de la humedad, es permeable al vapor, no se desgarran fácilmente, etc. Por esto, es necesario que el curtido cumpla con ciertos requerimientos acordes al proyecto final en el que se va a emplear el cuero para mantener así su funcionalidad.

El procedimiento de curtido consiste en reforzar la estructura proteica de la piel de animal para crear un enlace entre las cadenas de péptidos lo cual le otorga las propiedades necesarias para su uso. La piel de animal consta de tres capas: epidermis, dermis e hipodermis o capa subcutánea. La dermis está compuesta aproximadamente entre un 30% a 35% de proteína, que en su mayoría es colágeno, siendo su composición restante agua y grasa. Es esta capa la que se utiliza para la elaboración del cuero, eliminando las demás capas por medio de un tratamiento donde se emplean medios mecánicos y químicos para disolver las grasas y las proteínas no fibrosas y enlazar así químicamente las fibras de colágeno entre sí. En el proceso de curtido se suelen emplear ácidos, álcalis, sales, enzimas y los llamados agentes curtientes.

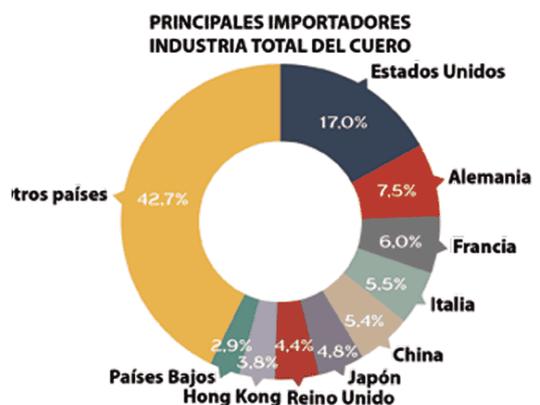
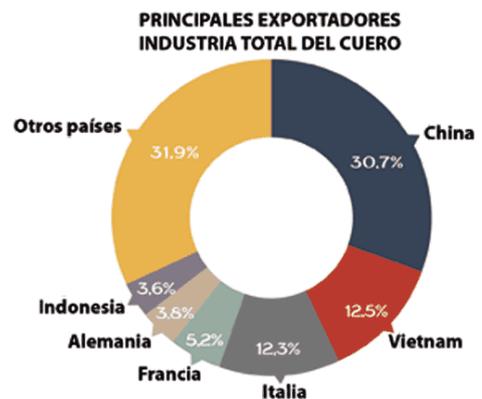


Figura: Gráficos de la Industria del cuero a nivel mundial.

- Marroquinería

La marroquinería consiste en la manufactura de artículos de cuero. Existe la creencia que esta palabra tiene su origen en Marruecos, la que vendría etimológicamente de la palabra “marroqui”, sin embargo, no existe la evidencia arqueológica e histórica suficiente para determinar que esta palabra proviene de ese sector, considerando, además, que este oficio es tan antiguo como la humanidad. (Pérez, M. N. (2021).

Algunos de los productos más conocidos que se confeccionan por medio de esta profesión, son: bolsos, carteras, maletines, billeteras, cinturones, calzado, otros accesorios como agendas, llaveros, etc. (Pereyra 2021). Como ya se ha mencionado, la marroquinería utiliza principalmente el cuero curtido para la elaboración de productos, el cual, se complementa con otros materiales, como la lona y los textiles, los cuales pueden ser tejidos y no tejidos, utilizándose preferentemente aquellos que son más gruesos y resistentes, (Vallejo, 2013).

2.4.4 Textiles biobasados

- Proyectos asociados a la utilización de residuos de alcachofa

—1. Feltwood, España.

Feltwood es una empresa que utiliza residuos agrícolas para generación de biomateriales, creada por Arancha Yañez, quien motivada por la creciente contaminación de los océanos, producto de la contaminación de los polímeros, ofrece una alternativa sustentable. Los materiales generados son reciclables, biodegradables y compostables, hechos en su totalidad a partir de fibra vegetal.

—2. Aprovechamiento de residuos de alcachofa para la fabricación de harina utilizada en el enriquecimiento con fibra de un yogurt con probióticos.

Carla Monge, Natalia Nuñez y Freyssi Velez, Perú, 2019.

Este proyecto plantea la problemática de que los alimentos; como los lácteos o las carnes se descomponen de manera rápida debido a la presencia de microorganismos y otros factores como la humedad, temperatura, etc. Para ello plantean la solución de utilizar el residuo de alcachofa, debido a sus propiedades fibrosas y alto contenido de prebióticos, para prolongar la vida de dichos alimentos, específicamente del yogurt, para fomentar el desarrollo de los probióticos y hacer un superalimento.

—3. Extracción de fibras a partir de la alcachofa por medio de métodos químicos y su caracterización. Matias Rangel, Trejo Márquez, Pascual Bustamante, Lira Vargas, 2018.

Esta investigación con enfoque experimental tiene como finalidad comprobar cómo afectan factores como la temperatura, el tipo de proceso y PH en la obtención de fibras de las brácteas de alcachofa. Para ello se aplicaron las técnicas de desfibrilación manual, la cual utiliza un mazo y rastrillo; otra manera de procesamiento del residuo para la obtención de fibra es a través de la hidrólisis, en esta técnica se utilizaron dos medios: uno alcalino y otro ácido. Al obtener las fibras utilizando las distintas técnicas se les aplicaron pruebas

físicas (absorción de agua, hinchamiento) y mecánicas (flexión y tensión).

—4. Caracterización mecánica de fibras nuevas y centenarias de agave americana I. Kleber Orlando, 2021.

El agave es una planta que se ha utilizado para la industria textil desde los inicios de los tiempos debido a su alto contenido de fibra y resistencia mecánica. Para la obtención de la fibra, proveniente de la hoja, se utilizan diversos métodos como el enriado, desfibrilación manual e hidrólisis, en este proyecto se experimentará la extracción de las fibras utilizando los diferentes métodos y a las hebras obtenidas se les aplicarán pruebas de resistencia física y mecánica con el fin de evaluar cuál de los procesos preserva mejor las cualidades del vegetal.

—5. Subproducto Alcachofa. Christian Acuña, 2016.

Este informe de AgroWaste da a conocer formas de aprovechamiento del residuo de la alcachofa principalmente proveniente de la industria conservera y de congelados. Debido a los antecedentes que sentaron a la alcachofa como un fruto rico en antioxidantes y fibra.

—6. Artichoke packaging, 2018, smart materials labs from the instituto italiano di tecnologia.

Los diseñadores de Smart Materials del Instituto Italiano de Tecnología (IIT), en colaboración con la empresa de Genoa's Wholesale market management company (SGM), desarrollaron un proyecto de economía circular, el cual tiene por finalidad, producir envases 100% biodegradables para frutas y verduras. Este tipo de envase se elaboró, principalmente, a partir del residuo de alcachofas del mercado de Genoa, Italia.

Los investigadores lograron convertir el residuo de alcachofa en un bioplástico utilizando diferentes procesos de producción. Estos procesos van desde, el termoplástico y termoformado, hasta procesos acuosos de transformación del residuo hasta bioplástico.

2.4.5 Materiales compuestos

Los materiales compuestos se definen como todo sistema de combinación de materiales constituido a partir de la unión de dos o más componentes, distinguibles físicamente y separables mecánicamente. La unión de estos componentes da lugar a un nuevo material con características propias, diferentes a las anteriormente tenían los materiales, las que dependen de las características de los componentes y la forma en que se unen. (Besednjak, 2005)

Este proceso de combinación, puede dividirse en dos partes: una fase continua denominada matriz, y otra fase discontinua llamada refuerzo. En el proceso de desarrollo de un material compuesto, los componentes no deben disolverse ni fusionarse completamente (Besednjak, 2005).

2.4.6 Aglomerantes: hidrocoloides

Los aglomerantes sirven como fase matriz a la hora de elaborar materiales compuestos al ser de carácter continuo y dar cohesión al material. Comúnmente, se conocen la gelatina, el yeso, el cemento, etc.

HIDROCOLOIDES

Los hidrocoloides, comúnmente llamados gomas son polímeros de alta complejidad formados por interacciones físicas con perfil hidrófilo: solubles en líquidos, que crean redes tridimensionales a través de enlaces de hidrógeno, donde atrapan moléculas de agua y de esta forma mantienen una estructura elástica y flexible (Chen, et al., 2015)

Su importancia se encuentra en sus propiedades funcionales, sirviendo como agentes estabilizantes, espesantes y gelificantes. Es por esto que son mayormente usados en la industria alimenticia y farmacéutica (Penna, 2002). Otra propiedad de los hidrocoloides es su acción coagulante, lubricante y formadora de películas, lo ha hecho que se utilicen en

industrias de papelería y textiles. (Siccha et al., 1992)

Existen algunos hidrogeles termorreversibles y otros termoirreversibles. Ambos comparten la característica de que para su proceso de gelación necesitan alcanzar cierta temperatura, la cual varía según la formación de cada gel, y un mínimo de concentración que también puede variar. Se diferencian, sin embargo, en que los hidrogeles termorreversibles pueden volver a calentarse una vez enfriados y gelificados para volver a utilizarlos, en cambio, los termoirreversibles no poseen esta propiedad.

Comúnmente, los hidrocoloides se clasifican en tres grupos en relación a su origen. Esta clasifican en: a) naturales, los cuales se subdividen según provengan de un vegetal, alga, animal o microbio; b) semisintéticos, formados a partir de la modificación de un hidrocoloide natural; c) sintéticos, provenientes completamente a partir de derivados del petróleo (Li et al., 2016; Phillips & Williams, 2000).

Los hidrocoloides provenientes de animales generalmente son en algunos casos precursores de alergias y son susceptibles al crecimiento bacteriano propiciando la descomposición. En cambio, los hidrocoloides provenientes de vegetales y algas tienen la ventaja de ser económicos, fáciles de manejar y no presentar toxicidad, pero a su vez poseen las desventajas de ser requeridos en gran cantidad para ser eficaces como emulsionantes y ser susceptibles al crecimiento bacteriano (Li et al., 2016; Torres et al., 2012).

—AGAR-AGAR

La especie cultivada de macroalga más importante es la *Agarophyton chilensis* (antiguamente conocida como *Gracilariaria chilensis*), más conocida como “pelillo”. La *Agarophyton chilensis* es un alga roja característica de las costas de Chile, que crece en fondos arenosos en zonas marinas y estuarinas intermareal y submareal, hasta los 25 m de profundidad. La localización geográfica de sus centros de culti-

vo se encuentran esparcidas entre la región de Atacama hasta la región de Aysén, siendo que el mayor número de centros de cultivo (88%) y mayor volumen de producción (77%) se concentran en la región de Los Lagos.

Su importancia radica en que su cosecha se utiliza en gran parte para la producción del agar-agar, el cual es un polisacárido con propiedades gelificantes y con la capacidad de espesar, sin variar el color y sabor. El agar tiene muchos usos en diferentes industrias, estando presente en la industria microbiológica para cultivar placas de microorganismos, en la industria farmacéutica se utiliza como laxante debido a su alto contenido en fibras, en la investigación de biotecnología, etc. Sin embargo, su principal uso se encuentra en la industria alimenticia, siendo utilizado como espesante para helados, yogurt, sopas, mermeladas, etc; y para la fabricación de gelatinas. (Fundación Chiquihue, 2018).

La Universidad Arturo Prat realizó una investigación enmarcada en el Fondo de Investigación Pesquera Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, en el año 2017, sobre la determinación de los impactos asociados a los cultivos de macroalgas y moluscos filtradores y sus interacción con cultivos de salmónidos. En dicho estudio se utilizó el sistema de la Acuicultura Multi-Trofica Integrada (IMTA por sus siglas en inglés), la cual consiste en una práctica en la que los subproductos o residuos derivados de una especie en cultivo son reciclados para llegar ingresos, tales como fertilizantes, alimento y energía, para otras especies en sus procesos de producción acuícolas, utilizando en el este caso particular tres especies de macroalgas como especies bio-remediadoras de materia inorgánica, entre ellas la Agarophyton chilensis. Los resultados documentados arrojaron que el cultivo del alga roja representa un beneficio para el ambiente al ayudar a mitigar la eutroficación, controlar los afloramientos de algas nocivas, mantener la salud de los sistemas de maricultura y jugar un rol importante en la eliminación del CO₂; concluyendo así el informe que su cultivo representa una buena opción para el mejoramiento del medio am-

biente costero. (Dr. Patricio W. Campos, 2017)

La fundación Chiquihue elaboró un manual para la elaboración de agar-agar orgánico a partir de pelillo, por medio de un proyecto de financiamiento por el Gobierno Regional de los Lagos a través del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) 2018. Se realizaron ensayos experimentales en el laboratorio de la Fundación Chiquihue y la fase de producción se realizó con los integrantes de la Comunidad Buta Huapi Chilhue, comunidad indígena de la localidad de Paildad, comuna de Queilen. Para la elaboración de este producto se utilizaron métodos y tecnologías artesanales, los insumos fueron de carácter no tóxico ni contaminante para la población, flora y fauna. Esto evidencia la viabilidad de la producción de agar-agar a nivel local. (Fundación Chiquihue, 2018).

Amplia evidencia de que la utilización de agar-agar como material aglomerante fomenta el desarrollo sostenible al considerar lo provechoso que es a nivel medioambiental, desde el cultivo de su materia prima, la Agarophyton chilensis y sus propiedades bio-remediadoras costeras, hasta la posibilidad de producir el aglomerante con insumos no tóxicos ni contaminantes, sumado a su origen vegetal acorde a las ideologías veganas. A esto se suma que tanto la industria acuícola de la alga roja y la producción de agar-agar local son un mercado en desarrollo que favorece la economía nacional, abriendo nuevas puertas de inversión y desarrollo contemplando todas las aristas de un desarrollo sostenible.

—CARRAGENINA

La carragenina es un polisacárido presente en la matriz de las paredes celulares de las macroalgas carragenofitas, las cuales se encuentran en toda la extensión del litoral centro sur de Chile, siendo la *Sarcothalia crispata*, o más conocida como luga negra, la más utilizada por la industria procesadora y exportadora del país, debido a su alta concentración desde Valparaíso a Tierra del Fuego. Esta tiene una amplia variedad de usos en la industria cosmética y alimentaria, por sus propiedades espesantes, gelificantes y estabilizantes.

Debido a la importancia de la carragenina como agente aglomerante, la demanda por la luga negra ha ido incrementando año tras año, produciéndose un aumento sostenido en las exportaciones de Chile, lo cual, también, ha generado una disminución de estas algas. Sin embargo, gracias a las investigaciones y prácticas relacionadas con la *Gracilaria Chilensis* o pelillo, en los últimos años también se han elaborado diferentes proyectos con la finalidad de aumentar la presencia de la *Sarcothalia crispata* en Chile, con la finalidad de encontrar un equilibrio entre su explotación y su conservación y sustentabilidad. (Instituto de Fomento Pesquero, 2021)

Al igual que en el caso del Agar, la utilización de carragenina como aglomerante fomenta un desarrollo sostenible considerando todas las propiedades positivas que tiene en el medioambiente el fomento de su cultivo, además de que es un aglomerante vegano, libre de crueldad animal, al mismo tiempo que permite el desarrollo del comercio local en las regiones más al Sur del país, donde la explotación de recursos marinos cobra gran importancia para la población.

DOBLE RED DE HIDROCOLOIDES

Los hidrogeles de doble red son materiales blandos y resistentes que se confeccionan a partir de la unión de dos hidrogeles. Estos poseen intrínsecamente una resistencia y

dureza mecánica considerable a consecuencia de su estructura de contraste única, producto de su fuerte entrelazamiento de red y disipación de energía eficiente. Estas características dotan al material de características singulares como la absorción de impactos, baja fricción de deslizamiento, hinchazón/deshinchamiento, etc; características que hacen que puedan destinarse comercialmente para el tratamiento de desechos, en la agricultura y química alimenticia, en la ingeniería ambiental como absorbente, en la medicina y la ingeniería de tejidos.

Sin embargo, la mayoría de hidrogeles de doble red son en general, mecánicamente débiles y quebradizos, presentando bajos niveles de fractura y bajos niveles de elasticidad, lo que impide extender sus usos para muchas otras aplicaciones que requieren propiedades mecánicas con mayores estándares.

En 2003 el científico Gong y sus trabajadores desarrollaron un polímero de hidrogeles de doble red para sustituir tejido suave o pérdidas en el sistema óseo, con la finalidad de contribuir a la formación de cartílago (Gong, et al 2015).

En el 2021, Salvador Canturrias, exploró la arquitectura blanda en la creación de un manto suspendido sobre una estructura base, conformado por un biomaterial de hidrogel de doble red. Primeramente utilizó la combinación de agar y gelatina, pero, aunque presentó buenas propiedades de resistencia mecánica, el desarrollo se vio dificultado por la diferente temperatura de gelificación y curado de cada gel. Posteriormente utilizó agar junto a carragenina debido al similar punto de gelificación, esto facilitó la manipulación de los geles y demostró tener resistencia a altas temperaturas de hasta 85°C (Canturrias, 2021).

A pesar de la amplia gama de oportunidades que abre el estudio de los hidrogeles de doble red, la cantidad de artículos publicados muestra que la investigación y desarrollo de ellos aún se encuentra en una etapa incipiente, en comparación con otros hidrogeles.

2.4.7 Contextualización de la Industria textil a nivel mundial

En sus inicios, la industria textil se desarrollaba en las casas de los trabajadores y sus productos eran elaborados de manera artesanal, productos que luego se entregaban a un sastre quien manufacturaba la prenda final. Con el paso de los años, debido al crecimiento demográfico y la llegada de la revolución industrial con sus múltiples avances tecnológicos, surgen las prácticas de producción en masa en el siglo XIX que la industria textil adoptaría, volviéndose la primera industria en desarrollarse.

Actualmente, la producción textil está caracterizada por poseer una gran dispersión geográfica y por sus rápidos cambios impulsados por el mercado internacional, lo que la convierte en uno de los pilares fundamentales del comercio y economía mundial. Esto se consolida al considerar que existe una red de interconexión entre diferentes áreas de producción y negocios que colaboran en el mercado de la moda, de la cual, la industria textil es una pieza fundamental.

China es el principal exportador de textiles, concentrando el 37% a nivel mundial, luego lo siguen la Unión Europea, India y Estados

Unidos.

La industria textil ha sido uno de los principales contribuyentes de la industria de la moda, por lo que, el aumento en el consumo de las prendas de vestir influye proporcionalmente en la producción de textiles. En las últimas décadas, la confección de prendas se ha duplicado, principalmente por el denominado fenómeno de la “moda rápida”, consistente en la producción constante de nuevos estilos y mayor número de colecciones presentadas al año.

En el año 2020, los 5 países que liderarán el gasto textil son China, Estados Unidos, Japón, Reino Unido, y Alemania, quienes en conjunto representan el 73,75% del consumo de textiles en el mundo.

En general, la ropa se utiliza sólo por un corto período de tiempo, transformándose rápidamente en residuo contaminante. Se estima que en el mundo, los clientes de la industria de la moda pierden alrededor 460.000 millones de dólares al año al tirar ropa que podrían seguir usando, desechando la prenda con un promedio de 7 a 10 usos. Esto hace a la industria textil, al ser uno de los principales proveedores de la industria de la moda, una de las más contaminantes.

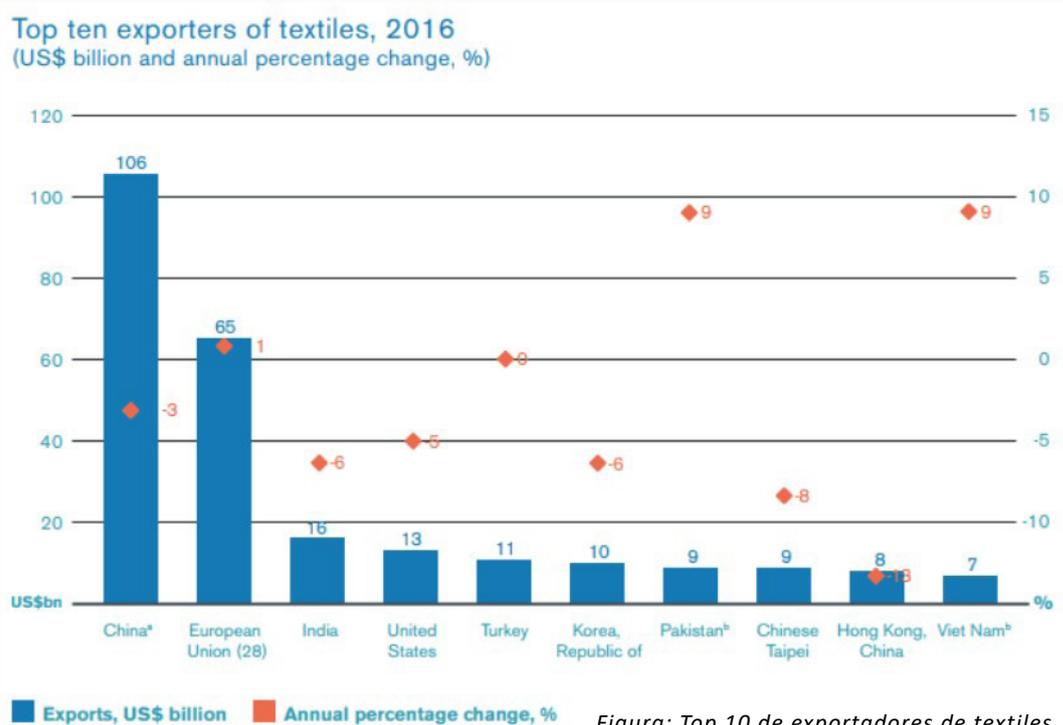


Figura: Top 10 de exportadores de textiles. (WTO Secretariat, 2016)

2.4.8 Industria textil local

Los inicios del textil en Chile se remontan a los pueblos originarios, los cuales utilizaban vegetación y animales para la creación de indumentaria con fines de protección frente al clima y como parte de su riqueza cultural, para marcar jerarquía, tradiciones e identidad, utilizando técnicas y herramientas artesanales. Con la llegada de los españoles llegaron nuevas técnicas de confección textil que no dieron buenos resultados utilizando la materia prima local. En consecuencia se importaron materiales desde Europa ampliando la gama de productos indumentarios. En el año 1868 los nuevos conocimientos textiles y materias primas dieron origen a la primera Fábrica textil de nuestro país nombrada de acuerdo a su ubicación “Fábrica de Paños Bellavista-Tomé” (memoria chilena, 2018), este fue el inicio para el surgimiento de otras empresas textiles. En 1978 ya contábamos con 8 fábricas a nivel nacional, pero desde ese entonces la producción disminuyó debido a la baja demanda de productos artesanales frente a la oferta de indumentaria de retail importada. Actualmente Chile no posee fábricas productoras de textiles.



(Capítulo 3)
Métodos

El siguiente apartado contiene la base metodológica del proyecto, partiendo por las etapas generales que componen el proyecto y sus respectivas actividades.

3.1 Cuadro resumen del proceso metodológico

PROCESO METODOLÓGICO	
ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN	ACTIVIDADES
<p>1. Exploración intuitiva del residuo de alcachofa (Brácteas, pistilos y tallos)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recolectar residuos de alcachofa: brácteas, tallos y pistilos. • Observar y manipular el residuo para desprender sus partes • Extraer fibras de los residuos • Explorar sus posibilidades de aplicación textil
<p>2. Exploración intuitiva del residuo + Exploración basada en literatura</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar referentes en la literatura sobre la extracción de materia prima en hortalizas semejantes a la alcachofa para determinar mecanismos de obtención de fibras. • Determinar métodos de extracción de materia prima del residuo • Interacción con la materia prima obtenida
<p>3. Definición de la formulación base aglomerante</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer criterios de selección y requerimientos de formulación base • Seleccionar 3 formulaciones que satisfagan tanto los criterios de sustentabilidad como las características físicas y mecánicas deseadas para el material. • Definir formulación base que se enlazará con el residuo.
<p>4. Fabricación del biotextil</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer criterios de selección y requerimientos del biotextil • Someter la formulación base a la interacción con la materia prima obtenida • Selección de la formulación final para el textil no tejido
<p>5. Proyecto de diseño textil para indumentaria</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterización física, mecánica y perceptual del material • Realizar ficha resumen de características del biotextil • Determinar el usuario • Diseñar a partir de la conceptualización del residuo

3.2 Exploración intuitiva del residuo de alcachofa (Brácteas, pistilos y tallos)

Como primer acercamiento al residuo de alcachofa se estableció un proceso exploratorio del residuo, basado en una interacción subjetiva sensorial, que comprende las siguientes etapas: Recolección del residuo, Observación, Manipulación, Regulación de humedad, Extracción de fibras (Manual + Herramientas caseras) e Interacción con la materia prima obtenida.

El objetivo de esta exploración fue reconocer la estructura y partes del residuo de alcachofa, al mismo tiempo que se analizó su comportamiento frente a diversas interacciones. Esto sirvió como precedente para la identificación de los elementos de valor del residuo y la posterior elaboración del biomaterial.

3.2.1 Explorar y registrar información de los residuos

- Recolección del residuo

En esta primera etapa, no se realizó una sistematización de la recolección del residuo, ya que, al ser un primer acercamiento de exploración intuitiva, solamente se enfocó en conocer e interactuar con el residuo. Para ello se utilizaron 5 cabezuelas de alcachofas, incluyendo sus respectivos tallos, las cuales provenían de una feria libre local. Se cortaron los tallos de las cabezuelas y se conservaron en estado fresco para ser analizados posteriormente. Las cabezuelas se prepararon siguiendo la receta tradicional de cocina chilena, la que consistió en cocer las cabezuelas en una olla de presión con una pizca de sal, por 45 minutos aproximadamente. Las alcachofas fueron consumidas raspando con una cuchara cada una de las brácteas hasta llegar al centro, luego se retiró la estructura que contiene los pistilos dejando al descubierto el corazón, el cual también fue consumido.

