



IAUM
Facultad de Arquitectura



MAESTRÍA
EN DISEÑO AVANZADO

Febrero
2022

Transformación material a partir de plantas invasoras

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Facultad de Arquitectura
Maestría en Diseño Avanzado

FUTUROS POSIBLES

Autor: **Arq. Javier Alvarez Duran**

Morelia, Michoacán.

Tesis como requisito para obtener el de grado de: **Maestro en Diseño Avanzado**

Director: Dr. Habid Becerra Santacruz / Co-director: Dr. Axel Becerra Santacruz



2022
UMSNH
Facultad de Arquitectura
Maestría en Diseño Avanzado

Futuros posibles

Transformación material a partir de plantas invasoras

Tesis como requisito para obtener el grado de:
Maestro en Diseño Avanzado

Autor
Javier Alvarez Duran

Director
Dr. Habid Becerra Santacruz

Morelia Michoacán

“No existe una manera fácil. No importa cuán talentoso seas, tu talento te va a fallar si no lo desarrollas. Si no estudias, si no trabajas duro, si no te dedicas a ser mejor cada día” - Will Smith

Para todos aquellos que directa e indirectamente aportaron en la realización de este trabajo, mi más sincero agradecimiento.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) que en conjunto con la Maestría en Diseño Avanzado de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo dieron oportunidad de elaborar esta investigación experimental.

Al Dr. Habid Becerra Santacruz co-creador de este trabajo de investigación.

A MDA, profesores del NAB y externos, así como al grupo de asesores Dr. Axel Becerra Santacruz, Dra. Erika E. Pérez Muzquiz, M. Alejandro Weiss Münchmeyer, M.D.A Gíbsy M. Estrada Calderón por sus aportaciones para ampliar y robustecer la visión de este trabajo.

Al equipo del Laboratorio de Valdivia (Labva) por darse el tiempo de asesorar mi práctica material, sus aportaciones fueron decisivas para la tesis.

A mis compañeros, soporte durante el posgrado.

A mi familia por el apoyo brindado.

A Ale por resistir.

A mí por no desistir, las circunstancias que abarcan este momento histórico personal quedarán plasmadas como un recuerdo de resiliencia con este trabajo.

Índice

Resumen	007
Introducción	009
Objetivos	011
Metodología	013
Design Thinking	
Material Driven Design Method	
Apropiación Metodológica	
Antecedentes	
Biomaterial	
Glosario de términos	
Democratización para el cambio	033
DIY	
Open Source	
Makers	
Nuevos laboratorios	
Nery Oxman	
Lavba	
Biology	
Reconfiguración	

Sustentabilidad para el desarrollo

063

Tendencias

Economía Circular

Economía Azul

Cradle to Cradle

Problemática

Lirio Acuático

Materialidad Actual

Experimentación para la innovación

101

Estado del arte

Protocolo experimental

Etapa 1. Exploración

Etapa 2. Material

Etapa 3. Funcional

Reflexiones Finales

279

Referencias bibliográficas

285

Tablas de contenido

291

“El diseño avanzado se basa en resolver problemas complejos a partir de un proceso creativo, con el cual se puede incidir en la transformación de una sociedad” - Onur Mustak Cobanli

Resumen

A partir del lirio acuático (*EICHORNIA CRASSIPESSE*), planta invasora que genera múltiples problemas ecosistémicos alrededor del mundo y considerada una de las 100 especies más dañinas, se realizaron experimentos con la finalidad de aprovecharla para nuevas materialidades. Para lograrlo se utilizó una apropiación metodológica creada a partir de Design Thinking con hibridación del Material Driven Desing Method. Se acompañó de un protocolo experimental de tres etapas denominadas como exploratorio, material y funcional, acotado a la generación de dos líneas materiales, una con cualidades de flexibilidad y otra de rigidez.

El resultado generó un material flexible que se generó a partir de encapsular la raíz del lirio acuático en colágeno y glicerina vegetal, el cual tiene características visuales y táctiles semejantes a un cuero, así mismo otro con características rígidas elaborado a partir de los nenúfares secos del lirio acuático acompañado de almidón como aglutinante natural, con él, se puede generar aglomerados bio-basado con cualidades para moldeo sometido a compresión.

Ambos materiales cuentan con diversas bondades que los hacen aptos de aplicación, sobre todo en ámbitos de uso moderado. Sin embargo, se profundizó el desarrollo y especulaciones al bio-compuesto derivado de mejores resultados y tener mejor capacidad de aprovechar la abundancia natural y subutilizada de una planta invasora para atacar la infección de cuerpos de agua a la par de generar opciones materiales más amigables con el medio ambiente.

Palabras clave: Biomaterial, Lirio Acuático, Diseño Experimental, Bio-compuesto, Diseño Circular.

Abstract

From the water lily (EICHORNIA CRASSIPESSE), an invasive plant that generates multiple ecosystem problems around the world and considered one of the 100 most harmful species, experiments were carried out to take advantage of it for new materials. To achieve this, a methodological appropriation created from Design Thinking with hybridization of the Material Driven Design Method was used. It was accompanied by an experimental protocol of three stages called exploratory, material and functional, limited to the generation of two material lines, one with qualities of flexibility and another of rigidity.

The result generated a flexible material that was generated from encapsulating the root of the water lily in collagen and vegetable glycerin, which has visual and tactile characteristics like leather, as well as another with rigid characteristics made from the dried water lilies of the water lily accompanied by starch as a natural binder, with it, bio-based agglomerates with qualities for compression molding can be generated.

Both materials have various benefits that make them suitable for application, especially in areas of moderate use. However, the development and speculations of the bio-composite derived from better results and having a better capacity to take advantage of the natural and underutilized abundance of an invasive plant to attack the infection of water bodies at the same time as generating more friendly material options with environment.

Palabras clave: Biomaterial, Lirio Acuático, Diseño Experimental, Bio-compuesto, Diseño Circular.

Introducción

La invasión y sobrepoblación del lirio acuático (*EICHORNIA CRASSIPESSE*) en prácticamente todas las zonas tropicales y subtropicales del mundo, incluido México, está documentada como un problema grave. Las grandes cantidades de masa biológica flotante genera cuantiosas modificaciones socioambientales, alterando el riego y cultivo, la navegación, pesca, el clima, así como la salud pública, por mencionar algunas. Los mecanismos actuales que predominan para su eliminación consideran únicamente la extracción y retiro fuera del sitio, sin embargo, esta solución solamente es temporal, únicamente de control debido a que, con el paso del tiempo, el cuerpo de agua infectado volverá a estar invadido debido a su rápida propagación.

Uno de los usos y aprovechamiento más común en el área de diseño es la elaboración de cesterías artesanales en diferentes partes del mundo, sin embargo, esta implementación alternativa para el lirio requiere que la maleza crezca hasta una altura adecuada para poder trabajar con tiras largas para los tejidos, sin generar grandes impactos al control o disminución del problema. Por otro lado, la materialidad que se utiliza actualmente es muy contaminante, el exceso de producción de objetos derivados del petróleo como el plástico, generan mucha contaminación y la explotación desmedida de materias primas naturales que son finitas en el planeta, usadas para generar algunos otros están ya a su límite, ambos hechos están generando grandes impactos ambientales y sociales.

Es por ello por lo que se voltea a ver nuevos recursos naturales para repensar la materialidad actual. Las plantas invasoras representan un problema que puede convertirse en potencial

oportunidad a partir de la extracción y manipulación de ellas, se planteó convertirlo en un material bio-basado que permita explotarlo mientras se mantienen limpios los canales y lagos al tiempo que se da valor agregado a un recurso natural subutilizado. Para ello se recurre a los principios de circularidad, con la utilización sostenible de este subproducto encontrado en el territorio, se experimenta para crear opciones materiales que, por sus propiedades y componentes de elaboración, tenga menor impacto negativo en el ecosistema. Tanto al final de su vida útil como en el proceso de explotación de materias primas y transformación material.

Su elaboración es realizada bajo estándares y procesos manuales autoproducidos, Identificando nuevas maneras para utilizar materias primas como oportunidades de innovación material aplicada al campo del diseño. Se utiliza el Lirio acuático que afecta cuerpos de agua de la región en combinación con aglutinantes naturales abundantes y de fácil acceso en el contexto local. La tesis busca a través de la innovación material, incidir en cambios positivos y proponer a través de la experimentación, alternativas a problemas ambientales actuales. Asentar opciones para reducir los impactos de la materialidad que es utilizada diariamente al mismo tiempo que se ataca el problema de sobrepoblación de maleza acuática local. Un acercamiento al uso de materiales biodegradables de bajo impacto sobre el medio ambiente, así como aportar a las nuevas búsquedas materiales que definirán los materiales futuros.

Objetivos

General: La presente tesis basa su argumentación en la importancia material al momento de diseñar, los impactos negativos generados por actuales materiales vislumbran un nuevo paradigma en la forma que entendemos los mismos. Además, se presenta que, a partir de la democratización actual para producir, es posible generar aportaciones autoproduciendo para generación de nuevos materiales. Por lo que el objetivo principal que motiva esta investigación es la exploración de posibilidades hacia nuevas materialidades futuras, esto a través del aprovechamiento de plantas invasoras con poco valor como un recurso y materia prima principal, concretamente a partir de la transformación material del lirio acuático con características físicas de rigidez y flexibilidad.

Particular: Para lograr el objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Experimentación con aglutinantes ecológicos de bajo o nulo impacto ambiental que se encuentren de manera fácil y abundante en el territorio.
- Iteraciones sobre 2 materiales seleccionados, esto para lograr su adaptación y mejoramiento hacia cualidades de rigidez y flexibilidad.
- Caracterización material del producto final seleccionado de acuerdo con sus propiedades técnico-sensoriales-bondes.
- Especulación digital de aplicabilidad derivado de su caracterización material.

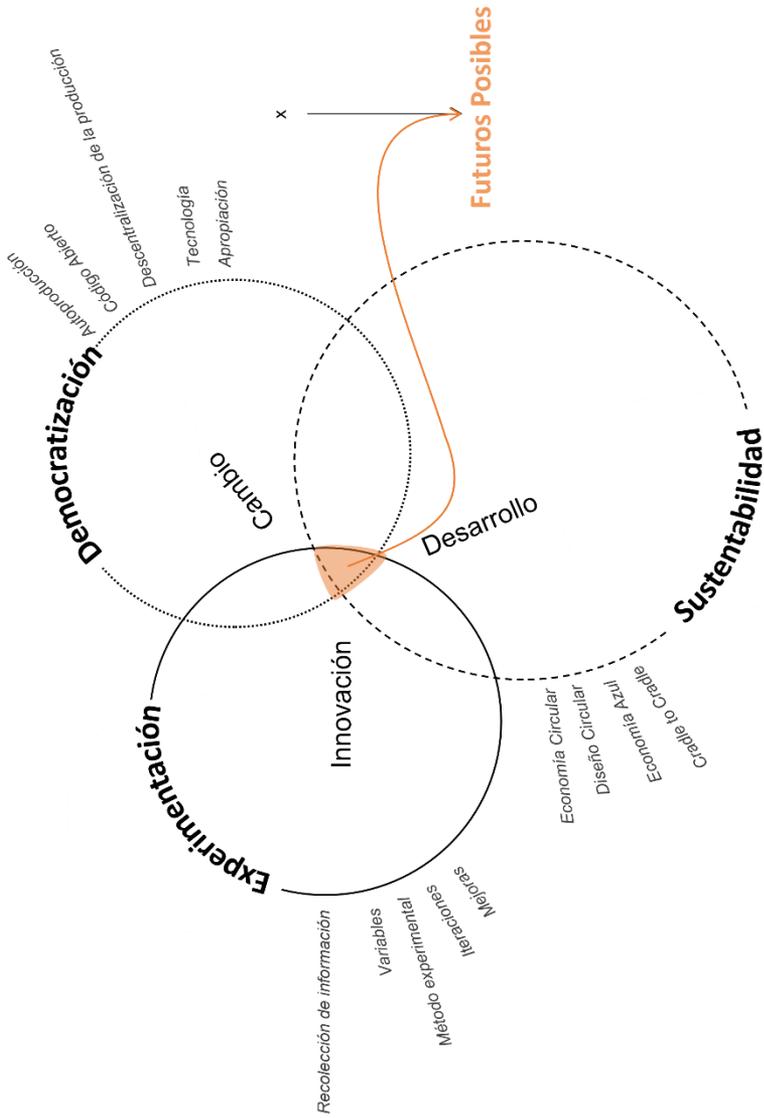


Diagrama 1 Elementos esenciales para desarrollar un material.

Metodología

La presente tesis parte desde un posicionamiento crítico que cuestiona materialidades de objetos utilizados diariamente y su impacto medioambiental negativo, por lo tanto, para la realización del documento se analizan 3 momentos que articulados deben desarrollar contribuciones a los materiales que usaremos en el futuro.

1. El primer elemento se denomina **“Democratización para el cambio”** el cual establece el potencial derivado a prácticas de autoproducción procedente de la accesibilidad tecnológica e informática que ha empoderado a los llamados “makers”, y descentralizado la fabricación para poder realizar exploraciones materiales por medio DIY (Do it yourself) permitiendo a todos tener acceso a investigaciones, así como desarrollar aportaciones en áreas que antes no se podía. Para ello se analizan documentos impresos y digitales, así como videos para mayor entendimiento sobre el estado actual del desarrollo material desde la producción descentralizada. Su desarrollo parte del análisis de las posturas y teorías más actuales que existen sobre la producción de materiales desde la autoproducción.

2. **“Sustentabilidad para el desarrollo”**, se asienta como una postura derivada de los problemas ambientales que generamos con los desechos, pero también como identificador de oportunidades bajo nuevas economías que generan múltiples beneficios tanto sociales, económicos como ambientales. Esta visión sustentable debe determinar el futuro de los materiales y guiar las decisiones de diseño, así como de creaciones con una visión sostenible y regenerativa desde el comienzo de su proceso creativo. Para realizarlo debe entenderse los impactos con el uso de materia primas

naturales para la fabricación de nuevos materiales. Entendiéndolo como nuevo paradigma hacia la materialidad del futuro sustentable, por tanto, se revisará documentación y datos estadísticos del lirio acuático, afecciones derivadas de la materialidad actual, así como identificar información de teorías actuales bajo la línea de la sustentabilidad.

3. El tercer y último punto se define como **“experimentación para la innovación”** donde la parte experimental toma relevancia para generación de nuevos conocimientos, explorar lo inexplorado, probar diversas propiedades materiales, definir y aplicar variables al proceso, informarlo mediante prueba error y aprender de ellos. Experimentación como síntesis de innovación. Este apartado se realiza bajo un protocolo experimental y un proceso de diseño centrado en la materia, acompañado con documentación fotográfica del proceso y resultados obtenidos, de igual manera, llenado de fichas con formulaciones, notas de pruebas y evaluación de las muestras, junto con el análisis final del material, sus aplicaciones y especulaciones de aplicación.

El método de diseño aplicado para elaborar un material se establece de acuerdo con experiencias previas con procesos de experimentación aunado a metodologías consolidadas en el área de diseño, para ello se propone una adecuación propia derivado de la metodología Design Thinking y Material Driven Design Method (MDD).

Design Thinking

Es un método que surge en los años 70 cuando se desarrolla de manera teórica, proviene del diseño de productos y se centra en entender y dar soluciones a las necesidades reales de los usuarios. Su aplicación deriva en la generación de ideas innovadoras, empresas como Apple, Google o Zara lo utilizan. Es utilizada en cualquier campo, ya sea desarrollo de servicios o productos hasta la mejora de procesos o generación de modelos de negocios. Define Tim Brown (2008), el Design Thinking "Es una disciplina que usa la sensibilidad y métodos de los diseñadores para hacer coincidir las necesidades de las personas con lo que es tecnológicamente factible y con lo que una estrategia viable de negocios puede convertir en valor para el cliente, así como en una gran oportunidad para el mercado". Además, establece como utilizar este método bajo un proceso de 5 etapas no lineales, que identifica como:

Empatía: busca entender las necesidades y problemas, así como los deseos de los usuarios involucrados en la solución al problema de diseño que se esté desarrollando. Un resultado favorable deviene de ser competentes del desarrollo de soluciones acorde a realidades específicas del usuario, con empatía.

Definir: Se debe filtrar la información recopilada durante la fase de empatía y alinearla a elementos que realmente agregan valor, aproximarse al ámbito de nuevas e interesantes perspectivas. La finalidad de esto es encontrar soluciones a problemas que son fundamentales para así lograr resultados innovadores.

Idear: La etapa de Ideación está diseñada para generar opciones ilimitadas. Debe priorizarse la exploración de diversas opiniones, el primer pensamiento sobre la resolución de la cosa no

basta. Se deben emplear diversas actividades para fomentar el pensamiento amplio y eliminar juicios de valor. A veces, las ideas más extrañas son soluciones que generan innovación.

Prototipar: Es la fase de implementación y desarrollo del prototipo, recordemos que la finalidad de esta metodología es generación de productos, por tanto, es en este apartado donde las ideas se hacen realidad. Los prototipos nos dan la posibilidad de viabilizar estas ideas, pero también nos ayudan a visibilizar posibles soluciones, destacando elementos que deben mejorarse o perfeccionarse antes de llegar al resultado final.

Testear: Fase de prueba, se prueban los prototipos desarrollados, son los usuarios quienes participan en la solución que se está desarrollando. La etapa es crucial, ayudará a identificar mejoras importantes, fallas por resolver y posibles deficiencias. Se continúa desarrollando las ideas hasta que se convierta en la solución que se ha estado buscando.

Cada una de estas 5 etapas tiene técnicas para lograr el objetivo, las cuales no se abordarán, pero tienen la finalidad que, por medio de ellas, cualquiera usada logre cumplir con el apartado. Está pensada para fomentar un proceso lúdico, que termine en innovación. Con las adaptaciones propias necesarias de acuerdo con la forma de trabajo que desarrollemos de mejor manera.

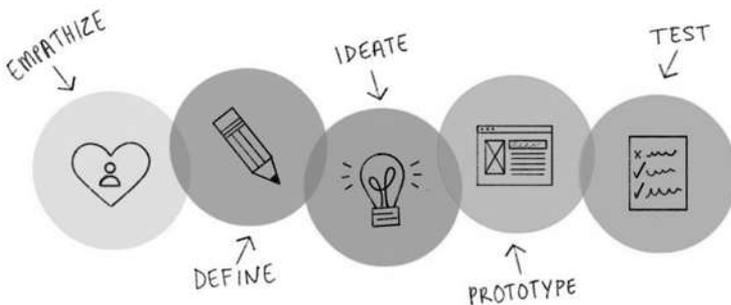


Imagen 1 Design thinking, Fuente: Design Thinking & Lean StartUp, UCEL

Material Driven Design Method (MDD)

MDD es una metodología generada por investigadoras materiales pioneras en el área, el grupo conformado por Elvin Karana, Valentina Rognoli, Bahar Barati y Anouk Zeeuw van der Laan que, lo definen como un proceso de diseño guiado a partir del material, este método ha demostrado potenciar el diseño para la sostenibilidad, derivado a su cualidad de iniciar el diseño a partir de los materiales, mismos que conducirán y definirán formas y usos posibles, pero todos ellos derivados de las cualidades mismas del material resultante. (Bak-Andersen, M. 2018.)

Como menciona Karana et al. (2015) la primicia de esta metodología es la experiencia material más allá de la utilitaria, por lo tanto, se evalúa al material por lo que puede hacer, su expresividad o provocación a quien lo manipula y no solo por lo que es o se pretende que sea. Está concebida para facilitar el diseño experiencial de los materiales a partir de 4 ejes secuenciales.

- o Comprensión del material: caracterización técnica y experiencial
- o Creación de visión de experiencia de materiales
- o Patrones de experiencia de materiales manifiestos
- o Diseño de conceptos de materiales/productos

Así mismo, este método afirma que existe una relación emocional entre los materiales y el diseñador durante su fase de desarrollo, lo que permite potenciar las cualidades sensoriales y expresivas de la materia. Diseñar bajo características esenciales y medir la relación de persona-objeto por encima de las físicas para diseñar experiencias no solo productos.

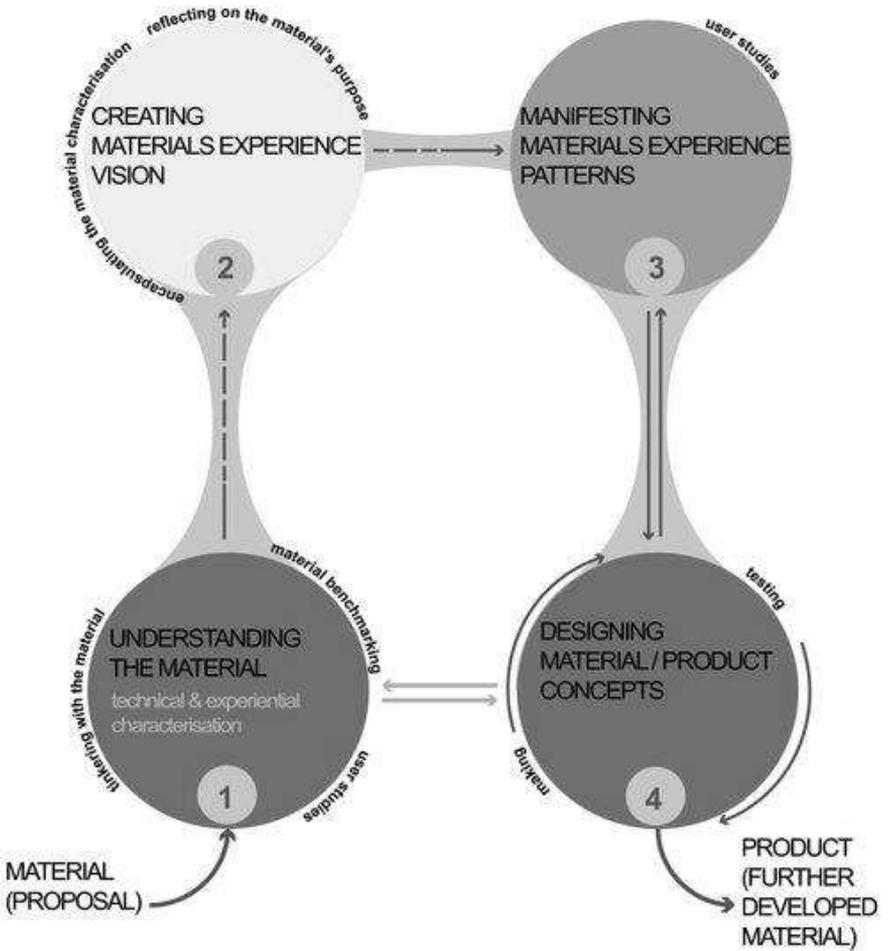


Imagen 2 Material Driven Design Method (MDD) Karana et al. (2015)

Apropiación Metodológica

Derivado de las metodologías anteriormente explicadas, se establece un método híbrido donde se quita al usuario como centro del diseño como lo marca el design thinking, para pasar a un diseño desde la materialidad, pero tratando de extraer lo mejor de ambos procesos. La adecuación planteada para el método de diseño se compone de 4 momentos iterativos, los cuales guardan relación entre sí sin ser necesariamente lineales.

Idear (*Selección material*): A partir de la observación y entendimiento del contexto territorial, se visualizan oportunidades para trabajar nuevas materialidades que respondan he incidan sobre problemas actuales. Una vez analizado estas oportunidades se selecciona el o las materias primas para desarrollar experimentaciones.

- **Empatizar:** busca atender problemáticas complejas actuales.
- **Investigar:** Recolectar la mayor cantidad de información acerca del tema, idea o material a desarrollar.

Comprender (*Comprender el material*): Por medio de un proceso cíclico entre la experimentación y la información recabada de la misma experimentación, se permita entender las cualidades y posibilidades del material.

- **Experimentar:** El objetivo es que, a través de esto, pueda estimularse en proceso lúdico, partiendo de la exploración.

- **Informar:** Se pretende la recolección de información proveniente de la experimentación, esta informara las decisiones hacia las nuevas experimentaciones.

Definir (*Visión material*): Se establece la definición de una visión material a partir del entendimiento de este desde la etapa de exploración. Esto permite acotar y descartar elementos explorados, seguir el desarrollo con base en las intenciones materiales que se visualizaron. En este apartado se puede someter al material a pruebas más rigurosas o controladas, sin embargo, la subjetividad juega un papel primordial, pues es a través del entendimiento empírico trabajado con la materia que se pueden visualizar y potenciar sus cualidades.

- **Testear:** Se prueba el comportamiento del material
- **Evaluar:** Se evalúa sus características

Aplicar (*Posibilidad material*): La finalidad es la concepción de ideas hacia sus posibles aplicaciones, visualizar la manera en que podría funcionar el nuevo material, esto por medio de un prototipo o especulación que puede llevarse a un prototipado físico o digital.

- **Prototipar:** La finalidad es generar conceptos necesarios de usabilidad, estos de acuerdo con las características propias del material.
- **Implementar:** Poner a prueba el producto, con identidad propia que derive en el emprendimiento.

Este método de diseño permite eliminar al usuario, lo remueve del centro de diseño permitiendo centrar el proceso sobre la concepción, cualidades y experiencias materiales para después y solo después de todo el aprendizaje con el material, aplicarlo al desarrollo de un producto desde las características propias del material desarrollado.

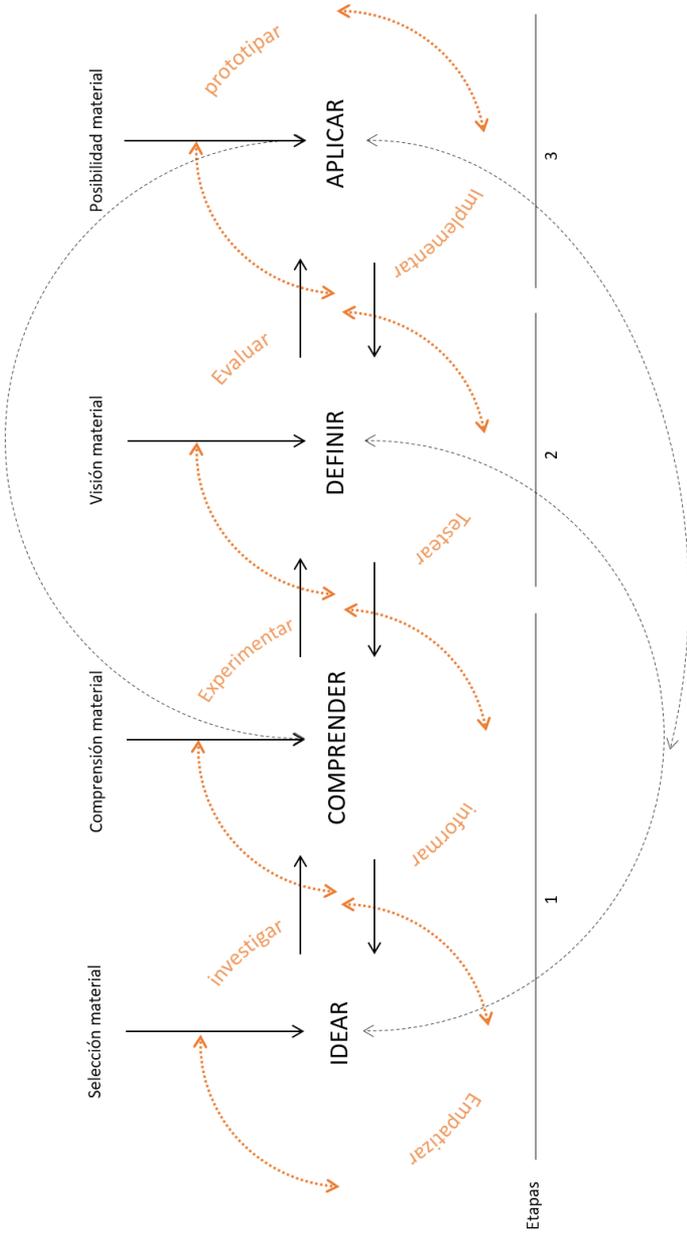


Diagrama 2 Metodología proyectual.

La función de la práctica creativa, el arte o el diseño, es abrir puertas donde nadie vea una apertura, crear nuevas formas que nadie esperaría" - Maurizio Montalti

Antecedentes

La presente investigación aborda el cambio de paradigma hacia la concepción material, misma que deriva de la democratización que se ha generado para la producción de materiales, por un lado gracias a la tecnología y por el otro al creciente contenido de información y apropiación de métodos de elaboración tipo bricolaje que, sumado a problemas ambientales generados por materialidades actuales, están creando un punto de inflexión hacia el entendimiento mismo de la manera de producir y entender los materiales del futuro. Por tanto, el punto de partida será el planteamiento de problemas ambientales generados por procesos de producción y materialidades derivadas de revolución industrial, también mostrar cómo se gesta la contraposición crítica que está encaminado la práctica de diseñadores a explorar nuevas maneras de entender, hacer y utilizar la materialidad de sus creaciones.

Se sabe ahora que la revolución industrial aportó grandes cambios en la producción de bienes, Esta transformación en la producción trajo consigo un sin número de problemas ambientales cuyos efectos permanecen y perdurarán por mucho tiempo, la huella ecológica que siguen generando estos productos están creciendo, así como la obtención y uso de recursos naturales para su transformación debido demandas de la gran población existente en el mundo. Décadas atrás ni siquiera éramos conscientes de esto, desconocíamos el lugar donde terminaban todos esos productos al finalizar su ciclo de vida. De igual manera, no figuraba importante combatir todo el daño generado al medio ambiente, sin embargo, hoy sabemos e identificamos el problema central que ha dominado he impactado un siglo completo en la manera que hacemos y usamos las cosas, se llama economía lineal. Es aquella centrada en

producir, producir y producir sin tomar en cuenta factores ambientales, sin una visión o ni ninguna medición del impacto de los residuos que deja a su paso. Una cadena de producción que se basa en crear, usar y desechar.

Parte medular que suma a esta forma de producir y usar que ha regido muchos años es denominada como obsolescencia programada, otro factor que alimenta la gran economía lineal en la que estamos asentados. Hoy encontramos modelos de negocios donde los productos duran cada vez menos y son desechados cada vez más rápido, creando una necesidad de crear, usar y desechar más corta. Pensada para obtener mayores beneficios económicos a cualquier costo, según expertos, fuentes de agua potable, ríos, mares y suelos siguen siendo contaminados y explotados contribuyendo al cambio climático, afectando grandes porciones de ecosistemas gracias a la manera de extraer y producir materia. Se visualiza escasez de recursos derivado a ser finitos, la materialidad de las cosas y una creciente demanda de ellos junto con patrones de consumo actuales están dañando severamente nuestro ecosistema.

Debido a estos hechos y gracias a que hoy se tiene suficiente evidencia de lo dañino que son los residuos que generamos, así como la importancia que tienen los procesos de fabricación, se visualizan posibles soluciones que buscan redireccionar hacia un camino menos contaminante donde, todos están participando con pequeñas aportaciones gracias a la democratización del conocimiento y producción. El gran impacto de esta combinación hoy deriva en crisis de la cultura material, ésta motiva a un creciente número de diseñadores, artesanos, artistas, arquitectos, científicos e ingenieros hacia exploraciones y búsqueda de nuevos materiales para hacer frente a la huella ambiental generada por actuales modelos de producción y utilización material. Adicional a la propia experimentación material, se pretende crear conocimiento acerca del consumo para avanzar hacia una cultura menos desechable, más democratizada, y menos industrializada.

Queda plasmada una visión y rumbo del nuevo paradigma donde "Los materiales al momento de diseñar tienen la misma importancia que los ingredientes al momento de cocinar. Uno debe de seleccionar el ingrediente o material indicado de acuerdo con lo

que desea hacer” como lo menciona el diseñador mexicano Ariel Rojo y que hoy más que nunca hace mucho sentido buscando una nueva cultura material. El mundo se encamina a nuevos entendimientos de la manera de usar y fabricar los materiales, los procesos de experimentación e innovación material toman fuerza derivado de la creciente preocupación ambiental. El agotamiento de recursos finitos por falta de consideración hacia la naturaleza detona posibles soluciones por parte de diseñadores, esto con la finalidad de ayudar a preservar el planeta.

Lo anterior deriva en el replanteamiento del futuro cercano de la humanidad al ser dependientes de estos recursos que estamos sobreexplotando. La creatividad de los diseñadores deberá hacer frente a estos problemas y generar menores impactos sobre el medio ambiente a la par de fomentar una cultura material nueva. Estos cambios que se vislumbran son derivados también de posturas cada vez más críticas ante un serio problema para la conservación del medio ambiente, debido al uso generalizado y a la capacidad de permanecer en el ambiente sin descomponerse durante siglos que tienen algunos materiales actuales.

El plástico es uno de esos materiales que logró homogeneización material, pareciera que hoy en día existen pocos productos sin dicho material, llegó a tal punto que diluyó el conocimiento y trabajo realizados con otras materialidades. Sin embargo, el problema actual no puede adjudicarse únicamente a un solo material, sumado a esto debe considerarse la cultura desechable que tenemos vinculada a este. (Mamba, B. 2020). El desarrollo de nuevos materiales ha sido una constante de innovación en el mundo, se ha mantenido en constante movimiento en la búsqueda de incidir en las variables de producción actuales. Los desarrollos más actuales tienen la finalidad de avanzar y beneficiar a diferentes sectores de la actividad humana y es aquí donde se ha gestado un cambio de paradigma en cuanto al uso de los recursos naturales como medio de innovación material. (Lang, J. 2016).

Actualmente encontramos referentes de diseñadores que están replanteando sus procesos creativos, introduciéndose a la elaboración de sus propios materiales, con aportaciones derivadas

desde la autoproducción a baja escala, con procesos experimentales, elaborados con la tecnología y herramientas de su entorno y alcance, ahora denominado como procesos "Do it yourself", "Grown it yourself" o "Cook it yourself". Estos materiales se alinean a conceptos de sustentabilidad y se denominan "biomateriales" por su capacidad de incorporarse de mejor manera al medio ambiente eliminando el uso de elementos dañinos.

El futuro parece ser biomaterial por ello y para entender de mejor manera el concepto de este término que será recurrente durante el desarrollo de toda la tesis, a continuación, se establece una visión generada a partir del entendimiento de otros diseñadores hacia este tema.

Biomaterial

En la literatura podemos encontrar diferentes definiciones acerca del concepto biomaterial, el mismo dependerá de sus áreas de aplicación. Sin embargo, coinciden en el “contenido de base biológica, sustancia o combinación de ellas con origen natural destinadas a la fabricación de componentes diversos”. Con el fin de establecer un concepto adecuado se asientan varios acercamientos a la definición y entendimiento latinoamericano a partir de la opinión de exponentes sobre el tema biomaterial aplicado al diseño, estos fueron sustraídos del video LAVBA pregunta: ¿qué son los biomateriales? (2020).

Pilar Bolumburu / *Materiom* / *Chile*: “Son materiales elaborados a partir de recursos naturales, compuestos sobre los principios de la economía circular y química sustentable para asegurar su biodegradabilidad y retorno de nutriente al ecosistema al término de su ciclo de vida.”

Cristina Muñoz / *DLAB* / *Ecuador*: “Materiales diseñados a partir de materia prima biológica como plantas, hongos o bacterias, pero también a partir de residuos antrópicos.”

Edith Medina / *Biology studio* / *México*: “Materiales diseñados desde las materias primas biológicas o bio-organicas que al ser transformadas se convierten en objetos o en materiales”

Heidi Jalkh / *Sistemas Materiales* / *Argentina*: "Materiales hechos a partir de compuestos orgánicos, materiales naturales y organismos vivos."

Para fines de la presente tesis se establece el término "biomaterial" como aquel material que fue concebido bajo principios ecológicos, sustentables, sostenibles o bajo principios de circularidad, principalmente transformando materia prima natural como plantas, compuestos orgánicos y organismos vivos, pero, sin descarta la incorporación de residuos antrópicos no dañinos. Los métodos para su elaboración consideran procesos amigables con el medio ambiente también conocido como química verde o química sustentable. Los biomateriales pueden biodegradarse o ser compostables dependiendo de sus características, la finalidad de esto es que puedan regresar nutrientes al entorno finalizando su ciclo de vida o en su defecto crear el menor impacto posible sobre el ecosistema.

Como complemento a esta definición se establece un glosario de términos, algunos extraídos de materialdesigners.org para completar el entendimiento de conceptos utilizados durante la lectura del documento.

Glosario de términos

Biodegradable: Materia que tiene la capacidad de descomponerse en sustancias inofensivas a través de procesos naturales. El tiempo empleado para este fin depende de la perecibilidad del material en sí.

Economía Circular: Modelo basado en tres grandes principios. 1. Diseñar los residuos y la contaminación, 2. Prolongar el uso los materiales y productos, 3. Regenerar los sistemas naturales. Modelo propuesto por la Fundación Ellen MacArthur.

Materiales DIY: Los materiales Do It Yourself son aquellos materiales elaborados a partir de procesos propios del diseñador o colectivos de diseño, comúnmente bajo técnicas de invención propia que quien los realiza.

Materiales CIY: Se les conoce como Materiales Cook It Yourself a los materiales bio-basados que son elaborados a partir de un proceso de cocción, pudiendo ser una mezcla de varios elementos naturales adecuado para este fin. Como su nombre lo indica, se realizan por medios de autoproducción, muchas veces caseros.

Materiales GIY: A diferencia de los materiales cocinados, los Materiales Grow It Yourself emplean procesos biológicos de crecimiento en sí mismo por medio de bacterias, hongos o elementos naturales con estas cualidades que permiten desarrollar

materia. Esto permite en muchas ocasiones predefinir su crecimiento para lograr determinada forma o utilidad.

Ciclos de vida: Etapas de la existencia de un material, desde su transformación material desde estado bruto al producto terminado y su capacidad de manipularse un número determinado de veces, reutilizarse, reciclarse o biodegradarse.

Diseñador de materiales: Enfocados a redefinir conceptos materiales. Diseñan, rediseñan, modifican, reutilizan materiales con nuevos propósitos. Se basan en la innovación y desarrollo de nuevas posibilidades materiales, comunicando lo que los materiales son y pueden ser en el futuro inmediato.

Materia Ecológica: Materia que tiene una relación simbiótica entre los organismos de los que está compuesta y el entorno que la sustenta, ya sea durante el proceso de fabricación o continuamente a lo largo de su vida

Maker: Quien pertenece a una comunidad de inventores inclusiva, se basa en el concepto de producción e intercambio de conocimientos basados en la fabricación. creé en un modelo de consenso y creación de código abierto. Dado que la manufactura se entiende como un proceso, la cultura de los makers en su definición también se entiende como tal desarrollo.

Diseño especulativo: Diseño y visualización de futuros posibles que considera lo ficticio o probable. Es utilizado bajo un pensamiento crítico para estimular la imaginación o el debate sobre lo especulado.

Sostenible: En cuestión material, consta de la moderación del uso de recursos naturales, el fin principal de esto es permitir al ecosistema regenerarse y poder reutilizarlo continuamente sin dañar

el ecosistema circundante. Valora la acción de un proceso, si puede continuar indefinidamente o no.

Diseño Situado: Hace referencia al sitio, es el diseño de productos o servicios que son creados a partir del territorio y con estrecha relación al mismo.

Fablab: Taller o laboratorio donde se fabrica con apoyo de tecnologías digitales, espacio personal o colaborativo de producción bajo procesos democráticos y alejado de lo industrializado.

Química Verde: También llamada química sostenible, hace referencia al diseño de productos bajo procesos químicos que permitan la reducción o eliminación de la parte nociva para el medio ambiente.

**DEMOCRATIZACIÓN
PARA EL CAMBIO.**

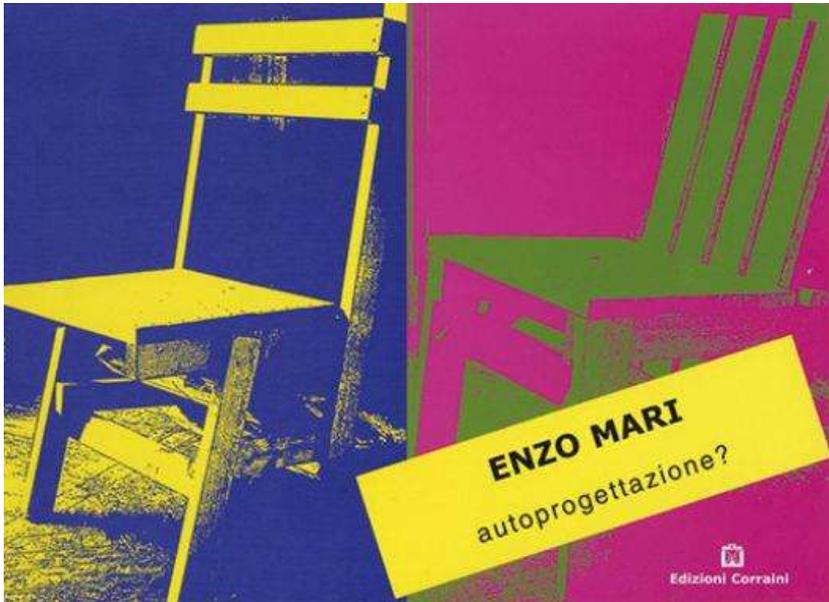


Imagen 3 Portada del libro Autoprogettazione

DIY

A continuación, se establece un marco de referencia de los cambios gestados en la manera de hacer materia a partir de la democratización productiva e informativa, tomando como referente conceptos, así como diseñadores pioneros en el estudio del bricolaje y su impacto actual.

El concepto DIY (Do It Yourself) surge como una filosofía de lucha contra el capitalismo. La idea se fundamenta en el rechazo a tener que comprar, estableciendo que podemos hacerlo por medios propios. Esta idea contracultural se ha convertido en una forma de pensar y hacer extendida en todo el mundo. (de la Hoz, S. 2014). En las últimas décadas surgió como una nueva dimensión con la relación entre diseñadores, los procesos productivos, la tecnología y los materiales que remonta a prácticas muy conocidas en los años setenta, denominadas como "Hágalo usted mismo", que definieron una contracultura respecto a los crecientes procesos de industrialización de la época. (Anderson, 2012).

Referente al área de diseño, en esa misma época el artista y diseñador Italiano Enzo Mari publica el libro *Autoprogettazione*, pensado para que cualquier persona por medio del manual ahí expuesto pudiese diseñar y construir muebles DIY. En el contenido se puede observar instrucciones para montar muebles fácilmente. Enzo Mari pensó al publicar el libro que, si se alentaba a las personas a construir objetos con sus propias manos, éstas serían capaces de entender todo el pensamiento que hay detrás, y si todos entendieran esto, las posibilidades creativas crecerían. (Mari E. 2010).

Este movimiento se ha propagado y sobrepasado la fabricación de productos, expandiéndose a la concepción misma de los

materiales usados para realizarlos. (Brownell, 2015). Según Rognoli et.al (2015) el aumento de la demanda de productos sin procesos masificados al igual que la democratización de la producción con herramientas de fabricación tecnológicas y económicas junto con el conocimiento de código abierto, son algunas de las razones para este desarrollo.

Además, junto con otros teóricos pioneros en la investigación material introdujeron el concepto de “materiales DIY” describiéndolos como “aquellos materiales creados a partir de prácticas colectivas o individuales, a menudo desarrollados con técnicas y procesos inventados por el diseñador. Estos pueden ser materiales completamente nuevos, modificados o incluso versiones modificadas de materiales existentes” (Rognoli et al. 2018 p.7) Prediciendo una aproximación cada vez más común hacia los materiales por parte de los diseñadores interesados en generar un futuro más sostenible y menor producción industrializada.

Esta cultura e ideología provenientes del “hágalo usted mismo” de autofabricar, sumado a posibilidades de producción más democratizada ha enlazado disciplinas muy diversas; incorporando ciencia y apropiación de otro tipo de prácticas para aplicarlas al diseño replanteando los mecanismo, métodos y discursos tradicionales, sin duda alguna la facilidad de acceso a la información actual juega un papel muy importante para generar esta transdisciplinariedad.

No es casualidad que hoy en día existan muchos diseñadores y artistas con una visión más sustentable, los cuales están utilizando los recursos disponibles para crear nuevas materialidades. Esto queda plasmado en el libro de Kate Franklin y Caroline Till publicado en 2018, titulado *“Radical Matter”: rethinking materials for a sustainable future*, en el cual muestran una mirada del futuro en la producción y consumo bajo ideas holísticas de diseño que se cree traerán beneficios ambientales, sociales y económicos.

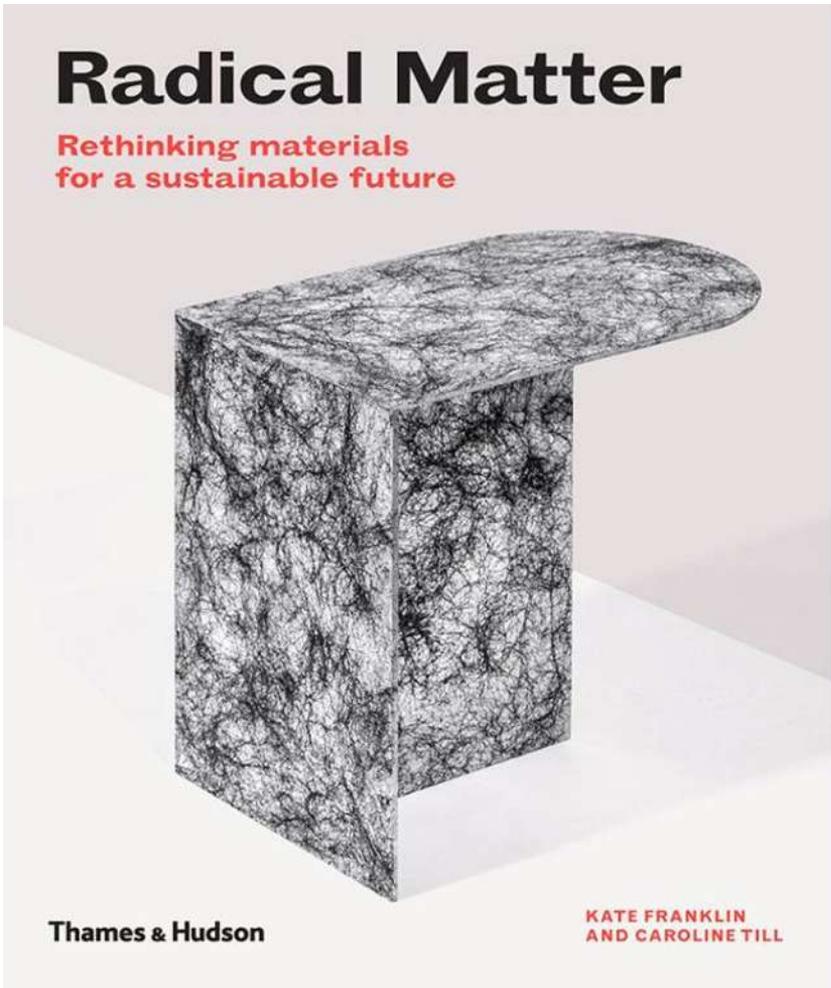


Imagen 4 Radical Matter portada del libro

El objetivo del documento según Franklin K. & Till Caroline, (2018) es mostrar cómo los diseñadores se introducen en la búsqueda de innovación material para generar cambios positivos tanto ambientales como sociales, según mencionan los autores estamos potencialmente al borde de una revolución de materiales que podría ayudar a equilibrar nuestra relación con nuestro planeta y remodelar la sociedad para mejor. Además, deja claro que cuando



Imagen 6 Libro Material Alchemy.

Así como la literatura anterior, también existen más investigaciones dirigidas al tema de la materialidad, en 2014 Jenny Lee escribe *"Material Alchemy" Redefining Materiality Within The 21st Century*. Este libro tiene como objetivo redefinir la materialidad en el siglo XXI con nuevos conceptos de materialidad y comprender el impacto de los materiales en la vida de las personas, la autora desarrolla la idea de que se han superado los límites del diseño al permitir la interacción de la producción- sentidos. (Lee J. 2014). Introduce el término "alquimia" como revelación de una nueva posibilidad para abordar la manera en que se desarrollen los materiales, completando una marcada tendencia en diseñadores de todo el mundo que están replanteando las materias primas usadas, explorando soluciones radicales impactando nuestra percepción del mundo material que conocemos.

La exploración de los materiales DIY está siendo utilizada con más frecuencia por los diseñadores, ya sea por intereses expresivos y búsqueda de lenguajes únicos, por preocupación de implementar un futuro sostenible, así como contraposición a la producción masificada. Estas posturas dejan claro que es posible y que debemos dejar los modelos de producción actuales que generan impactos negativos, buscar un mundo más sostenible por medio de prácticas creativas, favorecidas ahora por una visión expandida de materialidad y el desarrollo del trabajo que varios investigadores han venido desarrollando en las últimas décadas.

La gráfica DIY Material de valentina Rognoli et al. (2019) anexa muestra el área de impacto tanto sociales como de incorporación al mercado que tienen los materiales Do It Yourself en comparación con los materiales tradicionales, los cuales son fabricados directamente por la industria y pasan directamente al mercado sin aportación social.

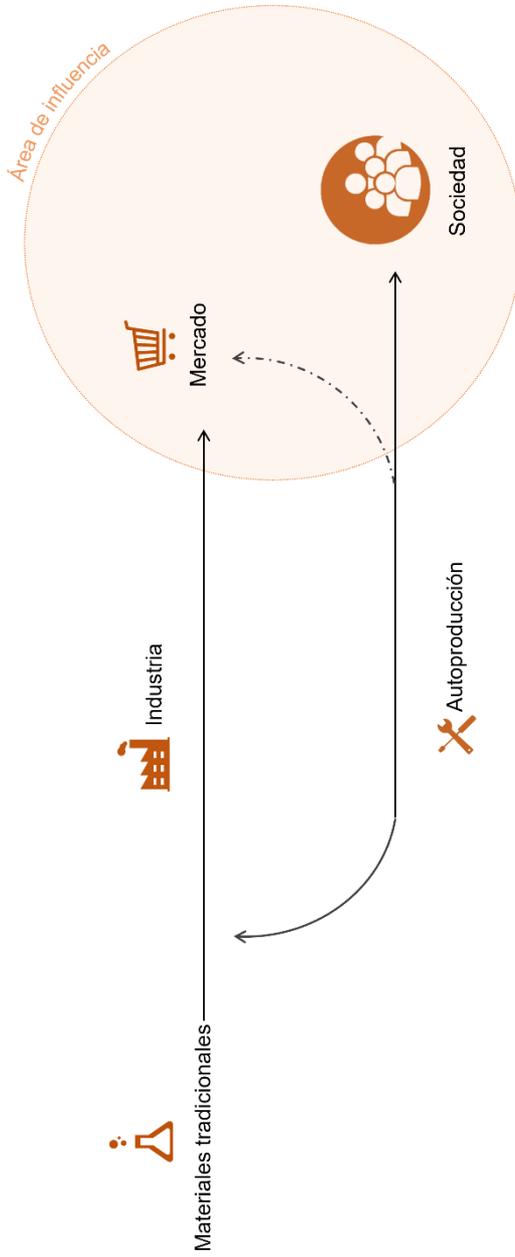


Diagrama 3: DIY Materials de Ayala-García, C., Rognoli, V. (2019)

"Esta es una nueva era para el diseño, que sugiere un cambio de 'materiales de diseño' a 'diseño de materiales'" - Elvin Karana

Open Source

Los cambios y transformaciones económicas, tecnológicas y sociales producidos en los años noventa hasta ahora ha repercutido significativamente hacia la producción, el acceso a los procesos por parte de los usuarios creció de manera significativa, este acontecimiento se produjo principalmente por el “open source” (código abierto). El término se refiere al desarrollo basado en el uso compartido y la mejora colaborativa. Según el portal opensource.org () el interés y la participación en este fenómeno ha aumentado significativamente sobre todo desde la década de 1990, Así mismo surgen filosofías con éticas similares a otros movimientos y comunidades abiertas, como el software libre, el dato abierto (open data) y el acceso abierto (open access) todas ellas se refieren a información compartida que cualquiera puede apropiarse, generar modificaciones y volver a compartir, es un intercambio abierto para el empoderamiento de la comunidad en general.