- Observación

Teniendo a disposición el residuo necesario, la observación se utilizó como una herramienta para conocer los residuos, con la finalidad de realizar un análisis de la información percibida que permitiera encontrar atisbos de cómo descomponer y deconstruir los elementos.

Se prosiguió a observar, reconocer y registrar fotográficamente cada parte que se pudo identificar del residuo. Se hizo énfasis en la presencia de fibras, en sus propiedades y características físicas con potencial de uso para el proyecto.

- Manipulación

A través del sentido del tacto, utilizando las manos, se exploró el residuo para familiarizarse con su textura, flexibilidad, dureza, resistencia y otros; con la finalidad de reconocer las propiedades físicas y mecánicas del residuo con potencial de uso para el proyecto. Se exploró la posibilidad de desprender la fibra de brácteas y tallos como acercamiento a lo que sería un componente base del biotextil.

Dentro del proceso de manipulación también se desprendieron métodos de procesamiento del residuo producto de la exploración y el descubrimiento.

- Regulación de humedad

La humedad es un elemento importante a tener en consideración para la manipulación del residuo y la extracción de las fibras. Por esto, se procedió a regular la humedad de cada parte identificada (brácteas, pistilos y tallos) para así definir el estado óptimo de concentración de agua en el que deben encontrarse los residuos, para un desprendimiento más eficaz de las fibras.

En el caso de las brácteas y de los pistilos se sistematizó la extracción de las fibras en 3 estados: materia cocinada y recién consumida; materia cocinada y en remojo por al menos 2 horas; y por último, materia cocida y seca al sol por 4 horas aproximadamente.

En el caso de los tallos, la extracción se sistematizó de la siguiente forma: materia en estado fresco, materia en remojo por al menos 2 horas, y materia seca al sol por 4 horas aproximadamente.

El objetivo de esta clasificación permitió averiguar qué método es el más efectivo para la extracción de fibras considerando su nivel de concentración de agua.

- Extracción de fibras (Manual + Herramientas caseras)

Una vez sometido el residuo a diferentes condiciones de humedad, se continuó extrayendo las fibras de forma manual para mantener el carácter primitivo e intuitivo en el desarrollo de esta etapa. Se emplearon también herramientas básicas presentes en todo hogar para algunos tipos de extracción, como por ejemplo pinzas cosméticas en el caso de las brácteas.

En el caso de los tallos, los cuales presentan una dureza mucho mayor a los residuos anteriores, se utilizó un mazo de goma para suavizar la materia sólida, aplanar la estructura cilíndrica y exponer las fibras. Luego, para separar las fibras de restos sólidos, se utilizó un cepillo de cerdas metálicas para animales domésticos.

- Interacción con la materia prima obtenida

Se experimentó con las fibras obtenidas de brácteas, pistilos y tallos, que interactuaron entre sí con la finalidad de ser unidas de forma intuitiva, esto con el objetivo de adquirir conocimiento de sus características y capacidades textiles.

3.3 Exploración intuitiva del residuo + Exploración basada en literatura

En el siguiente apartado se abordó la exploración del residuo en base a la literatura estudiada y los conocimientos adquiridos en el método anterior (proceso de exploración intuitiva).

Esta diferenciación se hizo luego de entender y analizar las diferencias anatómicas que a simple vista pudieron observarse en las brácteas, pistilos y tallos, y así proceder de forma coherente a las propiedades observadas de cada parte. En el caso de las brácteas se observaron fibras de aproximadamente 5 cm. que tenían el potencial de ser extraídas y manipuladas, y a su vez materia restante en cada hoja que podía ser tratada con otros procedimientos como la molienda. En el caso de los tallos, su anatomía mostró una evidente presencia de largas fibras en el tallo que fueron valorizadas por su longitud y cantidad. Por esto se descartó la pulverización del tallo.

3.3.1 Determinar métodos de extracción de materia prima del residuo

BRÁCTEAS Y PISTILOS

- Recolección del residuo de alcachofa

Se reunieron brácteas de alcachofa provenientes del consumo domiciliario. Para ello se hizo un llamado online abierto a personas que consumen regularmente alcachofas en sus hogares, para una posterior recolección del residuo. Esta se realizó entre los meses de septiembre a diciembre, debido a que en esas fechas se concentra la mayor cantidad de alcachofas para la venta en el mercado.

- Desinfección (en el caso de las brácteas)

Debido a la forma común que se da de comer alcachofa en Chile, donde la carne de las brácteas es retirada con los dientes, es necesario sanitizar las brácteas para su posterior manipulación. Las brácteas fueron puestas en un balde de agua con cloro siguiendo las indicaciones del Ministerio de Agricultura, en *Recomendaciones para el lavado y desinfección de frutas y verduras de hoja o tallo* (2020). Para ello se mezclaron 3 litros de agua por una cucharadita de hipoclorito, se sumergió el residuo de 2 a 5 minutos, se enjuagó repetidamente, y, por último, se enjuagó en un colador repetidamente hasta que el olor a cloro desapareció.

- Secado y almacenamiento

El secado al sol no es recomendado debido a la pérdida de color, sabor y propiedades (Bunning, Kendall, 2014). Por esto, para el secado de las brácteas y pistilos, se utilizó una estufa industrial de secado Binder serie ED, al que se tiene acceso en el Laboratorio de Biomateriales de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (BIOLABFAU), de la Universidad de Chile.

Para el secado, se siguió el procedimiento de secado de hierbas aromáticas de Bandoni, (2000), el cual indica que no se debe superar los 50° C para no alterar las propiedades y calidad del residuo. Además, la mayoría de las hierbas se almacenaron en lugares secos y frescos para que así pudieran mantener sus cualidades en el tiempo (Bunning, Kendall, 2014).

Las brácteas fueron separadas en 2 grupos, dictados por su pigmentación. El primer grupo estuvo compuesto por las brácteas más cercanas al corazón de la alcachofa, las cuales tienen una tonalidad morada. El segundo grupo incluyó las brácteas exteriores que poseen tonalidades entre verde y café. Esto con la finalidad de resaltar los atributos estéticos inherentes de la alcachofa.

El proceso de secado consistió en: Calentar el horno a una temperatura de 45° C, colocar las brácteas en una bandeja para horno e introducir las en el horno por 3 horas. Las brácteas secas se almacenaron en un lugar seco y fresco.

- Molienda

Los residuos secos de las brácteas y pistilos fueron pulverizados en base a los procesos de elaboración de biomateriales packaging seguidos por la empresa Feltwood, quienes actualmente aprovechan los residuos agroindustriales de la alcachofa para sus productos.

Para el procesamiento del residuo seco, se utilizó un molino de martillo de granos marca G-tools, modelo wf-1500a2, con una malla interior de 0,42mm, la cual puede ser modificada de acuerdo a los resultados obtenidos. Este molino se encuentra en el BIOLABFAU.

- Tamizado

La materia obtenida del proceso de molienda se tamizó en 5 tamices en total. Se utilizaron 2 tamices de la marca CISA, los cuales tienen un tamaño de malla de 1 mm y 0,5 mm, y 3 tamices de la marca W.S Tyler de malla 0,3 mm, 0,15 mm y 0,045 mm. Todos estos tamices fueron facilitados por el BIOLABFAU.

- Análisis Granulométrico

El análisis granulométrico permite conocer los tamaños de partículas presentes en un conjunto a través del tamizado. Para realizar este ensayo se necesitaron tamices montados uno sobre otro, en orden decreciente de tamaño de malla. En el primer tamiz, se deposita la cantidad que se desea cernir, en este caso 100 gr de muestra de residuo molido, y se procedió a tamizar con la ayuda de un tamiz vibratorio confeccionado por BIOLABFAU, que funciona en base a un motor (destornillador eléctrico) conectado a un eje excéntrico, el cual genera movimiento horizontal suficiente para mover una plataforma, que soporta los tamices, montada sobre resortes (los cuales propician el movimiento).

Otra finalidad de este ensayo, es saber en qué proporciones se encuentran las partículas de residuo según su tamaño. Para esto, una vez tamizado todo el material, se masó la materia depositada en cada tamiz utilizando una gramera digital.

Los resultados del análisis granulométrico se registraron en una tabla además de un registro fotográfico.

Tamaño de tamiz	2 mm	1 mm	0,5 mm	0,3 mm	0,15
Porcentaje					
Fotografía					



Figura: Molino de martillo.
Elaboración propia



Figura: Tamices.

Elaboración propia



Figura: Tamiz vibratorio.

Elaboración propia

- Almacenamiento

El polvo resultante fue almacenado en bolsas de cierre deslizante marca Ziploc, rotuladas con el tamaño del grano y fecha de procesamiento, para una fácil identificación. Se guardó en un lugar fresco y seco.

TALLOS

- Recolección del residuo de alcachofa

Se recolectaron 100 tallos residuales de las ferias libres y Vega Central provenientes de la venta de alcachofas en Santiago. Esto se realizó durante los meses de septiembre y diciembre.

- Enriado

Para llevar a cabo este procedimiento se utilizaron 2 cajas plásticas de 75 litros, donde se depositaron los tallos (50 tallos en cada caja aproximadamente) y se cubrieron con agua. Estas cajas se mantuvieron a la sombra para evitar la aceleración de la descomposición producto del Sol. Se revisaron de manera diaria hasta que la materia péctica estuvo blanda. Los tallos ya suavizados se retiraron del agua y se desprendió manualmente la materia péctica. En los casos en que la materia permanecía dura, se dispusieron los tallos sobre una superficie de madera y se siguieron los procedimientos artesanales de obtención de fibra de cáñamo (El CÁÑAMO en el Pirineo. Cultivo y elaboración tradicional de tejidos y fibras, 1996). Se utilizó un martillo de goma y se golpeó suavemente a lo largo de las fibras para ablandar la materia restante.

- Cepillado

Con la ayuda de un peine de cerdas metálicas, se cepillaron las fibras con la finalidad de separarlas en filamentos individuales y además para retirar los restos de materia péctica.

- Secado

Posterior al cepillado, las fibras se dispusieron sobre bandejas de cartón a temperatura ambiente durante 1 hora, y luego, cuando estuvieron secas, se almacenaron en bolsas de papel. Fueron guardadas en un lugar fresco y seco hasta su utilización.

Las fibras fueron separadas en 2 grupos; el primer grupo fue almacenado para la experimentación y formación de entramados y el segundo grupo fue utilizado para la experimentación de hilado y formación de cordones.

- Interacción con la materia prima obtenida

ENTRAMADO

La primera interacción de fibras de la que se tiene registro en la antigüedad es el entrelazamiento de fibras para la formación de entramados manuales, técnica también utilizada en la cestería (Rodríguez, 2006). Por esta razón se llevó a cabo la formación de un tejido simple plano que consiste en el entrelazamiento de fibras verticales paralelas entre sí, llamadas urdimbres, entrelazadas intercaladamente con fibras horizontales, llamadas tramas. Esto se presenta en la figura

Para formar el tejido se paralelizaron 20 fibras con una separación de 1 cm aproximadamente. El extremo superior de las fibras se fijó a la superficie de trabajo utilizando cinta de enmascarar. Luego se tomó una fibra y se tejió de forma intercalada por las fibras verticales en sentido horizontal. Este paso se repitió 19 veces más hasta que se formó un entramado cuadrado de 20 fibras x 20 fibras.

HILADO

El segundo grupo de fibras obtenidas de los procesos anteriores tienen una longitud de aproximadamente 50 mm de longitud, son irregulares y rizadas, lo que favorece la formación de un hilo. (Hollen, Saddler, 1999). Por ello se creó un hilo en base a la torsión de estas fibras naturales. Para el proceso de hilado se siguió la guía de Palma de "Operaciones generales para la formación de un hilo" de 1994 y se modificó de acuerdo a las fibras obtenidas.

Primeramente las fibras fueron "desmenuzadas" para conseguir fibras individuales, delgadas, cortas y onduladas para facilitar el hilado. Esto se realizó utilizando un cepillo de cerdas metálicas, cepillando las fibras continuamente hasta que se encontraban separadas entre sí. Luego de esto, se retiraron de forma manual impurezas (materia péctica residual) que pudiesen dificultar el hilado. Se utilizó un montón de 5 fibras aproximadamente, se paralelizaron y torcieron con la mano, con la finalidad de unirlas aprovechando la curvatura y porosidad de las fibras y de esta forma comenzar el hilado. Para alargar el hilo se fueron añadiendo fibras hacia abajo continuando con la torsión, repitiendo este proceso hasta obtener un hilo de 200 mm de largo.

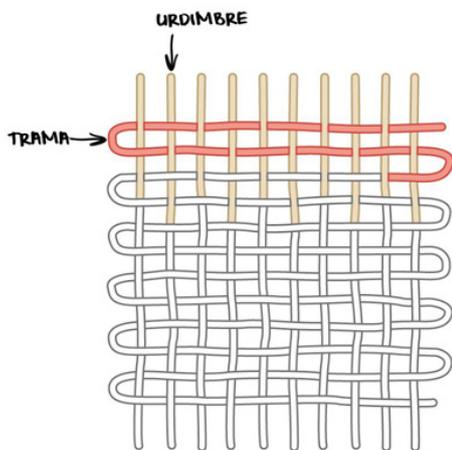


Figura: Diagrama de tejido simple plano.

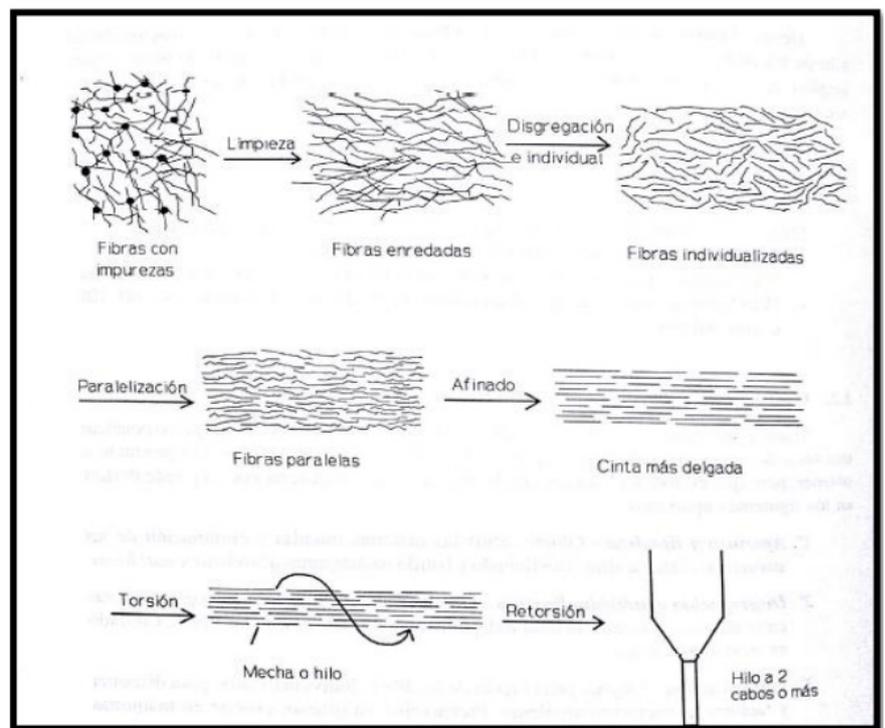


Figura: Diagrama de proceso de hilado manual.

3.3.2 Definición de la formulación base aglomerante

- Criterios de selección y requerimientos de formulación base

Para la selección de la formulación base se escogieron como aglomerantes el agar-agar y la carragenina, los cuales han sido utilizados comúnmente por varios autores para la elaboración de biomateriales, debido a sus propiedades espesantes, gelificantes, que no alteran las características esenciales del material, tales como su color y su sabor.

Se experimentó en base a 3 formulaciones distintas basadas en estos hidrocoloides, la primera en base a agar-agar, la segunda a base de carragenina, y la tercera en base a ambos aglomerantes; con el objetivo de identificar sus características por separado y luego ver si sus propiedades se complementan al combinarlos.

Cada formulación inicial se basó en formulaciones preexistentes de otros autores, las cuales fueron modificadas para que cumplieren con criterios de comportamiento que sean observables e inherentes a los textiles. Para ello se observaron y manipularon 3 textiles diferentes, con la finalidad de encontrar rasgos comunes en cada uno de ellos. Estos rasgos fueron los criterios en que se basaron los cambios para encontrar una formulación base biotextil.

- Interacción de los componentes para la formulación base

Se presentan a continuación las 3 formulaciones y la proporción de sus componentes, la cuales fueron escogidas en base a literatura asociada al uso de hidrocoloides como aglomerante.

(Formulación 1)

Aglomerante: Agar-agar
Alganyl, 2021

Agua	90,9 %
Agar-agar	3,6 %
Glicerina	5,5 %

(Formulación 2)

Aglomerante: Carragenina
Powell

Agua	95,1 %
Carragenina	3,8 %
Glicerina	1,1 %

(Formulación 3)

Aglomerante: Agar-agar - Carragenina
Cantuarias, 2021

Agua	88 %
Agar agar	3%
Carragenina	5 %
Glicerina	4 %

Tabla resumen de procedimientos para la elaboración de las formulaciones

El procedimiento fue dividido en cuatro etapas relevantes para la elaboración de cada formulación

Formulación	Proceso de mezclado	Cocinado	Superficie de vertido	Secado
(1) Agar	Mezclar todos los ingredientes con cuchara	Calentar a 90° hasta que hierva (ebullición)	Superficie plana resistente al calor	Secado a temperatura ambiente
(2) Carragenina	No se indica	Cocinar entre 6-8 hasta dejar una mezcla homogénea	Superficie plana resistente al calor	Secado a temperatura ambiente
(3) Agar-agar-Carragenina	Mezclar todos los ingredientes con batidora	Cocinar entre 60° y 90° hasta espesar	Superficie plana resistente al calor	Secado a temperatura ambiente

Elaboración propia

Se reprodujeron las formulaciones como indican sus investigadores y luego se realizaron variaciones en las proporciones de sus ingredientes por medio de la experimentación, hasta que se logró desarrollar un material que cumplió con los criterios establecidos. Una vez definida dicha proporción, se determinaron nuevos procedimientos para cada una de las etapas de las formulaciones estándar, con el objetivo de observar y analizar cómo estos procesos afectaron el cumplimiento de los criterios del material. Estos nuevos procedimientos fueron:

PROCESO DE MEZCLADO: Para determinar qué proceso logró una mezcla más homogénea.

COCINADO: Para evaluar cómo se alcanzó el punto óptimo de gelificación.

SUPERFICIE DE VERTIDO: Para evaluar cómo el vertido se ve afectado por el material de la superficie.

SECADO: Para establecer un método que permita la pérdida de agua, pero que no afecte las propiedades mecánicas, físicas y estéticas del material.

Tabla de etapas de procedimientos y sus variables

Proceso de mezclado	Cocinado	Superficie de vertido	Secado
Mezclar los ingredientes con cuchara	Hasta espesar	Vidrio (resistente al calor)	Al sol
Mezclar los ingredientes con batidora	Cocinar a 90° hasta el punto de ebullición	Plástico	A la sombra
-	Entre 6-8 minutos, hasta alcanzar mezcla homogénea	Metal	En estufa eléctrica

Elaboración propia

- Selección de la formulación base satisfactoria

Una vez que se determinó la proporción y procedimientos óptimos de los 3 materiales, se calificaron los resultados obtenidos de acuerdo a los criterios y requerimientos anteriormente definidos. Para ello se utilizó una puntuación del 1 al 5 (siendo el 1 completamente insatisfactoria y el 5 completamente satisfactoria) y se consideró la formulación que sumó más puntos como la formulación base del proyecto.

Tabla para la selección de la formulación base

En base a la experimentación: del 1-5

Material	Resistencia a la ruptura manual	Resistencia al estiramiento manual	Resistencia al doblar en 180° grados	Maleabilidad
(1) Agar agar				
(2) Carragenina				
(3) Agar-agar Carragenina				

Elaboración propia

3.3.3 Fabricación del biotextil

- Criterios de selección de formulación final para biotextil

Los criterios que se utilizaron para la selección de la formulación final para la elaboración del biotextil, fueron los mismos que se utilizaron previamente para la formulación base aglomerante, estos son: resistencia al estiramiento manual, resistencia al desgarro manual, resistencia al dobléz en 180° grados y maleabilidad.

Estos criterios de selección sirvieron como parámetro para el perfeccionamiento de la formulación final, que incluye el residuo de alcachofa, hasta alcanzar un nivel satisfactorio.

- Interacción entre la formulación base y la materia prima obtenida

Se estableció el procedimiento de elaboración del biotextil en base a la experiencia y conocimiento adquirido en la etapa anterior de elaboración de la formulación base. Este procedimiento rigió las etapas posteriores.

PARTÍCULA DE BRÁCTEA

Una vez establecida la formulación base del material, se prosiguió a mezclar la base aglomerante con la materia prima obtenida de las brácteas. Este material particuloso se encuentra en 2 tamaños a nivel granulométrico, los cuales fueron procesados con diferentes herramientas de molienda. El primero fue realizado con molino de martillo y el segundo con molino eléctrico. En ambos casos el grano resultante se estableció como “la mayor cantidad de partículas obtenidas en cada proceso de molienda”.

Las partículas de bráctea resultantes se mezclaron con la base aglomerante en diferentes proporciones, hasta satisfacer los criterios de selección, teniendo en cuenta que uno de los objetivos del proyecto es aprovechar (contener) la mayor cantidad de residuo posible. Los resultados se compraron entre si y se escogió la formulación final de acuerdo a su afinidad con los criterios de selección.

FIBRAS DE TALLO

Se definieron 2 tipos de fibras a utilizar: fibras largas y fibrillas. Cada una se trató de diferente forma de acuerdo a sus características y a su vez se reforzaron e interactuaron con la base aglomerante definida anteriormente.

— Formulación base aglomerante + entramado de fibras

La materia prima obtenida de los tallos en forma de fibras, se utilizó en formato de tejido plano simple para aprovechar la longitud de las fibras, esto siguiendo las exploraciones intuitivas junto a la experimentación basada en literatura. Esta red que se formó por el entramado de las fibras se reforzó por medio del vertido de la formulación base sobre ella.

El tamaño de la muestra se definió por el entramado de 10 fibras verticales (urdimbre) y 10 fibras horizontales (trama). Para la elaboración del material, el entramado fue posado sobre una superficie plana y la formulación base se vertió sobre ella en toda su extensión.

— Formulación base aglomerante + fibrillas

Como otra opción para el aprovechamiento del residuo del tallo para la formulación de un material compuesto, se utilizaron las fibras de los tallos que fueron desmenuzadas y cortadas en 4 cm de longitud aproximadamente para la experimentación del cordón hilado.

La cantidad de fibrillas que se utilizaron fueron definidas luego de probar diferentes proporciones.



Figura: Material particuloso de brácteas

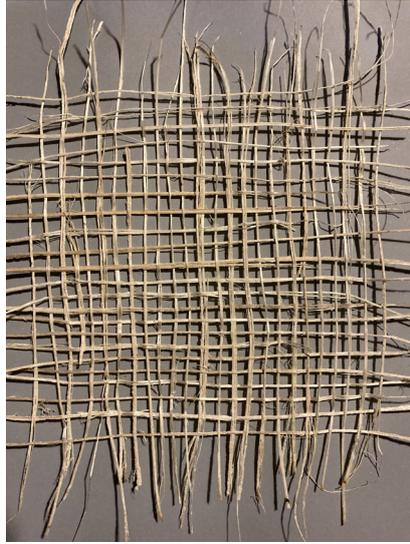


Figura: Entramado de fibras de tallo



Figura: Fibrillas de tallo

+

Base aglomerante

Elaboración propia.



Biotextil no tejido seleccionado para su desarrollo en el proyecto

- Selección de la formulación final para el textil no tejido (formulación base + residuo)

Combinaciones resultantes:

Base aglomerante + partícula de bráctea
Base aglomerante + entramado de fibras
Base aglomerante + fibrillas

Los resultados de estas combinaciones se compararán cualitativamente en la tabla de criterios y requerimientos y se escogerá el material definitivo a desarrollar como proyecto.

3.3.4 Caracterización del material a través de ensayos físicos, mecánicos, de trabajabilidad y percepción

- Ensayos físicos

DENSIDAD

La densidad de un material indica la concentración de materia dispersa en un volumen determinado. Para medir la densidad del biotextil resultante se utilizó la norma ecuatoriana INEN 1 060 basada en la norma española UNE 59004 que consistió en realizar 5 probetas circulares de 70mm de diámetro las cuales fueron cortadas en láser. Luego se inscribió un triángulo equilátero de lado 30 mm que coincidió con el centro de la circunferencia. Se utilizó un pie de metro para medir el espesor en cada uno de sus vértices y se calculó la media aritmética entre los 3 resultados, este resultado dio el espesor de la probeta. Luego se calculó el diámetro de la probeta, para ello se midió el diámetro por ambos lados y se calculó el promedio entre ambos resultados. Con el resultado obtenido del espesor y del diámetro se pudo calcular el volumen. Para el cálculo de la masa se utilizó una gramera.

Volumen de un cilindro: πR^2

Cálculo de densidad: m/V , donde m es la masa promedio y V el volumen promedio de las 5 probetas.

ABSORCIÓN DE AGUA

Para cuantificar el comportamiento del material en materia de absorción de agua se realizó un ensayo basado en la norma UNE-EN 317(Aenor, 1994), para ello fue necesario realizar 5 probetas de 50 mm de ancho por 50 mm de largo por 3 mm de espesor. Las probetas fueron masadas en una gramera, luego fueron sumergidas en un pocillo con agua durante 24 hrs continuas. Pasadas las 24 horas se retiraron del agua y se masaron nuevamente para observar la diferencia de masa. Estos valores fueron registrados en la siguiente tabla.