Estos conceptos nacen justamente por las redes de conocimiento compartido que permite la posibilidad de trasladar la tecnología e información a los usuarios, de manera que hoy cualquiera podría, si así lo deseara, fabricar sus propios productos, adaptados a necesidades propias específicas o tener acceso libre a proyectos de alguien más. (Cores I. 2018) Bajo esta idea de compartir “open” existen diversas plataformas enfocadas en compartir, ejemplo de ello es *Open Materials*, donde un grupo de investigación fundado por Catarina Mota realiza investigaciones y métodos de auto-fabricación con enfoque en materiales. A través de la plataforma, es posible explorar el catálogo de prácticas de autoproducción, así como la tecnología para crear cosas con diferentes materiales.

Su intención es promover materiales desarrollados de manera pública y colaborativa. Se exponen los materiales como un recurso abierto y establecen un proceso abierto para explorar y compartir conocimientos, tecnología y aplicaciones relacionadas con la ciencia de los materiales. pretende fomentar el debate y la experimentación en la gama más amplia posible de materiales y procesos. De la misma manera podemos encontrar plataformas como *Materiom*, fundada por la Dr. Alysia Garmulewicz, Aquí una amplia comunidad proporciona datos abiertos para fabricar materiales, su intencionalidad radica en apoyar desarrolladores en la creación y selección de materiales procedentes de biomasa.

El rendimiento de los materiales se mide con pruebas materiales, por lo que se puede comparar con los materiales del mercado. Los datos se pueden utilizar para identificar alternativas sostenibles al diseño de productos. Las recetas son aportadas por una comunidad internacional de diseñadores, científicos, ingenieros y artistas. Son códigos de fuente abierta con licencia para fomentar un desarrollo rápido y uso generalizado. Materiom según lo indica su página web, es un centro de experiencia regional que establece un circuito de retroalimentación entre las adquisiciones locales, las aplicaciones del mercado y una red internacional de investigación y desarrollo de materiales.

Otro precedente al contexto de código abierto es el compilado de recetas recolectado y documentado en el texto "*Receipts for materials activism*." de Miriam Ribul en 2013 donde por medio del estudio a diversos casos se observa la creación de cosas por medio de herramientas y suministros comunes. Por medio de su publicación Miriam difunde los modelos para producción de biomateriales con empoderamiento de los sistemas de fabricación local. Valentina Rognoli y Camilo Ayala definen de este documento al concepto de *activismo material* como "una exhortación provocativa a los diseñadores para comenzar una enérgica protesta contra el sistema cerrado de desarrollo de materiales, que por un lado excluye a los diseñadores sobre la base de la falta de conocimiento, y por otro lado la dependencia del sistema para seleccionar el material para un proyecto". (Rognoli, et al. 2018 p.3)

Maker

Alineado con la aparición del código abierto, el DIY y las herramientas digitales para el diseño y la fabricación, se empezó a definir la imagen del maker. Esta definición engloba a artesanos, reparadores, aficionados e inventores que han cambiado por completo la forma en que se fabrican los objetos. Es un movimiento social que representa una nueva fuerza de innovación orientada al consumidor. Se basa en la cultura del DIY que partió de la nueva era tecnológica y social. El término Maker fue acuñado por el editor técnico Dale Dougherty, quien lanzó la revista *Made* en 2005 sobre proyectos de bricolaje (DIY); y la Serie Nacional Maker Faires 2006, que fue la primera demostración del movimiento. Las actividades de esta comunidad se basan en el compartir, la inspiración y la motivación; en el proceso, están cambiando la educación, la economía y la ciencia. (Cores I. 2018).

Chris Anderson en el libro *"Makers the new industrial revolution"* plantea a este movimiento como la próxima revolución en la industrial, La razón principal es que la tecnología ha abandonado la industria para pasar a manos de la gente común. La utilización del diseño a través del código abierto y el DIY ha llevado la manufactura de la fábrica al escritorio, o a la cocina como extensión de laboratorio. Además, visualiza una era de diseño y creación de objetos autofabricados a medida, impulsando el resurgimiento de la economía, la fabricación y la innovación, dando a todos el poder de inventar. Por otro lado, la creación material también comenzó a exhibir gradualmente el mismo tipo de comportamiento, porque cada vez más personas intentan crear materiales de manera autoproducida. (Rognoli, V. & Ayala, C. 2018.)

Personajes como Víctor Morales, responsable de Talleres de Creadores de la UPV, en una entrevista para 360gradospress comenta que el movimiento Maker "puede ser una revolución en cuanto al modo de producción social, que puede dejar de depender del consumo abusivo. Esta revolución permitirá a la sociedad como consumidores alcanzar la independencia, lo que le permitirá tener poder para evitar abusos, como la obsolescencia de los procedimientos ". (Moratalla P. s/f). Con los problemas actuales tan graves que genera nuestra materialidad, existe una oportunidad de revivir y potenciar las propiedades amigables con el medio ambiente de las materias primas usadas por los makers, de la mano de la sustentabilidad, como una solución para nuevas formas de concebir objetos con bajo impacto ambiental. Una producción local comprometida con el medio ambiente y el desarrollo social.

Buenas Practicas

Gracias a la concatenación de los apartados anteriores y la preocupación ambiental de nuestro momento histórico es que podemos observar la aparición de nuevos laboratorios materiales, la democratización informática y de producción permitió trasladar la concepción de nuevos materiales a fablab caseros, utilizando la cocina como una extensión o sustitución de un laboratorio tradicional.

Este fenómeno, muchas veces transdisciplinario, busca la creación de material más amigables con el medio ambiente, así como empoderamiento a usuarios, permitiendo su elaboración de manera abierta y colaborativa. Observando en todas ellas un interés que parece encaminar las exploraciones futuras de los materiales que utilizamos a través de la búsqueda de innovación material, a la par que se gesta conciencia ambiental fortalecida por democratización en procesos exploratorios con materias primas alternativas. La toma de control durante el proceso de diseño desde la concepción misma de la materialidad es tendencia en ascenso, gracias a esto se especula el surgimiento de nuevas generaciones de materiales, mismos que no corresponderán a lógicas tradicionales o estandarizadas hasta ahora. Para ejemplificar esto se incluye a continuación la práctica de 3 exponentes en la creación material a nivel internacional, regional y local. Mismos que están incidiendo en nuevas conductas y modelos de hacer materia.



Imagen 7 proyecto Aguahoja de Nery Oxman.

Nery Oxman

Neri Oxman es una arquitecta israelí-estadounidense, diseñadora, y profesora en el MIT Media Lab, dirige el grupo de investigación Mediated Matter. Su trabajo representa una revolución en la investigación y desarrollo de innovación material. Su objetivo es establecer un cambio en la forma en que diseñamos y construimos el entorno por medio de integración de diseño orgánico, ciencia de los materiales y tecnologías de fabricación.

Quiere cambiar los materiales que usamos en el futuro a través de la interdisciplinariedad e integración entre la ciencia, la ingeniería, el diseño y el arte. Su filosofía de diseño denominada "Ecología Material" está basada en la investigación con enfoque científico que explora e informa interrelaciones de lo construido. Esta visión sienta las bases para eliminar las interacciones entre el diseño y los métodos de fabricación tradicionales. A pesar de que Oxman cuenta con toda la tecnología de MIT para experimentar nuevas materialidades y no representa un laboratorio de autoproducción, se incluye porque es inevitable hablar de materiales para nuevas realidades sin tomar en cuenta el trabajo y filosofía de esta Arquitecta. Las innovaciones desarrolladas por Oxman y su equipo han permitido visualizar una nueva era material.

Con la ayuda de la fabricación digital vinculada con la ciencia y la biología, se generan materiales extraídos de materia prima abundante en la naturaleza como huesos o pectina para asegurar que regresen al ecosistema sin dañarla. Estas tecnologías y su filosofía ofrecen un enfoque radical para el diseño y la producción, donde cualquier biomasa pudiese transformarse en biomateria y ser

utilizados para una variedad de propósitos, desde la producción de prendas portátiles hasta la construcción de edificios. (Barba J. 2020).

Como ejemplo tenemos Aguahoja, fabricado a partir de moléculas extraídas de exoesqueletos de insectos, huesos, y la ayuda de fabricación digital. A partir de elementos abundantes en la naturaleza como la celulosa, quitosano y pectina, se fabricó una membrana resistente y flexible parecida al cuero que permite al final de su ciclo de vida con ayuda de agua, regresar al ecosistema sin dañarlo.

LAVBA

En Latinoamérica, encontramos el laboratorio de materiales LABVA en Valdivia, sur de Chile. Según lo indica su página web <https://www.labva.org/>, el enfoque del trabajo del laboratorio es geográfico e interdisciplinario. Su equipo de trabajo está compuesto por arquitectos, diseñadores gráficos, biólogos marinos e ingenieros bioquímicos. Cuestionan la materialidad circundante y su cultura, con el fin de promover la investigación, experimentación y diseño de prototipos de nueva materialidad, para el empoderamiento para la ciudadanía.

LABVA busca crear un catálogo de biomateriales cuya denominación de origen esté relacionada con materias primas naturales y residuos antrópicos que abundan en su entorno. Utilizan un método de diseño basado en la biodiversidad, y los materiales biológicos que producen provienen del cultivo de organismos (GIY-Grow it Yourself) y las recetas de cocina utilizadas para desarrollar nuevos materiales (CIY-Cook it Yourself). Defienden una nueva cultura material que reconfigura la conexión entre la comunidad y el territorio. El laboratorio está formado por Valentina Aliaga (diseñadora gráfica) junto a María José Besoain (arquitecta), Alejandro Weiss (arquitecto), Esteban Osses (biólogo marino) y Gabriela Carrasco (bioquímica). El fin último de su investigación no es llegar a un objeto o producto final, sino la generación de un nicho capaz de cuestionar los modelos de producción material actual. Comprender la diversidad asociada al territorio y utilizarla para promover autonomía material.

Su exploración material es extensa, desarrollan desde biofilms, biotextiles semejantes al cuero y plásticos a partir de celulosa

bacteriana o algas, biocomposite a partir de residuos antrópicos combinados con aglutinantes naturales como almidones o polímeros naturales derivados de algas extraídos de forma artesanal hasta manipulación del micelio de hongos de la localidad de valdivia.

Además, exploran posibilidades y especulaciones de aplicación a la vida real que puedan probar el funcionamiento y posibilidades morfológicas propias del material, por ejemplo, el proyecto denominado OVOFILIA es creado a partir de lógicas de tensión y peso en combinación con una serie de variables como la granulometría y densidad del compuesto biocerámico a manipular, por medio de los grados de tensión aplicado al textil usado como molde y el denier del textil así como su elasticidad, pueden crear piezas únicas y otorga valor agregado al desecho doméstico generado de la cascara de huevo. OVOFILIA es un proyecto colaborativo con Heidi Jalkh y Nicolás Hernandez en el cual se exploraron medios análogos y digitales para la manipulación morfológica de objetos hechos a partir de recetas biomateriales.

En este punto cabe destacar que el equipo del laboratorio de valdivia apporto y dio retroalimentación para la realización de la presente investigación biomaterial, teniendo acompañamiento y tutorías por parte del Arquitecto Weiss y sus compañeros de Lavba.



Imagen 8 Ovofilia de LABVA et al.







Imagen 9 Experimentación biomaterial foto: Gresia.re

Biology Studio

En un contexto muy similar, pero en la versión local, encontramos Biology Studio. Un estudio en la Ciudad de México, liderado por quien se denomina “artista biológica” de nombre Edith Medina, un referente para la comunidad de biofabricantes latinoamericanos. En su laboratorio se desarrollan diversas propuestas basadas en procesos técnicos para integrar innovaciones en los campos de la pintura, textiles, materiales biológicos, artesanías y diseño.

Su filosofía de trabajo está basada en la innovación, tecnología y tradición (ITT) para el desarrollo de nuevos materiales. Explora formas diversas de producción en varios campos incluido el textil, estructura diseño que vincula materiales sostenibles, biológicos u orgánicos. transforma materias primas naturales como bacterias, hongos, flores o vegetales. La generación de Materiales especulativos es esencial para el laboratorio pues permite ver escenarios futuros y especular sobre esos escenarios, así como la interacción de los materiales sobre los mismos, ampliando la visión de posibilidades. pretende recuperar los conocimientos ancestrales y vincularlos a procesos actuales.

Los diseñadores de materiales son agentes de cambio. Pueden diseñar, rediseñar, reformar, reutilizar y redefinir materiales dándoles un propósito completamente nuevo. Aumentar el potencial de los materiales pueden pasar a investigar, asesorar, educar y comunicar qué materiales son y pueden ser en el futuro inmediato, cercano y lejano, implementando un cambio social, económico, político y ambiental positivo en todos los sectores hacia un futuro diseñado responsablemente". -
www.materialdesigners.org

Reconfiguración

Después de observar movimientos contraculturales que abrieron puertas a la democratización en producción, así como un grado de consciencia y preocupación ambiental más activo que derivo en nuevos laboratorios transdisciplinares, se puede advertir claramente una reconfiguración en la función que tiene ahora mismo el diseñador. Se podría identificar la manera “tradicional” de creación, misma predominante desde la revolución industrial en la cual, se depende de los materiales generados por la industria, esto limita por una parte la experiencia material y por otra la intencionalidad material del diseñador pues no se tiene el control desde su elaboración.

Si lo vemos en un diagrama, esto posiciona al diseñador justo antes de la elaboración del producto final, dejando toda la investigación y desarrollo a conveniencia de la industria. La “reconfiguración” que se observa reposiciona al diseñador hacia el inicio del proceso, desde la investigación y desarrollo o lo que es lo mismo la exploración y fabricación material, esto permite tener control completo del proceso de diseño, potencial intenciones, narrativas y experiencias materiales. El aumento de diseñadores y artistas que están tomando el control del proceso creativo desde el desarrollo material es más evidente con el paso del tiempo, los intereses por desarrollar opciones más sostenibles y las posibilidades expresivas que estos materiales puede generar representan una oportunidad disruptiva que muchos creativos buscan.

El diagrama anexo muestra el reposicionamiento en la función del diseñador, mismo que ahora puede controlar factores tales como:

- **Sustentabilidad:** la selección, evaluación y extracción en materias primas corresponde al diseñador, que con apoyo transdisciplinar puede mejorar los impactos ambientales o proteger recursos finitos.
- **Experimentación:** por medio de un proceso con pruebas experimentales, se realiza un acercamiento a las características técnicas y sensoriales para seleccionar y validar los materiales idóneos.
- **DIY:** toma el control de los procesos de producción, de esta manera determina los mecanismos que cree pertinentes para su elaboración.
- **Producto:** finalmente, el producto final debe contener una evaluación de su ciclo de vida, como se utilizará y los impactos derivados de esto, de esta manera el diseñador puede tener mayor impacto en los productos diseñados.

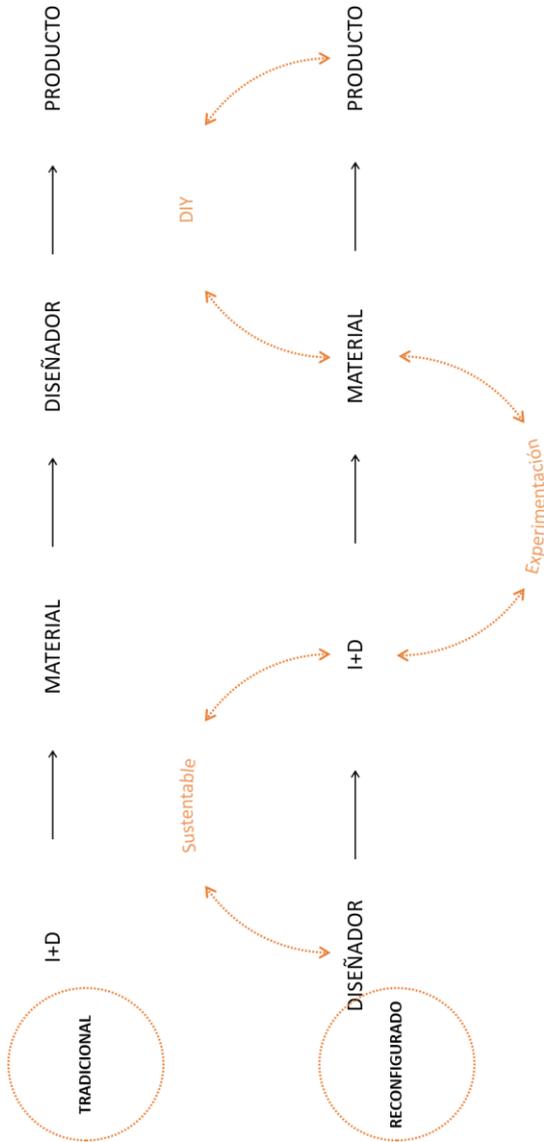


Diagrama 4 Reconfiguración del diseñador.

**SUSTENTABILIDAD
PARA EL DESARROLLO.**

Más de 80% de los impactos ambientales relacionados con un producto se determina durante su desarrollo.

Tendencias

Como se mencionó al inicio de la presente tesis, el segundo momento importante llamado “Sustentabilidad para el desarrollo”, establece las posturas, tendencias y problemáticas medioambientales para un futuro con menor impacto negativo al planeta. Este apartado es además un indicador de oportunidades asentadas bajo nuevas economías crecientes que permiten guiar las decisiones tomadas en el proceso de diseño para crear bajo una visión sostenible ambiental, económica y socialmente desde el principio de diseño.

Por el lado de las tendencias, se da una visión del estado actual de consumo de productos sustentables.

Las posturas dan un sustento teórico y crítico contra los modelos de producción lineales que actualmente predominan.

La problemática establece busca dimensionar y cuantificar daños por algún suceso, en este caso los impactos que tienen las plantas invasoras sobre cuerpos de agua en diferentes territorios.

Hoy en día existe un creciente interés por el consumo de productos sustentables, grandes empresas de e-commerce como Mercadolibre crecen su oferta de productos, así se menciona en *Mercado Libre ya tiene una división de productos sustentables* (2019). Se debe a la gran demanda de consumidores. Basados en un estudio realizado con su comunidad de compradores lograron detectar que un 97% de los consumidores millennials en México se encuentran altamente interesados en temas ambientales y 7 de cada 10 usuarios en Latinoamérica que usan la plataforma están preocupados por el medio ambiente.

Además, el estudio también indica las dificultades que existen para encontrar productos con estas características, solo el 11% de las veces han podido localizar este tipo de bienes. Otro dato relevante de la encuesta muestra que, en México, los consumidores aceptan haber aumentado un 70% su consumo de productos sostenibles en los últimos cinco años. Todo cambia y los hábitos de consumo en las sociedades actuales también, ahora, las personas buscan alternativas de consumo que además de ayudarlos a mejorar su calidad de vida, también contribuyan con el cuidado al medio ambiente.

Las grandes empresas como Nike, también viran hacia opciones amigables, por eso tienen una división llamada Nike Considered Design la cual está enfocada a innovación basada en principios de sostenibilidad, esta área determinará el futuro de la empresa, en ella guían sus decisiones de diseño y creaciones con una visión sostenible desde el comienzo de su proceso creativo, estos esfuerzos en innovación responsable permite crear productos que admitan ser reciclados en nuevos productos o devueltos a la naturaleza de forma segura al final de su vida. Durante su proceso de producción reducen hasta 80% el uso de disolventes, usan tintes vegetales para teñir textiles. Añaden componentes base cáñamo para la parte superior y en la parte inferior utilizan un sistema de suela con caucho a partir de residuos reutilizados y sin necesidad de adhesivos tóxicos.

Sin duda alguna uno de los nuevos paradigmas el día de hoy es el desarrollo sustentable, pero ¿Qué significa sustentabilidad? La definición adoptada por la World Commission on Environment and Development formulada en 1987 hace referencia a "la capacidad que haya desarrollado el sistema humano para satisfacer las necesidades de generaciones actuales sin comprometer los recursos y oportunidades para el crecimiento y desarrollo de las futuras generaciones" (Bruthland, 1987). Sustentabilidad se relaciona con el término "desarrollo" fundamentando así la equilibrada interacción entre los siguientes aspectos: desarrollo económico, desarrollo social y un tercer componente Ambiental. Este concepto hoy en día ha alcanzado gran relevancia, incorporándose en el interés Internacional, haciendo una fuerte presión a programas nacionales para alcanzar metas puntuales de desarrollo.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), elaboró y aprobó en 2015 los objetivos de desarrollo sostenible, ODS por sus siglas, los cuales son recomendaciones de acciones a seguir para disminuir las brechas entre países, se encuentra dentro de la agenda 2030 para el desarrollo sostenible firmada con el compromiso de 193 Estados miembros de las Naciones Unidas, México entre ellos, lo que representa una oportunidad para alinear la presente investigación a los mecanismos apropiados que permitan el desarrollo sostenible local(Naciones Unidas, 2018).

De igual forma desde hace algunos años han surgido nuevas maneras de abordar estrategias económicas que no representen un peligro para el planeta, estas pretenden convertirse en el nuevo paradigma que fije el curso en la manera en producimos, bajo el estandarte de la responsabilidad ambiental y social como una alternativa sustentable que pueda hacer frente a las necesidades tanto individuales como globales. Estas economías se vuelven cada vez más atractivas pues, representan oportunidades para nuevas maneras de entender y generar riqueza, se monetizan nuevos recursos y se mantiene un ecosistema sano, sin impacto negativo. Se plantea una visión más holística y completa, así como democratizada en la generación de esa riqueza como instrumento de transformación social y ambiental, a continuación, abordamos algunas de ellas

La economía circular es una invitación a repensar las formas de producción y consumo para reducir drásticamente la explotación de materias primas y la producción de residuos.

Economía Circular

Según Ellen MacArthur Foundation (2015) autores de este modelo económico, el tipo de economía que actualmente es utilizado se considera lineal, está basado en fomentar el consumo a corto plazo. Producir, usar y tirar son los principios para la producción de bienes y servicios que hoy utilizamos, lo cual ha derivado en un problema de insostenibilidad de los recursos del planeta que, cabe mencionar son finitos. Además, surge como nuevo modelo para contrarrestar efectos negativos generados por esta economía lineal. Se basa en un modelo cíclico de la naturaleza por ser este un ejemplo de sustentabilidad y nulos desperdicios, en la naturaleza todos y cada uno de los elementos que interactúan dentro de ella cumplen una función continua, aprovechados y reutilizados en diferentes etapas.

Es en la transformación de los modelos de negocios actuales donde a través de la innovación pretende desacoplar el desarrollo económico de la explotación de los recursos naturales, rediseñando sus procesos y productos de manera que contribuyan a la regeneración de los ecosistemas. También busca la eliminación de residuos desde el diseño a través de tres principios fundamentales:

La eliminación de residuos y contaminación desde el diseño de los productos y servicios. Para lograrlo se consideran las siguientes estrategias:

- o Diseño circular, se refiere a asegurar que desde el diseño del producto se considere la reintegración material ya sea en el Ciclo tecnológico o ciclo biológico, o su reutilización continua.

- Eliminar residuos y contaminación, optimizar la cadena de suministro para que se pueda reducir la cantidad de energía y material durante y durante el proceso de producción. Reducir residuos al personalizar mejor el uso de los productos específicos.
- Uso de materiales alternativos, renovables, bajos en carbono o de reciclaje como insumo para nuevos productos.

Mantener productos y materiales en uso en el tiempo.

- Este apartado toma en cuenta 2 estrategias que consideran la durabilidad, reutilización, re-manufactura o reciclaje para mantenerlos en constante circulación.
- La reutilización de productos y componentes. Esta estrategia tiene el objetivo de preservar la energía y recursos incorporados al proceso de fabricación, cuanto más se usen los materiales, se ahorra material, trabajo, energía y el capital debería ser mayor.
- Poner en recirculación los materiales para evitar la extracción y explotación de materias primas, aquí entra también la generación de productos compostables que ayuden a la regeneración de la biosfera.

La regeneración de sistemas naturales. Toma en cuenta reintegrar los nutrientes al suelo por medio de:

- Agricultura regenerativa. Consiste en minimizar la modificación de los suelos y aumentar su contenido de carbono para lograr una cascada de beneficios sistémicos sin la necesidad de insumos sintéticos.

Para ayudar a entender estos tres principios, la fundación Ellen MacArthur desarrolló un “diagrama mariposa” en el cual se muestran gráficamente las estrategias para un desarrollo sustentable. Observando el diagrama mariposa de la economía circular que se

muestra anexo, se puede identificar las áreas alineadas con nuestro proyecto dentro de esta economía, todas ellas dentro del ciclo biológico y son las siguientes:

Regeneración de la biosfera: La eliminación de los residuos y el uso de materias primas amigables con el ambiente permite al ecosistema regenerarse.

Cascada: Su intención principal radica en mantener en uso el producto el mayor tiempo posible antes de pasar a un proceso de reciclado o desecho.

Materia prima bioquímica: Al igual que la correcta selección de las materias primas de origen bioquímico es esencial para la fabricación de biomateriales, también lo es el uso de desechos o residuos como recursos que deben ser aprovechados en su totalidad para crear eficiencia en los procesos de producción y minimizar la generación de residuo.