Tabla de absorción de agua

Probeta	Masa inicial (gr)	Masa final (gr)
1		
2		
3		
4		
5		
Promedio		

Elaboración propia.

Se calculó el promedio de la masa de las probetas previo al remojo en agua y el promedio de la masa de las probetas posterior al remojo en agua. Estos valores fueron reemplazados en la fórmula de cálculo de porcentaje de absorción de humedad:

$$((af - a) : ai) \times 100$$

Donde "ai" se refiere a Masa Inicial y "af" se refiere a Masa Final.

ENSAYO DE ABRASIÓN

Standard Test Method for Coated Fabrics Abrasion Resistance (Norma: ASTM D3389)

Este ensayo tiene como objetivo evidenciar el desgaste producido por la fricción que ejercen 2 muelas de lija de diamante sobre un material textil.

Los parámetros para analizar el desgaste de un material se comparan únicamente con los atributos que se esperan del material.

El modelo de la máquina es Abrasímetro Taber 5135 que permite realizar el ensayo a una probeta a la vez, el tamaño de la probeta es de 128 mm.

Se realizaron 10 ciclos de 100 oscilaciones cada uno y se registró fotográficamente el desgaste producido.

Este ensayo es un trabajo comparativo de desprendimiento de materia al producir un desgaste mucho más abrasivo, el resultado de este ensayo sirve para dirigir el nivel de desgaste a través del tipo de uso.

También se realizó el ensayo a una probeta de badana (cuero) del mismo tamaño con fines comparativos.



Figura: Abrasímetro Taber.

Elaboración propia

Tabla de resultados de ensayo abrasión

Ciclo 1 (100)	Ciclo 2 (200)	Ciclo 3 (300)	Ciclo 4 (400)	Ciclo 5 (500)	Ciclo 6 (600)	Ciclo 7 (700)	Ciclo 8 (800)	Ciclo 9 (900)	Ciclo 10 (1000)

ENSAYO DE DESGARRO

Standard Test Method for Tearing Strength of Fabrics by Falling-Pendulum (Elmendorf-Type) Apparatus (Norma: ASTM D1424-21)

Este ensayo tiene como objetivo cuantificar la fuerza que se requiere para desgarrar un textil. Para ello se utilizaron 5 probetas de 105 mm x 75 mm de dimensión las cuales tienen un pequeño corte guía para ser ubicada en la máquina, luego con la fuerza de caída de un péndulo se indicó la fuerza necesaria (en kilogramos) para la ruptura del material.

Los valores obtenidos no tienen una finalidad comparativa con otros textiles si no que caracterizar por sí mismo al material. Estos valores fueron registrados en una tabla junto a un registro fotográfico de cada probeta.

La máquina utilizada fue de marca Gotech GT-7055-A, Elmendorf Tearing Strength Tester.



Figura: Elmendorf para desgarrar.

Tabla de resultados de ensayo de desgarrar

Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Probeta 4	Probeta 5

Elaboración propia

ENSAYO DE FROTE PARA CUERO

“Evaluación en escala de grises” (Norma: SATRA PM.8)

Este ensayo tiene como finalidad medir la degradación de color del cuero producto del roce lineal continuo, al mismo tiempo que se evalúa cuánto es capaz de teñir otro textil (tela normada color blanco). El ensayo se realizó en 2 modalidades, el cuero en estado seco y en estado húmedo. Para este ensayo se utilizaron 2 probetas de dimensiones 30 mm por 110 mm cada una.

El ensayo se realizó fijando la probeta a la base de la máquina a través de mordazas en ambos extremos y se tensó añadiendo un 10% a su longitud. Luego un brazo con la tela normada se frotó de forma lineal sobre el biotextil; 100 veces en estado seco y 50 veces en estado húmedo.



Figura: Ensayo de frote para cuero.

Los resultados fueron medidos en una escala de grises estandarizada para evaluar el cambio de color en la tela normada producto del manchado del biotextil. La escala va del 1-5 con decimales intermedios, cada número está asociado a una comparación de 2 tonos, el tono de la izquierda representa el color inicial de la tela normada, mientras que el tono de la derecha representa el tono adquirido luego del roce contra el cuero.

El número 1 indica que el manchado fue excesivo, mientras que el número 5 indica que no hubo coloración.

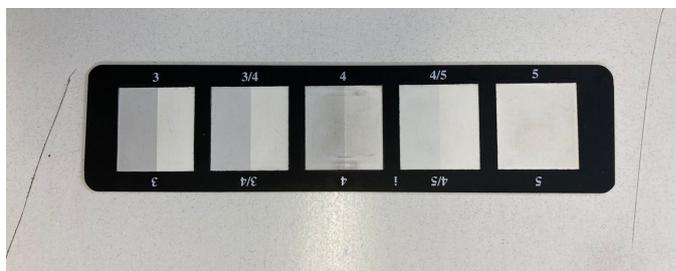
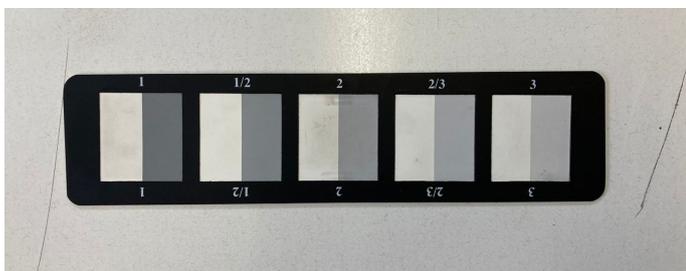


Figura: Escala de grises.

Los resultados de pérdida de color del cuero, debido al frote, son medidos en una escala del 1-5 con decimales intermedios, cada número representa una comparación de 2 tonos, el tono de la izquierda corresponde al tono inicial del cuero, mientras que el tono de la derecha representa el tono de desgaste del cuero. El número 1 indica que hubo gran desgaste de color, mientras que el número 5 indica que no hubo cambio en la tonalidad del cuero.

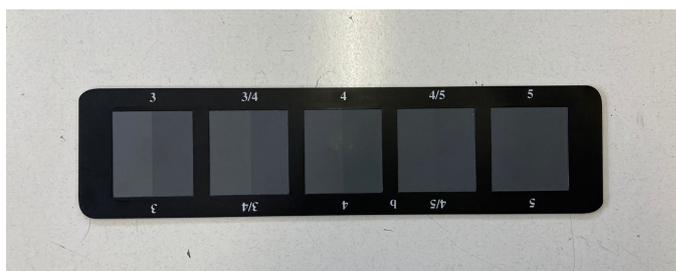
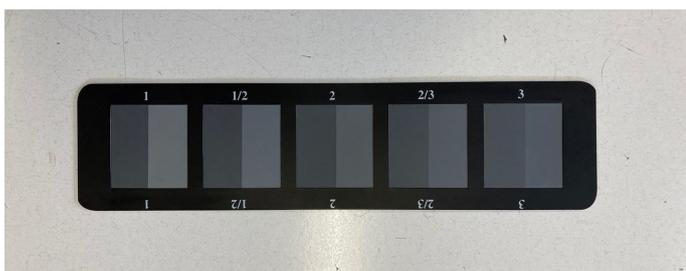


Figura 1. Escala de grises.

Elaboración propia

Los resultados fueron ingresados en una tabla junto al registro fotográfico de cada probeta.

Tabla de resultados de ensayo de frote de cuero

Estado del cuero	Probeta	Tela normada
Seco		
Registro fotográfico		
Húmedo		
Registro fotográfico		

Elaboración propia.

- Ensayos de trabajabilidad

Se realizaron pruebas de trabajabilidad al material resultante, para observar y analizar cómo se comporta con diferentes herramientas. Para ello se realizaron 3 tipos de pruebas: de corte, de perforado y de costura que fueron calificadas utilizando una escala basada en la norma ASTM D1666-17, creada para la evaluación de madera, que se enfoca en un análisis visual/perceptual del desprendimiento de materia, debido a que no existen herramientas perceptuales graduadas para medición en textiles, se modificó de acuerdo a las necesidades y ensayos a realizar en esta investigación.

Escala de evaluación de ensayos de trabajabilidad

GRADO	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN
Grado 1	Excelente	No se observa ningún defecto, interacción limpia
Grado 2	Buena	Se observa un defecto leve de desprendimiento de materia
Grado 3	Regular	Se observa un defecto medio de desprendimiento de materia
Grado 4	Mala	Se observa un defecto grande de desprendimiento de materia
Grado 5	Muy mala	Se observa un defecto muy grande de desprendimiento de materia

Elaboración propia.

- Corte

Para la prueba de corte con tijera recta, tijera de sastrería y corta cartón se utilizaron probetas de dimensiones 30 mm x 150 mm de largo. En el caso de la prueba con corte láser se utilizaron 2 probetas; la primera de 120 mm x 100 mm y la segunda de 100 mm x 80 mm.

TIJERA RECTA

Se realizó un corte longitudinal a la probeta utilizando una tijera de sastrería marca Singer

TIJERA ZIG ZAG

Se realizó un corte longitudinal a la probeta utilizando una tijera zig zag de sastrería marca Pinking Shears

CORTA CARTÓN

Con un corta cartón marca olfa, se realizó un corte longitudinal a la probeta en línea recta.

CORTE LÁSER

Para el corte con máquina láser se utilizó un patrón que incluye líneas rectas y curvas; círculos, cuadrados y triángulos.

Tabla de evaluación de desprendimiento de materia para la utilización de herramientas de corte

Escala del 1-5 (1 sin desprendimiento, 5 mucho desprendimiento)

Herramienta	1	2	3	4	5
Tijera recta					
Tijera zig zag					
Corta cartón					
Corte láser					

Elaboración propia.

- Perforado

Para las pruebas de perforado se utilizaron 2 probetas de 20 mm x 100 mm.

SACABOCADO

Se perforó con un sacabocado giratorio, marca Truper, a lo largo de toda la probeta utilizando 3 tamaños de diámetro.

PUNZÓN

Se realizaron agujeros con un punzón de costura a lo largo de toda la probeta.

Tabla de evaluación de desprendimiento de materia para la utilización de herramientas de perforación.

Herramienta	1	2	3	4	5
Sacabocado					
Punzón					

Elaboración propia.

- Costura

El material desarrollado tiene dirigido su uso como textil, por ello, es pertinente realizar pruebas de costura ya que es un método de unión muy utilizado. Para la realización de esta prueba se utilizaron probetas de 100mm x 100 mm aproximadamente.

MÁQUINA DE COSER

Se utilizó una máquina de coser marca Singer de uso doméstico para realizar primeramente costuras rectas simples y en zig zag. Luego se cosió un trozo del biotextil no tejido con otro trozo del mismo. Como tercera prueba con esta máquina de coser, se realizó una unión del biotextil no tejido a un trozo de lona para experimentar la unión entre diferentes textiles, simulando el segundo ser el forro.

MÁQUINA INDUSTRIAL OVERLOCK

La máquina de coser overlock es muy utilizada en la industria textil debido a su facultad de coser y cortar en una misma pasada, se usa principalmente para evitar el deshilachado de textiles sellando con un remallado los bordes del textil, Ordoñez (2018). Se utilizó hilo blanco para hacer notorio el contraste con el biotextil no tejido que presenta un color verdoso.

Tabla de evaluación de desprendimiento de materia para la utilización de máquinas de coser

Herramienta	1	2	3	4	5
Costura recta					
Costura Zig-zag					
Costura recta para unión de biotextil con biotextil					
Costura recta para unión de biotextil con lona					
Remallado (Overlock)					

Elaboración propia.

- Teñido

Las pruebas de teñido tienen la finalidad de modificar el aspecto estético del material correspondiente al color. Esto se hizo reemplazando la porción de agua de la formulación final por agua con tinte. Se realizaron 2 teñidos con fines comparativos, el primero utilizando un tinte de origen natural y el segundo un tinte artificial.

TINTES NATURALES (REPOLLO MORADO)

Para la prueba de teñido con tinte natural se utilizó el agua de repollo morado, y fue reemplazada por el agua indicada en la formulación para el biotextil. La cantidad de material desarrollado fue de 150 gr en mezcla líquida previo a la cocción. Utilizando la guía de pintura de "Pinto mi casa" (2018) se tiene una aproximación del resultado que se tiene al mezclar verde (tono del biotextil no tejido) con el color morado como se muestra en el siguiente diagrama.

Verde + violeta



Figura: Mezcla de colores.

ANILINA

Se realizó además, una prueba de teñido con anilina Montblanc para textiles, que es recomendada para el teñido de fibras naturales. Para la selección del color se utilizó la guía de pintura "Pinto mi casa" (2018) que muestra el resultado de mezclar múltiples colores con el color verde, debido a la tonalidad verdosa del biotextil no tejido. En base a esto, el color escogido fue el azul, se espera un resultado similar al que se muestra en el siguiente diagrama.

Verde + azul



Figura: Mezcla de colores.

- Estampado

El estampado es una técnica que añade valor estético-sensorial a un textil. Consiste en la impresión de imágenes sobre superficies materiales aplicando presión y/o calor. Existen diferentes técnicas de estampado dependiendo del material que se quiere estampar. En el caso de los textiles es muy importante identificar su origen (natural o sintético) ya que de eso dependerá qué tipo de diseños, colores y técnicas servirán.

Debido a la variedad de componentes del biotextil no tejido desarrollado en esta investigación, se explorarán 4 tipos de estampados por transferencia de calor para telas, con la finalidad de analizar qué tipo de estampado se fija mejor al biotextil no tejido. Para estandarizar la prueba se utilizó la misma imagen de una bráctea de alcachofa. Las dimensiones de cada imagen son las siguientes: 50 mm x 60 mm. Se utilizaron 4 probetas de 60 mm por 70 mm.

Esta sección fue supervisada y dirigida por la microempresa de estampados Go arte, Sublimación!

SUBLIMACIÓN

La técnica de sublimación se realiza por transferencia de calor, para ello la probeta del biotextil se situó sobre una superficie resistente al calor y sobre ella se posó la imagen a estampar. Se utilizó una plancha precalentada a 200°C y se ejerció presión sobre el material, sin movimiento, por 80 segundos. Esta técnica es ideal para el poliéster debido a que los químicos que se encuentran en la tinta de la imagen se activan con el calor y crean un enlace muy fuerte con este tipo de textil.

TRANSFER

El transfer es una técnica de estampado que funciona por transferencia de calor utilizada para telas de algodón, para esta técnica es necesario utilizar una impresora específica que permita la impresión en papel transfer. Se utilizó una plancha precalentada en 177°C, luego se posó la imagen sobre el biotextil y se planchó por 30 segundos. Entre la plancha y la probeta se puso un papel siliconado.

SUBLICOTTON

La técnica de estampado sublicotton, como lo indica su nombre, es sublimación sobre tela de algodón. Se ejerció presión sobre la probeta y la imagen, con una plancha a una temperatura de 200° C, durante 18 a 20 segundos. El papel se debe retirar mientras aún esté caliente. La probeta se deja enfriar estirada.

VINILO

Para el estampado en vinilo, se realiza una transferencia de calor por medio de una plancha, a una temperatura de 160° C por 15 segundos, se debe dejar enfriar antes de retirar el vinilo y, por último, se sella por 5 segundos.

Se realizó un esquema lineal, en orden creciente, de los resultados obtenidos de las técnicas de estampado con el objetivo de graficar cuál fue el resultado más satisfactorio versus el más insatisfactorio.

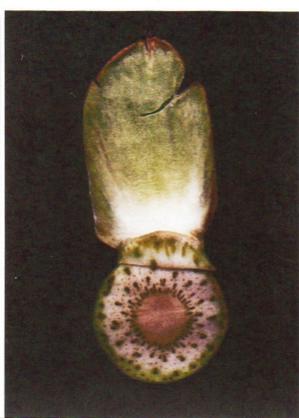


Imagen para sublimación



Imagen para transfer

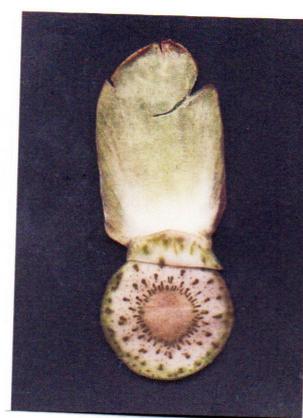


Imagen para sublicotton



Imagen para vinilo

Elaboración propia

CIANOTIPIA

La cianotipia es una técnica de impresión que utiliza luz solar para realizar grabados. Como su nombre lo indica la impresión es en tonalidades azules. Se utiliza principalmente en papeles fibrosos y telas de fibra natural. Para realizar esta técnica se necesitaron 2 componentes químicos; el primero fue citrato férrico amoniacal (III) y el segundo ferrocianuro potásico, estos se mezclaron en la misma proporción y se creó la mezcla, la cual se esparció sobre la superficie de 2 probetas de biotextil con dimensiones de 110 mm por 110 la primera y la segunda de 70 mm por 70 mm. Cabe mencionar que todo este proceso debió ser desarrollado sin contacto de luz solar. Luego se posó el elemento a grabar, en esta ocasión se usó residuo de alcachofa sin procesar: brácteas unidas a un trozo de tallo y pistilo. Se definió el posicionamiento del residuo y se expuso a la luz solar directa por 5 minutos. Pasado ese tiempo, el biotextil se sumergió en un pocillo con agua para enjuagar los químicos. Luego se puso a secar a temperatura ambiente.

Se realizó este grabado en papel, tela (lona) y en el biotextil no tejido de alcachofa con fines comparativos.



Residuo para cianotipia

Elaboración propia

- Grabado

GRABADO LÁSER

Se realizó un test de grabado que consiste en regular la potencia y velocidad del puntero láser con la finalidad de encontrar el ajuste que se acopla mejor al grabado en material biotextil. Para ello se realizó una cuadrícula de 10 cuadrados por 10 cuadrados, cada uno de 5 mm x 5 mm, considerando 2 ejes; el eje vertical se refiere a la velocidad de grabado la cual es descendiente de 10 en 10 hasta llegar a 100%, en cambio el eje horizontal corresponde a la potencia que también va de 10 en 10 hasta llegar a 100%. Con este test se espera descubrir la regulación de la máquina láser para sacar el mejor rendimiento en el grabado; que no quemé demasiado el material o que sea notorio.

Ya definido el ajuste de velocidad y potencia de grabado se realizó un grabado que incluyó palabras e imágenes como forma demostrativa.

- Caracterización perceptual

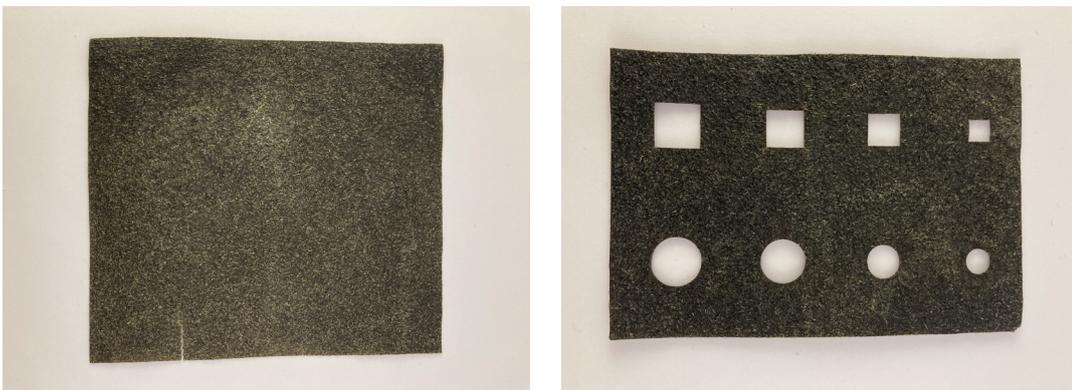
La caracterización perceptual es un método utilizado para dotar al material de una percepción social. Esta interpretación tridimensional es necesaria para direccionar el uso y aplicación del material. Se compone de una encuesta basada en el kit de herramientas Ma2E4 (Camere, Karana, 2018), modificada en conjunto a otras estudiantes de diseño, para este proyecto.

La encuesta se dividió en 3 niveles perceptuales, el primero es el nivel sensorial: que consistió en la evaluación subjetiva del comportamiento del material, el segundo es el nivel afectivo; que se enfocó en las emociones que evoca el material y por último el nivel interpretativo relacionado a conceptos.

Para su aplicación se definieron 3 grupos a encuestar; primero se escogió un grupo involucrado en el mundo del diseño, el segundo grupo fue compuesto por personas involucradas en el oficio de la costura y por último un tercer grupo conformado por personas escogidas aleatoriamente. El tamaño de la muestra fue de 20 personas por cada grupo.

- 1.- Diseñadores, arquitectos, personas en el área.
- 2.- Costureros.
- 3.- Personas escogidas aleatoriamente.

La encuesta se realizó de manera presencial con soporte análogo y digital. Se utilizaron 2 probetas del biotextil no tejido de dimensiones 140 mm por 90 mm (figuras 1 y 2) para la aplicación de la encuesta, una de ellas fue una probeta del material sin alteración para poder observar y analizar sus características inherentes, mientras que la segunda tenía un diseño simple de círculos y cuadrados en corte láser con la finalidad de dar pequeños indicios de sus posibles modificaciones y proyecciones.



Probetas para caracterización perceptual

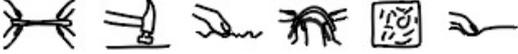
Elaboración propia

La encuesta fue aplicada en una primera instancia en la exposición del trabajo y alcances del Laboratorio de Biomateriales de la FAU. Esta muestra convocó a muchos estudiantes y gente referida al diseño por lo que se pudo aplicar al primer grupo de interés a encuestar. El resto de la aplicación de la encuesta se realizó de forma personalizada buscando personas afines a los otros dos grupos.

A continuación se muestra la estructura de la encuesta:

En el nivel sensorial (1) se definió el comportamiento del material utilizando 2 columnas, de 14 características cada una, que funcionan como antónimos entre sí. Las calificaciones fueron del 2-1-0-1-2 para cada par de cualidades, como se muestra en la figura__. Los resultados obtenidos se graficaron para cada grupo encuestado.

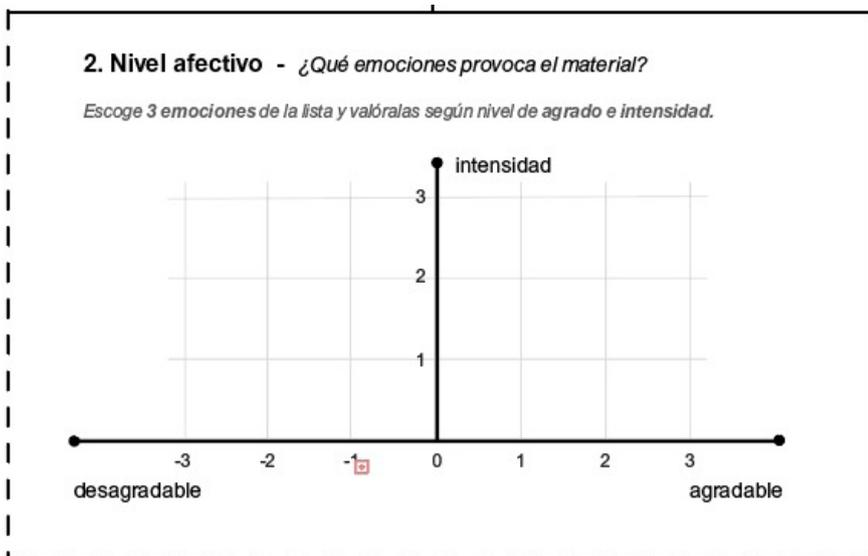
1. Nivel sensorial - ¿Cómo describes al material?



<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">0</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>suave</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td>rugoso</td> </tr> <tr> <td>duro</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td>blando</td> </tr> <tr> <td>mate</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td>brillante</td> </tr> <tr> <td>no reflectante</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td>reflectante</td> </tr> <tr> <td>frío</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td>cálido</td> </tr> <tr> <td>no elástico</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td>elástico</td> </tr> <tr> <td>opaco</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td>transparente</td> </tr> </table>		2	1	0	1	2		suave	<input type="radio"/>	rugoso	duro	<input type="radio"/>	blando	mate	<input type="radio"/>	brillante	no reflectante	<input type="radio"/>	reflectante	frío	<input type="radio"/>	cálido	no elástico	<input type="radio"/>	elástico	opaco	<input type="radio"/>	transparente	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">0</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>rígido</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td>flexible</td> </tr> <tr> <td>irrompible</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td>quebradizo</td> </tr> <tr> <td>liviano</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td>pesado</td> </tr> <tr> <td>textura regular</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td>textura irregular</td> </tr> <tr> <td>no fibroso</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td>fibroso</td> </tr> <tr> <td>inoloro</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td>colorido</td> </tr> <tr> <td>inoloro</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td>oloroso</td> </tr> </table>		2	1	0	1	2		rígido	<input type="radio"/>	flexible	irrompible	<input type="radio"/>	quebradizo	liviano	<input type="radio"/>	pesado	textura regular	<input type="radio"/>	textura irregular	no fibroso	<input type="radio"/>	fibroso	inoloro	<input type="radio"/>	colorido	inoloro	<input type="radio"/>	oloroso																																																								
	2	1	0	1	2																																																																																																												
suave	<input type="radio"/>	rugoso																																																																																																															
duro	<input type="radio"/>	blando																																																																																																															
mate	<input type="radio"/>	brillante																																																																																																															
no reflectante	<input type="radio"/>	reflectante																																																																																																															
frío	<input type="radio"/>	cálido																																																																																																															
no elástico	<input type="radio"/>	elástico																																																																																																															
opaco	<input type="radio"/>	transparente																																																																																																															
	2	1	0	1	2																																																																																																												
rígido	<input type="radio"/>	flexible																																																																																																															
irrompible	<input type="radio"/>	quebradizo																																																																																																															
liviano	<input type="radio"/>	pesado																																																																																																															
textura regular	<input type="radio"/>	textura irregular																																																																																																															
no fibroso	<input type="radio"/>	fibroso																																																																																																															
inoloro	<input type="radio"/>	colorido																																																																																																															
inoloro	<input type="radio"/>	oloroso																																																																																																															

El segundo nivel fue el nivel afectivo evalúa la intensidad y positividad de emociones que evoca el material las cuales fueron graficadas utilizando 2 ejes intersectados, donde el eje "y" representó la intensidad y el eje "x" lo agradable-desagradable de la emoción. (figura_)

El funcionamiento de este nivel consistió en una hoja de 35 emociones de las cuales se debían escoger 3 y ser graficadas (figura_).



- 2. Nivel afectivo - Listado de emociones**

 - Satisfacción
 - Amor
 - Diversión
 - Sorpresa
 - Agrado
 - Serenidad
 - Encanto
 - Determinación/decisión
 - Admiración
 - Protección
 - Seguridad
 - Atracción/deseo
 - Confianza
 - Aceptación
 - Comodidad
 - Respeto
 - Nostalgia/melancolía
 - Curiosidad
 - Frustración
 - Odio
 - Aburrimiento
 - Decepción
 - Asco
 - Inquietud
 - Disgusto
 - Duda/confusión
 - Desprecio
 - Inseguridad
 - Temor
 - Indiferencia/apatía
 - Desconfianza/recelo
 - Rechazo
 - Incomodidad
 - Irreverencia

Los resultados obtenidos se graficaron para cada grupo encuestado.

El tercer nivel corresponde al nivel interpretativo el cual consistió en una lista de 12 pares de significados que funcionan como antónimos entre sí. Cada uno de estos significados estuvo asociado a 3 imágenes (parte del soporte digital al cual se ingresó mediante un código qr). Cada persona encuestada debió escoger 3 significados y 2 de las imágenes asociadas a ellos. (diagrama figura_)

Los resultados obtenidos se graficaron para cada grupo encuestado.

3. Nivel interpretativo - ¿Qué significados tiene el material?

Escoge 3 significados de la lista, luego búscalos en el set de imágenes y elige 2 de las 3 imágenes que mejor se asocien a la palabra, no al material.

Significado 1	Significado 2	Significado 3
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; height: 30px; width: 100%;"></div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; height: 30px; width: 100%;"></div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; height: 30px; width: 100%;"></div>
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; height: 30px; width: 100%;"></div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; height: 30px; width: 100%;"></div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; height: 30px; width: 100%;"></div>
Imágenes	Imágenes	Imágenes

Voltea la hoja para responder las últimas preguntas →

3. Nivel interpretativo - Listado de significados

Agresivo	Calmado
Acogedor	Distante
Elegante	Vulgar
Futurista	Nostálgico
Común	Diferente
Sexy	No sexy
Apariencia de juguete	Profesional
Natural	Artificial
Costoso	Barato
Honesto	Falso
Limpio	Sucio
Hecho a mano	Fabricado en serie



Set de imágenes

A partir de los gráficos se realizó un análisis comparativo de las respuestas obtenidas por cada grupo encuestado, con el objetivo de caracterizar el biotextil en el aspecto sensorial.

62

3.3.5 Proyecto de diseño con uso de textil no tejido a base de alcachofa

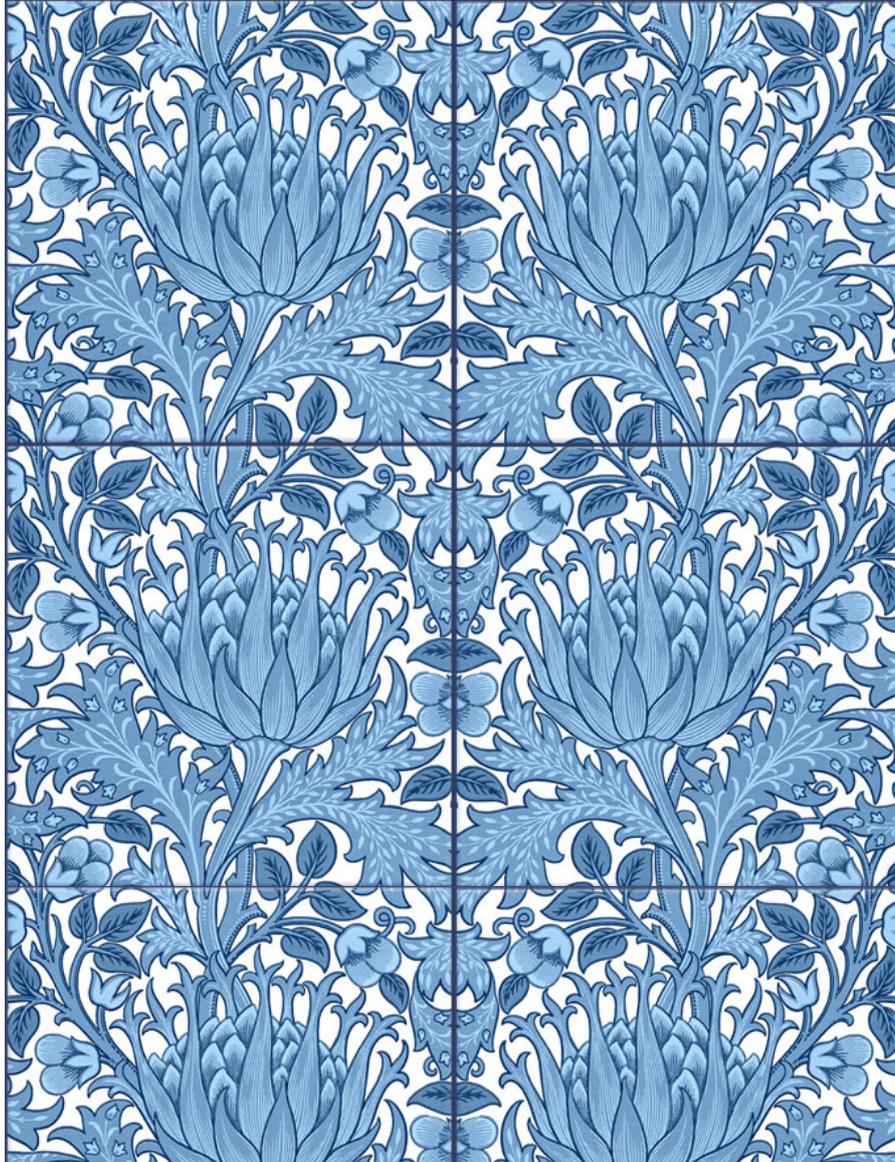
Para la aplicación del biotextil en la industria indumentario se realizará :

Ficha técnica resumen de las características físicas y mecánicas del biotextil desarrollado.

Conceptualización de la alcachofa

Definición de Usuario

Propuesta de diseño



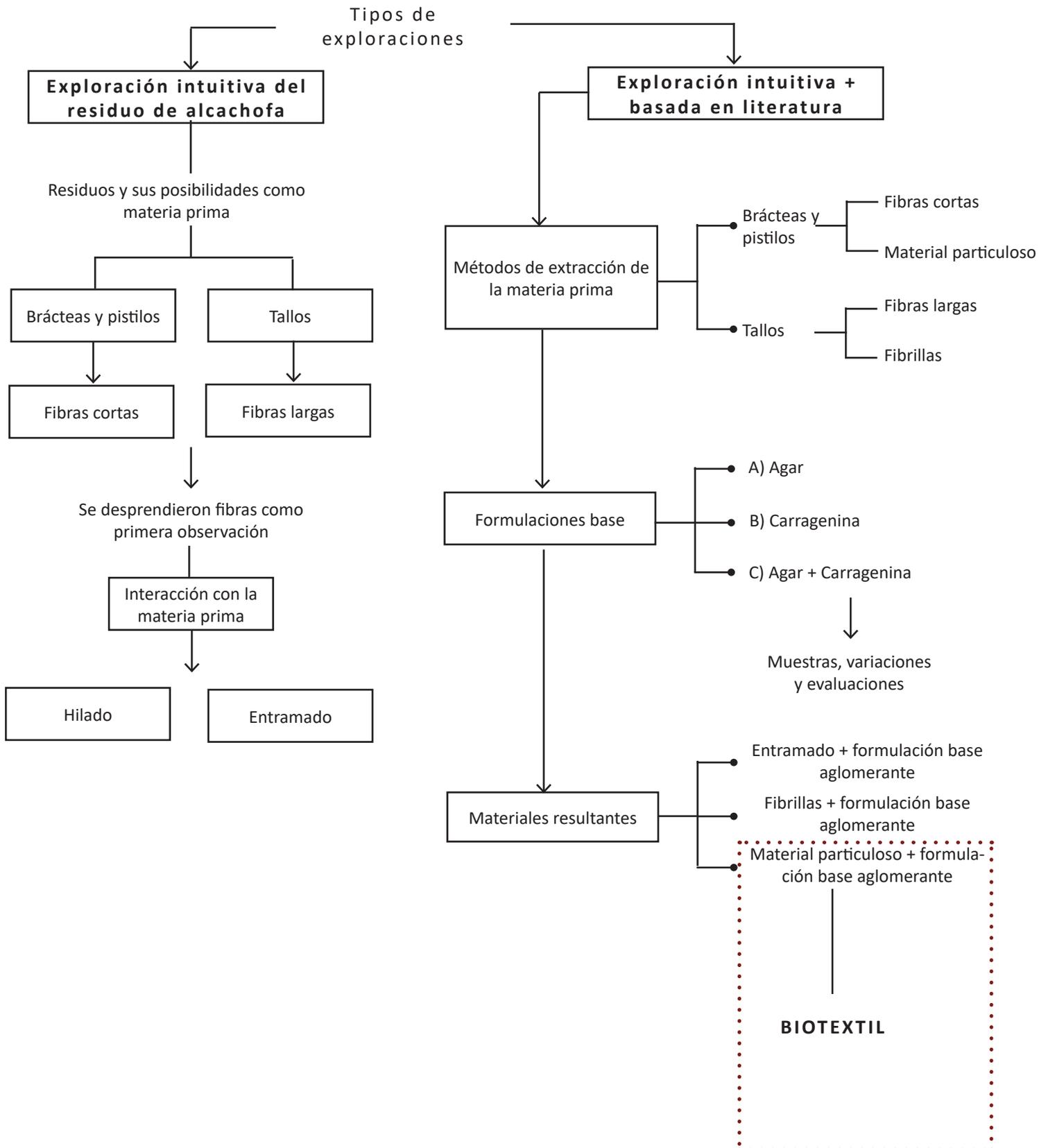
(Capítulo 4)

Resultados y discusión

El siguiente apartado contiene los resultados obtenidos luego de aplicar la metodología del proyecto, acompañado por registro fotográfico, observaciones y discusiones en torno a la elaboración del material biotextil no tejido en base a residuos de alcachofa.

4.1 Cuadro Resumen Resultados

RESULTADOS



4.2 Exploración intuitiva del residuo de alcachofa (brácteas, pistilos y tallos)

4.2.1 Explorar y recopilar información de los residuos

- Recolección del residuo

Como resultado del proceso de recolección y consumo, se obtuvo el residuo de alcachofa consistente en brácteas, pistilos y tallos provenientes de 5 alcachofas. Lo que fue utilizado para analizar el residuo y experimentar en las etapas posteriores.

- Observación

De los residuos obtenidos en la etapa anterior, se hizo un listado de lo observable: forma, colores, texturas, peso aproximado, humedad y presencia de fibra (largo y grosor de ella). Se hizo un registro fotográfico de cada residuo: bráctea, pistilo y tallo; a estos se les realizaron cortes transversales y longitudinales para conocer la tridimensionalidad de los elementos, para así reconstruir y mantener la imagen de su estructura.

- Manipulación

A través de una manipulación intuitiva se pudieron confirmar ciertas características apreciadas a través de la observación y también se descubrieron nuevos aspectos que sólo pudieron ser descubiertos a través del tacto. Para ello, no se utilizó una metodología pautada, sino que se generó un espacio para la exploración de los residuos a través de movimientos innatos y espontáneos.

- Regulación de humedad
- Extracción de fibras
- Interacción con la materia prima obtenida

Observación

Registro fotográfico de las partes que componen el residuo de alcachofa



Bráctea interna



Envés de bráctea externa



Haz de bráctea externa



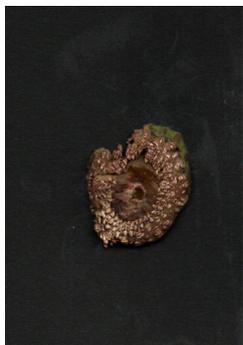
Pistilo



Sección transversal de pistilo



Sección transversal de tallo



Sección transversal de tallo oxidado



Sección transversal de tallo con hoja



Sección transversal de tallo con bráctea



Sección transversal de tallo con bráctea



Sección transversal de tallo con brácteas basales



Sección longitudinal tallo con fibras y hoja



Sección longitudinal tallo



Pared exterior tallo

Elaboración propia.

Anotaciones sobre la observación del residuo

BRÁCTEAS (parte no comestible)

Longitud aproximada 60 mm. Ancho aproximado 40 mm.
Forma ovalada con punta superior en forma de corazón
Borde liso y definido
Color café claro, verdoso, amarillento, morado, blanco.
Cara anterior con presencia de fibras en toda su longitud.
Cara posterior más dura que acoraza la fibra y la carne. De textura suave.
Restos de carne en la cara anterior.
Fibras delgadas.
Estructura laminar constituida por fibras en sentido vertical.

PISTILOS (parte no comestible)

Diámetro aproximado de 60 mm. Espesor aproximado de 15 mm.
Capullo de fibras blancas y delgadas.
Forma redonda, con un pequeño vacío interior de aproximadamente 3 mm.
La estructura se divide en 2 partes: la superior formada por fibras y una base formada por materia suave, esponjosa y húmeda.
Color blanquecino, anaranjado (cuando está oxidado).

TALLOS (materia residual)

Longitud aproximada de 20 cm. (Longitud con la que el tallo de la alcachofa llega al comercio) y un diámetro de 25 mm. aproximadamente.
Estructura formada por 2 partes principales: la médula que consta de un cilindro de 10 mm de diámetro aproximado que se extiende por todo el largo del tallo, y un recubrimiento formado por fibras y materia sólida entre las fibras.
Presencia de hojas pequeñas.
Presencia de fibras en la capa externa.
Color verde, café, blanco, amarillo.
Textura suave en la cara curva y áspera en las caras basales.

Conclusiones

De los resultados del proceso de observación, de manera preliminar se pudo deducir que las brácteas, pistilos y tallos poseen fibras de diferentes longitudes, texturas y color por lo tanto son residuos con potencialidad de ser usados para la elaboración de un biotextil.

Manipulación

Registro fotográfico de la manipulación de las distintas partes del residuo: brácteas, pistilos y tallos.

Brácteas de alcachofa						
	Sostener	Desgarrar	Amuñar	Desprender	Estirar	
						Pistilo de alcachofa
	Doblar	Romper	Retirar	Separar	Apretar	
	Tallos de alca-					
Extraer			Desprender	Abrir		
						
Torcer			Quebrar	Separar		
				Elaboración propia.		

Anotaciones sobre la manipulación del residuo

BRÁCTEAS (parte no comestible)

En el caso de las brácteas, su estructura laminar condicionó la manipulación, por lo que se maniobró con los dedos. Se exploró su textura frotando con las yemas de los dedos de forma multidireccional por toda su superficie, se raspó con las uñas para conocer qué tan fácil era retirar las fibras y carne restante. También se desgarró para saber con qué facilidad se podría romper, se amañó con toda la mano para conocer su capacidad de retornar a su forma original y se le realizaron múltiples dobleces. Los datos recopilados fueron:

Muy liviana.

Flexible, pero no elástica.

El doblez no genera una guía de fractura.

Fácil desgarre longitudinal, el desgarre transversal ejerce resistencia.

Fibras cortas, muy delgadas y quebradizas, el intento de retiro fibra acarrea carne.

La textura del envés es suave y estriada y la textura del haz es áspera, húmeda y también estriada debido a las fibras.

El borde es liso, definido. El tacto ascendente por el borde es suave, en cambio, el tacto descendente es levemente áspero y propicia la apertura de los segmentos verticales de la bráctea.

PISTILOS (parte no comestible)

La estructura del pistilo formada por una base húmeda y una cubierta de fibras, la convierte en una estructura frágil, que se separa con facilidad, pero que no se descompone en sus partes definidas, al retirar las fibras, estas quedan con restos de la estructura base. Para poder manipularla fue necesario posarla sobre la palma de una mano para, con los dedos de la otra, realizar palpaciones y punciones. Para conocer su textura y consistencia, se retiraron porciones de vellosidades y finalmente se apretujó para observar cómo se deformaba.

El peso se centra en la base, ya que concentra la mayor humedad

Las fibras son suaves, dóciles y fácil de retirar. Para retirar de forma individual es necesario una herramienta (pinza).

Si el pistilo se dobla en cualquier sentido no volverá a su forma original, debido a que es muy fácil de romper.

TALLOS (materia residual)

En el caso de los tallos, su estructura cilíndrica, larga y compacta es más háptica, facilitando el agarre manual. Es posible apretarlo utilizando una cantidad considerable de fuerza sin deformarlo, para romperlo en forma arqueada es necesario llegar a paralelizar los extremos, por lo que se desprende que es muy resistente.

Su textura es suave con estriado longitudinal, los extremos donde se vislumbran las fibras son ásperos y porosos. La médula, con respecto al recubrimiento de fibras, se encuentra bastante delimitada, por lo que es posible pelarla y separar ambos componentes, al mismo tiempo que permite retirar las fibras en estado húmedo.

Resistente.

No es elástico, y presenta baja flexibilidad.

Textura suave.

Regulación de humedad y extracción de fibras

Registro fotográfico de la extracción de fibras del residuo

	Manipulación del residuo	Regulación de humedad			Resultados	
		Húmedo: Remojo en agua	Neutro: Estado natural del residuo	Seco: Exposición al sol		
Brácteas					Interacción con la materia prima obtenida 	
Tallos						
Pistilos						

Elaboración propia.

Anotaciones sobre la regulación de humedad

BRÁCTEAS (parte no comestible)

En los 3 contextos de humedad para la extracción de las brácteas la cantidad de fibras individuales que pudieron ser extraídas fue insuficiente en comparación a las presentes en las brácteas y fue necesario un tiempo prolongado para la extracción, estas fueron cortas de aproximadamente 3,5 cm de largo, de cuerpo irregular y quebradizo, por ello se descartó la posibilidad de extracción de las fibras y se explorarán otros procesos donde se aproveche mejor el residuo y con un método más eficaz.

PISTILOS (parte no comestible)

Los pistilos en estado seco fueron el escenario óptimo para la extracción de fibras ya que estas se encontraban separadas entre sí. Las fibras fueron muy cortas para explorar el hilado y entramado, es por ello que se descartaron estas técnicas.

TALLOS (materia residual)

En el caso de los tallos la humedad jugó un rol muy importante, facilitando la extracción de las fibras a mayor cantidad de agua. La materia que rodea las fibras es dura y compacta, por lo que fue necesario explorar otros métodos para ablandar esta materia para lograr extraer las fibras que se proyectan a lo largo del tallo.

Las fibras obtenidas fueron largas y de gran potencial de uso, hecho que fue explorado con un entramado simple.

Anotaciones sobre la extracción de fibras

BRÁCTEAS (parte no comestible)

La extracción de las fibras en remojo supuso una ventaja ya que aumentó la flexibilidad y ablandó la carne en la bráctea, lo que permitió el retiro utilizando las uñas con delicadeza, este proceso se vio facilitado por el uso de pinzas. Las fibras extraídas fueron cortas, siendo de aproximadamente 3 cm las más largas, debido a que el agua las hizo más frágiles y fue difícil retirar fibras enteras. El color fue principalmente verde y con variaciones en tonos cafés al tener restos sólidos.

En el caso de las brácteas en estado neutro, utilizando el método manual, se vio dificultado debido a que las fibras están unidas a la estructura principal a través de la carne remanente, es por ello que incluso realizando una extracción manual minuciosa y precisa, no garantizó la extracción de fibras enteras. En cambio, al utilizar la pinza se pudo desprender las fibras en múltiples puntos de su longitud lo que ayudó a liberarla. El largo de las fibras fue de aproximadamente 3,5 cm de largo, de forma irregular y estructura débil.

Por último en el caso de las brácteas secadas al sol, algunas de las fibras quedaron completamente unidas a la lámina estructural, mientras que otras quedaron naturalmente separadas. Al utilizar la pinza se facilitó el proceso y ayudó a liberar algunos de los extremos aún unidos. La forma de las fibras fue muy delgada e irregular, de aproximadamente 3,5 cm de largo y el color varió entre los tonos café claro, gris y blanco.

PISTILOS (parte no comestible)

La estructura de los pistilos está formada por una base circular de materia sólida donde se incrustan pequeñas y delgadas fibras, formando una cubierta tupida. Por esta razón, para la extracción de estas fibras de forma individual, fue necesario utilizar una pinza.

En el caso de los pistilos en remojo, las fibras se volvieron muy flexibles y se agruparon entre sí, por lo que al extraerlas salieron en cúmulos. Utilizando pinzas, el proceso de separación individual requirió mucho tiempo.

En el caso del pistilo en estado neutro presentó bastante humedad, así que el escenario fue similar al anterior, solo que la extracción fue de cúmulos de fibras de menor cantidad.

Por último, en el caso de los pistilos en estado seco, las fibras se encontraban firmemente unidas a la base, pero muy separadas entre sí, por lo que el acercamiento en este escenario fue de retirar la base con un corta cartón y así se liberaron todas las fibras.

El largo de los vellos en los 3 contextos de humedad no varió, siendo de 2 cm aproximadamente, el color también fue el mismo siendo de un tono blanco amarillento.

TALLOS (materia residual)

La extracción de fibras en estado de remojo fue difícil, ya que el tiempo de remojo (2 horas) no fue suficiente para hacer un cambio significativo en el estado del tallo. Para la extracción de fibras, debido a que no se encontraban en la superficie de la estructura, fue necesario abrir con las manos el tallo de forma transversal y “pelar” la médula para exponer las fibras. Se separó el eje medular de las fibras, unidas por residuo sólido y se procedió a extraer la fibra con lentitud utilizando las manos, ya que la velocidad jugó un rol importante en conservar el espesor y longitud de la fibra al momento de la extracción. Se obtuvieron fibras de aproximadamente 10 cm.

La extracción de fibras en estado neutro fue muy similar al estado húmedo, pero, con la experiencia previa, se facilitó la separación médula-fibras, para ello se hizo un corte transversal con corta cartón hasta el centro del tallo y luego se repitió el proceso de retirado de fibras, tomándolas desde un extremo lentamente. Es importante destacar que el color de las fibras en estado húmedo fue verde, pero al secarse a temperatura ambiente, rápidamente se tornaron de color blanco.

Finalmente, en el caso de los tallos secos, el desprender la médula del resto del tallo fue muy difícil, ya que, al perder el agua de su composición, toda la estructura se unificó, por lo que el emplear solo los dedos no fue suficiente para tomar el extremo de una fibra y extraerla. Con la ayuda del corta cartón se hizo el mismo corte transversal realizado anteriormente y se utilizaron pinzas para extraer las fibras.

Interacción con la materia prima

Registro fotográfico que evidencia todos los pasos de la exploración intuitiva, desde la recolección del residuo hasta la interacción con la materia prima.

	Recolección del residuo de alcachofa	Observación de la presencia de fibras	Manipulación del residuo	Regulación de humedad	Extracción de fibras Manual + Herramientas caseras	Interacción con materia prima obtenida
Brácteas de alcachofa						
Tallo de alcachofa						
Pistilo de alcachofa						

Elaboración propia.

Anotaciones sobre la interacción con la materia prima obtenida

Debido a que las fibras extraídas de las brácteas fueron cortas, irregulares y frágiles a la manipulación, no resisten a la manipulación para la creación de un entramado por lo que se exploró la torsión instintiva para la formación de un cordón . Para ello, las fibras fueron rociadas con un poco de agua para aumentar su flexibilidad y propiciar la unión entre ellas. Se procedió a tomar unas cuantas fibras paralelizadas y luego se torcieron añadiendo simultáneamente fibras para alargar el “cordón” . El resultado no fue satisfactorio, las fibras fueron muy débiles por lo que se rompieron al momento de torcerlas y no se unieron de forma firme entre sí.

En el caso de las fibras obtenidas a partir del tallo de la alcachofa estas fueron suficientemente largas para una cómoda manipulación, considerando la regularidad de la forma y el largo de las fibras se decidió experimentar con un entramado, para ello se paralelizaron 10 fibras en forma vertical con 1 cm de separación y se utilizó un bloque de peso para fijarlas en el extremo superior, luego con otra fibra se entrecruzaron las fibras paralelas con fibras en sentido horizontal de manera intercalada hasta que se formó un entramado sencillo. Fue necesario rociar las fibras con un poco de agua ya que eran bastante quebradizas y la humedad las hizo más resistentes a la manipulación.

Las fibras recuperadas de los pistilos fueron muy cortas, de estructura regular y suave, por ello se descartó la posibilidad de realizar hilado y entramado. No se exploraron otras posibilidades de interacción.

4.3 Exploración intuitiva del residuo + exploración basada en literatura

4.3.1 Determinar métodos de extracción de materia prima del residuo

BRÁCTEAS Y PISTILOS

- Recolección del residuo de alcachofa

Las brácteas de alcachofa y sus respectivos pistilos fueron recolectados de 4 casas principalmente, debido a que en ellas se consumía alcachofa con regularidad durante el período de realización del proyecto. Además se incluyeron a particulares que quisieron contribuir al desarrollo del proyecto en una escala menor. El residuo recolectado se guardó en una caja de cartón abierta para evitar la aparición de hongos.