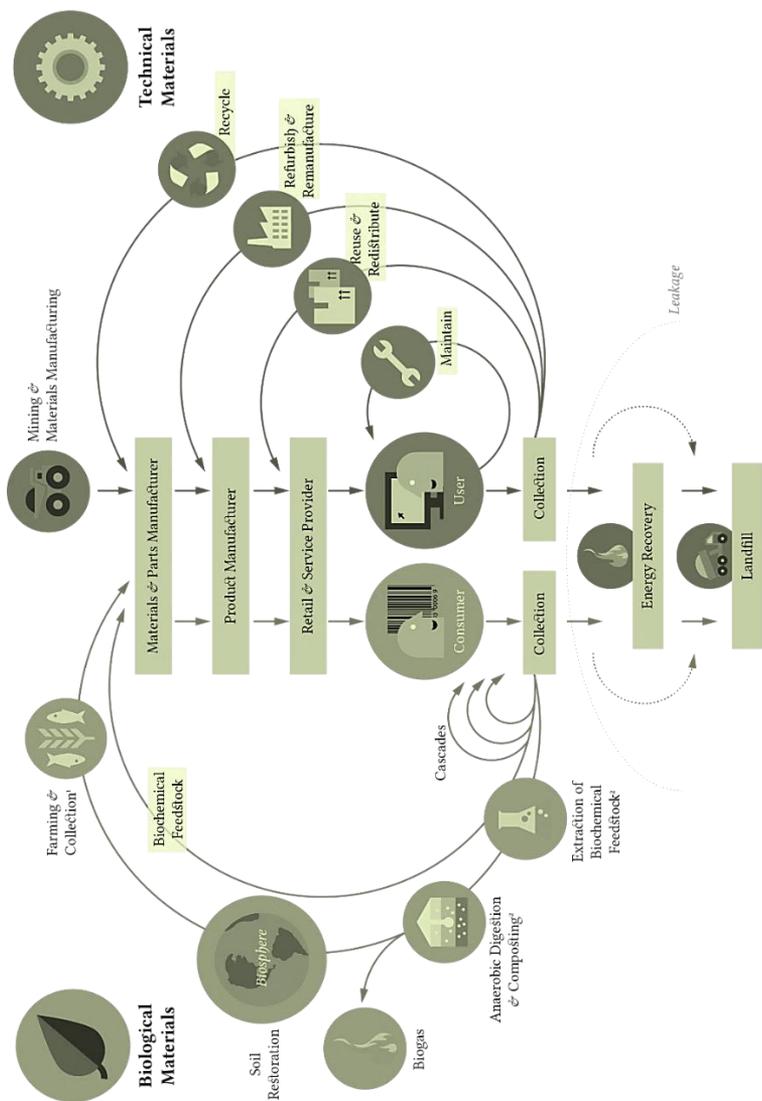


Diagrama 5 Diagrama mariposa de la economía circular elaborado por la fundación Ellen MacArthur

Economía azul

Consiste en entender los residuos como recursos que deben ser aprovechados en su totalidad, así como eficiencia en los procesos de producción para desaparecer la generación de basura. Busca soluciones inspiradas en el diseño de la naturaleza por su la eficiencia en sí misma, en sus ciclos naturales no existe la generación de residuos, lo que es desperdicio de uno es aprovechado por otro. Cimenta sus bases en un concepto más holístico y pretende emular los ecosistemas naturales para ser eficientes en la producción de bienes materiales o servicios.

Su autor, Gunter (2011) un economista belga que la describe como una filosofía económica que reflexiona sobre los modelos de negocios futuros donde se generan más ingresos al tiempo que se generan más puestos de trabajo. Es una postura en contraposición a los sistemas económicos actuales que buscan producción y generación privilegiando reducción de costos y aumento de ganancias. Pauli busca pasar de un sistema basado en recursos escasos con un alto coste en energía, al uso de recursos disponibles localmente. Según Pauli *“el poder de la economía azul es que inyecta dinero de vuelta a la economía local, y contrariamente a la creencia tradicional, ofrece productos de alta calidad a un precio de menor”*

Observamos grandes similitudes entre ambas filosofías, inspiran cambios y oportunidades de innovación. En el área del diseño existen metodologías y conceptos que se alinean a esta forma de pensamiento, replanteando los procesos de diseño y formas de crear más allá de lo conocido y lo obvio. Su principal semejanza con la economía circular está en alargar el ciclo de vida de las cosas, además de ser reintroducidas nuevamente al ciclo económico.

Este modelo de desarrollo hace énfasis en aprovechar los recursos territoriales disponibles para satisfacer la demanda de productos o necesidades a nivel micro o macroeconómico. Es precisamente esta teoría descentralizadora de la producción que se alinea con los trabajos realizados bajo un contexto local y democratizado para establecer nuevas maneras de producir.

Cradle to cradle

De la cuna a la cuna es un concepto que plantea los términos de la reutilización, en un primer momento se deben generar y utilizar bienes y materiales durables que por su mismo valor no terminen desechados al final de su vida útil, que dé la oportunidad de reutilizarse para algo nuevo. Para esto desde luego que el planteamiento también hace un llamado al igual que todos los anteriores a la necesidad de replantear el diseño de los productos que usamos, optimizándolos en sus componentes.

El químico Michael Braugart Junto al arquitecto William McDonough, son los creadores del concepto "De la cuna a la cuna", mismo que se asienta en el libro titulado *"Cradle to Cradle. Remaking the Way We Make Things"* en el 2002, como una filosofía hacia el diseño y postura crítica de problemas actuales con sistemas de producción heredados de la revolución industrial. Sus reflexiones derivan del análisis del diseño en la revolución industrial, según McDonough, W. et al. (2002) existió durante esa época, una carencia

de éste, pues se centraron en el crecimiento económico, la eficiencia y la rapidez sin poder desconectarlos después, las consecuencias que actualmente se observan las enlistan como:

- o Fabricación de productos tan peligrosos que requerirán vigilancia constante por parte de las futuras generaciones.
- o Poner miles de millones de kilos de material tóxico al aire, agua y el suelo.
- o Generar gigantescas cantidades de desechos.
- o Enterrar por todo el planeta materiales donde nunca podrán ser recuperados.
- o Requerir miles de complejas normativas legales, no para mantener a los sistemas naturales intactos, sino para no ser envenenados rápidamente.
- o Que la productividad se mida por la poca gente que trabaja.
- o Crear prosperidad con base en destruir o reducir los recursos naturales para luego quemarlos o enterrarlos.
- o Erosionar la diversidad de especies y de culturales.

Además, señalan que la infraestructura industrial actual está diseñada para promover el crecimiento económico. Logra este objetivo, pero a costa de otras necesidades importantes, especialmente la salud de los seres humanos y los ecosistemas, la riqueza natural y cultural, e incluso el entretenimiento y disfrute. Los autores afirman que *“Un diseño pobre a tal escala va más allá del tiempo de una vida humana. Constituye lo que denominamos una ‘tiranía remota intergeneracional’, nuestra tiranía sobre futuras generaciones a través de las consecuencias de nuestros actos de hoy.”* por lo tanto proponen nuevos objetivos al diseño de los que podemos rescatar de acuerdo con nuestro tema abordado los siguiente:

- o Generación de productos que, una vez finalizada su vida útil, no se conviertan en basura inútil, sino que puedan ser devuelto al suelo para que se descompongan y se conviertan

en alimentos para plantas, animales y en nutrientes para la tierra; o, en caso contrario, que puedan ser reincorporados a los ciclos industriales para proporcionar materias primas de alta calidad para nuevos productos.

- o Un mundo de abundancia, y no uno de limitaciones, polución y desechos.

Entonces, aunque encontramos diversos enfoques que buscan la mejor solución, lo que es claro en todos ellos es que tienen una misma meta, están pensados con intenciones fundamentadas en la sostenibilidad, la protección de los recursos naturales y el bienestar humano.

Gracias a todas estas intenciones se vislumbra una revolución para corregir los errores de diseño con los que actualmente lidiamos. La construcción de un futuro sustentable empieza por el cuestionamiento de los procesos de producción y los materiales usados desde hace algunos siglos. Hoy el abanico de opciones planteadas es grande pero independientemente del nombre que tenga cada concepto, es una realidad que todas buscan en mayor o menor medida desaparecer el impacto ambiental generado por el mal diseño de procesos y productos, así como eliminar y revertir la huella ecológica que hemos generado hasta el momento.

Tomando como base estas posturas derivadas de los problemas ambientales existentes, mismas que pretenden como lo hemos visto, generar soluciones y beneficios ambientales, sociales y económicos, se rescatan para esta tesis 4 elementos rectores para guiar el desarrollo sustentable del proyecto. Estos elementos son:

- o Entender los residuos (nuevas materias primas) como recursos que deben ser utilizados.
- o Buscar oportunidades a partir del territorio
- o Eliminación de residuos y contaminación desde el diseño
- o Regeneración de los sistemas naturales

Si sabemos que los impactos ambientales relacionados con algún producto están determinados en más del 80% durante su fase de diseño y desarrollo, la tarea y responsabilidad que tenemos como diseñadores, aunque compleja, es uno de los pasos imprescindibles para cambiar el futuro que dejamos como legado a futuras generaciones, además, este hecho también representa una oportunidad de innovación que está direccionando las áreas de estudio y aplicación del diseño. Diseñar para la resistencia, la reparación, la actualización y la reutilización y dejar el modelo actual pensado para extraer, hacer y tirar es el principio de la circularidad.

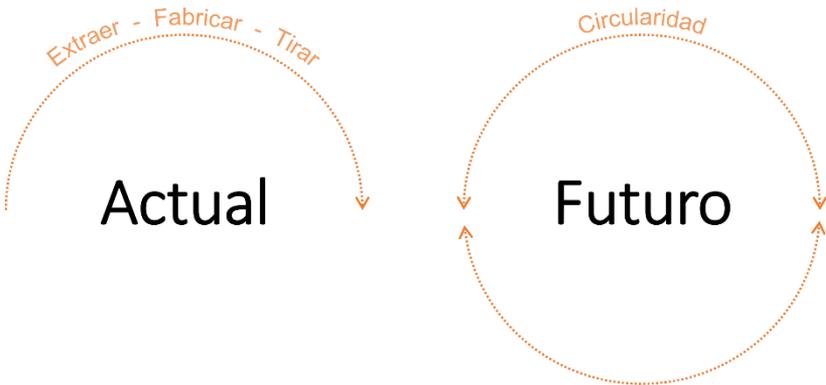


Diagrama 6 Estado de la Producción

Los problemas nunca se acaban, pero las soluciones tampoco.

Problemática

El Lirio Acuático (*Eichornia crassipes*) También conocido como jacinto de agua, es una planta flotante con crecimiento en cuerpos de agua dulce, nativo del Amazonas, su presencia está controlada por depredadores naturales, en su sitio originario no representa ningún riesgo, sin embargo, cuando la maleza se inserta en otros contextos se incrementa su poder infeccioso debido a su tolerancia ambiental y la falta de control biológico que limiten su crecimiento (EPPO, 2010). Los tallos y raíces se encuentran siempre sumergidos dentro del agua donde crece, las hojas junto con los peciolos flotan y llegan a crecer hasta 90cm de altura. Se considera una planta invasora, es una especie acuática flotante con alta capacidad de proliferación que se puede reproducir asexualmente, sin necesidad de polinización de sus flores, ni tampoco de la producción de semillas.

Solamente necesita de un pedazo de hoja o bulbo para que puedan crecer organismos independientes, por lo que puede ocupar de manera eficiente grandes áreas de lagos, aguas estancadas y ríos en poco tiempo. Una sola planta puede llenar un embalse en apenas semanas, por esto es considerada una de las 100 especies invasoras más agresivas, se encuentra entre las 10 peores malezas del mundo. (Albano Pérez et al., 2015). La gran masa biológica generada por la plaga crea impactos económicos, sociales y medioambientales. Sirve como repositorio de larvas de mosquito (Epstein, 1998), Forma una alfombra densa casi impenetrable que ocasiona la obstrucción de los canales de riego, interferencia en plantas de energía hidroeléctrica o la producción de cultivos locales. (Milne et al., 2006). Según la unión internacional para la conservación de la naturaleza, se estima que el crecimiento diario de biomasa por

hectárea en cuerpos de agua infectados varía de 400 a 700 toneladas (Ruiz et al., 2008).

Esta enorme cantidad de lirio acuático provoca pérdida del nivel de los cuerpos de agua infectados, debido a que la tasa de evapotranspiración es hasta 4 veces mayor que antes de ser invadido, es decir que el lirio acuático absorbe grandes cantidades de agua, para luego evaporarse en la atmósfera, contribuyendo al secado de los cuerpos de agua. De la misma manera, la falta de luz hacia el interior del agua junto con el descenso del nivel deriva en la pérdida de biodiversidad en las cuencas afectadas. (Ruiz et al., 2008). Al mismo tiempo, se ven afectadas las poblaciones que centran su economía en la agricultura o la pesca vinculada al cuerpo de agua ahora infectado. (Worku, M, 2018)

Actualmente los esfuerzos por su erradicación son imposibles de alcanzar y la forma más efectiva de control a corto plazo es la extracción física, tratando de mitigar sus efectos negativos. Los usos más destacados para su uso y control son la obtención de bioetanol, biogás, biocombustibles sólidos. algunos países como Brasil estudian la revalorización de esta planta a través de la generación de briquetas, en el Salvador se generan abonos y biogás, así mismos investigadores de la universidad de Calcuta realizan trabajos para la producción de etanol. (Dufour, J. 2017). De manera que podemos observar con estos y demás estudios que se están realizando sobre el lirio, la confirmación y el interés mundial por aprovechar y reducir la proliferación de esta planta invasora.

El lirio acuático es considerado un problema global pues aparece en las diversas partes del mundo, principalmente en por todo el trópico y subtrópico del planeta, entre las latitudes 39°N y 39°S (Ruiz et al., 2008). Para dimensionar el impacto global de esta invasión se puede observar en el mapa de distribución anexo con achurado las regiones donde existe información reportada por las administraciones locales y en marcación de punto cuando se tiene datos de su localización concreta.

México

En el ámbito nacional, también es conocida esta planta como "Jacinto", "Jacinto de agua", "Lirio de Agua", "Lirios Acuático". En 1991, el IPTRID (International Program for Technology Research in Irrigation and Drainage). CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) y el IMTA (Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua) realizaron un análisis de las condiciones de distintos distritos del país en el cual señalaron como un problema crítico en México el crecimiento de la maleza acuática. El estudio de Camarena et al. (2012) señala que la infección del lirio acuático que se tiene año con año crece notoriamente conforme las temperaturas también lo hacen, esto es ya aceptado por autoridades que ejercen un control hacia esta maleza como un problema que es inevitable y recurrente. Su distribución dentro del territorio nacional está relacionada con el tipo de zona bioclimática, esta planta invasora responde a ambientes acuáticos en todo el territorio del país, hasta las partes bajas de los valles altos del centro del país.

Se ha registrado su presencia en los estados de Campeche, Chiapas, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Villaseñor, R. y Espinosa, G. 1998). Esto crea problemas a la pesca, impidiendo el libre paso del agua o la navegación, además la supervivencia de plantas y animales nativos se ve afectada. Se estima que cubre aproximadamente 40,000 ha., prácticamente todos los lagos de México tienen problemas con esta especie. La manera de controlar esta plaga es generalmente de forma mecánica, con temporalidad de una a varias veces al año dependiendo de la gravedad de la afectación. Se combate con

dragas, retroexcavadoras y trituradoras, sin embargo, esto no resuelve el problema, solo lo controla por temporadas. Debido a que el control del lirio se realiza de forma mecánica, en el lapso de pocas semanas el lago vuelve a re infectarse, convirtiéndolo en un proceso cíclico sin fin.

Se trata de un problema ambiental grave y se ha gastado mucho dinero para controlarlo, históricamente se han utilizado dragas mecánicas y herbicidas como el glifosato sin embargo los estudios demuestran que esto tiene un impacto negativo en el medio ambiente. El instituto mexicano de la tecnología del agua ha buscado alternativas de control biológico, como la inserción al ecosistema de un escarabajo proveniente de Sudamérica, el cual se alimenta del lirio. Sin embargo, mientras no exista apoyos gubernamentales para implementar las estrategias adecuadas de control, las infecciones de lirio acuático a cuerpos de agua seguirán. (Gortari, E. s.f.) Se muestra anexo un mapa elaborado por CONABIO para identificar dentro del territorio nacional la distribución y localización de cuerpos de agua con presencia de lirio acuático. Afectando toda la zona centro y sur de país principalmente.



Imagen 10: Distribución geográfica del Lirios Acuático en 2016 (kriticos and brunel, 2016).



Imagen 11 Distribución geográfica del Lirios Acuático en México fuente: (CONABIO 2013).





El crecimiento promedio de biomasa en lagos infectados varía de 400 a 700 toneladas diarias.

Michoacán

En el contexto local encontramos infecciones de lirio acuático en la presa de Cointzio, ésta se encuentra ubicada a 12 km al suroeste de la ciudad de Morelia, Michoacán, Dicha presa abastece en promedio 30% de los hogares de la capital michoacana. Es utilizada principalmente para consumo humano, así como con fines de riego de cultivos. En marzo del año 2019 el lirio acuático invadía el 55% de la presa, según estimaciones de CONAGUA (Ruíz, C. 2019). En enero del 2020 se contabilizaba una afección del 40% de la superficie. (Gobierno de Michoacán inicia retiro de lirio acuático en la presa de Cointzio, 2020) Esta maleza en sobrepoblación genera efectos negativos ambientales y sanitarios, esta maleza llega a cubrir grandes cantidades de la superficie del agua, impidiendo el paso de luz, causando dificultades de oxigenación y vida en el agua. Así mismo al morir, el lirio acuático genera grandes cantidades de materia orgánica que cae al fondo de la presa, reduciendo su profundidad. (Arroyo, E. 2020).

Según un artículo publicado en un diario local por Bocanegra, A. (2018), los costos generados por limpiezas a la presa ascienden a 10 millones de pesos, esto entre 2015, 2016 y 2017 recursos aportados con colaboración federal, Compesca y ayuntamiento de Morelia, así mismo lo señala el doctor Arturo Chacón Torres, miembro del instituto de investigaciones de los recursos naturales de la universidad michoacana de san Nicolás de Hidalgo (UMSNH). En el mismo artículo se manifiesta que el traslado a rellenos sanitarios del lirio extraído del cuerpo de agua resulta costoso, por tal motivo solo proceden a la trituración de este y esperar su descomposición natural dentro del agua, lo que vuelve prácticamente imposible la eliminación del lirio.

En el lago de Pátzcuaro, ubicado a 63 km al oeste de la ciudad de Morelia y uno de los atractivos turísticos más frecuentados de Michoacán por ser parte de un corredor de sitios de mucha riqueza cultural de la etnia purépecha, señala Ayala (2020) que se puede observar concentración de esta plaga principalmente en la zona de los muelles generales de San Pedrito y Las Garzas, así como en la isla de Uranden. Además, en los muros de contención de los costados se ubica el lirio seco que, a pesar de acciones voluntarias de los pobladores por su retirado, no ha sido suficiente para detener la proliferación de la planta. Joaquín Garduño Maya, director de Ecología de Pátzcuaro; Román Bustos Gómez, Capitán de Puerto; y Juan José Morales Hernández, miembro de la Sociedad Cooperativa del Muelle general, actores principales de la localidad coinciden en que el lago de Pátzcuaro está en crisis.

También manifiesta que la gravedad de la situación afecta las embarcaciones comerciales y de capitania, los lirios se enredan en las hélices de las lanchas haciendo daño a los motores, el costo económico de las reparaciones es solo uno de los problemas pues también perjudica al turismo y actividades cotidianas de la zona por incapacidad de movilidad. La falta de profundidad que vive el lago de Pátzcuaro también representa un problema, los lirios ya no solamente flotan sobre el cuerpo de agua, ahora la raíz alcanza a agarrarse de lodo, por lo que su extracción es más compleja. El titular de la comisión de pesca (compesca), Julio Vargas Medina en entrevista para el diario local *Quadratín* del 16 de octubre de 2018 señala que ese mismo año se generaron gastos de 6 millones de pesos para la limpieza del lago de Pátzcuaro y Cuitzeo, retirando lirio acuático con aproximadamente 128mil 612 metros cúbicos, logrando tener una cobertura de 235 hectáreas.

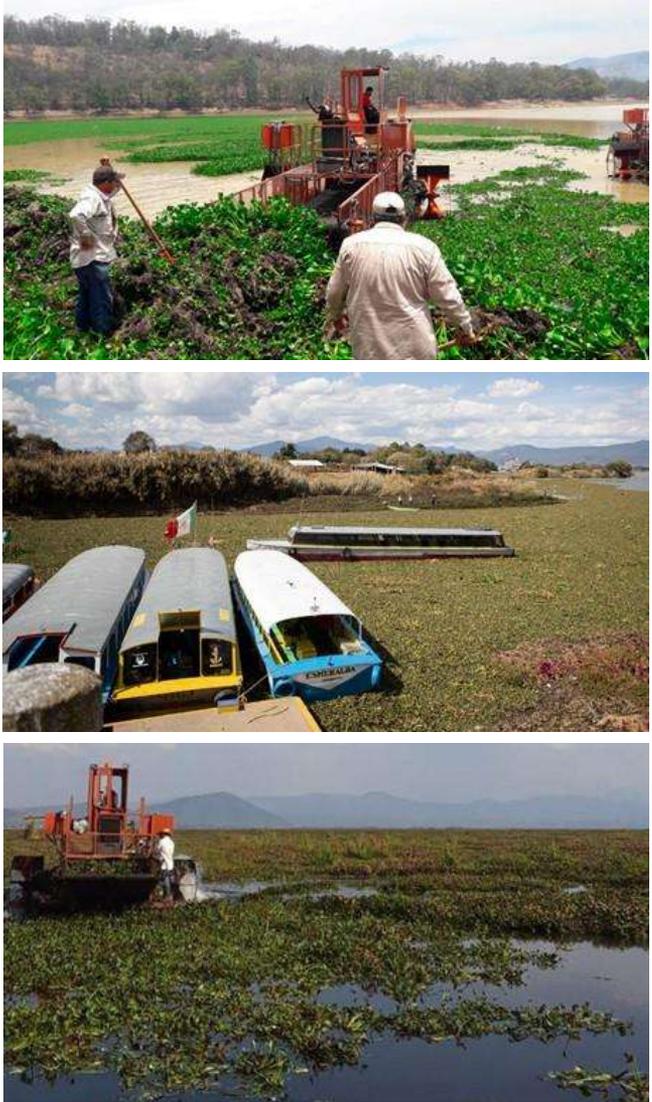


Imagen 12 De arriba hacia abajo, Presa de Cointzio, Lago de Patzcuaro y Lago de Cuitzeo Autor: Andrea bocanegra

En conclusión, con todos los datos recabados podemos entonces definir algunos de los impactos que el lirio acuático genera sobre el territorio afectado:

- **Ecología:** Al impedir la entrada de luz al fondo del cuerpo de agua, la falta de oxígeno provoca anoxia y por tanto flora y fauna mueren.
- **Clima:** Pérdida de volumen de los cuerpos de agua infectados debido a su alto nivel de evapotranspiración. En una zona semitropical 1m² de lirio evapora hasta 1/2m³ de agua cada 24 hrs.
- **Salud pública:** Genera un hábitat para la proliferación de organismos portadores de infecciones.
- **Pesca:** La atarraya y demás operaciones de pesca se ven afectadas por la densa capa vegetal, así como por su movimiento.
- **Riego y cultivo:** Afecta los canales de riego tapando e impidiendo el adecuado regadío de cultivos.
- **Navegación:** Se vuelve imposible circular sobre la maleza, motores se dañan por el atasco del lirio en ellos.
- **Económicos:** Gastos al erario para controlar su expansión, además de impactos al turismo que se genera en las zonas lacustres.

Por estos motivos y algunos otros que no se hayan contemplado es por lo que existe mucho interés en encontrar soluciones que atenúen los impactos generados por la invasión de esta planta, tanto así que existen en diversas partes del mundo investigaciones para su aprovechamiento. Explicamos algunos de sus actuales usos a continuación.

Usos actuales

Según lo explica Jafari (2010) La cosecha de lirio acuático se ha convertido en un recurso valioso para algunos países donde a través de distintos métodos se genera valor adicional al ornamental de esta maleza. Su utilidad se ha visto como valor nutricional en animales, distintas fuentes de energía, materia prima para la construcción, elaboración de papel, así como artesanías.

Otro de las bondades del lirio acuático radica en su capacidad de limpiar cuerpos de agua con alto nivel de contaminación con metales pesados, el correcto uso de esta maleza puede ayudar a controlar los problemas de contaminación derivada de descargas sanitarias y agrícolas. Sin embargo, hasta el momento todas las aplicaciones no han sido catalogadas como opciones de control viable. En el ámbito académico, principalmente internacional se ha investigado diferentes usos para aprovechar el lirio acuático y limitar así los daños ocasionados por este. La valorización de esta planta invasora es el medio más utilizado para promover iniciativas de control para esta plaga. A continuación, se presentan algunos de los usos más representativos investigados.

Biocombustibles

En diferentes partes del mundo con problemas de lirio acuático se desarrollan investigaciones para convertir esta plaga en biocombustibles como el etanol, biogás o abono. Existen decenas de investigaciones realizadas con la finalidad de convertirlo en energía, Kivaisi, A. K., & Mtila, M. (1997) concluyeron en su exploración que es viable producir biogás a partir de esta planta invasora, sin importar los niveles de concentración de nitrógeno, sea

alto o bajo. En fechas más actuales, encontramos en Kenia proyectos con instalaciones móviles para generación de biogás en las orillas del lago victoria, mismo que se encuentra invadido por lirio acuático. La Planta se cosecha y tritura para alimentar un sistema diseñado para descomponer material orgánico generando gases como el metano y dióxido de carbono principalmente. Este proyecto se creó con la finalidad de erradicar la quema de leña y papiros con efectos nocivos para la salud y a su vez reducir la masa biológica de lirio que afecta el lago (Adler N. 2019).

Comenta Rico (2017) que, en El Salvador, la Agencia para el Desarrollo Económico Local Chalatenango, el Fondo de la Iniciativa para las Américas El Salvador y el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales realizan investigaciones para erradicar la plaga en humedales de la región por medio de bio-productos como etanol. Explica además que existen desde 2013 investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad Nacional del Cesar del mismo país y la Autónoma de Sinaloa en México que impulsan su transformación por medio de fermentación por su alto contenido de hemicelulosa y celulosa, los cuales son considerados precursores de bioetanol. Generando hasta 20 mililitros por cada kilogramo de jacinto de agua.

Briquetas de combustión

Existen Investigaciones acerca de las propiedades de combustión de briquetas elaboradas a partir de lirio acuático. Para la elaboración de briquetas es necesario contar con materia prima triturada o molida, se agrega agua y mezcla uniformemente, posterior a esto inicia un proceso de prensado mediante alguna prensa elaborada para este fin, su función es retirar el alto contenido de agua, el tiempo de secado en la elaboración artesanal varía entre 2 a 3 días. Puede agregarse aglutinante para mejorar su adherencia (Valiente, A. 2017). Los peciolos del lirio acuático una vez secos son triturados y mezclados con almidón de yuca como aglutinante, la biomasa se somete a presiones altas forzando sus partículas a unirse hasta convertirlos en cilindros sólidos, mismos utilizados para combustión posterior. Los resultados mostraron el potencial como

fuente alternativa al carbón convencional para minimizar la emisión de gases de efecto invernadero (Rezania et al., 2016).