- Desinfección (en el caso de las brácteas)

La desinfección de las brácteas se llevó a cabo preparando una solución de agua más hipoclorito en la proporción: 1 litro de agua es a una 1 cucharada de hipoclorito. Las brácteas fueron sumergidas y removidas con una cuchara, luego de 3 minutos el contenido del balde fue vertido en un colador para enjuagar las brácteas, fueron lavadas repetidas veces hasta eliminar el olor a cloro. Las brácteas conservaron su color y textura.

- Secado y almacenamiento

Luego de la desinfección, las brácteas húmedas y los pistilos, los cuales no fueron sometidos a un proceso de desinfección, se dispusieron en bandejas metálicas para horno, el cual fue previamente precalentado a 40°C. Las bandejas se introdujeron en el horno, la primera revisión del estado de secado se realizó luego de 1 hora, después se subió la temperatura a 60°C por una hora más y se retiraron del horno ya que las brácteas y pistilos no tenían humedad y se quebraron con la acción manual, utilizando esto como indicador de secado.

Las brácteas fueron separadas de forma manual regido por su pigmentación en 2 grupos; las brácteas más cercanas al corazón (color morado) y las exteriores (color verde-café), y luego un tercer grupo conformado por los pistilos. Cada grupo fue almacenado en una bolsa de papel a la espera de ser molido.



Figura: Residuos domiciliarios de alcachofa. Elaboración propia.



Figura: Brácteas posterior al secado. Elaboración propia.

- Molienda

Con los procesos de observación y manipulación se pudo concluir que las fibras presentes en las brácteas son cortas, irregulares y débiles. Además se consideraron procesos referenciales obtenidos de proyectos de elaboración de biomateriales que incluían el residuo de alcachofa, donde, con la finalidad de aprovechar la mayor cantidad de residuo las brácteas se pulverizaron.

La molienda se realizó utilizando un molino de martillo G-tools modelo wf-1500a2, con una malla interior de 0,42 mm, al cual se ancló una bolsa para recibir el material procesado. Se molió una vez por cada grupo de residuos (brácteas moradas, verdes-cafés y pistilos). La cantidad de residuos fue exponencialmente mayor en el grupo de brácteas verdes-café por lo que tomó más tiempo.

- Tamizado

Para saber qué cantidad se obtuvo de cada grano se utilizaron 5 tamices disponibles (de las medidas: 1,00 mm y 0,5 mm marca CISA y 3 tamices de 0,3 mm, 0,15 mm y 0,045 mm) Y se realizó un análisis granulométrico, que consistió en masar en una gramera 100 gramos de residuo procesado obtenido en el proceso anterior de molienda. Se utilizó material del grupo verde-café ya que fue del que obtuvo mayor cantidad. Luego se montaron los tamices uno sobre otro formando una torre con el tamiz de malla más grande arriba y el de menor tamaño de malla abajo. La torre fue puesta sobre un tamizador vibratorio realizado por el Laboratorio de Biomateriales de la FAU, el cual funciona propulsado por la fuerza del motor de un destornillador eléctrico conectado a un eje excéntrico, que mueve una plataforma montada sobre 4 ejes de resorte, generando vibración transversal. Luego de 10 minutos de funcionamiento aproximadamente, se retiró la tapa que recubre los tamices la cual impide que el material se escape y se verificó que el tamizado haya funcionado, esto se comprobó al chequear el primer tamiz y encontrar residuo de tamaño grande (referido al de 2 mm), en el caso que se encontró materia visiblemente más pequeña en cada tamiz se procedió a esparcirlo y tamizarlo con la ayuda de las manos.



Brácteas en el molino de martillo.



Residuo procesado.

Elaboración propia.

Luego se retiraron los tamices del tamizador vibratorio y se procedió a masar el material obtenido en cada tamiz utilizando una gramera. Los resultados fueron los siguientes:

Resultados de análisis granulométrico 1.

Tamaño de tamiz	2 mm	1mm	0,5 mm	0,3 mm	0,15 mm
Porcentaje	16,8%	57%	19,3%	5,7%	1,2%
Fotografía					

La mayor cantidad de material obtenido fue de tamaño de partícula de 1 mm cubriendo el 57% de los 100 gramos tamizados, luego lo siguió el de tamaño de 0,5mm, el de 2 mm, el de 0,3 mm y finalmente fue el de 0,15 mm con un 1,2%. Esto evidenció lo difícil que es convertir las brácteas en polvo con una pasada. Debido a que se obtuvo poca cantidad de material de partícula pequeña (insuficiente para la experimentación), se utilizó además un molino eléctrico de cuchillas marca Cgoldenwall de 300 gr el cuál funciona con temporizador regulado por el usuario. El contenedor puede recibir máximo $\frac{2}{3}$ del volumen para su correcto funcionamiento. Para llevar a cabo la moliendo se realizó primero un ciclo de 20 segundos y se revisó el resultado, en el recipiente aún se veían trozos grandes de bráctea por lo que se realizaron 3 ciclos más de 20 segundos cada uno también. Luego de los 4 ciclos se pudo observar que el material obtenido era completamente polvo.

Para comparar los resultados obtenidos con cada molino se realizó nuevamente un análisis granulométrico, utilizando 100 gr de la materia obtenida con el segundo molino, debido a que la materia procesada por el molino cuchillas fue evidentemente más fina que la procesada con el molino de martillo se agregó un 6to tamiz de malla 0,045 mm. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Resultados de análisis granulométrico 2.

Tamaño de tamiz	2 mm	1mm	0,5 mm	0,3 mm	0,15 mm	0,045 mm
Porcentaje	0,0%	2,2%	7,7%	27,7%	46%	16,4%
Fotografía						

Con este segundo proceso de molienda se obtuvo la mayor cantidad de materia con el tamiz de malla de 0,15 mm abarcando un 46% del total, luego con el tamiz de 0,3 mm un 27%, con el de 0,045 un 16,4% y finalmente un 2,2% con el tamiz de malla de 1mm.

- Almacenamiento

Luego de procesar todo el residuo con el molino y tamizar toda la materia obtenida, esta se empaquetó en bolsas ziploc etiquetadas con el tamaño de partícula.

TALLOS

- Recolección del residuo de alcachofa

Los tallos fueron recogidos en puntos de venta de alcachofas donde el tallo fue visiblemente acumulado como desecho; estos fueron en feria libre General Arriagada y Vega Central.

- Enriado

Luego de la recolección, los tallos fueron depositados en 2 cajas Wenco de 75 litros que cubrían aproximadamente $\frac{1}{2}$ de la capacidad total. Luego fueron cubiertos con agua ocupando $\frac{2}{3}$ de la capacidad total de la caja. La caja fue puesta en un lugar con sombra para evitar la aceleración de la descomposición y extender el tiempo para que la materia péctica del tallo pudiese ablandarse. Primeramente se revisó el estado de los tallos luego de una semana, palpando con las manos para ver la dureza y el desprendimiento de materia, el cual fue nulo, los tallos aún no se encontraban flexibles. Se volvió a revisar el estado de los tallos a las 2 semanas de sumersión, estos estaban notablemente más flexibles y levemente blandos. Luego de 3 semanas la materia que rodea las fibras se comenzó a desprender. Entre los días 23 y 27 la mayoría de los tallos se encontraban completamente blandos y listos para separar la materia blanda de las fibras. Para este proceso fue necesario remover los tallos dentro del agua con las manos (utilizando guantes) para ayudar a la separación y dispersión de las fibras. Luego como segundo acercamiento se tomaron las fibras, aún con restos de materia péctica, con una mano por uno de sus extremos y con la otra se deslizó por el largo del "tallo" reiteradas veces para poder retirar la mayor cantidad de materia blanda. Se repitió este proceso con cada "tallo" y fueron puestos temporalmente en un bowl, para enjuagar las cajas y rellenarlas con agua limpia y realizar un segundo proceso de enjuague. En este segundo proceso se depositaron las fibras en el agua y se removieron y retiraron residuos de materia blanda manualmente. Las fibras limpias se extendieron sobre una superficie de cartón a temperatura ambiente.



Residuos de alcachofa en feria libre



Enriado.

Elaboración propia.

- Cepillado

Las fibras fueron cepilladas utilizando un cepillo de cerdas metálicas para animales domésticos. En estado muy húmedo las fibras se encontraban un tanto frágiles, por esto algunas se dejaron secar completamente para evaluar cuál era el estado óptimo de humedad para el cepillado. En estado completamente seco las fibras se volvieron de color blanco y al cepillarlas se quebraron y no permitieron que el cepillo fluyera a lo largo de ellas, por esto se decidió probar un nivel de humedad medio para mantener la flexibilidad de las fibras pero disminuir la debilidad; con un atomizador se rociaron hasta que se encontraban húmedas al tacto. Resultó ser la mejor opción. Para el cepillado se tomó un montón de 20 fibras aproximadamente, con una mano se sujetaron por un extremo sobre una superficie y con la otra se cepilló, luego se sostuvieron por el otro extremo y se repitió el procedimiento.



Cepillado de fibras.

- Secado

Para el secado las fibras se extendieron sobre una superficie absorbente de cartón para propiciar el secado (a medio día a temperatura ambiente a la sombra con una temperatura diaria de aprox. 25°) El secado demoró aproximadamente 40 minutos para que las fibras se encontraran completamente secas, estas tomaron un color blanco. Las fibras posteriormente fueron almacenadas en bolsas de papel, se dividieron las fibras recuperadas en 2 grupos: las fibras más regulares y largas en uno y el otro en las fibras más cortas, irregulares y delgadas. Esta división fue con el objetivo de utilizarlas en la posterior experimentación en la interacción con la materia prima obtenida.



Secado de residuos.

- Interacción con la materia prima obtenida

En esta etapa se experimentaron 2 formas de interacción con la materia prima obtenida: entramado e hilado.

Interacción con la materia prima obtenida: Entramado

El primer grupo de fibras obtenidas tuvieron una longitud promedio de 180 mm, se seleccionaron 40 fibras regulares. Se limpiaron y despojaron de impurezas con la ayuda de un cepillo de cerdas metálicas. Luego 20 de ellas se paralelizaron sobre una superficie y, con la ayuda de cinta de enmascarar, se fijaron como se muestra en la figura_. Luego se tomó una fibra y se comenzó a tejer de forma horizontal (trama) cruzando de forma intercalada las fibras verticales. Las fibras se encontraban en un estado frágil, por lo que, para facilitar el proceso de entrecruzamiento y hacerlo más expedito, se humedecieron con la ayuda de un atomizador, lo cual, aportó flexibilidad a las fibras logrando que se maniobraran con mayor facilidad. Se repitió el proceso de entramado, hasta que se formó un tejido conformado por 20 urdimbres y 20 tramas.

Registro fotográfico del proceso de entramado



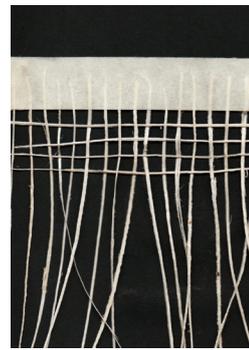
1.
Fibras secas con impurezas



2.
Limpieza y selección de fibras largas



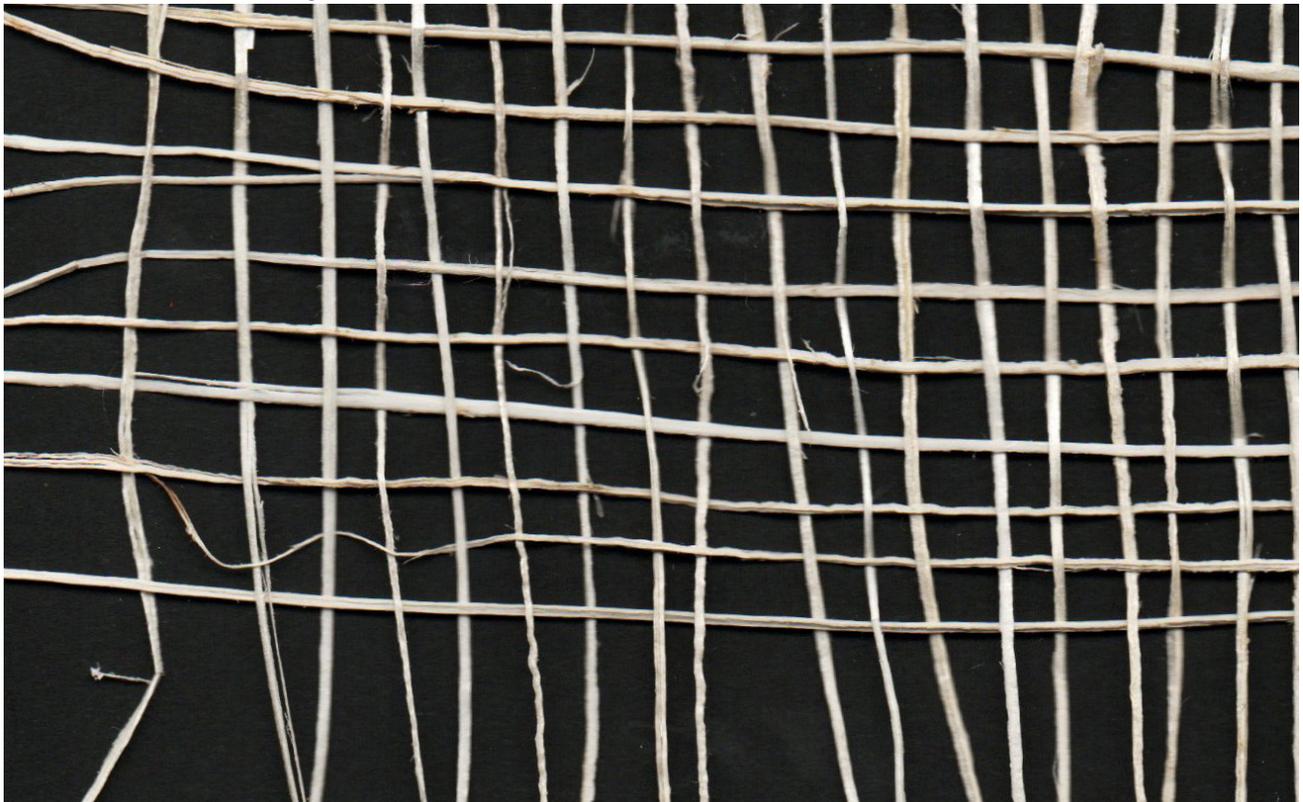
3.
Fijación de urdimbre en un extremo



4.
Tejido con la trama



5.
Formación de tejido plano



Elaboración propia.

Interacción con la materia prima obtenida: Hilado

El proceso de hilado se basó en la Guía de Palma (1994) "Operaciones generales para la formación de un hilo". Primero se deshilaron las fibras utilizando un cepillo de cerdas metálicas con la finalidad de descomponerlas en fibrillas (fibras cortas, delgadas y rizadas). Luego se retiraron impurezas (materia péctica residual) de forma manual, dando como resultado fibras más delgadas. Se comenzó el proceso de hilado paralelizando fibrillas y torciéndolas en un mismo eje. Debido a que no se adhirieron entre sí con facilidad, se humedecieron con un atomizador para aumentar la flexibilidad y el roce entre ellas, de esta forma se comenzó el hilado. Se siguió añadiendo fibrillas hasta que se alcanzó un largo de 60 mm aproximadamente, luego se dobló por la mitad para realizar un cordón de 2 hilos y se siguió añadiendo fibrillas en cada hilo torciéndose entre sí. El resultado fue un cordón de 200 mm.

Registro fotográfico del proceso de hilado



1. Fibras secas con impurezas



2. Deshilachado en fibrillas



3. Limpieza de fibrillas



4. Torsión de fibrillas



5. Trenzado



6. Añadir fibras a través de la torsión para formar el cordón

Elaboración propia.

4.3.2 Definición de formulación base del aglomerante

- Criterios de selección y requerimientos de formulación base aglomerante

Se observaron y manipularon 3 textiles con usos y composición diferente; cuero, lino y nylon, con el fin de descubrir características comunes vinculadas a su comportamiento y configuración. Son estas características en común lo que se utilizó como parámetro para el desarrollo e iteración del biotextil. Para ello se decidieron 4 criterios que son inherentes a un textil y de esta forma dirigir el enfoque del desarrollo del material.

Estos criterios son:

Resistencia al estiramiento manual: consiste en estirar el material por extremos opuestos sin que esto suponga una fractura o rotura.

Resistencia al desgarro manual: el material debe presentar resistencia al desgarro al tirar de él en direcciones opuestas, utilizando ambas manos desde un mismo lado.

Resistencia al doblar en 180° grados: al doblar el material en 180° no debe dejar una marca que suponga fractura, si no que tenga la facilidad de volver a su estado natural.

Flexibilidad: al tomar el material por extremos opuestos, este resiste la torsión sin presentar fracturas o roturas.

En base a estos criterios de comportamientos se decidió qué cambios aplicar en las proporciones de las formulaciones y qué procedimientos seguir. Para ello es muy importante entender la función de cada componente para saber en qué forma modificarla.

Primeramente se encuentran los aglomerantes que se utilizaron en las formulaciones; una a base de agar, la segunda en base a carragenina y la tercera fue una combinación de agar-agar y carragenina. Estos hidrocoloides tienen la función de aglutinar, espesar y gelificar.

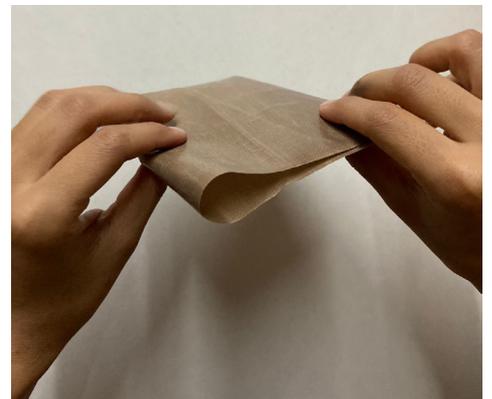
El otro componente en común es la glicerina, un plastificante encargado de dar flexibilidad a la mezcla y por último tenemos el agua; el solvente o medio por el que se mezclan el resto de los componentes.



Resistencia al estiramiento manual



Resistencia al desgarro manual



Resistencia al doblar en 180°



Flexibilidad

Elaboración propia.

- Interacción de los componentes para la formulación base

Se realizó cada mezcla utilizando 100 gr de agua como parámetro para el resto de los componentes de las formulaciones, además se utilizaron moldes circulares de 150 mm de diámetro como superficie de vertido, para estandarizar el espesor.

(Formulación 1) AGAR, ALGANYL

Primero se realizó la formulación en base a agar-agar siguiendo los procedimientos señalados por su autor.

El material fue muy flexible pero no elástico, al doblar en 180° quedó una huella. Al ejercer fuerza se rasga fácilmente. Tiene un aspecto uniforme, mate, de color blanco-amarillo y una textura suave. Al considerar las funciones de los componentes se llega a la conclusión de aumentar el agar-agar para aumentar la resistencia y también aumentar la glicerina para aumentar la humedad de la mezcla y su flexibilidad.

Sobre la preparación; el mezclado con cuchara no asegura la desaparición de grumos y estos suponen un punto de debilidad. El cocinado fue un tanto ambiguo ya que no se supo con certeza en qué momento el agar-agar había alcanzado su punto de activación. Con respecto a la superficie se utilizó un molde plástico, en el cual fue sencillo el paso del vertido y también de desmolde.



Resultado formulación 1.

MODIFICACIONES

Preparación: Se utilizó una batidora para el proceso de mezclado con la finalidad de asegurar una mezcla homogénea sin grumos, luego se llevó a cocinar a llama baja hasta alcanzar el punto de ebullición el que tomó 6 min cronometrados. La mezcla fue vertida en una superficie de plástico (de vidrio en invierno) y se secó a temperatura ambiente durante 1 día en primavera con una temperatura máxima de 26°C.

Comparativa material inicial con el final: El material inicial era flexible y maleable pero frágil, por ello se aumentó la proporción de agar-agar para hacer una mezcla más concentrada lo que resultó en un material más fuerte. Con respecto a su textura y elasticidad esta fue mejorada al aumentar la cantidad de glicerina.

Agua	83 %
Agar-agar	5,1 %
Glicerina	11,9 %

Proporciones finales de la formulación 1:
Agar-agar.

Elaboración propia.

(Formulación 2) CARRAGENINA, POWELL.

La segunda receta realizada fue la que utiliza carragenina como aglomerante. Se reprodujo la fórmula y el resultado fue un material, en comparativa, un poco más resistente que el de agar agar. Es un material duro, se redujó más por lo que quedó más grueso. Tiene un color anaranjado y textura suave, levemente porosa. Con respecto a la preparación, el proceso de mezclado facilitó la desaparición de grumos, el resultado es una mezcla homogénea y espumosa. En el cocinado, alcanzar el punto de ebullición es un indicador claro para definir cuán espesa debe estar la mezcla para estar lista para el vertido.



Resultado formulación 2.

MODIFICACIONES

Preparación: Los ingredientes fueron mezclados con batidora para eliminar grumos y obtener una mezcla homogénea. La mezcla se cocinó a llama baja por 4 minutos ya que se encontraba espesa y aglutinada, se vertió en un molde plástico y se secó a temperatura ambiente durante 1 día en verano con un promedio de 26°C.

Comparativa material inicial con el final: El material inicial tenía una resistencia baja, era elástico pero no tan flexible. Se aumentó la concentración de carragenina levemente para aumentar la resistencia y también se aumentó la glicerina para acrecentar la flexibilidad. El material final resultó más resistente, más flexible.

Agua	86,7 %
Carragenina	6,3 %
Glicerina	7,0%

Proporciones finales de la formulación 2:
Carragenina.

(Formulación 3) AGAR-AGAR-CARRAGENINA, CANTUARIAS.

Por último se realizó la formulación que combina ambos aglomerantes, el resultado fue una mezcla muy concentrada, tanto en tamaño (se redujo bastante quedando muy gruesa). El material resultó ser muy resistente a la manipulación, ejercía muchísima resistencia al rasgado manual. Su aspecto era anaranjado, textura porosa y opaca. Debido a que el procedimiento de preparación no indicaba la herramienta para incorporar los componentes se utilizó la batidora por su facultad de crear una mezcla homogénea. Su conducta es positiva considerando los criterios de comportamiento; es resistente y maleable, aunque no es tan flexible como las dos formulaciones anteriores.

MODIFICACIONES

Preparación: Los componentes fueron mezclados con batidora para eliminar grumos

Comparativa material inicial con el final: El material inicial era muy concentrado, lo que lo hacía muy resistente y firme pero menos flexible. Para mejorar la flexibilidad se disminuyó la concentración de hidrocoloides lo que derivó en un material más maleable, además se aumentó la cantidad de glicerina con este mismo propósito.

Consideraciones generales para las 3 formulaciones

Muchas de las formulaciones fueron realizadas durante el periodo de invierno, esto ocasionó muchos traspies tanto en los procedimientos de preparación como en el resultado final. Con respecto a los procedimientos no hubo dificultades en los pasos de mezclado y cocinado, el problema surgió con el vertido y el secado. Debido a que la temperatura de gelificación de los hidrocoloides es de 80-90° y el tiempo de curado es de 1 minuto aproximadamente ya que comienza a curar al bajar la temperatura, por lo que el tiempo para extender la mezcla en la superficie es muy corto y si esta se encuentra fría el tiempo se reduce aún más y dificulta la dispersión de la mezcla. Por ello se exploraron otras opciones de superficie, unas que pudiesen estar calientes para el vertido. Se consideraron opciones de moldes aptos para horno; las opciones fueron vidrio y aluminio, de las 2 el vidrio funcionó mejor ya que fue más fácil de regular su temperatura, en cambio el de metal absorbe muchísima temperatura lo que hace que la mezcla se “queme” y se agriete.

Luego con respecto al secado, no fue una buena opción secarlo a temperatura ambiente en temporada de invierno, ya que tarda al menos 5 días dependiendo la cantidad de mezcla realizada, lo que ocasiona la aparición de hongos, por ello es una opción añadir a la mezcla algún tipo de antifúngico como propionato de calcio o vinagre, sino se hace indispensable utilizar estufa de secado, por un tiempo aproximado de 40 horas a 55°C.



Resultado formulación 3.

Agua	88 %
Agar agar	3%
Carragenina	5 %
Glicerina	4 %

Proporciones finales de la formulación 2:
Carragenina.

- Selección de la formulación base satisfactoria

Tabla de resultados para la selección de la formulación base aglomerante

Material	Resistencia a la ruptura manual	Resistencia al estiramiento manual	Resistencia al dobléz en 180° grados	Maleabilidad	Total
(1) Agar agar	3	3	4	5	15
(2) Carragenina	4	4	3	4	15
(3) Agar-agar Carragenina	5	4	5	5	19

Finalmente la formulación que se ajustó a los criterios definidos de forma más satisfactoria de acuerdo a la escala establecida fue la que combinó los dos hidrocoloides para la formación del aglomerante. Agar-agar y carragenina.

4.3.3 Fabricación del biotextil

- Criterios de selección de formulación final para biotextil

Para dirigir el desarrollo del biotextil se utilizaron los mismos criterios de selección y requerimientos de la formulación base, pero además se añadió un quinto criterio correspondiente al aspecto sensorial. Estos son:

Resistencia al estiramiento manual

Resistencia al desgarro manual

Resistencia al dobléz en 180° grados

Flexibilidad

Aspecto sensorial: Percepción

- Interacción entre la formulación base y la materia prima obtenida

De acuerdo al conocimiento adquirido en las etapas del desarrollo de la formulación base, se establecieron los procedimientos para la preparación de la formulación final, estos son:

Proceso de mezclado	Cocinado	Superficie de vertido	Secado
Mezclar los ingredientes con batidora	Cocinar a llama baja por 6 minutos aprox. hasta alcanzar los 90°C	Molde plástico	Al sol a una temperatura de 24°C-26°C

MATERIAL PARTICULOSO DE BRÁCTEAS + FORMULACIÓN BASE AGLOMERANTE

Primero se definió el tamaño de partícula con que se trabajó, basado en los resultados del análisis granulométrico. En el caso del molino de martillo el grano de partícula más abundante fue el de tamaño de 1 mm y en el caso del molino eléctrico el tamaño de partícula del que se obtuvo mayor cantidad fue el de 0,15 mm. Se experimentó con ambos.

Siguiendo el procedimiento establecido, la alcachofa de 1 mm se mezcló en la batidora junto a los otros componentes. Luego se cocinó por 6 minutos a llama baja hasta que la mezcla espesó. Se vertió en un molde plástico y se secó durante un día entero utilizando calor y luz solar disponible en época de verano.

Las partículas de brácteas fueron contenidas en la formulación base sin mostrar mayor interacción con el resto de los componentes, el color y la textura de la formulación base se mantuvieron. Hubo partículas que se desprendieron debido al exceso de estas. Se probó disminuyendo la cantidad de partícula de bráctea.

Luego de la experimentación de la formulación base más las partículas de brácteas de dos tamaños: 1 mm y 0,15 mm, se llegó a la conclusión de que se logró un material más compacto y homogéneo utilizando la partícula de 0,15 mm. El aspecto es similar al cuero

MATERIAL ENTRAMADO DE FIBRAS DE TALLO + FORMULACIÓN BASE AGLOMERANTE

El entramado fue puesto sobre la superficie de vertido y luego se vertió la formulación base aglomerante. Debido a que el tiempo de curado de la mezcla es tan corto esto no permitió cubrir el entramado por ambas caras, situación que se vio evidenciada luego del secado. En el proceso de secado, la formulación base se reduce bastante y por esto se deformó el entramado quedando completamente deformado. Por esta razón no se seguirá la exploración.



Material biotextil no tejido a base de residuo de alcachofa.

Agua	84,7 %
Agar agar	1,6%
Carragenina	2.2 %
Glicerina	5,6 %
Alcachofa	5,9%

Proporciones finales del material biotextil no tejido.



Material a base de entramado de fibras.

Elaboración propia.

FIBRILLAS DE TALLO + FORMULACIÓN BASE AGLOMERANTE

Las fibrillas se incorporaron a la formulación base en el proceso de mezclado, y se continuó con el procedimiento establecido. En el proceso de secado el índice de reducción fue menor gracias al volumen ocupado por las fibrillas. Un punto en contra de la elaboración de este material es el tiempo que demora el convertir las fibras en fibrillas, condicionando a la realización manual.



Material a base de fibrillas de tallo.

Elaboración propia.

- Selección de la formulación final para el textil no tejido (formulación base + residuo)

Tabla de criterios y atributos

Material	Resistencia a la ruptura manual	Resistencia al estiramiento manual	Resistencia al dobléz en 180° grados	Flexibilidad	Percepción
MATERIAL PARTICULOSO DE BRÁCTEAS + FORMULACIÓN BASE AGLOMERANTE	5	5	4	5	5
FIBRILLAS DE TALLO + FORMULACIÓN BASE AGLOMERANTE	5	4	5	5	4

La formulación final corresponde a el biotextil no tejido basado en material particuloso de bráctea de alcachofa, con una base aglomerante de agar-agar y carragenina.

4.3.4 Caracterización del material a través de ensayos físicos, mecánicos, de trabajabilidad y percepción

- Ensayos físicos

Los resultados obtenidos de los ensayos físicos y mecánicos fueron comparados con los valores correspondientes del Cuero, siendo este un textil no tejido de gran uso y características sensoriales similares al biotextil desarrollado en esta investigación.

DENSIDAD

Cada una de las 5 probetas del biotextil fue masada y de los resultados se calculó el promedio. Luego se calculó el volumen de cada probeta y se calculó el promedio nuevamente, los resultados fueron reemplazados en la fórmula $D = m/V$. En la tabla a continuación se presentan los valores obtenidos:

Probeta	Masa (gr)	Volumen (mL)	Densidad (gr/mL)
Biotextil no tejido de alcachofa	4,79	5,49	0,87
Cuero animal			0,59

Los resultados demuestran que la densidad del biotextil no tejido es mayor que la del cuero siendo esta 0,87 m/v en comparación a 0,59 m/v del cuero.

ABSORCIÓN DE AGUA

Para calcular el porcentaje de absorción de agua del biotextil se masaron las 5 probetas utilizando una gramera y se calculó la masa promedio. Luego se sumergieron en un pocillo con agua durante 24 hrs, pasadas las 24 hrs se retiraron y se volvieron a masar y se calculó el promedio nuevamente. Utilizando la fórmula

$A = ((af - ai) : ai) \times 100$, se reemplazaron los valores obtenidos y se calculó el porcentaje de absorción.

$$A = ((7,14 - 4,79) : 4,79) \times 100 = 49,06$$

Probeta	Absorción de agua (%)
Biotextil no tejido de alcachofa	49,06
Cuero animal	233

El biotextil no tejido tiene una capacidad inferior de absorción de agua en comparación al cuero teniendo como resultado un 49% mientras que el segundo tiene una capacidad de absorción de 233%, siendo capaz de duplicar su masa.

HINCHAMIENTO

Para el cálculo de hinchamiento del biotextil, se midió el espesor de cada una de las 5 probetas utilizando un pie de metro y se calculó el promedio. Luego las probetas fueron sumergidas en un pocillo plástico con agua durante 24 hrs. Al término de este periodo las probetas se retiraron del agua y utilizando el pie de metro se volvió a medir el espesor de estos resultados se calculó el promedio. Los valores obtenidos fueron reemplazados en la fórmula

$$H = ((e_f - e_i) : e_i) \times 100$$

$$H = ((2,55 - 2,28) : 2,28) \times 100 = 11,84$$

Probeta	Hinchamiento (%)
Biotextil no tejido de alcachofa	11,84
Cuero animal	50

La deformación que sufre el biotextil no tejido al estar en contacto con el agua es considerablemente menor aumentando su tamaño en un 11,84% en comparación a la que sufre el cuero, aumentando su espesor en un 50%. Con estos valores se concluye que el biotextil tiene una mejor capacidad de estar en contacto con el agua a diferencia del cuero.

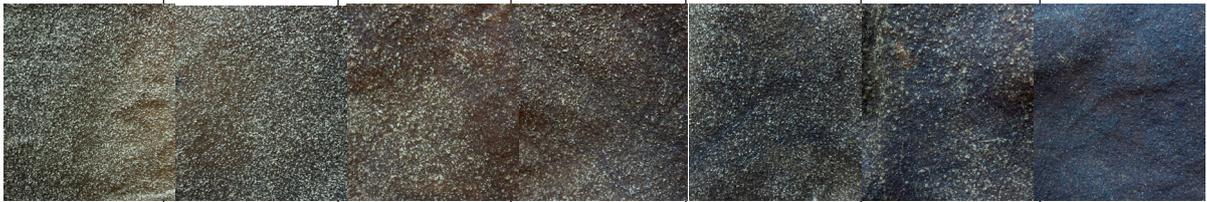
- Ensayos de resistencia a agentes externos

ENVEJECIMIENTO NATURAL (UV)

Las 2 probetas utilizadas para el ensayo de envejecimiento natural fueron fotografiadas, para registrar los cambios sensoriales sufridos producto de la luz solar y el calor, cada 4 días durante 1 mes.

En ambas probetas se pudo observar un cambio notorio en su color; de un tono inicial verdoso se tornaron cafés oscuras, con un brillo superficial producto de la glicerina expulsada, esto se acrecentó con la pérdida de agua en la composición del biotextil. La textura porosa, tanto visual como al tacto, característica del material disminuyó uniformemente. El espesor de las probetas también disminuyó notoriamente.

Con respecto a su desempeño performático; al doblarlo en 180° quedó una marca en un tono más claro, pero no supuso fractura. La flexibilidad y resistencia se mantuvieron.

Probeta	día 1	día 5	día 10	día 15	día 20	día 25	día 30
Registro fotográfico							

Elaboración propia.

- Propiedades mecánicas

ENSAYO DE PILLING Y ABRASIÓN

El resultado del ensayo de pilling y abrasión fue el mismo en cada ciclo, no hubo formación de pelusas ni desprendimiento de fibra. Con esto se concluye que un roce constante superficial genera desprendimiento de materia. El ensayo también fue realizado a una probeta de badana (cuero) la cual tampoco sufrió desprendimiento de materia, es conclusión el biotextil tiene un comportamiento similar al cuero en términos de desgaste continuo superficial.

	100 Oscilaciones	500 Oscilaciones	1000 Oscilaciones	5000 Oscilaciones	7000 Oscilaciones
Registro fotográfico biotextil					
Escala del 1-5	1	1	1	1	1
Registro fotográfico cuero					
Escala del 1-5	1	1	1	1	1

Elaboración propia.

ENSAYO DE ABRASIÓN

Los resultados del ensayo demuestran que luego de 10 ciclos, de 100 oscilaciones cada uno, hubo gran desgaste de materia pero sin llegar a la ruptura. La diferencia entre la porción desgastada sobre el resto de la probeta es visible en la textura; la cual es más lisa y suave, se tornó de un color blanquecino y por supuesto disminuyó su espesor. Este ensayo fue aplicado también a una probeta de cuero. Luego de realizar 10 ciclos de 100 oscilaciones el cuero no se rompió, solo hubo desgaste de la capa superior que lo recubre, con esto se puede concluir que el cuero tiene una resistencia a la abrasión mayor al biotextil desarrollado pero este también resiste a una abrasión agresiva solo que su estructura se ve afectada.

Ciclo 1 (100)	Ciclo 2 (200)	Ciclo 3 (300)	Ciclo 4 (400)	Ciclo 5 (500)	Ciclo 6 (600)	Ciclo 7 (700)	Ciclo 8 (800)	Ciclo 9 (900)	Ciclo 10 (1000)
------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	--------------------



Ciclo 1 (100)	Ciclo 2 (200)	Ciclo 3 (300)	Ciclo 4 (400)	Ciclo 5 (500)	Ciclo 6 (600)	Ciclo 7 (700)	Ciclo 8 (800)	Ciclo 9 (900)	Ciclo 10 (1000)
------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	--------------------



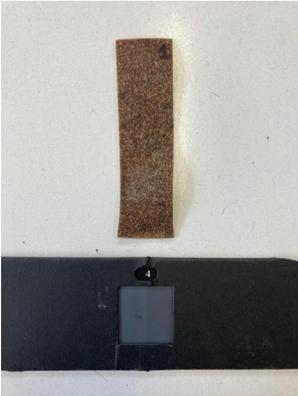
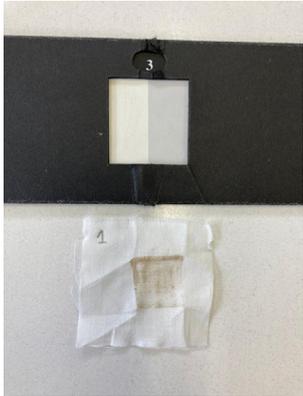
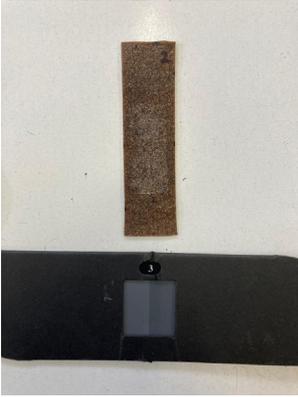
Elaboración propia.

ENSAYO DE DESGARRO

El ensayo dio como resultado la fuerza necesaria (kg) para desgarrar el biotextil, los valores obtenidos en cada probeta se registraron en la tabla. Se calculó el promedio de las 5 probetas y dio como resultado 444 kg.

Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Probeta 4	Probeta 5	Promedio
240 kg	420 kg	600 kg	600 kg	360 kg	444 kg

ENSAYO DE FROTE PARA CUERO

Estado del cuero	Probeta	Tela normada
Seco	4	3
Registro fotográfico		
Húmedo	3	2
Registro fotográfico		

Elaboración propia.

- Ensayos de trabajabilidad

CORTE

Los resultados de las pruebas de corte fueron positivos en la utilización de las 4 herramientas. Fue posible realizar cortes limpios y definidos sin desprendimiento de materia.

Herramienta	1	2	3	4	5
Tijera recta	X				
Tijera zig zag	X				
Corta cartón	X				
Corte láser	X				

Corte



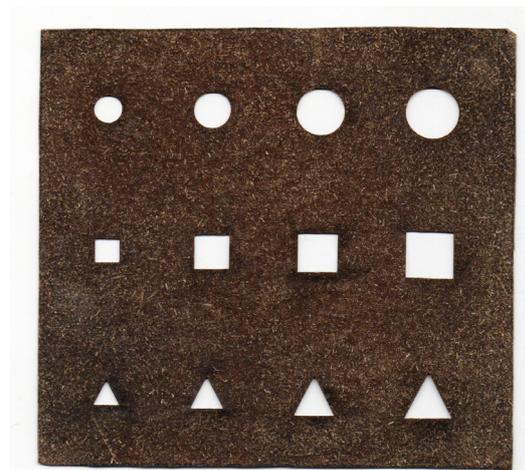
Tijera recta



Tijera zig zag



Corta cartón



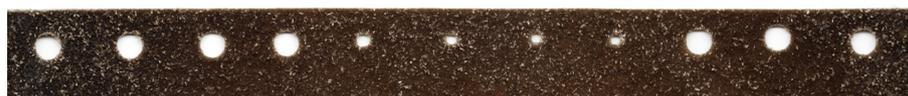
Corte láser

PERFORADO

Las pruebas de perforado tuvieron resultados favorables. En el caso del sacabocado, el corte no fue completamente limpio ya que al tener tantos puntos de contacto a la vez acarreó materia próxima. Con respecto al punzón, hubo un mínimo de desprendimiento de material debido a que la acción del punzón ejerce presión sobre la probeta y expulsó material para poder atravesarla.

Herramienta	1	2	3	4	5
Sacabocado		X			
Punzón		X			

Perforado



Sacabocado



Sacabocado con pitilla de algo-



Punzón con pitilla de algodón

Elaboración propia.

COSTURA

Las pruebas de perforado tuvieron resultados favorables. En el caso del sacabocado, el corte no fue completamente limpio ya que al tener tantos puntos de contacto a la vez acarreó materia próxima. Con respecto al punzón, hubo un mínimo de desprendimiento de material debido a que la acción del punzón ejerce presión sobre la probeta y expulsó material para poder atravesarla.

Herramienta	1	2	3	4	5
Costura recta	X				
Costura Zig-zag	X				
Costura recta para unión de biotextil con biotextil	X				
Costura recta para unión de biotextil con lona	X				
Remallado (Overlock)	X				

Costura



Máquina de coser casera puntada recta



Máquina de coser semi industrial diferentes puntadas

TEÑIDO

Tintes naturales (repollo morado) y anilina.

El resultado obtenido con el teñido de anilina fue superior al teñido con tinte natural; en ambos casos se obtuvieron resultados uniformes pero con la anilina hubo mayor saturación y vibración en el color en comparación con el tinte natural. Además se ajustó mejor a los resultados previstos en la mezcla de color.



Material teñido con anilina.

ESTAMPADO

Sublimación

Primero, se realizó una transferencia de calor sobre la probeta, utilizando una plancha y ejerciendo presión sin movimiento, durante 80 segundos a 200° C. La imagen se transfirió de forma superficial y tenue, por lo que no se puede reconocer el contenido de la imagen. El material perdió su color verde original, pasando a adquirir una tonalidad café.

Por esto, se realizó un segundo ciclo de transferencia de calor sobre la probeta siguiendo el mismo procedimiento, solo que esta vez, fue durante 60 segundos. Como resultado, se obtuvo una transferencia de imagen de colores y formas, pero sin definición de los detalles. El material se tornó café-anaranjado, producido por el exceso de calor.

Transfer

Se realizó un ciclo de transferencia de calor con plancha estática, de 30 segundos a 177° C, utilizando un papel siliconado entre la plancha y la probeta, se esperó 10 minutos hasta que se enfrió. La imagen no se adhirió al material, no hubo ningún cambio visible.

Se realizó un segundo ciclo en la misma probeta, siguiendo el procedimiento pero esta vez sin el papel siliconado. La imagen nuevamente no se transfirió al material, pero el papel transfer adquirió la textura del biotextil.

Finalmente, se realizó un último ciclo de transferencia de calor de 60 segundos, a la misma temperatura, sin el papel siliconado, esperando los 10 minutos para que se enfriara. La imagen no se transfirió y la probeta se tornó café-anaranjada.

Sublicotton

Se efectuó un ciclo de transferencia de calor de 20 segundos a 200° C y, sin dejar enfriar, se retiró el papel. Parte del color negro del fondo de la imagen se transfirió al material junto a la silueta de la bractea, pero no la imagen de la bractea en sí.

Luego se efectuó un segundo ciclo de calor en la misma probeta y se aumentó a 30 segundos a la misma temperatura. Por la porosidad del material no se transfirió toda la imagen, solo $\frac{3}{4}$ aproximadamente (ver imagen), pero de manera muy tenue y sin observar detalles; la probeta se tornó color café.

Vinilo

Se siguió el procedimiento para estampados con vinilos, ejerciendo transferencia de calor con plancha por 15 segundos a 160° C y se dejó enfriar. La imagen no se transfirió.

Luego, se repitió el proceso, duplicando el tiempo de transferencia de calor, siendo ahora de 30 segundos. El papel se pegó al material, al retirar la imagen no se transfirió a la probeta, en cambio, partículas del biotextil se adhirieron al vinilo. No hubo ningún cambio visible en la probeta.



Resultados de pruebas de estampado.

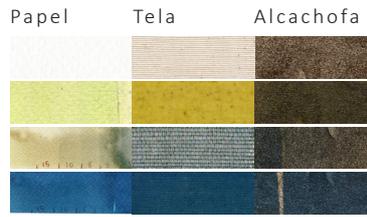
Elaboración propia.

Cianotipia

La técnica de cianotipado obtuvo el mejor resultado de estampado, debido a que fue posible grabar un diseño detallado en el biotextil. Primero se eligieron los elementos para estampar, 2 con diferente grado de complejidad con la finalidad de comparar y evaluar el grado de detalle posible de estampar en el material. En el caso del pistilo se pudo apreciar gran detalle y contraste de color, hay detalles que no se pudieron apreciar a simple vista debido a la porosidad del biotextil pero la silueta general fue estampada. El color azul es visible sobre el biotextil creando un bonito contraste. El resultado del estampado de la bráctea fue similar al estampado del pistilo.

En conclusión esta técnica tuvo mejores resultados que la anterior debido a que los químicos son impregnados en el material y se adhieren tanto a la fibra de alcachofa como al aglomerante.

Cianotipia



- Material + Masking en los bordes
- Ferrocianuro + Citrato de potasio
- Posicionamiento del residuo
- 5 min de exposición
- 22°C de temperatura
- Lavado de acuerdo al material

Papel para acuarela
Fabriano

Lona 100% algodón

Biotextil
de alcachofa

Papel para acuarela
Fabriano

Lona 100% algodón

Biotextil
de alcachofa

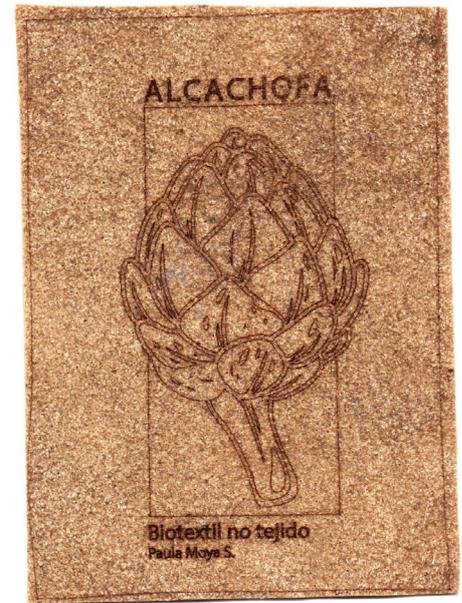


Elaboración propia.

Grabado

La potencia de grabado óptima resultó ser de 30% y la velocidad de grabado un 20%. Con esta configuración se logró un grabado notorio, creando un contraste de color de grabado con el del biotextil, sin dañar los alrededores.

Luego de definir la configuración de la máquina láser, se grabó la imagen de una alcachofa. Hubieron pequeños sectores donde el grabado no se encuentra del todo definido debido a que el biotextil no se encontraba completamente plano.



Material grabado con láser.
Elaboración propia.

- Caracterización perceptual

La potencia de grabado óptima resultó ser de 30% y la velocidad de grabado un 20%. Con esta configuración se logró un grabado notorio, creando un contraste de color de grabado con el del biotextil, sin dañar los alrededores.

Luego de definir la configuración de la máquina láser, se grabó la imagen de una alcachofa. Hubieron pequeños sectores donde el grabado no se encuentra del todo definido debido a que el biotextil no se encontraba completamente plano.

Resultados de la encuesta a grupo diseñadores

1. Nivel sensorial - ¿Cómo describes al material?

	2	1	0	1	2			2	1	0	1	2	
suave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	rugoso	rígido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	flexible
duro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	blando	irrompible	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	quebradizo
mate	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	brillante	liviano	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	pesado
no reflectante	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	reflectante	textura regular	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	textura irregular
frío	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	cálido	no fibroso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	fibroso
no elástico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	elástico	inoloro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	colorido
opaco	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	transparente	inoloro	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	oloroso

Grupo diseñadores

Los resultados de la encuesta aplicada al primer grupo “Diseñadores” fue bastante polarizada; los resultados del nivel sensorial arrojaron que el biotextil se percibió como un material con textura irregular pero no fibrosa, colorido y frío.

Se cree que es un material flexible, elástico, blando y liviano, características relacionadas a su comportamiento y maleabilidad.

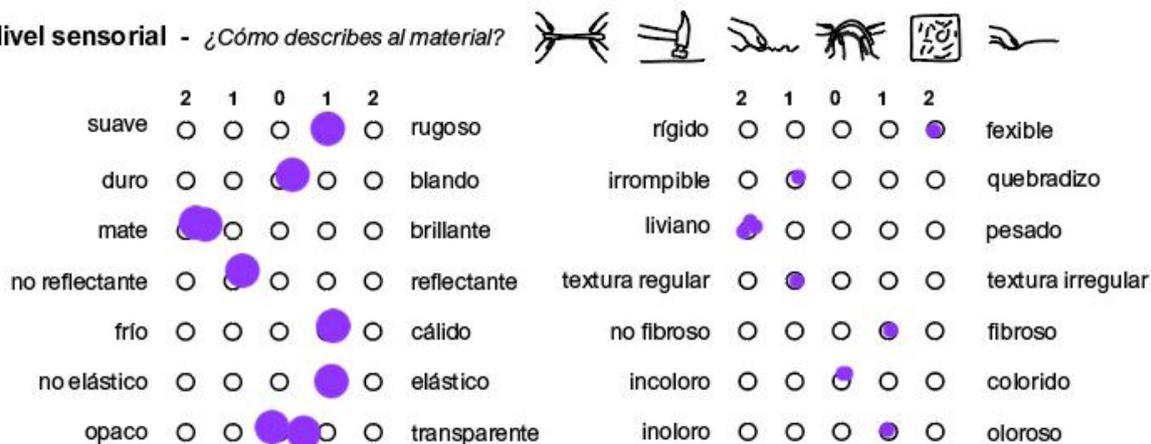
En el nivel afectivo las emociones más mencionadas fueron: Comodidad, inquietud y sorpresa. En este apartado hubo varias diferencias entre los encuestados; un grupo opinó que el material se ve calmo, natural agradable frente a un grupo al que le causó inquietud y opinó que tiene un aspecto sucio, entre otros.

Los significados más repetidos por el grupo de los diseñadores fueron: Natural, distante, agrado

Se agregó un anexo para reflexiones finales sobre el biotextil las cuales fueron en el caso de los diseñadores: tiene una textura agradable y flexible, es un material muy similar al cuero, además tiene una apariencia resistente. El color es algo que se podría mejorar.

Resultados de la encuesta a grupo diseñadores

1. Nivel sensorial - ¿Cómo describes al material?



Grupo costureras

Los resultados de la encuesta aplicada al segundo grupo “Costureras” fueron similares a los resultados obtenidos por el grupo de diseñadores. Las apreciaciones sensoriales fueron que es un material flexible, liviano y elástico. Este grupo destacó la presencia de fibras y la presencia de olor por sobre el grupo anterior.

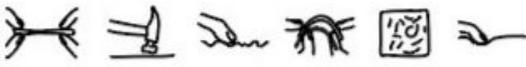
Nivel afectivo: Las emociones más mencionadas fueron sorpresa, agrado y admiración. La positividad hacia el material estuvo relacionada a su origen y características sensoriales.

Los significados más escogidos por el grupo de Costureras fueron: calmado, honesto, natural.

Las reflexiones finales fueron que la cualidad más agradable del biotextil es su similitud al cuero, la firmeza que presenta y su textura. Uno de los aspectos que podría ser mejorable es su color, ya que tiene un tono no definido, sucio.