Papel

Las primeras investigaciones sobre el lirio fueron para la realización de papel utilizando los niveles de celulosa que lo componen, el lirio acuático está compuesto de 92.8-95% de agua, 18.2 a 19 % de celulosa, de 48.7 a 50 % de hemicelulosa, de 3.5 a 3.8 % de lignina, de 4.2 a 6.1 % de compuestos volátiles y 13 a 13.5 % de proteína cruda (Nigam J.N. 2002). Este uso ha sido exitoso sobre todo en la Industria artesanal a pequeña escala. Los proyectos de elaboración de papel han tenido éxito en varios países, por ejemplo, en Filipinas, Indonesia e India (Jafari, N. 2010). A nivel territorio, en Yuridia y Pátzcuaro es común la incorporación y elaboración de papel de lirio para artesanías, algunas de estas localidades siguen iterando sus productos para agregar más propiedades al papel y así tener mayores usos sobre él.

Cestería y artículos decorativos

El uso más aceptado y masificado se centra en la fabricación de cesterías utilitarias o decorativas, principalmente por comunidades de artesanos o empresas de nivel locales cercanas a esta fuente de suministro, esto es aplicable tanto en nuestro territorio como en contextos internacionales. En algunos lugares como Filipinas elaboran cestas y esteras para uso doméstico, de la misma manera en India se fabrican objetos para el turismo. En nuestro contexto encontramos manos artesanas que transforman esta materia prima para elaborar lámparas, cestos o sombreros entre otros artículos, esto lo podemos observar en regiones de Nayarit, Sinaloa, Veracruz, Puebla, Guanajuato, Michoacán, Yucatán, Tabasco y Ciudad de México entre otros. Para la elaboración de estos productos es necesario dejarlos crecer hasta que los pecíolos de las plantas tengan una altura de 90 cm, serán cortados y colocados bajo el sol para iniciar su proceso de secado, después de esto, los pecíolos son

humectados y sometidos al planchado de cada uno de ellos, durante este proceso pueden ser teñidos con elementos naturales. Gracias a su capacidad flexible se pueden tejer o trenzar para crear tanto objetos utilitarios como decorativos.

Material para construcción

Algunas investigaciones centran sus objetivos en encontrar nuevos materiales para abaratar los costos en la construcción a la par de obtener mejoras de eficiencia energética. Se han probado las capacidades de bloques de arcilla con la incorporación de lirio, su finalidad es mejorar las características de bloques de adobe tradicionales. Mejorar y aumentar la calidad de estos con costes menores. (Vallín, D. et al. 2009). De igual forma se ha explorado su aplicación como material de construcción en entornos de precariedad y adaptando su fabricación a las características, herramientas y posibilidades del entorno. El uso de peciolo en combinación con cemento sometido a compresión puede usarse como placas de falso plafón y así disminuir las ganancias térmicas que genera la radiación solar. (Salas, A. 2019)

Limpieza metales pesados

La bioadsorción o fitorremediación es un proceso físico químico por medio del cual se absorben metales pesados en aguas residuales procedentes del sector industrial. Se utilizan para este fin la raíz del lirio acuático debido a su bajo costo y abundancia en la naturaleza. Todas las investigaciones han permitido desarrollar potenciales usos para aprovechar al máximo la biomasa generada por esta planta invasora a través de valorizar su cosecha, promoviendo su control bajo una mirada sustentable y reduciendo o tratando de hacerlo en los impactos negativos provocados por el lirio. En la imagen Maleza útil se puede observar gráficamente el aprovechamiento que actualmente se da al lirio acuático de acuerdo con las características de cada uno de sus componentes, Ya sea utilizando la planta entera, solamente sus hojas, a través de sus tallos usados de manera completa o cortados, así como explotación de su raíz para absorber metales pesados.

Maleza útil

El **lirio acuático** es biomasa con alto contenido de compuestos lignocelulósicos, que puede ser aprovechada para la producción de etanol y otros productos para ayudar al control sustentable de esta planta

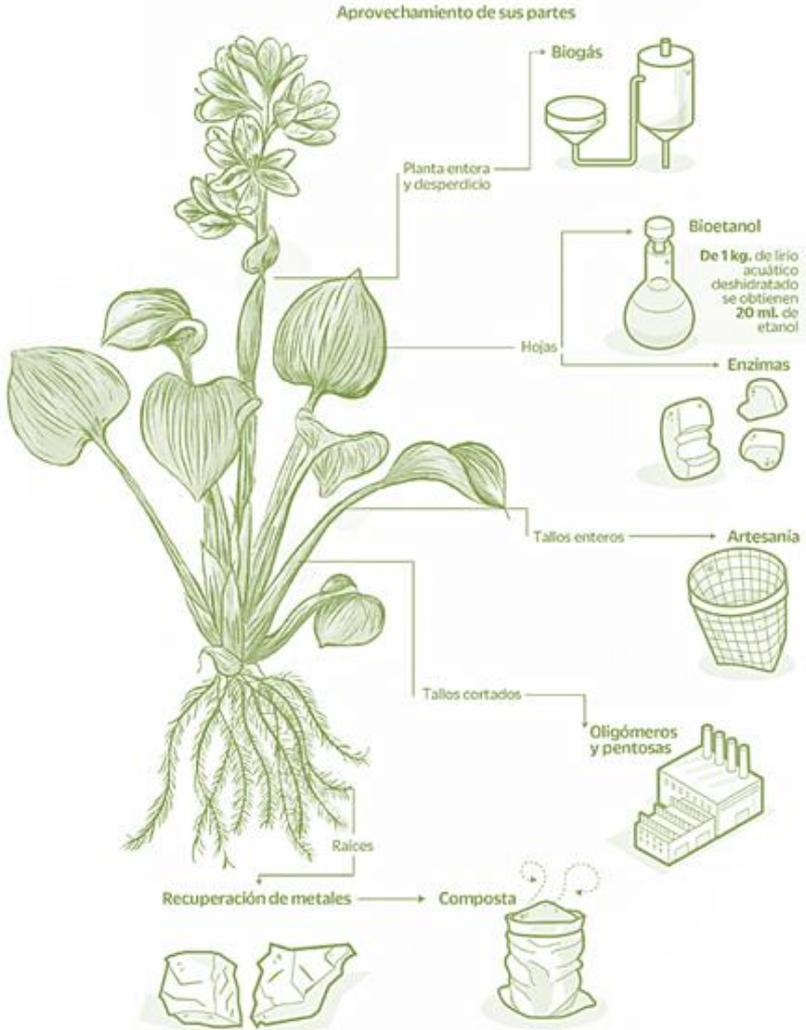


Imagen 13 Maleza útil fuente: UAM, CONACYT

“Los materiales al momento de diseñar tienen la misma importancia que los ingredientes al momento de cocinar. Uno debe de seleccionar el ingrediente o material indicado de acuerdo con lo que desea hacer” - Ariel Rojo

Materialidad

En la actualidad la transformación de los procesos naturales del planeta ha alcanzado tal magnitud que algunos científicos han formulado la idea de que vivimos en una nueva época geológica: el Antropoceno. En esta nueva era los seres humanos son considerados la fuerza de transformación de escala mundial, esto a su vez va de la mano de emisiones de efecto invernadero en la atmósfera.

El modelo de economía actual se basa y tiene como objetivo principal el consumo constante y gradual; los procesos de fabricación para esto requieren del uso de grandes cantidades de materias primas y materiales que usan energías no renovables, siendo el final de su ciclo de vida del objeto el desechado, lo que provoca efectos negativos tanto sociales como al medio ambiente (Ellen MacArthur Foundation, s/f). La linealidad del modelo actual no contempla el reúso de los recursos para la prevención del agotamiento de los recursos naturales con los que se fabrica la materialidad actual; debido a esto los desechos que se generan sean tecnológicos o biológicos se transforman en basura. (Nunes P., 2018).

Diversos antropólogos predicen que esta época será llamada como la edad de plástico, de igual manera que ocurrió con otras épocas como la edad de hierro. Lo cierto es que los plásticos dentro de sus grandes propiedades presentan un problema, que es la nula biodegradabilidad y permanencia en nuestro ecosistema por hasta por 4000 años. generando grandes problemas de contaminación. El plástico es la tercera aplicación del petróleo más usada en el mundo, y al año consumimos 200 millones de toneladas en el planeta (European Bioplastics, 2013), que provienen del petróleo, una fuente

no renovable. Mundialmente se estima que cada minuto se compran un millón de botellas de plástico y 13 millones de toneladas acaban en los océanos.

Derivado de esto y otros desechos que terminan en el océano existe una isla entre California y Hawái con una superficie de 1,6 millones de kilómetros cuadrados generada completamente de material plástico. pero no es la única que existe, ya que las corrientes de agua dentro del océano acumulan grandes cantidades de este material en otros mares, se acumulan entre 70.000 y 130.000 toneladas de microplásticos y entre 150.000 y 500.000 toneladas de macro plásticos. (acnur, 2019). La publicación del estudio sobre la isla de basura *Foresight Future of the Sea*, determinó que la contaminación por plástico en el océano podría triplicarse para el 2050 (Parker L. 2018) si no se toman medidas más estrictas para mitigarlo. Las materialidades que no dependen exclusivamente del petróleo también generan un problema debido a la explotación de las materias primas necesarias para su elaboración.

Para Friends of the Earth Europe, la extracción global de recursos naturales tendrá un aumento dramático, para el 2010 se extraía alrededor de un 50% más de recursos naturales que 30 años atrás, con una media de 60 mil millones de toneladas de materias primas al año, si las tendencias de crecimiento se mantienen, para el 2030 la extracción de recursos naturales podría aumentar hasta cien mil millones de toneladas. (Friends of the Earth Europe, 2011). El aumento deriva principalmente del consumismo y demanda de países emergentes, los cuales están en una creciente carrera por alcanzar a los países con mejores economías y la demanda creciente de recursos dificulta el acceso a ellos pues muchas materias primas son finitas, no tienen la capacidad de regenerarse y ya han alcanzado o están a punto de llegar a su nivel máximo de extracción. Así nace el día de Sobrecapacidad de la Tierra, este se calcula comparando la demanda anual de recursos naturales con la capacidad que tiene la Tierra para regenerarlos.

La world wildlife fund (2019) una de las organizaciones independientes de conservación más grandes y respetadas del mundo, advierte que, en la actualidad, la humanidad requiere 1,75 planetas al año para vivir pues según sus datos esta sobrecapacidad

no ha dejado de incrementarse desde 1970. En 1997, la Tierra consumió los recursos naturales que es capaz de regenerar en un año a finales del mes de septiembre. En 2016 fue el 8 de agosto, en el 2018 ocurrió el 1 de agosto y en 2019 el 29 de julio ya habíamos agotado todos los recursos que la naturaleza puede regenerar en doce meses.



Imagen 14 Isla de basura. Fuente: valenciaplaza.com

Dada la problemática actual con la infección de gran cantidad de cuerpos de agua derivado del alto grado reproductivo del lirio acuático y de acuerdo con toda la evidencia que existe, la cual sustenta el daño socioambiental, así como la preocupación por controlarla, es evidente la necesidad de buscar medios de control que permitan reducir el impacto en los cuerpos de agua. Por otra parte, la materialidad actual provoca y seguirá provocando estragos tanto ambientales como sociales si no se realizan cambios en la manera de producir, ya sea por la sobreexplotación de materias primas finitas o por su falta de degradabilidad que el futuro material debe contener posibilidades amigables.

**EXPERIMENTACIÓN
PARA LA INNOVACIÓN.**

La historia del diseño está impulsada por las nuevas tecnologías y la innovación de materiales.
Werner Aisslinger

Estado del arte

En este apartado se presentan algunos ejemplos que representan la situación actual y tendencia en cuanto a la innovación más reciente en desarrollo de materiales a partir de desechos, residuos o subproductos, para dar una perspectiva teórica adecuada se analizan tanto casos internacionales como locales, académicos o particulares. Observamos en todas ellas un interés que parece encaminar las exploraciones futuras hacia los materiales que utilizamos, a través de búsqueda de innovación material sumado a una conciencia ambiental que se fortalece por la democratización de procesos exploratorios con materias primas del territorio, estas últimas al alcance de todos.

Todos los ejemplos con mayor o menor uso de tecnología logran un cambio de rumbo hacia prácticas tradicionales de diseño, pretenden combatir la contaminación y crear oportunidades a partir de usar materias primas de bajo valor para generar nuevos productos con valor agregado. Dentro del área de diseño se puede encontrar intenciones de aplicaciones nuevas para lirios acuáticos, muchos de ellos con una mirada de fabricación local, con baja tecnología correspondiente al territorio y sus posibilidades para potenciar el desarrollo del sitio al fabricar y distribuir un producto con características diferenciales, de bajo costo y amigable con el medio ambiente.

Teniendo en cuenta el material recopilado, se puede ver que las investigaciones realizadas sobre el tema son abordadas como piezas de diseño, exploraciones aisladas por el propio diseñador o encaminadas a la generación de paneles de sistemas para la construcción o mobiliario principalmente.

Wather Hyacinth - The green potencial

Ratchanon Keawmanee / NY / 2015

Este estudiante de posgrado en diseño industrial en el instituto Rochester de Nueva York, quien desarrollo para su tesis de maestría un material a partir de lirio acuático, específicamente extraído de cuerpos de agua en Tailandia, ubicación afectada fuertemente por esta planta invasora. Aprovechando el conocimiento local en el manejo de tejidos fibrosos, el diseñador en conjunto con la comunidad desarrolló una nueva aplicación a la planta. El proceso inicia al cortar lirios altos y colocados después a deshidratar bajo el sol, una vez perdida la humedad natural del lirio, estos son cortados por mitad en sentido longitudinal aprovechando únicamente las caras fibrosas de la planta, acto seguido son colocados sobre una malla textil que cumple función de soporte y flexibilidad para el material, mejorando también su adaptación con otros materiales.

Los nenúfares son unidos a la malla textil por medio de pegamento, una vez colocados en tiras paralelas, se aplica calor sobre ellos por medio de una plancha, para el planchado de los lirios se utiliza una tela que protege del calor directo. Finalmente obtuvo un material que muestra y resalta la textura natural de la materia prima. Es un material flexible pensado en forma de lámina muy delgada para aplicaciones textiles. El diseñador implementa exploraciones para la utilización del jacinto de agua flotante en Tailandia como una manera de solucionar los problemas que genera este. la idea central se basa en convertir este elemento natural en un producto comercializable para generar ingresos a las aldeas locales, utiliza las fibras verdes para generar artesanías y artefactos buscando nuevas formas de utilizar el jacinto de agua en productos completamente nuevos.

Métodos: Planchado, pegado, tejido, teñido.



Imagen 15 Material textil base lirio acuático, Foto: Ratchanon Keawmanee

En la misma investigación se exploran posibilidades a partir de lirio acuático retomando tejidos artesanales de los tejedores de Tailandia, mismos que ya contaban con amplia experiencia en este ramo fabricando productos con las fibras de esta materia prima. La aplicación típica es de objetos utilitarios como cestas, sombreros, fruteros, algunos muebles, sandalias, bolsos y monederos por mencionar algunos. Algunas de las cualidades del peciolo usado para objetos es por la resistencia y durabilidad que aporta, rondando los 3 a 5 años de vida con la capacidad de extender su vida útil con la sustitución de áreas dañadas. Por otro lado, su maleabilidad ofrece oportunidades en el área de diseño debido a que puede teñirse o tejerse de cualquier forma para adaptarse a demandas y tendencias de mercado. Sumado a estas cualidades el lirio tiene la característica de eliminarse de forma natural en pocos meses sin generar impactos negativos o contaminación en el ambiente.

El diseñador explota las cualidades de flexibilidad y resistencia asociadas al peciolo para crear patrones y tejidos 3D con formas propositivas. EL proceso inicia desde la cosecha de lirio directo del cuerpo de agua, se extraen las tiras más largas y se colocan a secar hasta que pierden toda su humedad volviéndose tono cobrizo con motas cafés. Una vez secos entran a un proceso de laminado por medio de una maquina manual con dos rodillos cilíndricos que uniformizan el grosor del peciolo al pasar entre ellos. Los lirios se humedecen antes de ser pasados por los rodillos. Una vez laminados facilitara el trabajo de tejido, el cual puede ser sin apoyo de molde o siguiendo la forma de una figura 3D específica. El diseñador hace un rediseño de un bolso tradicional con inspiración de patrones tradicionales tailandeses.



Imagen 16 Patrones de tejido con lirio, Foto: Ratchanon Keawmanee

El jacinto de agua como material de construcción en África subsahariana

Adela Salas Ruiz / Madrid / 2019

En el área de la construcción también se han realizado exploraciones materiales, la arquitecta Adela Salas de la Universidad Politécnica de Madrid desarrolló una investigación para aplicaciones del lirio acuático como paneles aislantes para la construcción en zonas de escasos recursos y abundancia de maleza acuática. Toma como referencias para optimizar su exploración a los aislantes térmicos existentes elaborados en multicapas con diferentes materiales y espesores. En ellos, las paredes exteriores están diseñadas bajo estándares mecánicos para su instalación, y el centro queda compuesto por material poroso que permite actuar como aislante térmico.

Para lograrlo, la arquitecta hace uso de cemento portland como pegamento en combinación con molienda de lirio acuático en varias granulometrías, dejando al interior los compuestos más grandes como elementos permeables y las de menor dimensión en los exteriores por su capacidad de compactación y adherencia, generando superficies menos porosas. El proceso de elaboración contempla la compresión dentro de moldes de madera, todos los elementos de forma independiente. Las muestras fueron compactadas durante un periodo de 24 horas, transcurriendo este tiempo, se desmolda y mantiene a temperatura ambiente durante 28 días para un fraguado completo. La investigación tiene la finalidad de explorar el potencial del jacinto de agua para emplearlo como material de construcción en entornos de precariedad. analiza, en términos físicos, mecánicos y térmicos, el comportamiento de paneles fabricados a partir de jacinto de agua y cemento portland.

Métodos: compresión, pegado, secado al aire.



Imagen 17 bio-compuesto para construcción Autor: Adela Salas Ruiz



Imagen 18 Naturaleza/Humana Autor: Leonardo Guerra

Naturaleza Humana

Leonardo Guerra / Xochimilco / 2019

Sí giramos la mirada hacia investigaciones independientes del ámbito académico, podemos encontrar exploraciones materiales en el área artística para creación de biomateriales a partir de lirio acuático de la zona lacustre de Xochimilco. Donde a partir de experimentaciones con la materia prima se buscan aplicaciones sensoriales, plásticas y visuales para uso artístico como cuadros, grabados, pinturas etc. La indagación es desarrollada en 2019 por Leonardo Guerra, artista egresado de la Facultad de Artes y Diseño de la Universidad Autónoma de México (UNAM). La investigación se enfoca en la re-territorización identitaria de comunidades lacustres de Xochimilco. Así mismo explora la formación artística y práctica

contemporánea como expresión de fenómenos complejos, su rol en proyectos interdisciplinarios, tanto dentro como fuera de la academia, especialmente relacionados con la Región de los Lagos de Xochimilco en la Ciudad de México.

Métodos: cocción, gelificación, secado al aire.

De-Lirio

Esteban Silva / Pátzcuaro

En la localidad de Huecorio, en Pátzcuaro Michoacán. Se encuentra un taller de papel artesanal de nombre "DeLirio" dirigido por el artista y artesano Esteban Silva, en este taller se explota lirio acuático para la elaboración de artesanías con papel hecho a mano. Parte de la finalidad de este taller además de generar impactos sociales es ayudar al medio ambiente por medio del arte, elaborando piezas únicas con xilografía. Para lograrlo se extraen los lirios completos directamente del lago de Pátzcuaro por medios manuales y se separa en sitio la raíz de los peciolo, para la elaboración de papel únicamente se utilizan estos últimos. Una vez transportados al taller son lavados y cortados en pequeños trozos los cuales serán colocados en grandes contenedores con agua para su cocinado, no es necesario pasar por un proceso de secado.

Una vez dentro del contenedor se dejan a fuego para su cocción, cuando el peciolo termino de cocinarse, se coloca dentro de una licuadora para molerlos, generando una pulpa que será la base para la generación del papel. Utilizando técnica tradicional china se fabrican cada uno de los pliegos de papel. Para desarrollar esta técnica es necesario contar con alguna pileta o contenedor con agua donde se vierte la pulpa y mezcla para esparcirla. Con un molde elaborado de madera con malla muy fina tipo cernidor, se extrae la pulpa del agua se retira el excedente de agua y se coloca sobre pliegos de tela. Se apilan todos los pliegos para introducirlos en una prensa mecánica, la cual eliminara nuevamente el exceso de agua.

Por último, cada una de las hojas es tendida para su secado al ambiente, una vez secas están listas para aplicar xilografía.

Métodos: compresión, grabado, licuado.



Imagen 19 Artesanías con papel de lirio acuático, Autor: Taller DeLirio



Imagen 20 Paneles Cornspan, fuente: Material District

Cornspan

Apilada Vorachart / Tailandia

Cornspan es un proyecto que tiene como objetivo contribuir a reducir la problemática ambiental mientras utilizan los desechos de maíz y los transforman en materiales económicamente atractivos por medio de prácticas ambientalmente sostenibles y habilidades artesanales tradicionales con beneficios económicos y sociales para las comunidades locales. Se hace uso de fibras de cáscara de maíz para fabricar paneles que se pueden utilizar en la construcción local para el aislamiento acústico y térmico. También le añaden carbón de mazorcas de maíz para dar cualidades de absorción de olor y humedad.

Métodos: compresión, pegado, secado natural.



Imagen 21 Banana Fibre Paper, fuente: Material District

Papel de plátano verde

Micronesia Estados Federados

A partir de los desechos agrícolas que sobran después de la cosecha de plátano en los cultivos de granjas en Kosrae, Micronesia, se extraen las fibras de plátanos para producir un papel similar al cuero, es ligero, resistente al desgarro y biodegradable. Este papel de plátano es menos flexible que el cuero, por lo que limita el reemplazo de cuero para zapatos, bolsos y otros accesorios. Las fibras de plátano son fibras muy fuertes que se mezclan bien con otras fibras para formar compuestos. Son ligeros, biodegradables, rápidamente renovables, resistentes al agua y resistentes a las llamas.

Métodos: compresión, aglutinado.



Imagen 22 Manureality,

Manurealidad

Estudio Martin Straatman / Países bajos

Manureality es un material de tabla hecho de estiércol de caballo con propiedades similares a aglomerado o MDF. Consiste en 80% estiércol, tiza, agua y pegamento soluble. Estos ingredientes se mezclan, se prensan en un molde y se dejan secar. Para el proyecto, como parte de su graduación en Design Academy Eindhoven, el diseñador Martijn Straatman tenía como objetivo encontrar un material de construcción más sostenible volviendo a lo básico. Estudió técnicas de construcción en África, América del Sur y Asia, que incluían técnicas de construcción que utilizan fuentes de estiércol y fibra.

Métodos: moldeado, aglutinado, secado natural, teñido.



Imagen 23 Bio-Fold: A Circular Design Exploration with the FRAKTA Bag Autor: SPACE10

Bio-fold

Katya Bryskina y Tomás Clavijo

Los arquitectos exploraron herramientas para crecer, fundir y dar forma a los muebles utilizando materiales biodegradables de origen local. utilizaron subproductos como fibras vegetales de trigo, maíz o arroz mezcladas con aglutinantes naturales para comprimir y dar forma convirtiéndolo en productos cotidianos baratos y renovables. Bryskina y Clavijo diseñaron una lógica de plegado para una plataforma de diseño paramétrico. Usando esta lógica, diseñaron cinco prototipos de muebles, incluyendo una silla, un sistema de estanterías, dos mesas y un taburete, cada uno basado en las dimensiones de la bolsa de compras FRAKTA reconstruida.

Métodos: pegado, moldeado, secado natural.



Imagen 24 comprimido mineral fuente: Material District

SCALITE

Scale / Francia

Elaborado a partir de escamas, un subproducto de industrias locales pesqueras en Francia, principalmente de sardinas y salmón. Se elabora a partir de la extracción de un biopolímero natural contenido en las escamas que se combina con las escamas y su contenido mineral para generar un polvo que posteriormente es comprimido para formar placas en varias dimensiones. Puede ser utilizado para revestimientos o baldosas, tiene textura y acabado semejante a piedra.

Métodos: polimerización química, pulverizado, compresión.



Imagen 25 Cocomosaic Coco Panel, fuente: Material District

Paneles cocomosaic coco

West Java / Indonesia Cirebon

Una línea de revestimientos de pared hechos a mano y respetuosos con el medio ambiente hechos a partir de las cáscaras de desecho post-consumo de cocos indonesios. Para hacer este material, las cáscaras de coco se cortan en piezas cuadradas perfectamente medidas que luego se pegan en paneles más grandes en un formato de baldosa luego es pintado o teñidas las piezas. Su uso innovador de materias primas y productos de desecho ha creado muchos puestos de trabajo en una región que sufre de pobreza generalizada y desempleo en indonesia.

Métodos: pegado, teñido.



Imagen 26 The Meat Factory, Foto: Shahar Livne

Meat Factory

Shahar Livne Design / Países Bajos

El proceso de los mataderos cuando un animal es sacrificado genera una gran cantidad de sangre como un subproducto de bajo valor y en algunos casos como un contaminante. El proyecto es una serie de experimentos materiales, investigado los usos y aplicaciones del elemento subutilizados, uno de los resultados es un cuero biológico de sangre elaborado únicamente con residuos de mataderos con aglutinante natural.

Métodos: aglutinado, cocción, secado natural.



Imagen 27 biomaterial de cardo Autor: Spyros Kizis

Artichair 1

Kizi design studio / Grecia

Es el estudio para aplicaciones y usos alternativos para residuos agrícolas a partir del cardón, también conocido como cardo de alcachofa, planta nativa de regiones centrales del mediterráneo, el proyecto implicó el desarrollo de un material completamente nuevo y ecológico, así como la exploración de su aplicación para mobiliario dando como resultado una silla con apariencia a plástico reforzado con fibras de cardo.

Métodos: moldeado, aglutinado.



Imagen 28 bio-material base planta marina, Foto: Carolin Pertsch

Zotera Stool

Carolin Pertsch / Alemania

A partir de plantas marinas, la diseñadora Carolin Pertsch se dio a la tarea de elaborar un material ecológico con similitud al corcho. Después de un proceso experimental, logró crear un material con posibles aplicaciones en productos de uso cotidiano. Para lograrlo se ayudó de la bioresina producida principalmente de aceite vegetal, logrando crear un material que es ligero y duradero, mantiene una estética ligada a mostrar sus orígenes, resaltando su naturalidad. Los diferentes colores del material se obtienen al separar y ordenar los diferentes tonos de las fibras naturales después de su recolección. Su material surge de utilizar las plantas marinas que aparecen año tras año en playas alemana, las cuales creaban un problema para los turistas y afectando la economía local.