Resultados de la encuesta a grupo diseñadores

1. Nivel sensorial - ¿Cómo describes al material?



	2	1	0	1	2		2	1	0	1	2		
suave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	rugoso	rígido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	flexible
duro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	blando	irrompible	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	quebradizo
mate	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	brillante	liviano	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	pesado
no reflectante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	reflectante	textura regular	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	textura irregular
frío	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	cálido	no fibroso	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	fibroso
no elástico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	elástico	inoloro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	colorido
opaco	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	transparente	inoloro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	oloroso

Grupo aleatorio

Los resultados obtenidos en el nivel sensorial fueron valores intermedios, ninguna de las características se decidió por completo. Con los grupos anteriores se concuerda en la flexibilidad del material y otros rasgos de comportamiento.

Emociones: admiración, sorpresa y curiosidad

Significados: natural, hecho a mano, diferente.

Dentro de las reflexiones finales se encontró nuevamente lo agradable de su similitud al cuero; esto consideró su textura, flexibilidad y consistencia.

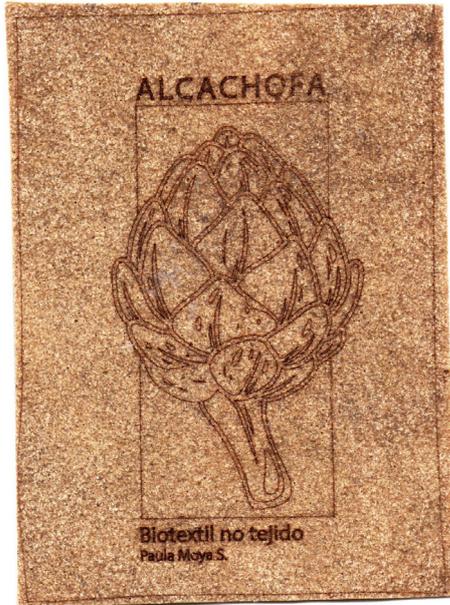
4.3.5 Proyecto de diseño con uso de textil no tejido a base de alcachofa

— Ficha técnica resumen de las características físicas y mecánicas del biotextil desarrollado.

FICHA TÉCNICA

Biotextil no tejido basado en residuos de alcachofa

Medidas de la lámina: A1 59,4 cm x 84,1cm



Composición Seca

Material particuloso de brácteas y pistilos de alcachofa	5,9%
Agua	84,7 %
Glicerina	5,6 %
Agar-agar	1,6 %
Carragenina	2,2 %

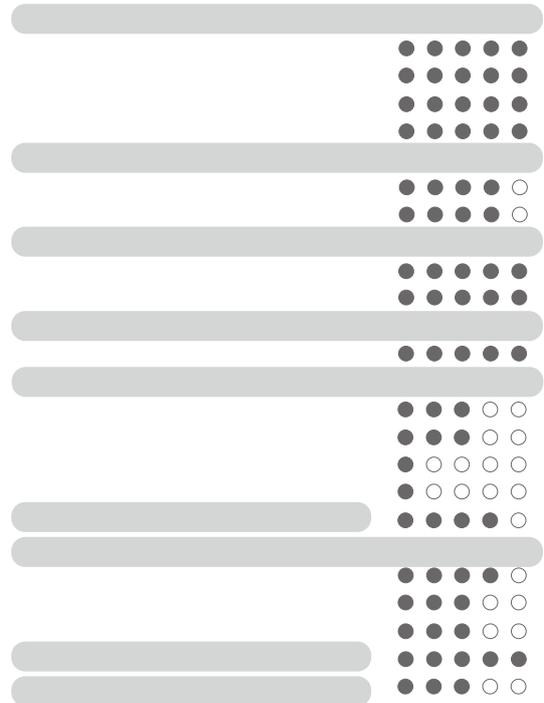
Propiedades físicas

Densidad	0,8 (gr/mL) INEN 1 060
Absorción de agua	49,0% UNE-EN 317 (Aenor, 1994)
Hinchamiento	11,8% (Aenor, 1994)

Propiedades mecánicas

Fuerza necesaria para el desgarro	444 kg
Ensayo de abrasión: Resistencia a 1000 oscilaciones sin romperse (ASTM D3389)	
Ensayo de abrasión y peeling: Resistencia a 7000 oscilaciones sin desprendimiento de materia (Norma: ISO 12945-2:2020)	
Frote para cuero	
Estado seco :	Biotextil no tejido: 4 Tela normada: 3
Estado húmedo:	Biotextil no tejido: 3 Tela normada: 2

Pruebas de trabajabilidad



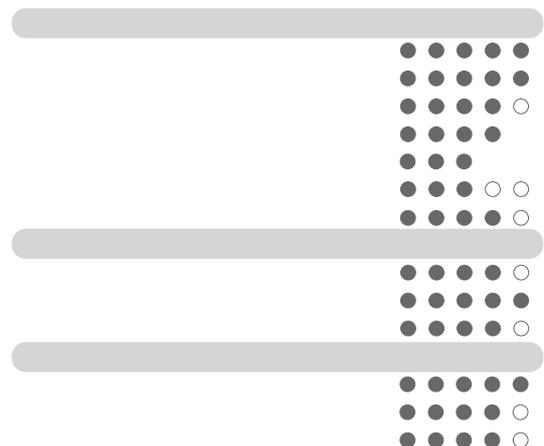
Resistencia a agentes externos

(escala: baja, media baja, media, media alta y alta)

Envejecimiento	naturalalta
Degradación	media

(UNE-EN 13432)

Propiedades perceptuales



—Conceptualización de la alcachofa

La estructura botánica de la alcachofa ha sido una fuente de inspiración de diversas obras artísticas, encontrando su presencia en disciplinas como la pintura, la ilustración y la literatura, destacando en cada una de sus representaciones la forma en que el desarrollo de su inflorescencia recubre por medio de duras y ásperas bráctea, su frágil receptáculo carnoso.

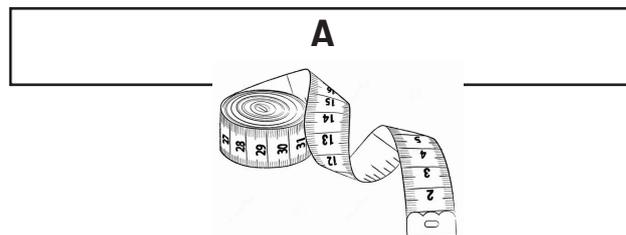
A modo de ejemplo, algunas de las obras inspiradas en la alcachofa son: el mito griego de la alcachofa, transmitido por medio de la oralidad, el cual dió origen a su nombre científico, cynara; la “Oda a la Alcachofa”, escrita por el poeta nacional Pablo Neruda; el cuento “El corazón de la alcachofa”, escrito por la mexicana Elena Poniatowska; las fotografías botánicas de Karl Blossfeldt; entre otros.

El ciclo de vida de la alcachofa, como se narra en el poema, es un simbolismo de la revalorización de la identidad, la ropa de la alcachofa queda disponible, como representación de lo que fue, el volver a utilizarla significa la conmemoración de sus cualidades y propiedades, de su esencia. El utilizar sus residuos para la confección de un textil que sea parte de nuestra personalidad e identidad, adquiere así una significación simbólica importante.

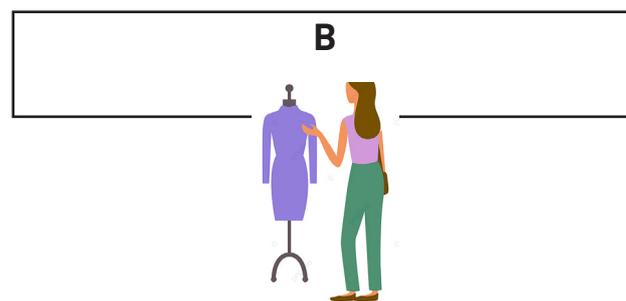
Conceptualización morfológica de la alcachofa:

La alcachofa es una estructura con función de contenedor, conformada por una figura (bráctea) en repetición la cuál forma un patrón.

—Definición de Usuario



- Usuario diseñador de moda que compra el material o colabora con el proyecto y genera una línea de productos
- Edad: Desde los 25 años
- Genera ingresos
- Interesada y con experiencia en la confección de indumentaria
- El mundo de la moda busca propuestas más sustentables en el uso de sus materiales, prefiriendo textiles catalogados como “cruelty free”



- Usuario que compra o recibe el producto fabricado y lo usa o viste
- Edad: Desde los 18 años hasta los 45 años
- Vegano
- Consumidora consciente, le importa el origen de los productos que adquiere
- Interesada y apasionada por la moda
- Seguidora de las vanguardias e innovaciones
- Usuaría de redes sociales, espectadora virtual de eventos que involucran diseñadores de moda
- Dispuesta a invertir dinero en productos que captan su atención

- **Usuario A** actúa como intermediario para la difusión del material en sus propios productos y con su público específico (**Usuario B**).



El usuario diseñador A consigue el material y fabrica un producto para el **usuario B** que lo adquiere y lo usa o viste.

—Propuesta de diseño 1 / CARTERA

Teniendo en consideración los resultados obtenidos en los ensayos físicos y mecánicos se realizó una conceptualización de la estructura de la alcachofa. La alcachofa es una estructura con función de contenedor, conformada por una figura (bráctea) en repetición la cuál forma un patrón. La bráctea se reconfiguró en una figura regular (Círculo) y fue repetida para la formación de una trama.

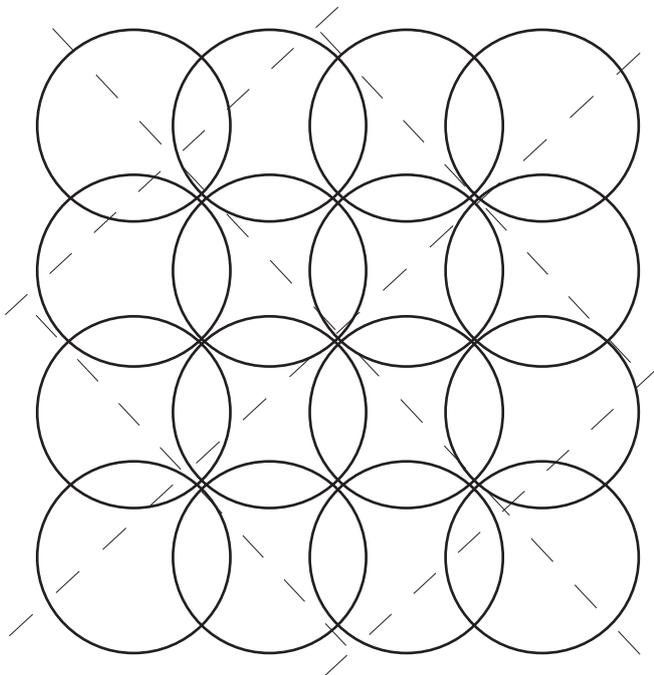


Figura: Diagrama de trama basada en el diseño de Amy Bonsor, 2020.

Elaboración propia.

—Propuesta de diseño 2 / CHAQUETA

Al conceptualizar el sistema estructural de la alcachofa se observó un sistema de superposición y de capas dependientes para la formación de una envolvente. Para mostrar el concepto anterior en una prenda de indumentaria, se diseñó una chaqueta en dos capas diferentes (una de lona de algodón y la otra del biotextil de alcachofa) que al superponerse se crean figuras y se completan líneas del diseño.

—Propuesta de diseño 3 / EXPLORACIÓN LUMINARIA

Una de las características obtenidas del materia elaborado fue su translucidez, lo cual fue explorado mediante la generación de la misma trama de la propuesta de diseño 1, pero a contraluz, generando un manto luminoso que deja entrever un patrón.

PROYECTO CARTERA

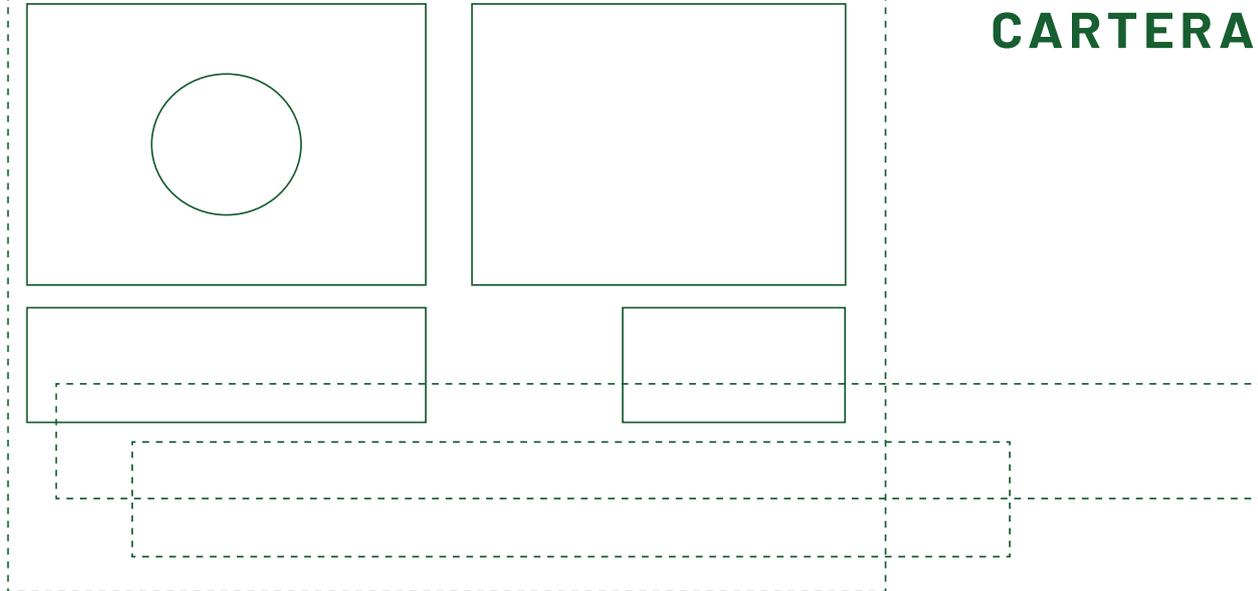


Diseño de indumentaria

MOLDES

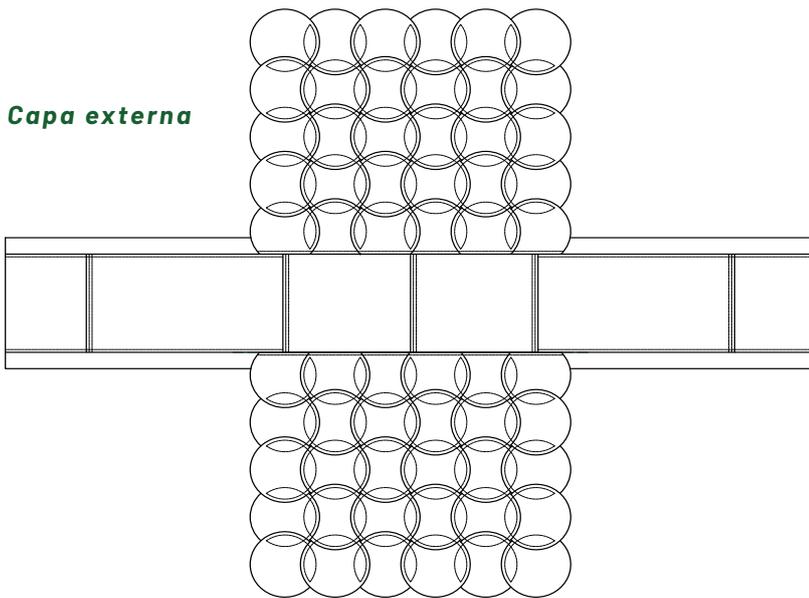
Línea continua verde - Textil no tejido

Línea punteada - Lona de algodón

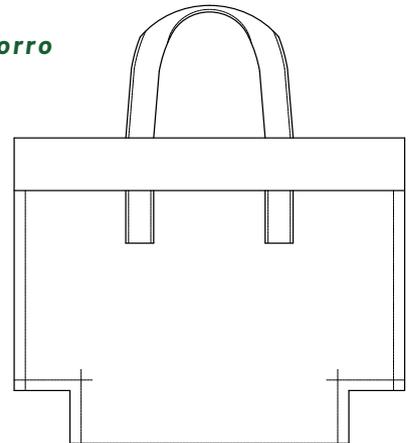


PROYECTO CARTERA

Capa externa

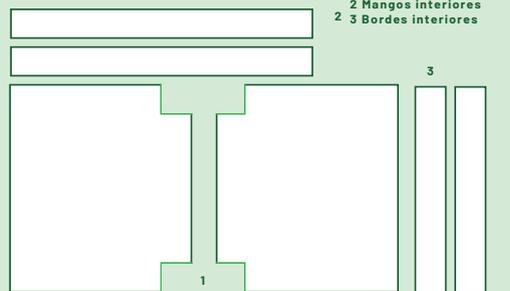


Forro



PIEZAS CARTERA

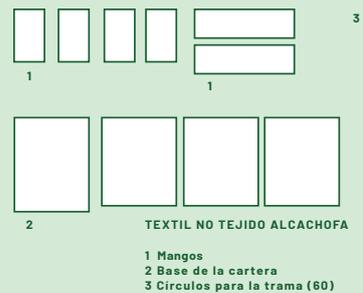
FORRO



LONA DE ALGODÓN

- 1 Pieza principal del forro
- 2 Mangos interiores
- 3 Bordes interiores

CAPA EXTERIOR CARTERA



- 1 Mangos
- 2 Base de la cartera
- 3 Círculos para la trama (60)

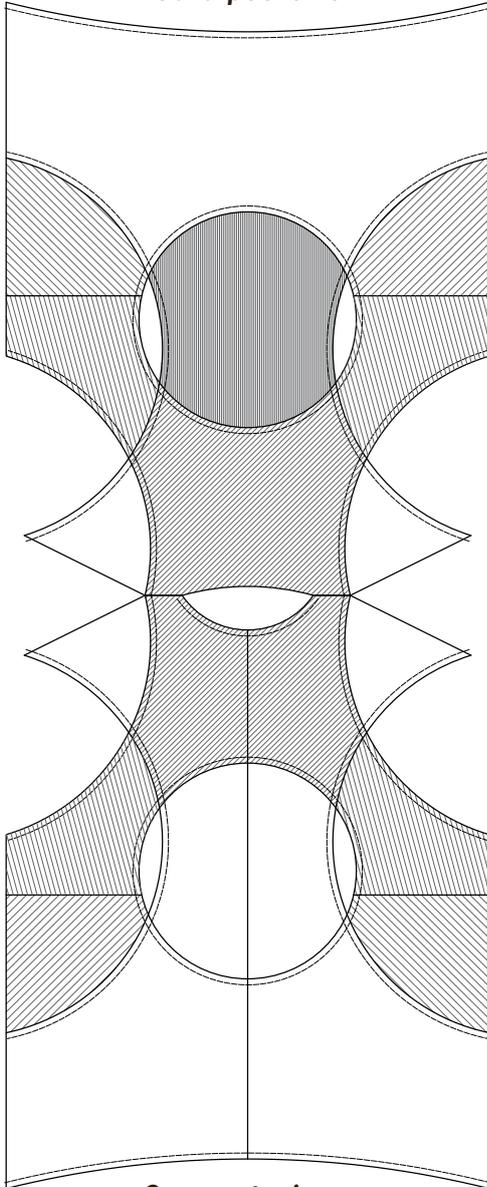
PROYECTO CHAQUETA



Diseño de indumentaria

PROYECTO CHAQUETA

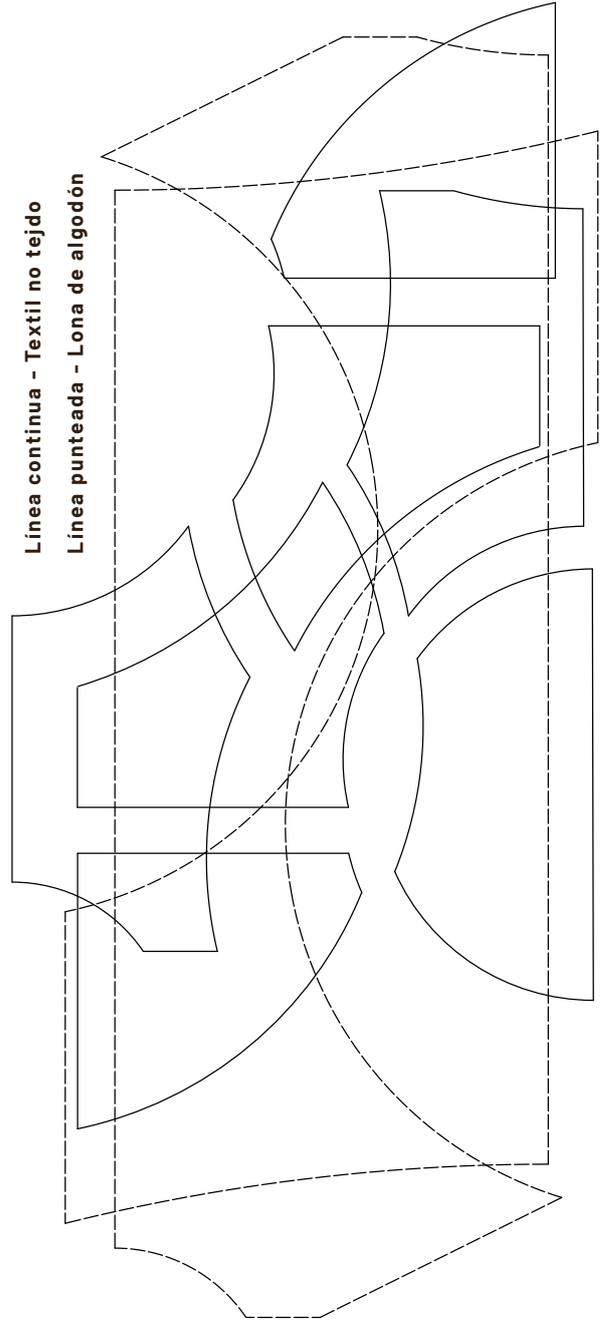
Cara posterior



Cara anterior

MOLDES

Línea continua - Textil no tejido
Línea punteada - Lona de algodón

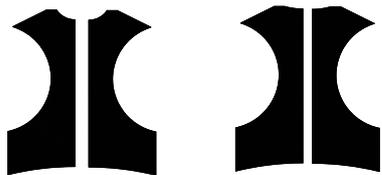


PIEZAS CHAQUETA

CAPA DE LONA

LONA DE ALGODÓN

1 Piezas frontales
2 Piezas posteriores



1

2

CAPA TEXTIL NO TEJIDO

ALCACHOFA

TEXTIL NO TEJIDO

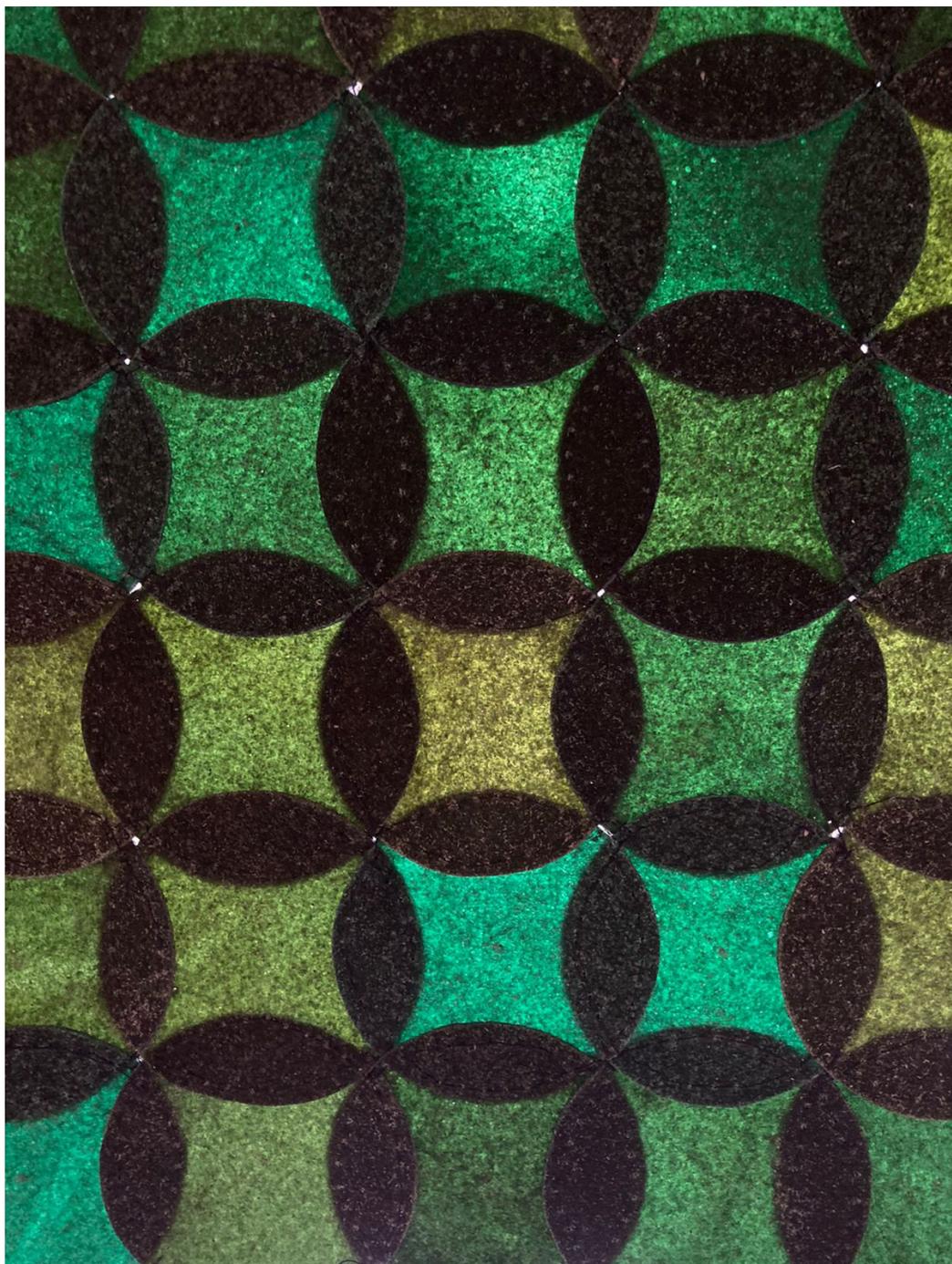
1 Piezas frontales
2 Piezas posteriores



1

2

PROYECTO EXPLORATORIO LUMINARIA



Gestión de los residuos del residuo

- Con la confección de indumentaria se generan **RETAZOS.**

- Residuo valorizado para la formación de una nueva lámina

Lámina de 22 cm x 15 cm masa 45 grs



Lámina reconstituida al procesar 45 grs de residuo más 250 grs de agua



5.1 Conclusiones y proyecciones

El objetivo principal de este proyecto fue definir técnicas y procedimientos para la transformación de los residuos de alcachofa; brácteas, pistilos y tallos, en una materia prima que pueda ser utilizada como base para el desarrollo de un biotextil no tejido, con uso indumentario. Esto se cumplió al poder transformar los pistilos y las brácteas en material particuloso y de los tallos la extracción de fibras para su utilización en conjunto de una base aglomerante para la formación de un biotextil no tejido con propiedades físicas y sensoriales similares al cuero. Los procesos y componentes implicados para el desarrollo de este material siguieron el alineamiento de los criterios de sustentabilidad establecidos, dentro de ellos se encontraban: la localidad, veganismo y bajo impacto en la salud humana, entre otros.