Métodos: moldeado, aglutinado, compresión.



Imagen 29 Biomaterial de alga marina, foto: Emil Thomsen Schmidt

Terroir

Jonas Edvard y Nikolaj Steenfatt / Copenhague

El proyecto contiene un nuevo material desarrollado a partir de algas marinas y papel y se crea como una investigación sobre materiales locales. Al combinar los residuos de algas y papel reciclado Jonas Edvard y Nikolaj Steenfatt han creado un material resistente y duradero. Se describe mejor como una superficie cálida y táctil con la suavidad del corcho y la ligereza del papel que se puede utilizar para productos y muebles. El color del material está determinado por las diferentes especies de algas marinas, que van desde el marrón oscuro hasta el verde claro. Después de secar las algas es molida en polvo y cocinada en pegamento, utilizando el efecto viscoso y adhesivo del Alginato. (el polímero natural de las algas).

Métodos: cocción, aglutinado, moldeado.



Imagen 30 monobloc hemp chair, fuente: Studioaisslinger

Hemp Chair

Werner Aisslinger / Alemania

Utilizando materiales renovables como cáñamo y kenaf, la silla se comprime con un aglutinante termoestable a base de agua para formar un compuesto ecológico, ligero y a la vez fuerte. Esta silla utiliza 70% fibras naturales en combinación con una resina acrílica base agua que no libera sustancias dañinas, fue diseñada a través de un proceso de fabricación ligero prestado de la industria automovilística donde las fibras se moldean bajo calor con el pegamento ecológico antes mencionado.

Métodos: compresión industrial, moldeado, aglutinado.

El análisis de este apartado permite informar y tomar decisiones de diseño antes de comenzar con el proceso experimental, esto con la finalidad de aprovechar lo que otros diseñadores han podido realizar, tomar sus aprendizajes para un mejor resultado, de tal manera que, se puede observar a raíz de la información recabada que la materialidad aquí asentada, en su mayoría mantienen una composición material formulada de la siguiente manera:

((Materia prima + aglutinante + aditivo) + manipulación))

Dentro de las materias primas se pudo distinguir principalmente el uso de:

Plantas: Elementos silvestres en estado deshidratado o seco. Las plantas son un recurso abundante en la naturaleza y el uso de éstas, normalmente no representa un problema de explotación ecosistémica.

Desechos: Son reutilizados todos aquellos elementos que aparentemente no pueden ser usados nuevamente, se definiría como todo aquello que sobra después de utilizar o extraer lo que sirve, ejemplo de esto es la utilización de sangre de mataderos animales para generación de plásticos u objetos, o escamas de pescado para creación de encimeras o azulejos.

Residuos: Uso de lo que queda después de usar algo, son recursos que por sí solos pueden tener un valor al ser reutilizados o reciclados.

Por otro lado, todos y cada uno de ellos mencionan el uso de Aglutinantes naturales, biodegradables o ecológicos para la materialidad que desarrollaron, sin especificar los impactos derivados de ellos o la composición misma de su fórmula.

- *Aglutinantes:* Bio-resinas (sin especificar)

También se pudo determinar los métodos o técnicas para la manipulación de la materialidad en la realización de los objetos, determinando los más comunes:

Cocción: Sometidos a un proceso bajo fuego, dentro un contenedor donde se mezcla el aglutinante con la materia prima hasta lograr su unificación.

Moldeado: Es usado cuando se busca dar una determinada forma al material, la mezcla es vertida en moldes que les dará la forma deseada.

Compresión: Una vez mezclada la materia prima con los aglutinantes naturales, así como con los aditivos necesarios, la mezcla es sometida a un proceso de compresión mecánica, ya sea para tomar la forma final deseada o para generar grandes placas.

Los objetos o productos más elaborados dentro del análisis corresponden a:

Mobiliario: Principalmente exploraciones para sillas o bancos, al ser mobiliario de uso constante, establecer las experimentaciones aplicadas a estos mide su resistencia ante el uso prolongado.

Objetos: Estos son de uso cotidiano o decoración, normalmente son el recurso más utilizado por los diseñadores industriales o de productos. Tienen la intención de cambiar la percepción material de los objetos al igual que buscar maneras más sostenibles de crear todas esas cosas que usamos a diario.

Materiales: Por un lado, encontramos la realización únicamente de materiales para que diseñadores y usuarios externos definan el uso que se dará al mismo, por otro encontramos bien definido las intenciones de la realización del material, algunos de ellos hacia la construcción, se pueden encontrar paneles acústicos o decorativos al igual que cubiertas de cocina o sustitutos de azulejos.

Experimentación previa

La experimentación parte del desconocimiento, es donde se explora lo que no se sabe, se ensayan preguntas sin respuestas conocidas. Pensar es aprender a dudar y proyectar es dar forma a la duda. La construcción del objeto resultante certifica razonamientos y procesos que convierten la experiencia en aprendizaje. (Adrià, 2013, pág. 21). Por tanto, la experimentación es la síntesis de la innovación. Actualmente encontramos una creciente categoría de diseñadores que consideran los métodos experimentales como una parte fundamental del proceso de diseño. Esto debido a que gran parte del tiempo de la generación de un objeto transcurre en el desarrollo físico del producto, y la mayor parte del tiempo de dicho desarrollo es debido a la experimentación, (Ellekjær y Bisgaard, 1998). Si lo vemos desde el entorno competitivo actual, se convierte en una prioridad la búsqueda de ventajas competitivas a través de pilares básicos como el mejoramiento, la innovación y el cambio. (Porter, 1990).

Para lograr este tipo de innovación es imprescindible el diseño de experimentos, el cual se define como una prueba o serie de pruebas donde se inducen cambios deliberados en los factores para observar y analizar los cambios en la respuesta de salida (peña, 1992). Es un estudio de investigación en el que se manipula deliberadamente una o más variables independientes (supuestas causas) para analizar las consecuencias de esa manipulación sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos), dentro de una situación de control para el investigador.

Esto permite conocer cómo funciona un proceso, estudiar las variables que le afectan y, obtener la información necesaria para su

mejora. Por otro lado, tiene como objetivo el conocer cómo afectan los cambios al proceso y por lo tanto qué margen de variabilidad nos podemos permitir, para finalmente observar las consecuencias por medio de una acción aplicada deliberada o intencionalmente. Sin lugar a duda, el experimentar contiene varias ventajas en el desarrollo de productos pues nos permite probar diversas propiedades materiales, aplicar variables al proceso, desarrollar nuevas ideas y conceptos. Es un proceso de prueba y error, para estimular los fallos y aprender de ellos, se recaba información adecuada para la mejora incremental del prototipo durante las iteraciones hasta la aprobación del producto.

Esta metodología iterativa incremental (Gómez, 2016), es necesaria dentro del diseño de experimentos ya que funciona bajo el concepto de ciclos de vida o iteración, en los cuales, cada uno de estos realiza mejoras constantes sobre el producto. El modelo consta de diversas etapas de desarrollo en cada incremento, las cuales inician con el análisis y finalizan con la instauración y aprobación del producto. Que genera un bucle constante de mejoras al producto, un ir y venir de correcciones sobre fallas estimuladas conscientemente, donde a través de sumarios cíclicos se desarrollan paso a paso una evolución crítica de la primera idea concebida.

Bajo esta intencionalidad de innovación y trabajo iterativo, se cuenta con una serie de experiencias previas que permite entender la experimentación material como antecedente a la realización del trabajo con lirio acuático, a continuación, se mencionan 3 de ellas con la finalidad de establecer el protocolo de pruebas adecuado derivado de la información obtenida hasta el momento, así como de la experiencia trabajando directamente con exploraciones materiales.



Imagen 31 Tejido Bio-material Foto: Andrea Arroyo

Materia

Experimentación + membrana tejida

Por medio de la fabricación casera, utilizando insumos naturales al alcance, se planteó un proceso experimental que parte del cuestionamiento de los ciclos de vida y modos de consumo hacia los materiales que actualmente utilizamos, así como la contaminación generada por ambos. La elaboración fue completamente bajo el concepto Do It Yourself (DIY) y a través de la autoproducción se exploraron las capacidades físicas y morfológicas de un bioplástico fabricado a partir de colágeno animal (grenetina). El protocolo consideró la medición y comportamiento en tres diferentes grosores, la incorporación de tinta vegetal para variar su transparencia y color, así mismo el acabado final por medio de texturas.

Como resultado final, se exploró con el uso de la información recabada a lo largo del proceso, a partir de eso se elaboró el diseño de un elemento que contenía la mayoría de las propiedades documentadas. La variable principal de la que se desprende todo el ejercicio es enfocada en las formas de unión, las más pertinentes para el tipo de material elaborado. de la misma manera la generación de textura por el propio elemento y contrastes derivado de sus color y transparencia. El resultado fue la generación de un tejido que se ensambla a partir de un sistema modular, el cual puede ser cortado en laser.

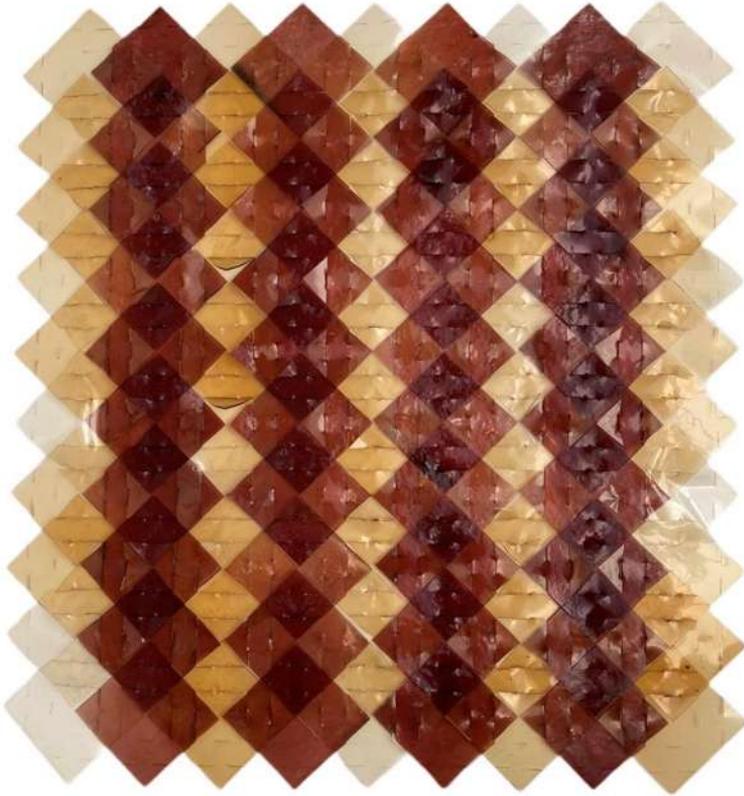


Imagen 32 Bio-material base Grenetina Foto: Andrea Arroyo





Imagen 33 Prueba biomaterial con flor de camelina, Foto: Javier Alvarez

Biology

Bioplásticos con residuos orgánicos

Una vez explorado con bioplásticos base grenetina, se agregó una variable para experimentar con residuos domésticos, residuos de café, cáscara de mango, cáscara de huevo, hojas secas de camelina y limón fueron algunos de los ingredientes incorporados para la elaboración de muestras y se observaron 2 cosas principalmente. Si el residuo en su composición al mezclar es de un tamaño grande, el resultado será el encapsulado del mismo a través del cual predominará un texturizado donde la materia prima es la protagonista y si el residuo o desecho se pulveriza en lo más que permitan las características de este y se genera un material más homogéneo, más integrado y la materia prima se difumina.



Imagen 34 Exploracion material con Almidón de maíz, foto: Javier Alvarez

Grosskin

Almidones y residuos fibrosos secos

Se agregó el almidón de maíz como nueva variable, un material conocido por sus propiedades de aglutinación y adherencia, otra variable fue la inclusión de residuos fibrosos secos, principalmente provenientes de la hoja de maíz y se pudo observar con esto que las materias primas fibrosas absorben mucha cantidad de agua, lo que genera deformaciones en el material al momento de secar. El uso de almidón genera una reacción en la polimerización, la cual endurece el material, permitiendo crear elementos de mayor grosor. Las características del almidón por sí solo es inestable, al unirlo con otro material actúa como adhesivo, sin embargo, se obtienen mejores resultados si se combina con colágenos y plastificantes. Las mayores proporciones de almidón en la mezcla genera endurecimiento, pero también deformaciones.

Protocolo Experimental

Derivado de la información obtenida a partir del análisis de casos análogos, así como del conocimiento adquirido en los acercamientos previos con experimentaciones materiales, se establece entonces un protocolo experimental que consta de 3 etapas, mismo que se describe a continuación acompañado de diagrama para mejor entendimiento, en él se puede identificar dentro de un círculo las etapas acompañado de un número que corresponde a la etapa del proceso que pertenece cada una, adicional se escribe alrededor del círculo cada uno de los apartados o subprocesos que se toman en consideración para cada fase.

Etapas 1. Exploratorio

Comportamiento con aglutinantes

El desarrollo de este apartado es exploratorio y su finalidad radica en observar el comportamiento entre las composiciones seleccionadas para encontrar una base estable para el material. La regulación y supervisión aumenta cuando el material candidato avanza en el proceso. En esta etapa se hace la selección de los aglutinantes naturales para la experimentación, así como la manera que serán mezcladas al igual que se establecen las técnicas de manipulación. Se recolecta finalmente información a partir de las exploraciones realizadas y se aplica un criterio de selección material para continuar a una segunda etapa de mejoramiento hacia el material.

Etapa 2. Material

Eficiencia Material

En esta etapa se crea una visión material generada a partir de las cualidades de las materialidades exploradas, se realizan las iteraciones necesarias sobre los materiales que no fueron descartados en la etapa anterior. El objeto es mejorar sus características y cualidades para lograr un material estable, de igual manera se acota y controla el número de experimentaciones. Este apartado finaliza con la evaluación de los materiales finales, además de aplicar un criterio de selección para explorar sus capacidades funcionales en el siguiente apartado.

Etapa 3. Funcional

Especulación material

Una vez obtenidos materiales potenciales se aplican pruebas de laboratorio para determinar las características y cualidades de las nuevas materialidades misma que nos permitirán guiar el proceso funcional a partir de estas. Como parte final se especulará sobre posibles aplicaciones hacia productos u objetos, seleccionando una para su elaboración y comprobación real.

Una vez fijado los lineamientos para experimentar con el lirio acuático, se inicia la parte exploratoria a continuación.

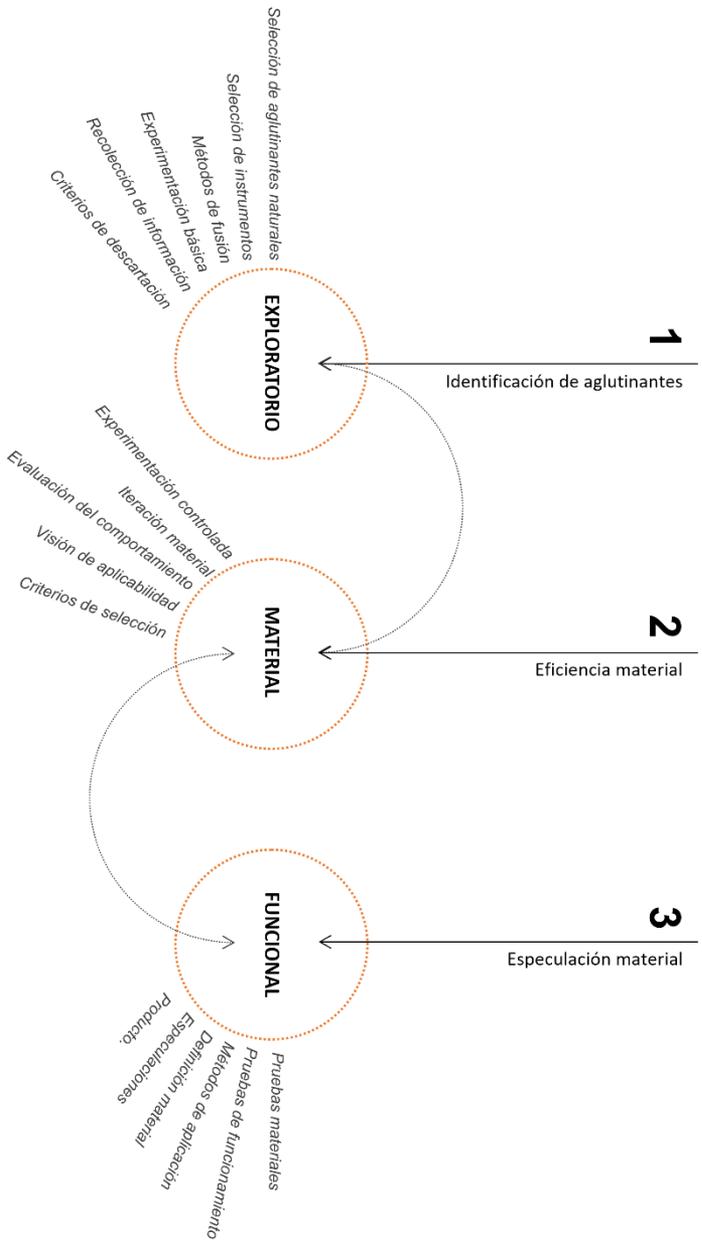


Diagrama 7 Protocolo experimental

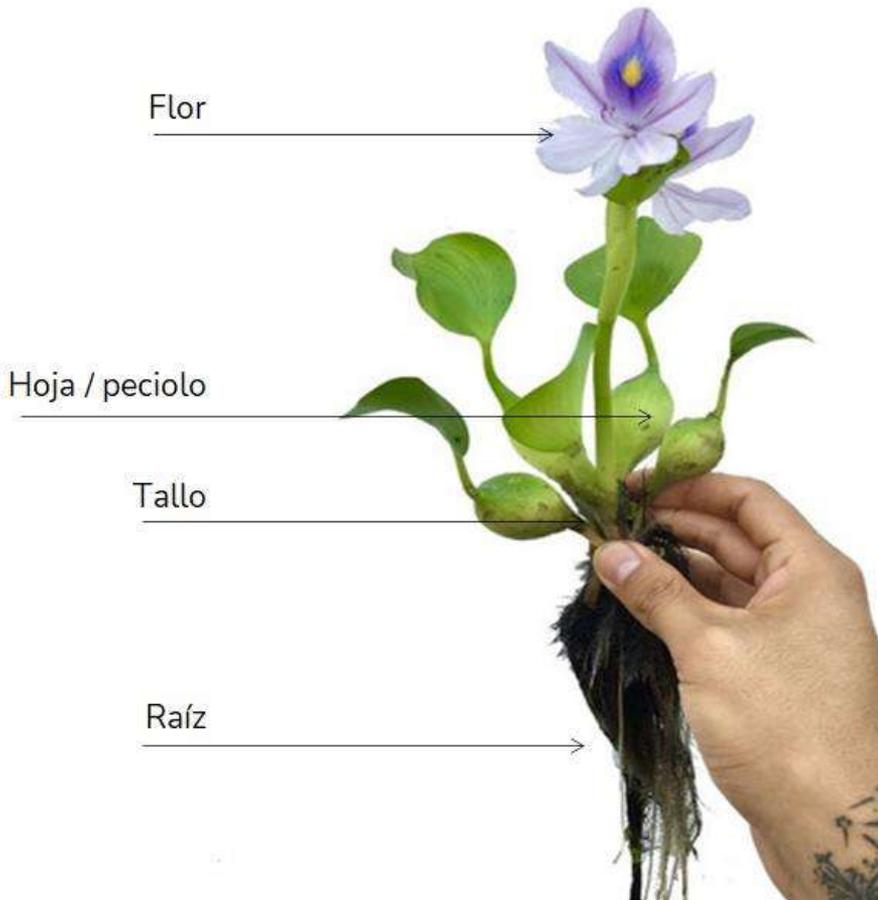
Exploratorio

Una vez explorado las características del lirio acuático dentro de nuestro contexto más cercano e identificado que la problemática detectada con esta maleza es de índole global, se tomó la decisión de enfocar el desarrollo del material a partir de exploraciones con partes de esta plata invasora, el cual está compuesto principalmente de cinco elementos:

- La flor
- Las hojas
- Peciolos en forma de bulbo que llegan a crecer hasta 90cm de altura, Estos mantienen a la planta flotando sobre el agua
- El tallo, es muy corto y se encuentra entre el peciolo y la raíz
- La raíz, que permanece debajo del agua.

Los peciolos llegan a tener el mayor porcentaje de la masa total del lirio y las raíces, las cuales representan 15-20% del total de la biomasa de la planta y pueden medir entre 10cm a 1m. Esto debido a que son los elementos de los cuales podemos obtener mayor abundancia de este. Descartando el tallo y la flor con poca presencia dentro de la planta. La composición del peciolo se caracteriza por contener gran cantidad de aire en su interior, lo que le permite flotar sobre el agua. Se dejó deshidratar un poco a la sombra, alrededor de 7-15 días, esto para poder mantener alguno de los tonos verdosos característicos del lirio.

Se tomo una muestra de 100 gramos de peso, de los cuales al final el periodo de deshidratado solo quedó 20 gramos, por tanto, se establece una pérdida de agua del 80% de su composición total para obtener materia prima seca y tratada para trabajájala. La misma prueba se realizó con la raíz obteniendo una pérdida de 60% de su peso al secar completamente



Procesamiento de la materia

El adecuado tratamiento del lirio para convertirlo en materia prima para las exploraciones materiales:

Recolección: En cualquier cuerpo de agua con la presencia de lirio acuático, se extrae la planta.

Separación: Una vez recolectado una cantidad considerable de plantas, con unas tijeras de jardinería, se cortan y separan las raíces de los peciolo, haciendo la discriminación de la flor y tallos.

Lavado: En un recipiente con agua se vierten los peciolo, se realiza el limpiado de ellos para retirar exceso de lodo o impurezas.

Deshidratado: Son colocados en lugar donde reciba incidencia solar directa, dependiendo del tiempo que duren en este proceso, será el color que se torne el peciolo, siendo menor tiempo resultados verdosos y mayor tiempo con resultados cafés.

Preparación

Molienda: Se introducen los peciolo en trozos pequeños dentro de una licuadora, es indispensable que sean de un tamaño pequeño pues si se dejan largos, estos se atoraran en las aspas impidiendo su molido. Se agrega agua y se licua, acto seguido se retira el exceso de agua mediante un paño donde se vierte la mezcla licuada y se exprime eliminando el agua, pero manteniendo toda la molienda. El mismo procedimiento se realiza con la raíz de lirio acuático.

Fibras: Se aplica fuerza de manera vertical sobre el peciolo siguiendo las líneas internas con cerdas de alambre para lograr extraer las fibras. El resultado fue la obtención de tiras largas fibrosas de bajo peso molecular.

Almacenado: Debido a que el proceso de preparación conlleva el uso de agua, una vez obtenido la molienda o las fibras, estas deben colocarse al sol para su correcto secado y evitar el surgimiento de hongos durante el almacenado. Una vez secos completamente, la materia prima se coloca en cualquier recipiente para su posterior utilización.



1.Recolección

Extracción directa del cuerpo de agua contaminado.



2.Separación

Corte y separación del bulbo y la raíz



3.Lavado

Eliminación con agua de los residuos y suciedad.



4.Deshidratado

De 4-15días (Dependiendo del nivel de deshidratación será el color final de la materia prima)



5.Preparación

5.1 molienda

5.2 fibras



6.Almacenado

Guardado para su posterior pesaje y mezclado.

Características de la materia prima

Una vez tratada para su utilización, se realizó una caracterización subjetiva y empírica de las cualidades observadas durante el tratamiento de la materia prima, el mismo material informaba a través del tratado manual con la materia prima obteniendo la siguiente información:

Lirio seco molido

- Muy ligero
- Flota
- Dificultad para absorber agua
- Comprimible
- Tonalidades cafés o verdes
- Partículas muy pequeñas

Lirio deshidratado fibras

- Ligero
- Fácil adherencia al agua
- Esponjoso
- Tonos verdes
- Texturas diversas
- Suave

Raíz de lirio

- Fibroso
- Olor fuerte al cocinar
- Tonalidades negras o cafés
- Puede requerir mucha limpieza
- Fácil de mezclar

Lirio deshidratado



Raíz de lirio



Fibras de lirio



Lirio Molido



Selección de Aglutinantes naturales

Un Aglutinante es todo aquel elemento o sustancia que permite a una mezcla suelta permanecer adherida. Existen aglutinantes no sintéticos de origen natural de los cuales podemos encontrar 2 tipos principalmente:

- Elaborados a partir de animales
- Derivado de los vegetales o plantas

El criterio de selección de los aglutinantes responde a las características y disposición en el territorio, así como a los lineamientos planteados para la visión de autoproducción, de tal manera que estos deben ser:

Abundantes: para que garantice su existencia en grandes cantidades.

Bajo valor económico: esto permite la escalabilidad y apropiación por parte de cualquier persona para la elaboración de los materiales o productos.

Fácil acceso: que el suministro del aglutinante pueda encontrarse de manera fácil y rápida, sin complicaciones.

biodegradables o amigables con el medio ambiente: De procedencia natural, que no contamine al finalizar su ciclo de vida.

De acuerdo con estos criterios y bajo una evaluación y decantación de varios aglutinantes naturales se seleccionaron los siguientes por adecuarse a los criterios para su exploración.

Resina de pino

La resina es un aglutinante natural extraído de los pinos, de consistencia pegajosa con el propósito de protegerlo contra patógenos. El estado de Michoacán es uno de los mayores productores de resinas de pino, el precio promedio de esta materia prima ronda los \$70.00 a 100.00 pesos por kilogramo. Es fácil de encontrarlo en la región por lo que no representa problemas de accesibilidad, además de cumplir con ser un aglutinante extraído directamente de los árboles, sin ningún proceso químico y con pocos o nulos impactos ambientales.

Almidón de maíz: Es un carbohidrato que es extraído de los tejidos blancos que se encuentra en el centro de todos los granos de maíz, estos son molidos hasta crear un polvo fino. El almidón es el principal componente del grano de maíz. Es un recurso utilizado de manera casera para generar pegamentos. En la actualidad podemos encontrar almidón de maíz procesado y embazado en cualquier sitio, su precio oscila entre los \$50.00 a \$70.00 pesos por kilogramo de peso, un precio económico y sin problemas ya sea procesada o para extraer de la materia prima, misma que abunda en el territorio. Es un aglutinante de origen vegetal.

Grenetina: Es un aglutinante de origen animal, se extrae el colágeno de los huesos y piel de aves, pescados y mamíferos por medio de hidrólisis. Tiene una gran capacidad gelificante. Se usa como base para la preparación de alimentos, cosméticos o medicamentos. No contiene sabor ni color, su composición es 85% proteína. Actualmente podemos encontrarla en polvo y empaquetada en la mayoría de los establecimientos de venta de materias primas sin ser especializadas donde varía su precio entre \$150.00 y 500.00 pesos el kilogramo.

Cera de soya: Es una cera vegetal hecha a partir de los granos de la soya, después de la cosecha, los granos se agrietan para extraer el aceite de los copos, para después someterse a hidrogenación. Es muy económica, se puede encontrar desde \$80.00 pesos el kilogramo. Es biodegradable, natural, de bajo impacto ambiental. Se selecciona en sustitución de la cera de abeja

Alginato de sodio: Tiene propiedades espesantes y gelificantes, es un aglutinante de origen vegetal que se extrae de las algas marrones. Se utiliza en alimentos y medicamentos, para su gelificación no necesita ser sometido a cocción, únicamente se deja hidratando con agua durante 24 horas para obtener el aglutinante, a pesar de que esta sustancia solo se puede encontrar en tiendas especializadas o e-commerce, no debería representar un problema encontrar esta materia prima. El precio ronda alrededor de \$1.75 pesos por cada gramo de alginato de sodio.

Métodos o técnicas de fusión

A través del análisis de prácticas semejantes abordadas en este documento con anterioridad se determinó el uso de las técnicas que mejores resultados de fabricación tenía, por tanto, se determinaron las siguientes técnicas para la exploración material.

Compresión: Las mezclas son sometidas a procesos mecánicos donde se aplica una fuerza física al material dentro de un molde o contenedor para reducir su tamaño, apretando la materia prima para su unificación.

Cocción: Consiste en elevar la temperatura de las mezclas para modificar sus propiedades originales, de esta manera lograr la integración de todos los elementos.

Secado al ambiente: Para la mayoría de los aglutinantes seleccionados es necesario someterse a un proceso de espera a temperatura ambiente, donde pueda circular aire evitando la generación de hongos mientras sucede la polimerización.

Criterios para descartar

Los criterios utilizados para evaluar y descartar materiales durante el apartado exploratorio responden a la búsqueda de un material estable, que no cambie sus dimensiones al secar ni sufra deformaciones. Además, se busca resistencia, facilidad en su elaboración y visualizar su aplicabilidad en el mercado. A cada una de las muestras se agregará sus resultados, lo que nos permite

observar gráficamente su comportamiento para la toma de decisiones hacia futuras exploraciones.

Las métricas son las siguientes:

Deformación: que no guarde relación formal directa con el molde donde se vierte, esto es que pierda la forma inicial.

Reducción: Que exista una reducción notoria o considerable conforme a su diámetro inicial.

Resistencia: Que pueda ser manipulado de manera firme e inclusive brusca sin sufrir alteraciones o daños.

Dureza: cualidad buscada en los objetivos de la investigación para aplicaciones.

Flexibilidad: cualidad buscada en los objetivos de la investigación para aplicaciones.

Complejidad: Que su producción sea muy elaborada o con alto nivel de complejidad.

Aplicaciones: Que no se observen o visualice aplicabilidad sobre posibles objetos

Una vez descrito los métodos, así como los criterios de selección y descartación, se describe a continuación cada uno de los experimentos realizados con cada aglutinante, así como la finalidad del mismo experimento.

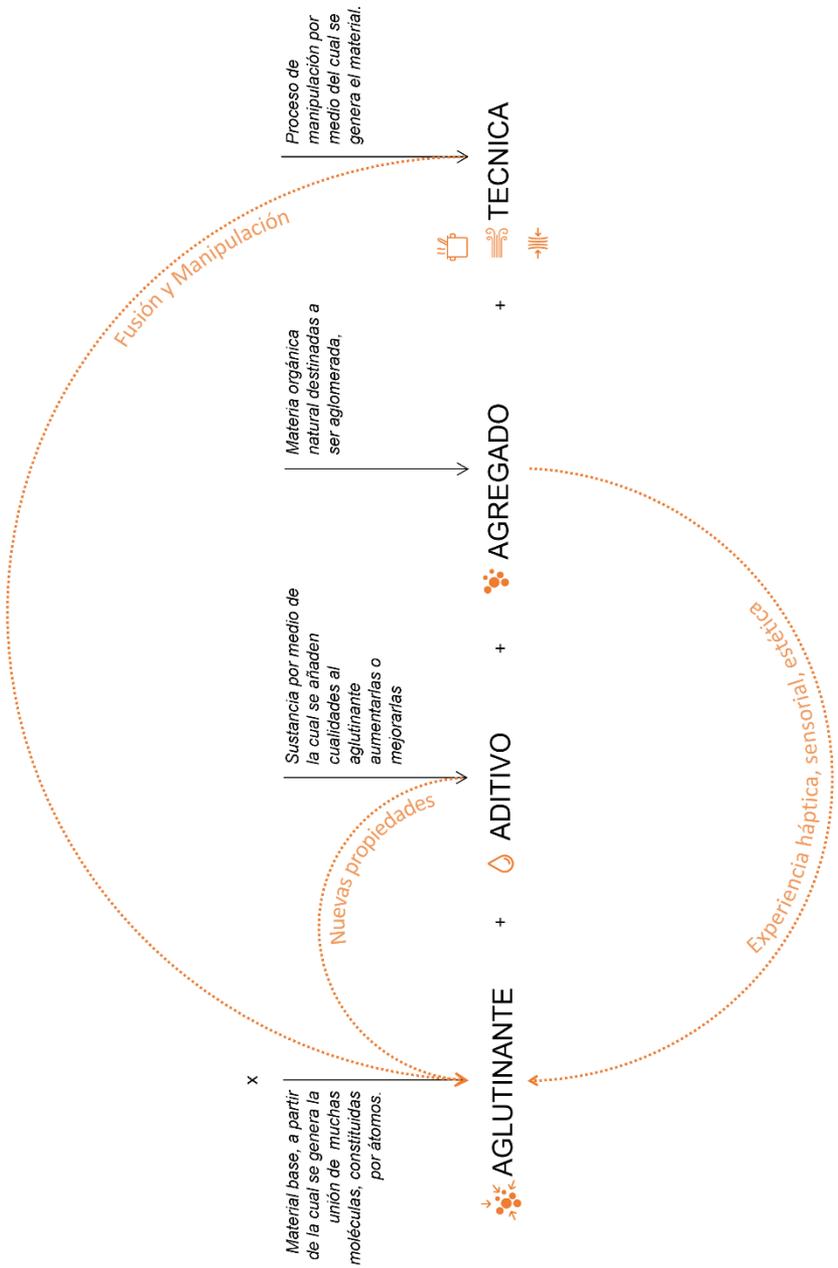


Diagrama 8 Fabricación bio-material.



Experimentación 1. Resina de pino

- Observar el comportamiento de la resina de pino como aglutinante base en composición con aditivos naturales que permitan mejorar sus características.
- Documentar si se logra la polimerización de los componentes para crear una base estable de aplicación.
- De igual manera visualizar su conducta en conjunto con agregados de lirio acuático.

Para ello la exploración 1 (E1) hace uso de 3 aditivos, Glicerina vegetal, almidón de maíz y grenetina. Todas ellas bajo un proceso de cocción y secado natural bajo sombra, con las condiciones climáticas existentes. Las calidades de las muestras se miden por su nivel de deformación, flexibilidad, resistencia, apariencia o complejidad en su manipulación, estas mediciones sirven para aplicar el criterio de descartación a las muestras y seleccionarlas para la siguiente etapa.





Formula
3gr de resina de pino
2 gr de lirio acuático molido



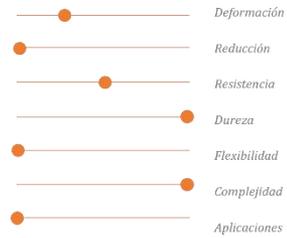
E1-1

El primer experimento E1-1 se realizó bajo cocción. En un recipiente se agregó 3gr de resina de pino en polvo y se colocó a fuego lento hasta tomar forma líquida. Una vez derretida al aglutinante se le agregaron 2gr de lirio molido y se mezcló, acto seguido, el contenido fue vertido sobre un molde de acero. Después de 2 horas que tardó en fraguar completamente se creó un compuesto muy sólido, duro, con resistencia, pero cristalizado con tendencia a ser algo frágil.

El color de la materia prima sufre modificación tornándose más oscuro por lo que la materia prima se pierde, el protagonista es la resina. Debe ponerse especial cuidado al trabajar con la resina de pino pues alcanza temperaturas muy elevadas, la forma de manejo es compleja y los moldes deben de ser de algún material muy resistente a altas temperaturas como el metal o madera pues el plástico se derretirá durante el vertido.



Formula
3gr de resina de pino
10 gr de glicerina

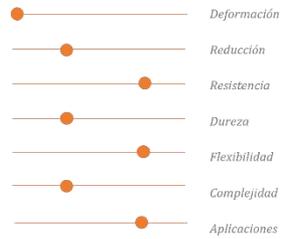


E1-2

Para este experimento se hace una adecuación al manejo bajo cocción, en esta ocasión es cocinado a "baño maría" para evitar el fuego directo y bajar la temperatura, esto garantiza mantener el color natural de la resina de pino, pero vuelve más compleja su manipulación al no volverse líquido sino más bien chicloso. Así mismo a la mezcla se le agregó 10gr de glicerina con la intención de observar si agregaba características de flexibilidad, pero, al final del secado se obtienen características idénticas que en E1-1, rígido pero frágil con peculiaridades de cristalización.



Formula
 4 gr de resina de pino
 4 gr de grenetina
 4 gr de glicerina



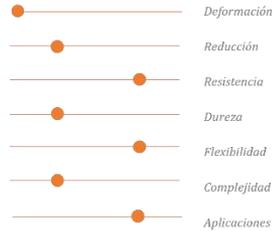
E1-3

En el tercer experimento con la nomenclatura E1-3 se observa que existió la polimerización de los ingredientes, creando un material compuesto en partes iguales por 4g de resina de pino, 4gr de grenetina y 4gr de glicerina estos últimos dos componentes fueron agregados con la intención de flexibilizar y reducir la cristalización de la resina al igual que reducir la complejidad en la manipulación de la mezcla, para esta composición no hace falta recipiente o molde especial, las pruebas se realizaron en placas Petri de 9cm de diámetro en plástico sin sufrir daño.

El tiempo de secado fue de 3 días, una vez desmoldado, en el resultado se pudo observar que no sufre deformación y apenas reducción en su diámetro, es resistente y flexible, pero al manipularlo constantemente sufre alteraciones en su acabado inicial. A pesar de flexibilidad, al tacto no se siente totalmente gomoso, más bien áspero.

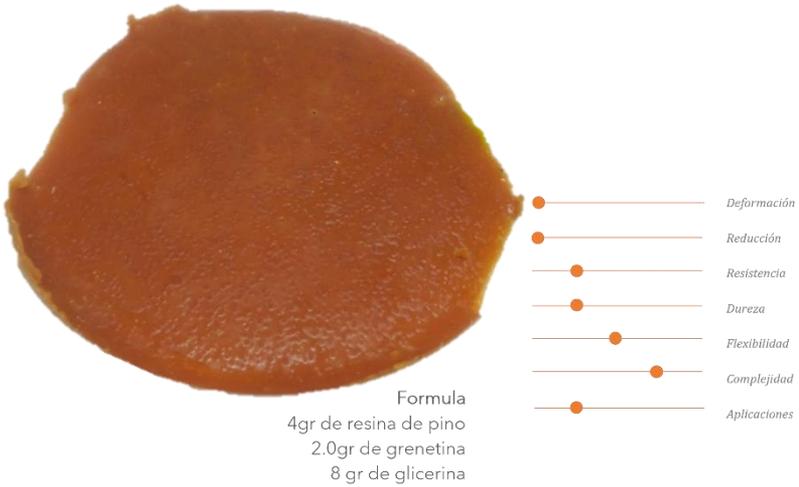


Formula
4 gr de resina de pino
4 gr de grenetina
8 gr de glicerina



E1-4

Para E1-4 se retoma la formula anterior, pero se crece la cantidad de Glicerina al doble, esto permitió agregar mayor flexibilidad a la muestra, la reducción fue menor, agrego cualidades elásticas y deo se cambiar su textura y color al ser manipulada. En ambas muestras el resultado tiene un tono ámbar, con opacidad media, permite el paso de la luz difusa entre el material, el color y olor de la resina de pino sigue siendo el protagonista en la muestra.



E1-5

Es una variación que se aplica a e1-4 para determinar cuál de los 2 aditivos usados está generando el mayor impacto sobre el resultado final, para ello se redujo al 50% la cantidad de grenetina. Derivado de esto, la opacidad se redujo considerablemente, el color de la resina se potencializo, sin embargo, las cualidades que había adquirido se redujeron, la muestra al secar después de 3 horas se adhirió al plástico usado como molde, siendo imposible desmoldarlo sin poner en riesgo el resultado.

La reducción de grenetina agregó complejidad en la manipulación de la mezcla, al secado se siente gomoso, un tanto duro, sin propiedades de flexibilidad y elasticidad, lo que limita su aplicabilidad.



Formula
5gr de resina de pino
5 gr de glicerina
5 gr de almidón de maíz



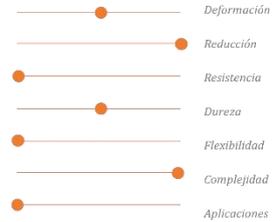
E1-6

En esta variante se suprime la grenetina y se añade almidón de maíz, este último tiende a endurecer los compuestos, por tanto, basados en la muestra anterior se buscaba aumentar el nivel de solides, el resultado fue si un compuesto más duro, menos gomoso, pero con desprendimientos y agrietamientos, se observa más resequedad. La muestra quedo adherida a la placa Petri de plástico utilizada como molde.

El manejo de la composición resulto ser muy compleja, al cocinar la mezcla, el almidón actuó para generar un tipo de engrudo muy espeso, esto quita posibilidades para invertirlo dentro de moldes, su aplicabilidad disminuyo reduciéndolo a un pegamento poco efectivo. La misma complejidad en su manejo genera deformaciones, tiene poca estabilidad para ser considerado para futuras aplicaciones.



Formula
 7gr de resina de pino
 7 gr de grenetina
 14 gr de glicerina
 2 gr de lirio acuático molido



E1-7

Una vez determinado que la mejor polimerización de componentes se da acompañado de grenetina, se agredo a la formula lirio molido para observar su asimilación dentro del compuesto. Se tomo como base E1-4 con proporciones 1:1:2, en un recipiente se mezcla la resina de pino con la grenetina y se coloca a fuego lento, cuando ambas toman forma líquida se vierte la glicerina y mezcla hasta uniformizar la mezcla, se añade 2gr de lirio acuático seco en polvo moviendo con una pala de madera.

El Lirio acuático cambia la composición y estructura de la mezcla, absorbiendo gran cantidad del líquido volviendo una pasta de tono rojizo con granulometría y texturas. La muestra es difícil de manipular por ser pegajosa y con adherencia al platico por lo que no se pudo desmoldar. La resina sigue siendo protagonista en la mezcla suprimiendo al lirio que, apenas es notorio.

Tiene poca resistencia a la poca manipulación que se pudo aplicar, existen desprendimientos del material, no es completamente duro, mantiene cierta flexibilidad.



Formula

7gr de resina de pino
7 gr de grenetina
7 gr de glicerina
2 gr de lirio acuático molido
25ml agua

E1-8

Considerando que lo sucedido con la muestra anterior era debido a la relación en cantidades de agua y lirio, a la formula se le agrego un poco de agua para elaborar E1-8. La resina de pino y la grenetina fueron mezcladas con 25ml de agua en un recipiente antes de ser colocado a cocción, para finalmente agregarle lirio. Esto produjo que fuera un poco más sencilla su manipulación y vertido sobre las placas.

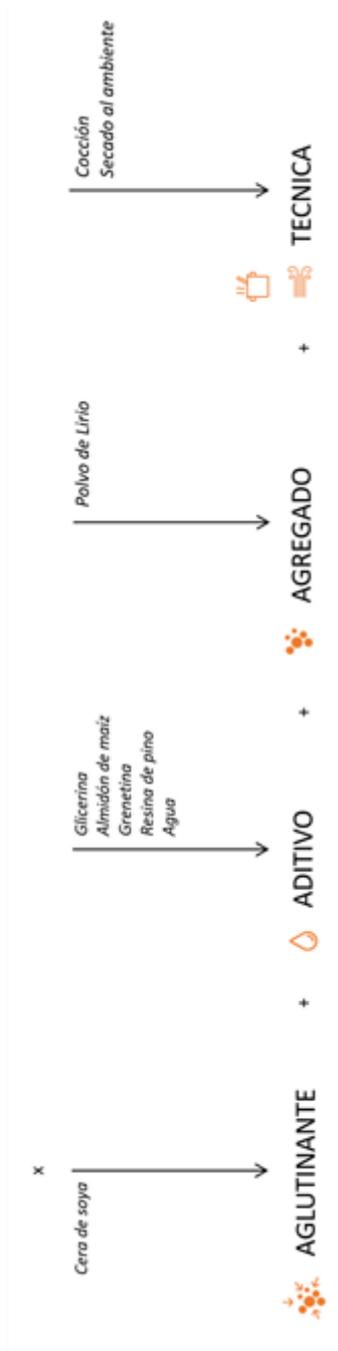
A diferencia de E1-7 esta muestra puede desmoldarse con facilidad, sin embargo, las propiedades generales del material siguen siendo inestables, sufriendo deformaciones. Aunado a esto encontramos al secar que, tiene poca resistencia y sufre roturas al manipularlo para conocer su flexibilidad, la cual poca.



Experimentación 2. Cera de soya

- Observar el comportamiento de la cera de soya como aglutinante principal en composición con aditivos naturales que permitan modificar sus características.
- Documentar si se logra la polimerización de los componentes para crear una base estable de aplicación.
- De igual manera visualizar su conducta en conjunto con agregados de lirio acuático.

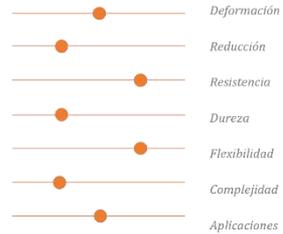
En la exploración 2 (E2) se utilizan 5 aditivos naturales, Glicerina vegetal, almidón de maíz, grenetina y resina de pino y agua. Todas ellas bajo un proceso de cocción y secado natural bajo sombra, con las condiciones climáticas existentes. Las calidades de las muestras se miden por su nivel de deformación, maleabilidad, flexibilidad, resistencia y apariencia.





Formula

7 gr de cera de soya
6 gr de grenetina
3 gr de glicerina
30 ml de agua



E2-1

Se toma como base de la experimentación la cera vegetal, en este caso de soya, para la exploración en E2-1 se coloca en un recipiente 30ml de agua, se agrega 6gr de grenetina y se revuelve hasta crear una mezcla uniforme, se vierten 3gr de Glicerina y se coloca a cocción con fuego bajo junto con 7gr de cera de soya, la cera comenzara a derretirse, es necesario mover la mezcla para uniformarla, una vez logrado esto se vierte y se espera su polimerización, la cual se logra adecuadamente.

El tiempo de secado es largo, la espera ronda los 6-7 días naturales hasta su completo secado y desmolde. Se obtiene una composición resistente, flexible, pero con cierta rigidez, con un acabado ceroso mate el cual deja residuos de cera al manipularlo. Sufre deformación en su forma al igual que reducción en su diámetro. Al igual que algunas muestra con resina, guarda características de translucidez, dejando filtrar la luz.



Formula

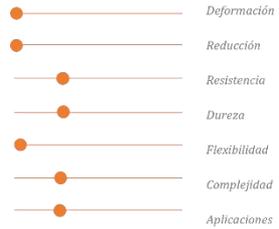
- 7 gr de cera de soya
- 6 gr de grenetina
- 6 gr de almidón de maíz
- 3 gr de glicerina
- 10 ml de agua

E2-2

La experimentación E2-2 se crea a partir de la formulación anterior, modificando la cantidad de agua, y agregando almidón de maíz en la misma proporción que la grenetina, estas modificaciones son intencionadas para agregar mayor rigidez a la muestra, evitar su deformación. Lo cual se logró, pero no la reducción en tamaño, el tiempo de secado es menor, rondara los 4-5 días. Al igual que la muestra anterior conserva mucha cera al tacto, se pierde flexibilidad, pero se gana es estabilidad y rigidez

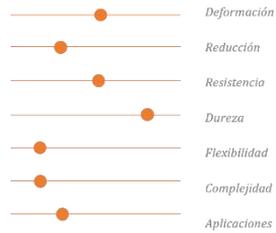


Formula
 9 gr de cera de soya
 9 gr de resina de pino
 5 gr de glicerina



E2-3

La finalidad de E2-3 fue observar si la resina de pino aportaría propiedades a la cera de soya, para ello se mezclaron en igualdad de proporciones de ambos aglutinantes, el fraguado fue muy rápido, 3 o 4 horas máximo, lo que sucedió fue que no existió algún tipo de polimerización con los elementos, la cera de soya suprimió a la resina de pino, su aspecto se tornó del color de la resina, siendo la tonalidad el unido agregado que aportó la resina, la glicerina tampoco hace diferencia en su estructura y tacto que resultó semejante a de una vela. Para la realizar la prueba se colocaron los ingredientes en un recipiente para luego cocinarlo a al fuego.



Formula

- 7 gr de cera de soya
- 6 gr de grenetina
- 6 gr de almidón de maíz
- 3 gr de glicerina
- 30 ml de agua
- 9 gr de lirio molido

E2-4

Finalmente se retoma el mejor resultado para comprobar su comportamiento con los agregados de lirio, a partir de la muestra más estable que fue E2-2 se agregan 9gr de lirio molido, además de 20ml adicionales de agua, esto debido a que la cantidad de lirio absorbe los líquidos creando una masa espesa difícil de manipular, al verter mayor cantidad de agua se compensa un poco esta situación, permitiendo mezclar adecuadamente los componentes.

Los resultados cambian mucho de la formula inicial, el agregado no es protagonista dentro de la muestra, al tacto es rugoso con residuos de cera, en esta ocasión si hay deformación y reducción



Experimentación 3. Alginato de sodio

- Ver cómo actúa como base principal el alginato de sodio en composición con aditivos naturales que modifican sus características.
- Evidenciar si es que se logra la polimerización de los componentes para crear una base segura de aplicación.
- Observar su comportamiento en vinculación con agregados derivados de lirio acuático.

Se utilizan 2 aditivos naturales en la exploración 3 (E3), Glicerina vegetal y vinagre. Todas ellas bajo un proceso de cocción y secado natural bajo sombra, con las condiciones climáticas existentes. Las calidades de las muestras se miden por su nivel de deformación, maleabilidad, flexibilidad, resistencia y apariencia.





Formula
40 gr de alginato de sodio hidratado
6 gr de lirio molido



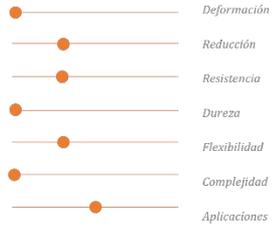
E3-1

Para el experimento E3-1 se dejó hidratando el alginato de sodio en agua al 2.0% (4 gr en 200 ml de agua) durante 24 horas, una vez logrado su hidratación y obtenido un líquido muy espeso y transparentes, se colocó en un recipiente la cantidad de 40 gr y se mezcló con 6 gr de lirio molido de color café hasta generar una pasta espesa.

El tiempo de secado natural ronda los 5 días, una vez fraguada la mezcla se obtuvo la correcta unificación del agregado con características rígidas pero inestables, con alta fragilidad, es un compuesto muy ligero, al tacto se nota poco rugosa, la apariencia de la materia prima no sufre cambios en su textura y color, la muestra sufre un poco de deformación al secar completamente, una pequeña curvatura al centro.



Formula
10 gr de alginato de sodio hidratado
4 gr lirio molido



E3-2

En el experimento E3-2 se reduce la cantidad de alginato usado pues la muestra anterior mostraba que la cantidad utilizada podría ser optimizada para la cantidad de lirio usada, por tanto, se utilizan únicamente 10 gramos de Alginato hidratado mezclado con 4 gramos de lirio molido color verde. Como resultado se obtuvo una lámina muy delgada sin notoria deformidad, debido al espesor, la muestra adquiere mayor flexibilidad, pero mantiene la fragilidad de la muestra anterior tardando alrededor de 3 días para su secado.



Formula
 40 gr de alginato de sodio hidratado
 10 gr de glicerina
 10 ml de vinagre
 7 gr lirio molido



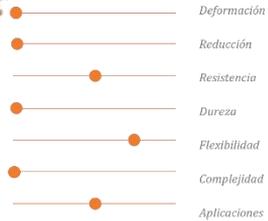
E3-3

El experimento E3-3 agregan 2 nuevas variables, por un lado, la incorporación de glicerina vegetal para tratar de otorgarle mayor flexibilidad a la muestra E3-1, así mismo se añade ácido acético en forma de vinagre blanco, el cual actúa como conservante y evita la generación de microorganismos durante el periodo de secado. También se incrementó 1gr. la cantidad de lirio para observar su comportamiento en muestras de grosores altos.

El resultado después de 6 días de secado completo fue un material con mayor capacidad flexible, al tacto se siente suave y esponjoso, el grosor no varío y no sufre deformaciones sin embargo existe una reducción final en comparación del molde al que fue vertido, pasando de 9 cm a 7.5 cm de diámetro final. Las características visuales de la materia prima no se modifican.



Formula
18 gr de alginato de sodio hidratado
4 gr de glicerina
4 ml de vinagre
3 gr lirio molido

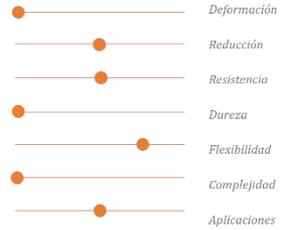


E3-4

Siguiendo el aprendizaje de flexibilidad en menores espesores, de la muestra E3-2, se toma la muestra E3-3 para crear la experimentación E3-4, en la cual se reducen las proporciones de la fórmula para elaborar una lámina delgada de 1mm de espesor con mucha flexibilidad, la reducción es prácticamente nula conservando gran parte de su resistencia, así como características hápticas.