El primer objetivo específico de la investigación fue establecer un proceso de transformación de los residuos de la alcachofa en materia prima para la elaboración de un biotextil no tejido. Para cumplir con este objetivo fue necesaria la búsqueda de referentes, que dieron cuenta de la baja utilización y valorización de los residuos de esta hortaliza, por ello fueron necesarios procesos rigurosos de observación y manipulación de los residuos para poner en valor su potencial para uso. Utilizando estas dos fuentes (referentes de investigación de la alcachofa y la exploración intuitiva) se pudieron establecer los procesos de transformación del residuo a materia prima. En el caso de las brácteas y pistilos esto significó un proceso de molienda y tamizado resultando en una materia prima particulosa. En el caso del tallo el proceso de transformación significó un proceso de enriado y cepillado para la obtención de fibras, las cuales fueron utilizadas en diferentes formatos para la experimentación. Estas dos materias primas extraídas/transformadas se utilizaron en conjunto a una base aglomerante las cuales se unieron mediante procesos químicos-térmicos para la formación de un textil no tejido.

El segundo criterio específico fue la selección de un aglomerante que siguiera los lineamientos de los criterios de sustentabilidad establecidos para la conformación de un biotextil no tejido. Este objetivo se llevó a cabo por medio de la búsqueda de aglomerantes utilizados para la creación de biomateriales. Esta selección de aglomerantes se redujo al observar cuáles eran los que cumplían con los criterios de sustentabilidad (veganismo, localidad, entre otros). Por ello observando la disponibilidad de recursos en Chile dio cuenta lo abundante de la industria acuícola y a la vez la casi inexistente industria de transformación de algas en materia prima. La investigación dio cuenta de una producción de hidrocoloides en pequeña escala, la cual tiene lineamientos de sustentabilidad y respeto al medio ambiente.

De esta forma se escogieron los hidrocoloides para la formación del biotextil. Al mezclar dos de ellos se pudo crear una formulación base aglomerante con características similares a un textil (resistencia, flexibilidad) para el desarrollo de un biotextil no tejido.

El último objetivo de la investigación fue la aplicación del biotextil para el diseño de indumentaria, este objetivo sigue en desarrollo ya que se llegó al diseño de una trama para la formación de un producto el cual será desarrollado en etapas posteriores.

Proyecciones

Muchos de los procesos de elaboración del biotextil se restringieron a su realización manual. Por ello se proyecta su producción a un nivel industrial, haciendo énfasis en que en una escala más grande se podrán obtener láminas más grandes y de esta forma ampliar las posibilidades de utilización del material. Para la elaboración industrial del biotextil se necesita poner en valor la industria del agar-agar y carragenina en Chile.

Dentro de los aspectos mejorables del biotextil no tejido para su utilización, se encuentra su alta permeabilidad al agua. Este aspecto restringe su uso por ello se explorarán a futuro formas de impermeabilizar su superficie.

5.2 Lista de referencias

- Abad, M. (2001). Agroecología del cáñamo. Fertilidad de la tierra: revista de agricultura ecológica. Dialnet.
- Abu-Reidah, I., Arráez-Román, D., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A. (2013). Extensive characterisation of bioactive phenolic constituents from globe artichoke (*Cynara scolymus* L.). Department of Analytical Chemistry, Faculty of Sciences, University of Granada.
- Acuña, N., Gallo, L., Granado, M., Jofre, D., Mancinelli, G. (2020). Transición hacia el veganismo: Una mirada cultural, social y alimentaria. Facultad de Medicina. Universidad de Buenos Aires.
- Amigó, V., Salvador, M., Sahuquillo, O. (s. f.-b). Aprovechamiento de residuos de fibras naturales como elementos de refuerzo de materiales poliméricos. Quinto congreso internacional de fibras naturales.
- Andreo, P., García, N., García, S. (2020). Efecto prebiótico de la alcachofa y su relación con las enfermedades mentales. 7(1): 20-26. Revista Discapacidad, Clínica y Neurociencias.
- Andulce, P. (2020). Mapeando el diseño chileno. La Tercera: Portal. <https://www.latercera.com/masdeco/mapeando-el-diseno-chileno/>.
- Angarita, E. (2022). Impacto en la contaminación del medio ambiente por parte de la industria de la carne vacuna y posibles soluciones. Facultad de ingeniería civil. Universidad Santo Tomás, Tunja.
- Aplicar criterios de sostenibilidad en la toma de decisiones a cualquier nivel (2015). Universidad Rey Juan Carlos CiED: Portal. <https://urjconline.atavist.com/2015/11/13/aplicar-criterios-de-sostenibilidad-en-la-toma-de-decisiones-a-cualquier-nivel/>.
- Arakaki, N., Schmidt, W., Carbajal, P., Fredericq, S. (2015). First occurrence of *Gracilaria chilensis*, and distribution of *Gracilariopsis lemaneiformis* (Gracilariaceae, Gracilariales) in Peru on the basis of rbcL sequence analysis. *Phytotaxa Revista*.
- Ashby, M., & Johnson, K. (2002). *Materials and Design: The Art and Science of Material Selection in Product Design*. Butterworth and Heinemann.
- ASTM D4060 Test Abrasion And Wear Resistance Of Organic Coatings. (s. f.-b). MicomLab: Portal. <https://www.micomlab.com/micom-testing/astm-d4060/>.
- Avila, M., Aroca, G., Rodríguez, D., Riquelme, R., Piel, M., Ramirez, M., De Zarate, C. (2019). Manual de buenas prácticas para el cultivo del pelillo. Universidad Arturo Prat
- Avila, M., Buschmann, A., Riquelme, R., Piel, M., De Zarate, C., Pérez, F., Clement, A., Erbs, M., Vega, M. (2014). Determinación de los impactos asociados a los cultivos de macroalgas y moluscos filtradores y su interacción con cultivos salmónidos. Universidad Arturo Prat.
- Barzola, A. (2021). Elaboración de embutido de pasta gruesa enriquecido con alcachofa (*Cynara scolymus*) y ortiga (*Urtica dioica*). UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA LICENCIATURA EN GASTRONOMÍA.

- Bell, F., McQuaid, E., & Alistar, M. (2022). Alganyl: Cocinando ropa sustentable. *Diseña*, (20), Article 4. <https://doi.org/10.7764/disena.20.Article4>.
- Berlién, J. (2008). Evaluación de la calidad superficial con respecto a la variación del contenido de humedad en el cepillado en madera central y lateral para álamo. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile.
- Bianco, V. (2012) The artichoke: A travelling companion in the social life, traditions and culture. *Acta Horticulturae*.
- Borsini, AA. (2019). Influencia de la temperatura de secado en las características antioxidantes de subproductos de alcachofa. <http://hdl.handle.net/10251/127928>
- Bunning, M., Woo, D., Kendall, P. (1998) Hierbas: Cómo conservarlas y usarlas. Colorado State University Extension Revista.
- Caballero, M., Silva, L., López, I., & José, A. (2008). CARACTERIZACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS DE FIBRAS DEL AGAVE ANGUSTIFOLIA HAW (N.o 1003). Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional Hornos.
- Caballero, M., Silva, L., López, I., José-José, A., Cortés, C., Montes, J., García, R. (2008) Memorias del 14 congreso internacional anual de la SOMIM, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional Hornos.
- Calendario Extractivo para el Recurso de Pelillo (*Gracilaria chilensis*) en la zona de aplicación del Plan de Manejo de Bahía Ancud, X Región. (2017). Subsecretaría de Pesca y Agricultura. Gobierno de Chile.
- Canales, C. (2020). Tonato Materia vegetal. Facultad de arquitectura y urbanismo. Universidad de Chile.
- Carrera i Gallissà, E. (2015). Caracterización de tejidos. Principales ensayos físicos para evaluar la calidad de los tejidos textiles. Universitat Politècnica de Catalunya. Terrassa.
- Carrera i Gallissà, E. (2017). Física textil: Propiedades físicas para caracterizar la calidad de las fibras textiles. Universitat Politècnica de Catalunya. Terrassa.
- Chile está decidida a lanzar la biotecnología del alga autóctona ‘pelillo’ (2021). Mis Peces: Portal. <https://www.mispeces.com/noticias/Chile-esta-decidida-a-lanzar-la-biotecnologia-del-alga-autoctona-pelillo/#.YpaIJCjMJPY>.
- Contaminantes agrícolas: informe de la FAO advierte grave amenaza para el agua del planeta. (2018). Diario Estrategia: Portal. <https://www.diarioestrategia.cl/texto-diario/mostrar/1117813/contaminantes-agricolas-informe-fao-advierte-grave-amenaza-agua-planeta>.
- Cueros tóxicos: Nuevas evidencias de contaminación de curtiembres en la Cuenca Matanza-Riachuelo. (2012). Greenpeace Argentina.
- El comercio mundial del sector del cuero en 2020. (2021). LederPiel: Portal. <http://lederpiel.com/co>

mercio-mundial-cuero-2020/.

Ensayo de tejidos y geotextiles. (s. f.-b). ZwickRoell: Portal. <https://www.zwickroell.com/es/sectores/textiles/ensayo-de-tejidos-y-geotextiles/>.

Estrada, C. (2007). El pelillo, un producto de exportación, a precio de explotación. DPH: Portal. <http://base.d-p-h.info/en/fiches/dph/fiche-dph-7311.html>.

Fierro, J. (2018). Elaboración de una guía didáctica virtual de los procesos de hilatura de fibras cortas. Facultad de ingeniería en ciencias aplicadas. Universidad Técnica del Norte, Ecuador.

Freire, A., Tenelema, C. (2015). Construcción e implementación de un prototipo mecánico para medir la abrasión al frote en seco del acabado del cuero. Facultad de ciencias pecuarias. Escuela superior politécnica de Chimborazo.

Gelymar duplica su capacidad de producción (2019). FoodNewsLatam: Portal. <https://www.foodnews-latam.com/paises/76-chile/9133-gelymar-duplica-su-capacidad-de-producci%C3%B3n.html>.

González, J. (2013) La sostenibilidad ecológica en el desarrollo de productos textiles: Una revisión de literatura. Revista Realidad y Reflexión.

Guzmán, F. (2014). Evaluación de distintas etapas de la línea de operación para el mejoramiento de los procesos de producción de carragenina en la empresa Extractos Naturales Gelymar S.A. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile.

Gómez, S., Yory, F. (2017). Aprovechamiento de recursos renovables en la obtención de nuevos materiales. Ingenierías USBMed: Portal. <http://www.revistas.usb.edu.co/index.php/IngUSBmed/article/view/3008/2781>.

Historia de la industria textil en Chile (2010) Viste la Calle: Portal. <https://vistelacalle.com/historia-de-la-industria-textil-en-chile/>.

Hoffmann, A. (2016). Guía de Educación Ambiental y Residuos. Oficina de Residuos y Riesgo Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente. Gobierno de Chile.

Hollen, N., Saddler, J., Langford, A. (1999). Introducción a los textiles. Limusa Noriega Editores.

Ivester, A., Neefus, J. (1998) Cuero, pieles y calzado. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Organización Internacional del Trabajo.

Ivester, A., Neefus, J. (1998) Industria de productos textiles. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Organización Internacional del Trabajo.

Jana A., Constanza y Saavedra R., Gabriel del (eds.) (2018) Manual de producción de alcachofas [en línea]. La Serena: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 359.

Juárez, C., Rodríguez, P., Rivera, R., Rechy, M. (2004). Uso de fibras naturales de lechuguilla como refuerzo en concreto. Revista Ingenierías.

LAS ALGAS ROJAS, CARACTERÍSTICAS Y DISTRIBUCIÓN EN CHILE (2019). Copram: Por-

tal. <https://copram.cl/las-algas-rojas-caracteristicas-y-distribucion-en-chile/#:~:text=Varias%20son%20las%20especies%20de,mar%E2%80%9D%20y%20%E2%80%9Ccarola%E2%80%9D>.

La alcachofa de España (2019). Envases de alcachofa para acabar con el plástico. Feltwood.

La importancia del material en el diseño: el diseño de materiales (2020). Connections by Finsa: Portal. <https://www.connectionsbyfinsa.com/disen-de-materiales/>.

La industria textil en Chile. (s. f.-b). Memoria Chilena: Portal. <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-100671.html>

La sofisticación de las alcachofas en la Historia (2017). Flores de Alcachofa: Portal. <https://www.flores-dealcachofa.com/la-sofisticacion-de-la-alcachofa/>.

Larios, R. (2019). El reto de la sostenibilidad en la industria textil y de la moda. Mundo Textil. Asociación Peruana de Técnicos Textiles.

Lechevalier-Datin, V., Anton, M., Nau, F. (2009). Egg Proteins. Handbook of hydrocolloids, Woodhead Publishing in Food Science, Technology and Nutrition.

Los 10 mayores exportadores de textiles del mundo (2017). Opportimes: Portal. <https://www.opportimes.com/los-10-mayores-exportadores-textiles-del-mundo/>.

Luque, A. (2018). Elementos que favorecen la producción textil transnacional y relación con su responsabilidad social empresarial. Cuadernos Latinoamericanos de Administración.

Lutz, M., Henríquez, C., Escobar, M. (2011). Chemical composition and antioxidant properties of mature and baby artichokes (*Cynara scolymus* L.), raw and cooked. Journal of Food Composition and Analysis. Elsevier

Manual de No Tejidos: Clasificación, identificación y aplicaciones (2005). ABINT Megaplastic.

Matias-Rangel, A.; Trejo-Márquez, M.A.*; Pascual-Bustamante, S.; Lira Vargas, A.A. (2018). Extracción de fibra a partir de la alcachofa (*Cynara scolymus* L.) por medio de métodos químicos y su caracterización. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales, Centro de Asimilación Tecnológica.

Mendoza, M. (s. f.-b). Tela no tejida de polipropileno. Bossman: Portal. <https://biossmann.com/tela-no-tejida-de-polipropileno.html>.

Mesa Nacional del Agua, Primer Informe (2019). Ministerio de Obras Públicas. Gobierno de Chile.

Modelo de Evaluación Ambiental de la Ganadería Mundial (GLEAM). (s. f.-b). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Portal. <https://www.fao.org/gleam/results/es/#:~:text=El%20sector%20ganadero%20contribuye%20significativamente,y%2034%20para%20CH4>).

Monge, C., Nuñez, N., & Velez, F. (2019). APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE ALCA-CHOFA (*Cynara scolymus* L.) PARA LA FABRICACIÓN DE HARINA UTILIZADA EN EL ENRIQUECIMIENTO CON FIBRA DE UN YOGURT FRUTADO CON PROBIÓTICOS. Univer-

sidad San Ignacio de Loyola.

Morales, C. (2014). Formulación y evaluación de hamburguesa con incorporación del alga pelillo (*Gracilaria chilensis*) como sustituto graso y cárnico. Biblioteca Digital de la Universidad de Chile. https://bibliotecadigital.uchile.cl/discovery/fulldisplay/alma991001474019703936/56UDC_INST:56UDC_INST.

Navarro, P., Moral, H., Gómez, L., Mataix, B. (1995). Residuos Orgánicos y agricultura. Universidad de Alicante.

New estimates of the environmental cost of food (2018). University of Oxford: Portal. <https://www.ox.ac.uk/news/2018-06-01-new-estimates-environmental-cost-food>.

Ordoñez, E. (2018). Reparación de averías de las máquinas de coser industrial de clase 500. Facultad de Tecnología. Universidad Nacional de Educación. Perú.

Padilla, P. (2015). “El Pelillo” (*Gracilaria chilensis*), alga de importancia económica en Chile, en posible peligro de extinción. Chile es Mar.

Pandino, G., Lombardo, S., Mauromicale, G., Williamson, A. (2011). Profile of polyphenols and phenolic acids in bracts and receptacles of globe artichoke (*Cynara cardunculus* var. *scolymus*) germplasm. *Journal of Food Composition and Analysis*. Elsevier.

Pandino, G., Lombardo, S., Mauromicale, G., Williamson, G. (2010). Perfil de polifenoles y ácidos fenólicos en brácteas y receptáculos de germoplasma de alcachofa (*Cynara cardunculus* var. *Scolymus*)

Parada, M., D'Ambrosio, U. Garnatje, T., Gras, A., Vallès, J. (2018) Inventario Español de los Conocimientos Tradicionales relativos a la Biodiversidad Agrícola Vol. 1. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Parra, L., Villar, P., & Prieto, A. (2010). Extracción de fibras de agave para elaborar papel y artesanías (N.º 3). Universidad de Guanajuato México.

Pereyra, M. (2021). Desarrollo de marca local de marroquinería con impronta sostenible en la ciudad de Córdoba. Universidad Siglo 21.

Perinati, M. (2000). TECNOLOGÍA DE LA CONFECCIÓN EN PIEL. PRIMERA PARTE: De la materia prima a la piel transformada. EDYM.

Portmess, L., Walters, K. (2001). Religious vegetarianism : from Hesiod to the Dalai Lama, State University of New York Press.

Prieto, V., Jaca, C., Ormazabal, M. (2017). Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. Universidad de Navarra, TECNUN.

Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., Ormazabal, M. (2017). Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. Memoria Investigaciones en Ingeniería.

Producción acuícola: Avanzando en el cultivo de nuevas algas (2020). Aqua: Portal. <https://www.aqua>.

cl/reportajes/produccion-acuicola-avanzando-en-el-cultivo-de-nuevas-algas/#:~:text=El%20cultivo%20de%20macroalgas%20en,la%20producci%C3%B3n%20nacional%20de%20algas.

Quiñones, C., (2021). Residuos agroindustriales de alcachofa y espárrago como sustrato para la producción de celulosa bacteriana por *Komagataeibacter xylinus*. Unidad de postgrado en ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo.

Radiografía al cultivo de la alcachofa en Chile (2016). Redagricola: Portal. <https://www.redagricola.com/cl/radiografía-al-cultivo-de-la-alcachofa-en-chile/>.

Rangel, M., Trejo-Márquez, M., Bustamante, P., & Lira, A. (2018). Extracción de fibra a partir de la alcachofa (*Cynara scolymus* L.) por medio de métodos químicos y su caracterización. Universidad Nacional Autónoma de México.

Redagícola, E. (2017). Radiografía al cultivo de la alcachofa en Chile. Redagícola Chile.

Robles, F. (2001). La Alcachofa: Nueva alternativa para la agricultura peruana. Prompex

Rodríguez, J. (2009). APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE ALCACHOFA. Facultad de Biología Universidad de Murcia.

Rodríguez, J. (2009). Aprovechamiento de Residuos de Alcachofa. Universidad de Murcia.

Rodríguez, N., McLaughlin, M., Pennock, D. (2019). La contaminación del suelo: Una realidad oculta. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura.

Romero, R. (2021). Diseño de biomateriales a partir de residuos orgánicos domiciliarios. Facultad de Diseño y Telecomunicaciones. Universidad de Palermo.

Romero, R. (2021). Diseño de biomateriales a partir de residuos orgánicos domiciliarios. Universidad de Palermo.

Rudić, S., Dimitrijević-Branković, S., Dimitrijević, S., Milić, M. (2021). Valorization of unexploited artichoke leaves dust for obtaining of extracts rich in natural antioxidants. Separation and Purification Technology. Elsevier.

Ruiz, C., Wolff, M., Claret, M. (2015). RASTROJOS DE CULTIVOS ANUALES Y RESIDUOS FORESTALES. INIA.

Saavedra, S., Henríquez, L., Leal, P., Galleguillos, F., Cook, S., Cárcamo, F. (2019), Cultivo de Macroalgas: Diversificación de la Acuicultura de Pequeña Escala en Chile. Convenio de Desempeño, Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño. Instituto de Fomento Pesquero.

San José, F. (2018). Revaloración de subproductos de la industria conservera vegetal: obtención de fibra de alcachofa y elaboración de galletas tipo “digestive”. Universidad de Burgos.

Sepulveda, F. (2020) Asociaciones favorables entre especies hortícolas. Santiago: Ficha técnica INIA La Platina. no. 78. Disponible en:

Shee, A. (2021). Residuos. Sexto Reporte del Estado del medio Ambiente. Ministerio del Medio Am-

biente, Gobierno de Chile.

Shee, A., Herrera, M. (2018). Cuarto Reporte del Estado del Medio Ambiente. Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile.

Soto, D., Gysling, C. (2009). Productos con oportunidades de desarrollo en Chile: mucílago de algarrobo chileno (*Prosopis chilensis*). *Ciencia & Investigación Forestal*.

Stivale, S. (2018). Los Caminos del Diseño Sustentable y sus vinculaciones con la investigación en diseño. Cuaderno 80. Centro de Estudios en Diseño y Comunicación.

Sánchez-Rabaneda, F., Jáuregui, O., Lamuela-Raventós, R. M., Bastida, J., Viladomat, F., & Codina, C. (2003). Identification of phenolic compounds in artichoke waste by high-performance liquid chromatography–tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1008(1), 57–72.

Sánchez-Rabaneda, F., Jáuregui, O., Lamuela-Raventós, R., Bastida, J., Viladomat, F., Codina, C. (2003). Identification of phenolic compounds in artichoke waste by high-performance liquid chromatography–tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. Elsevier.

Taber Abrasion ASTM D1044 (Haze), ASTM D4060 (Weight Loss). (s. f.-b). Intertek: Portal. <https://www.intertek.com/polymers/testlopedia/taber-abrasion/#:~:text=Specimen%20size%3A&text=A%20%C2%BC%20inch%20diameter%20hole%20in%20center%20is%20required>.

Taboada, J. (2021). Diseñar un producto sostenible ¿qué características debe presentar?. TySMAG: Portal. <https://tysmagazine.com/disenar-un-producto-sostenible-que-caracteristicas-debe-presentar/>.

Tapia, B. (2013). Mercado de las hortalizas procesadas. Oficina de estudios y políticas agrarias. Gobierno de Chile.

Tapia, C., Paredes, C., Simbaña, A., Bermúdez, J. (2006). Aplicación de las Fibras Naturales en el Desarrollo de Materiales Compuestos y como Biomasa, *Revista Tecnológica ESPOL*.

Textiles – Tensile properties of fabrics- Part 1: Determination of maximum force and elongation at maximum force using the strip method (2013) ISO 13934-1.

Toro, F., Cerda, F. (2018). Manual para la elaboración de Agar-Agar orgánico. Fundación Chiquihue

Trelles, M., Jara, D. (2020). Texturas en bases textiles orgánicas. Una alternativa de innovación para el diseño textil. Caso: té de kombucha. Universidad del Azuay.

Ulrich, K., Eppinger, S. (2000). Product design and development. The McGraw-Hill Companies.

Velásquez, C. (2020). ¿Por qué el diseño debe ser sostenible pero no sustentable?. Casiopea: Portal. https://wiki.ead.pucv.cl/%C2%BFPor_qu%C3%A9_el_dise%C3%B1o_debe_ser_sostenible_pero_no_sustentable%3F#La_sostenibilidad_y_la_.C3.A9tica_del_dise.C3.B1ador.

Velásquez, M., Obando, L. (2017). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de alcafofa y harina de soja en la elaboración de pan de molde. Universidad Nacional del Santa.

Vidal, G., Hormazábal, S. (2016). Las fibras vegetales y sus aplicaciones. Innovación en su generación a

partir de la depuración de agua. Sello Editorial Universidad de Concepción.

Villa, F., Gil, R., Fernandez-Cavada, S. (1999). El cultivo de la alcachofa. Dirección General de Tecnología Agraria. Centro de Técnicas Agrarias. Gobierno de Aragón.

Villegas, C., González, B. (2013). Fibras textiles naturales sustentables y nuevos hábitos de consumo. Revista Legado de Arquitectura y Diseño. Universidad Autónoma del Estado de México.

Zarta, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad (N.o 28). Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

Zuñiga, D (2021). Los materiales biobasados liderarán la transición sostenible hacia una economía circular. Madera 21.

Zuñiga, D. (2021). Los materiales biobasados liderarán la transición sostenible hacia una economía circular. Madera21: Portal. <https://www.madera21.cl/blog/2021/04/02/los-materiales-biobasados-lideraran-la-transicion-sostenible-hacia-una-economia-circular/>.

¿Qué causa la contaminación del aire? (2020). Heraldo: Portal. <https://www.heraldo.es/branded/causas-de-la-contaminacion-del-aire/>.