Formula
 20 gr de alginato de sodio hidratado
 10 gr de glicerina
 5 ml de vinagre
 3 gr lirio molido



E3-5

Se reducen al 50% los ingredientes de E3-3 pero se mantienen los 10gr de glicerina para comprobar si se puede plastificar aún más la composición. Adicional a ello se agregó lirio molido de color verde para comprobar si la mezcla pudiera guardar las características del color de la materia prima. El resultado fue una muestra que cambio de tonalidad, tornándose obscura y perdiendo el color verde inicial.

También la cantidad de Glicerina afecto en demasía generando un material demasiado plastificado, muy sintético al tacto y poco agradable a la vista. A pesar de que no sufre deformaciones al secar, si reduce el tamaño final. La flexibilidad es alta su elaboración es poco compleja. La cantidad de lirio es insuficiente para cubrir de manera uniforme toda la pieza, se observan espacios transparentes.



Formula
10 gr de alginato de sodio hidratado
5 gr de glicerina
5 ml de vinagre
4 gr lirio molido



E3-6

Se corrigen los espacios sin materia prima que se generaban agregando más cantidad de ella, para lo cual se anexa 1 gr más a la mezcla, así mismo se reduce la cantidad de Alginato de sodio para comprobar si se podía generar los mismos resultados con menor cantidad de Aglutinante. La glicerina se redujo al 50% para corregir la apariencia sobre plastificada de E3-5.

Se obtuvo prácticamente el mismo resultado, pero menos plastificado, la reducción fue menor, la muestra mantiene mejor los tonos naturales verde de lirio acuático y los espacios que antes se mantenían vacíos fueron completados.



Formula

20 gr de alginato de sodio hidratado
 10 gr de glicerina
 5 ml de vinagre
 4 gr lirio en fibras



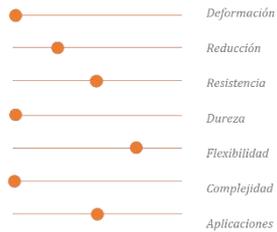
E3-7

Sobre la misma línea exploratoria y utilizando la información que arrojan las experimentaciones, la cantidad de alginato se redujo para las siguientes mezclas, y se observó su comportamiento ahora con agregado de fibras de lirio, las cuales por su composición tendería a dejar algunos huecos, por tanto, para la muestra E3-7 se usó una proporción 5 a 1 de alginato de sodio-agregado, siendo esta la mejor opción de acuerdo con todas las experimentaciones anteriores.

Finalmente, después del secado aproximando de 5 días se obtuvo un material flexible de apariencia textil pero plastificado, con propiedades flexibles, suave esponjoso, sin deformación o reducciones de gran importancia.



Formula
20 gr de alginato de sodio hidratado
10 gr de glicerina
4 gr lirio en fibras



E3-8

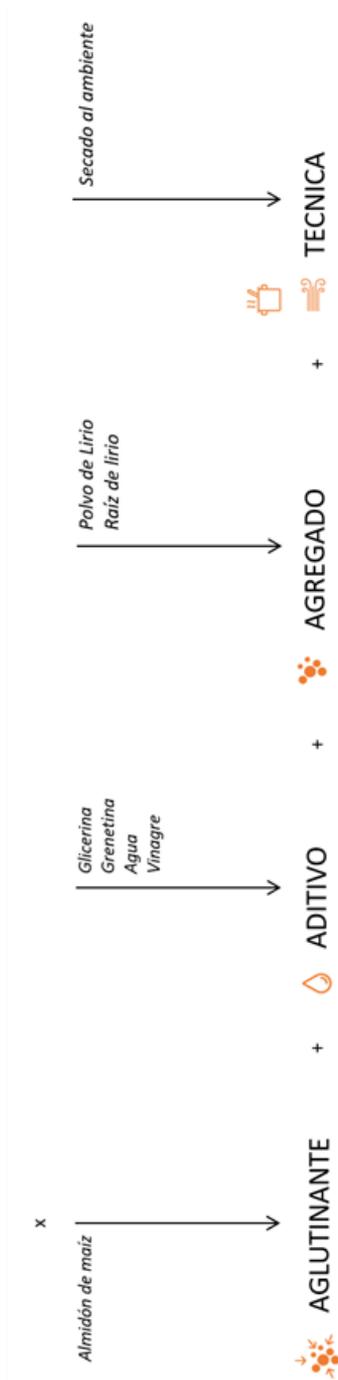
Iteración de E3-7, durante el ejercicio se pudo percatar que el vinagre no estaba aportando grandes cambios a las muestras, por lo que se decidió la eliminación de este, dejando únicamente la formula compuesta por Alginato de sodio - Agregado - glicerina en 5:1:2.5, conservando las mismas cualidades. Se observó que las fibras aportan mayor flexibilidad sin comprometer su estabilidad, la aparición de grietas es menor en comparación con el uso de lirio molido. Los grosores pueden ser mayores utilizando menor cantidad de lirios.



Experimentación 4. Almidón de maíz

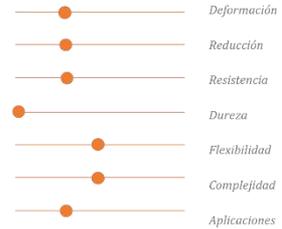
- Observar al almidón de maíz mezclado con otros aditivos naturales que modifican sus características propias.
- Evidenciar si se puede crear una base estable mediante la polimerización de los componentes.
- Ver su actuación en vinculación con agregados derivados de lirio acuático.

Los aditivos naturales seleccionados para la exploración 4 (E4) son 4, Glicerina vegetal, grenetina, agua y vinagre. bajo un proceso de cocción y secado al ambiente y compresiones. Las calidades de las muestras se miden por su nivel de deformación, maleabilidad, flexibilidad, resistencia y apariencia.





Formula
 5 gr de almidón de maíz
 8 gr de glicerina
 1 gr lirio en fibras
 25 ml agua
 1 ml de vinagre



E4-1

Para la primera experimentación de almidón de maíz, se utiliza fécula de maíz refinada como base, en un recipiente se vierten 25ml de agua con 5gr de almidón mezclando hasta tener consistencia uniforme, a continuación, se agregan 8gr. de glicerina y 1ml de vinagre, se pone a fuego bajo y mezcla constantemente hasta crear una mezcla espesa hasta el punto que permita manipularla, Se adiciona 1gr de lirio en tiras mezclando hasta fusionar ambos para verterlo posteriormente sobre placa Petri de 9cm dejando secar durante un periodo de 6 días.

La finalidad del experimento consiste observar las capacidades de adherencia aglutinante-lirio, agregando características de plastificado y flexibilidad por medio de glicerina. El vinagre es un antimicrobiano natural, su función es prevenir la aparición de microorganismos sobre la muestra.

El resultado después del periodo de secado deriva en una muestra flexible y suave pero poco resistente, sufre agrietamientos y

desprendimientos al manipularlo. Mantiene poca variación respecto a dimensiones del molde utilizado, poca deformidad y reducción de tamaño. Su elaboración puede complejizarse si la mezcla con almidón se mantiene demasiado tiempo sobre el fuego.



Formula

5 gr de almidón de maíz
2 gr de grenetina
5 gr de glicerina
1 gr lirio en fibras
25 ml agua

E4-2

Se continua con la fórmula de E4-1 como base, la glicerina al no hacer una diferencia notable a la muestra anterior se reduce a proporción 1:1 con el almidón, se anexa adicional 2 gr. de grenetina natural para agregar resistencia y evitar agrietamientos. El proceso de elaboración cambia debido a la incorporación de grenetina, esta debe ser mezclada desde un inicio con el almidón de maíz para después continuar con los pasos mencionados en el experimento E4-1. La muestra obtiene menor deformación y mayor resistencia, sin embargo, con la manipulación constante aparecen agrietamientos, E4-2 se mantiene flexible y suave. La adición de grenetina permite su elaboración de manera menos compleja.



Formula

10 gr de almidón de maíz
 4 gr de grenetina
 10 gr de glicerina
 10 gr lirio molido
 50 ml agua

E4-3

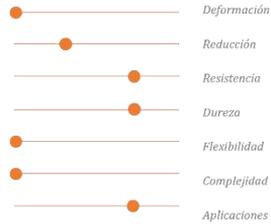
En muestras pasadas se notan espacios vacíos entre las fibras, mismos que fueron llenados por el aglutínate, esto creaba espacios de traslucidez, por tal motivo se decide aumentar la cantidad de lirio, al ser un elemento fibroso que pudiera absorber gran cantidad de agua, se decide aumentarla para evitar apelmazamiento y complicaciones en su manejo. Para esta muestra se aumentaron los ingredientes al doble, y la cantidad de fibra considerablemente respecto a E4-2.

Como resultado observamos aumento en su espesor, mantiene las cualidades de flexibilidad, pero con mayor dureza, lo que ocasiona agrietamientos durante su doblamiento y pruebas de flexibilidad, la pieza tiene resequedad generado por gran cantidad de fibra. En relación con el molde no sufre demasiada reducción, pero si deformación teniendo un lado cóncavo y otro convexo, esto limita sus aplicaciones. El color natural del lirio se pierde tornándose oscuro.



Formula

- 5 gr de almidón de maíz
- 2 gr de grenetina
- 5 gr de glicerina
- 3 gr lirio molido
- 25 ml agua



E4-4

En este punto se retoma E4-2 por ser la muestra más estable hasta el momento, únicamente se ajusta la cantidad de lirio a 3 gr, mayor a la muestra retomada pero menor a E4-3 donde se nota un exceso de fibra. La mezcla es colocada en molde, sin embargo, no se deja secar sobre él, ahora se aplica compresión y se deja secar por igual número de días.

Esta medida de compresión se adiciona derivado de observar las características de E4-3 con molienda de lirio tratando de potencializar la textura y color natural del lirio triturado. La compresión también nos permite modificar la morfología final de la composición ampliando las aplicaciones posibles. Finalmente, al aplicar fuerzas que comprimen, se elimina el exceso de aglutinantes, dejando una pieza donde las características del material sobresalen.

La deformación es casi inexistente, el calcado del molde es correcto, respeta la forma, aunque al secar sufre un poco de reducción, su resistencia es alta, también su dureza a pesar de ser muy ligero. La realización es sencilla.



E4-5

Los resultados en E4-4 son cercanos a los buscados dentro del criterio de selección, es un material con poca deformación y reducción, alta resistencia, es sencilla su realización y se visualizan capacidades para diversas aplicaciones, por tanto, se sigue por esta línea exploratoria tratando de mejorar su reducción que, de acuerdo con lo visto en otros experimentos, la genética aportaba dureza, pero también era la culpable de esta contracción en su forma por lo que se decide su eliminación.

De igual manera se observó que la glicerina no aportaba cualidades importantes de plastificación por lo tanto se suprime. Por último, como el aglutinante principal es el almidón de maíz, se decide modificar su elaboración para simplificar su elaboración. Por un lado, se debe preparar cola casera base almidón, esto requiere cocción y almacenado independiente para que su tratamiento a compresión se desarrolle en frío. Se dejó a compresión por 2 días sobre el molde y 2 días adicionales a la intemperie para su secado

obtenido buenos resultados, muy poca deformación, su reducción es menor, manteniendo buen nivel de resistencia y guardando las demás características de E4-4. La Cola casera se elabora con 500ml de agua, 100gr de almidón de maíz, 150gr de Azúcar, 2 cucharadas de vinagre y 2 de bicarbonato.



Experimentación 5. Grenetina

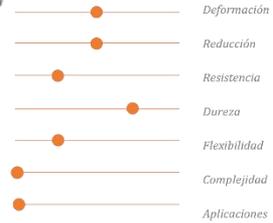
- Ver las posibilidades de la grenetina mezclada con otros aditivos naturales que logran modificar sus características.
- Documentar si se puede crear una base estable mediante la polimerización de los componentes.
- Evaluar su comportamiento con agregados de lirio acuático.

Son 5 los aditivos naturales utilizados para la exploración 5 (E5), Glicerina vegetal, Almidón de maíz, Alginato de sodio, Agua y vinagre. Todas ellas bajo un proceso de cocción y secado natural bajo sombra. Las calidades de las muestras se miden por su nivel de deformación, maleabilidad, flexibilidad, resistencia y apariencia.





Formula
 4 gr de grenetina
 4 gr de almidón de maíz
 4 gr de glicerina
 2 gr lirio molido
 12 ml de agua



E5-1

La elaboración de la muestra con base grenetina se elabora de la siguiente manera: en un recipiente para cocción se vierte agua seguido de grenetina, si la mezcla contiene almidón de maíz este es el momento adecuado para verterlo, una vez dentro estos ingredientes deben mezclarse hasta conseguir una pasta uniforme. La glicerina se puede colocar a continuación o una vez colocado el contenedor a fuego bajo mientras se mezcla, finalmente cuando la composición se vuelve líquida bajo cocción y comienza el proceso de hervir, se anexa el agregado decesado, se mezcla nuevamente y vierte en el molde seleccionado.

Difícil manipulación x falta de agua



Formula

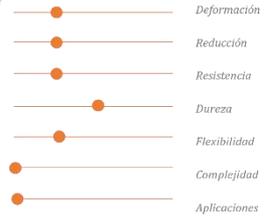
4 gr de grenetina
 4 gr de almidón de maíz
 3 gr lirio molido
 1 gr raíz molida
 25 ml de agua



E5-2

Se conserva la misma cantidad de grenetina y almidón, se aumenta la cantidad de lirio molido para llenar los espacios vacíos en E5-1, adicional es agregado 1/3 parte de raíz de lirio molida con la finalidad de aportar resistencia a la muestra anterior y comparar su comportamiento y textura final, así mismo la cantidad de agua es incrementada al doble para facilitar su manipulación y adaptación al molde. La muestra presenta deformidad y reducción respecto al tamaño y forma de la placa Petri usada como molde.

La pieza al secar adquiere bastante dureza y rigidez por lo que es prácticamente nula en flexibilidad. Al tacto se siente las fibras y peciolo del lirio endurecidos por el aglutinante, muchas veces puntiagudo y áspero. La apariencia y color natural de los agregados se oscurece, principalmente del peciolo, resaltando colores de la raíz utilizada. A pesar de que su elaboración es muy sencilla, las demás características logradas no se alinean a las buscadas para una aplicación.



Formula

4 gr de grenetina
 4 gr de almidón de maíz
 12 gr glicerina
 2 gr lirio molido
 2 gr raíz molido
 50 ml de agua

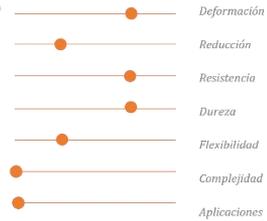
E5-3

Se mantiene la base de grenetina con almidón, a los 4gr de agregado utilizado en E5-2 se incrementa la cantidad de raíz para tener partes iguales 50/50 lirio-raíz, se agrega glicerina a razón de 3:1 de agregado para plastificar la pieza y agregar flexibilidad, de igual manera la cantidad de agua utilizada para la mezcla es aumentada al doble pues hasta este punto se intenta determinar la proporción de agua ideal para lograr una pieza estable.

Al secar se percibe menor deformidad, menor reducción de tamaño, disminución de la resistencia y dureza, la muestra es muy ligera, al manipularla cede con mayor facilidad con un poco de flexión. La glicerina no aporta ninguna característica buscada a pesar de contener gran porcentaje, esto al parecer derivado de la cantidad de agua usada, la cual es demasiada y altera la polimerización de los demás componentes.

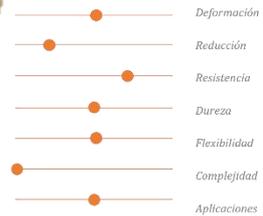


Formula
 6 gr de grenetina
 2 gr de almidón de maíz
 1 gr glicerina
 1 gr lirio en fibra
 25 ml de agua



E5-4

Para esta exploración se decide alterar la proporción base de aglutinantes utilizada hasta el momento, el almidón aportaba mucha dureza por lo que se decide reducirlo a razón de 1/4 de almidón y 3/4 de grenetina. Se retoman los 25ml de agua que, según las exploraciones anteriores, resulta ser la idónea para las mezclas utilizadas. Al no contar con una referencia clara de la cantidad de glicerina a utilizar se comienza con 1gr al igual que la cantidad de lirio, pero en esta ocasión en formato de tiras delgadas. La muestra presenta alteración, no guarda similitud al molde, su dureza es alta al igual que su resistencia con poca flexibilidad. Al tacto es áspero por uno de sus lados, más terso y de color más oscuro por el otro, el uso de tiras de peciolo como agregado agrega mayor textura en apariencia.



Formula

6 gr de grenetina
 2 gr glicerina
 2 gr lirio en fibra
 2 ml vinagre
 40 ml de agua

E5-5

Se aumenta la cantidad de agregado al igual que la glicerina, ambas a 2 gramos. Para aumentar su nivel de flexibilidad y disminuir su deformación se opta por eliminar el almidón de la mezcla, dejando únicamente los 6 gramos de la fórmula anterior, adicional a esto se vierten 3ml de vinagre que actuará como antiséptico, impidiendo la aparición de hongos durante el secado.

El resultado genera un material con mayor flexibilidad sin llegar a serlo del todo, el nivel de dureza presenta resistencia al flexionarlo, se nota plastificado tanto táctil como visualmente, uno de sus lados es menos rugoso. La eliminación del almidón permite obtener un elemento con mayor transparencia, entre los huecos de las fibras se aprecian muchos elementos traslucidos que permiten el paso de luz, hasta este punto sigue presentando deformidades, principalmente en los contornos de la figura,



E5-6

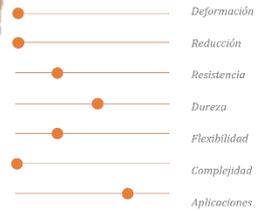
Una vez observado que el aumento de glicerina y la eliminación del almidón dan como resultado un material con características más estables, así como propiedades flexibles, se incrementa la cantidad de glicerina en proporción 1:1 por cada gramo de grenetina, manteniendo las demás proporciones a excepción del agua, la cual se observó en E5-5 que podría reducirse de acuerdo con la cantidad de lirio utilizado, y así acelerar el proceso de secado.

El material obtenido es bastante interesante, se elimina en gran porcentaje la deformación que se tenía en todas las muestras anteriores, así mismo el tamaño final varía muy poco del molde utilizado. Como resultado se obtiene una pieza con mucha flexibilidad y resistencia, ante su manipulación presenta nulos agrietamientos, su elaboración resulta ser muy sencilla y replicable, visualizándose aplicaciones del resultado. Al tacto resulta agradable, gomoso, una de sus caras se mantiene liso mientras que el otro contiene mayor relieve, así mismo ambos lados presentan diferentes tonalidades, el de mayor relieve es poroso con tonalidad blanquizca

y brillante, el liso muestra encapsulada en tono transparente todas las fibras del peciolo. Al igual que la muestra anterior este presenta espacios translucidos que dejan pasar la luz.



Formula
 9 gr de grenetina
 3 gr glicerina
 3 gr raíz molida
 3 ml vinagre
 75 ml de agua



E5-7

La intencionalidad de este experimento es la eliminación de espacios traslucidos y partes vacías sin agregados, para ello se retoma la molienda de Raíz, se incrementa la cantidad de agua y reduce la de glicerina, con esto, se ralentiza su secado, mayor cantidad de agua se evapora y la compactación del agregado es mayor en un menor grosor, sin embargo se pierde flexibilidad y resistencia, se gana dureza. Su reducción es muy poca al igual que su deformidad. Al igual que E5-6, se siente un material estable, con características de manipulación y aplicabilidad.

Conclusiones

Podemos concluir de este apartado que la inclusión de almidón de maíz agrega propiedades de dureza a las muestras, ideal para la exploración del material no.2 con características de rigidez. EL uso de almidón - agregado debe partir de una proporción igualitaria debido a que se pudo observar la disminución de propiedades rígidas si el almidón era mayor al agregado, caso contrario si el lirio acuático de la mezcla es mayor, facilita la compactación y dureza de la muestra.

La glicerina aporta cualidades de plastificante y en combinación con grenetina que tiene capacidad de encapsular o gelificar los hacen idóneos según esta etapa exploratoria y se retoman para conformar el material no. 1 con cualidades de flexibilidad. Las muestras de grenetina cuentan con 2 caras, el lado que queda en contacto continuo con el molde es menos texturizado y rugoso, por lo que en las siguientes iteraciones es aspecto para tomar en cuenta. Así mismo debe considerarse que mayor cantidad de agua y la reducción de glicerina genera mayor compactación del agregado, como también menores grosores finales.

Las siguientes exploraciones parten de los mejores resultados para seguir explorando el material rígido como material 2 y flexibles como material 1.



Almidón + Compresión



Grenetina + Cocción

Material

Siguiendo la metodología de diseño planteada, así como a la información recabada a partir de la etapa exploratoria del protocolo experimental, se proponen 2 visiones materiales, los cuales tienen diferentes cualidades técnicas y sensoriales en entendido de que el desarrollo es bajo estándares de autoproducción sumado a resaltar las cualidades experienciales del material se pretende potencializar sus características imperfectas. Se inicia la fase número 2 "material"

Flexible

Material 1

La primera de ellas corresponde a generar un "Cuero vegano", para ello se realizan las iteraciones necesarias para encaminar el desarrollo hacia un material con aplicaciones semejantes a un cuero animal, pero con características ambientales ecológicas, por tanto, se retoma de las exploraciones las muestras que mejores rasgos presentaron para esta finalidad siendo a partir de E5-7 por su nivel de aglutinamiento de los agregados y su sensación al tacto. La decisión se toma al identificar las oportunidades que permiten la tonalidad de la raíz del lirio acuático, siendo de un color muy oscuro, casi negro cuando mantiene humedad. Las exploraciones con grenetina y glicerina obtuvieron mejores resultados para aglutinar y mantener esta aparente humedad, lo que podría mantener las tonalidades buscadas al igual que las texturas y apariencias. Se establecen entonces las siguientes variables para obtener los resultados esperados:

Textura: Uniforme y matizada, pero sin plastificar, que pueda notarse porosidad y relieves sobre su superficie.

Flexibilidad: Al manipularlo se comporte con la suficiente rigidez y flexibilidad

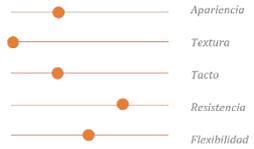
Apariencia: Por sus características visuales pueda tener parecido con algún cuero del mercado.

Resistencia: Debe mantener suficiente entereza para soportar uso continuo.

Estabilidad: No debe sufrir deformaciones considerables durante su periodo de fraguado ni al finalizar este.

Tacto: Las sensaciones hápticas puedan parecerse hasta el punto de que el agregado lo permita a las sentidas en algún otro cuero animal.

Para la elaboración de estas muestras deben colocarse en un cuenco para cocción la cantidad de grenetina natural con el agua marcada en cada formula, mover hasta eliminar coágulos, la glicerina y el vinagre se pueden incorporar en este momento o cuando el agua esta tibia. Al final una vez que hierva un poco toda la mezcla sabremos que es el momento de anexar los agregados. En el caso de la raíz de lirio que presenta dificultades para distribuirse en todo el molde, es necesario con el apoyo de una pala distribuir uniformemente todo el agregado una vez vaciado al molde.



Formula

3 gr lirio
 1 gr raíz
 7 gr de grenetina
 2 gr glicerina
 120 ml de agua
 2.5 ml vinagre

CV-1

El primer experimento CV-1 presenta 2 texturas, el lado que tiene contacto con la placa Petri resulto liso, la parte expuesta es muy rugosa tanto en apariencia como al tacto. Toda la muestra se siente plástica con características semirrígidas, mantiene altos niveles de resistencia, pero su apariencia no se acerca las variables establecidas. La cantidad de agua utilizada fue demasiada en proporción de la cantidad de agregados por los que sobro mucho contenido después de verter sobre el molde.



Formula
3 gr raíz
5 gr de grenetina
2 gr glicerina
80 ml de agua
1.5 ml vinagre

CV-2

En CV-2 se redujo la cantidad de grenetina utilizada con la finalidad de hacerlo menos rígido y ganara flexibilidad, se ajustó la cantidad de agua disminuyéndole $\frac{1}{4}$ parte de la porción inicial. Adicional a esto se elimina el uso del peciolo molido como agregado de la formula y se continuó la investigación únicamente con la raíz del lirio.

La pieza presenta traslucidez debido a la poca cantidad de raíz utilizada, esta no fue capaz de abarcar toda el área del molde. Al igual que la pieza anterior presenta 2 tipos de textura, una más rugosa que la otra siendo la menos texturizada la que puede sentirse similar a un cuero. Al completar su ciclo de secado aproximado de 7 días se deforma.



Formula
 5 gr raíz
 3 gr de grenetina
 4 gr glicerina
 60 ml de agua

CV-3

Se aumento la cantidad de raíz a la muestra CV-3 hasta 5 gramos, 2 gramos adicionales a la muestra anterior con la finalidad de generar una componente totalmente uniforme, sin traslucidez que se acercara a características de cuero. La cantidad de agua se disminuyó nuevamente para poder determinar las proporciones de agua necesaria para lograr mejor resultado en la elaboración del material.

Al no presentar hongos durante el proceso de secado en CV-1 y CV-2, se tomó la decisión de eliminar el vinagre como agente conservador. Se disminuyo también la cantidad de grenetina y se aumentó la cantidad de glicerina suponiendo que esto contribuiría a la flexibilidad del material, sin embargo, esto no fue así. El aumento de un aditivo plastificante termino por endurecer la muestra. La fórmula permite comprimir y aglutinar de manera adecuada la cantidad de lirio anexada, pero la apariencia es muy plástica, sintética, alejada de las variables buscadas. De igual forma sucede con la textura, al manipularla se siette rígida, con una cara totalmente lisa.



Formula
6 gr raíz
6 gr de grenetina
2 gr glicerina
560 ml de agua
2 ml vinagre

CV-4

A partir de esto sabemos que la proporción de grenetina deberá ser mayor a la glicerina para que mantenga niveles adecuados de flexibilidad para CV-4 donde, se incrementó al doble la cantidad de grenetina utilizada y se redujo a la mitad la glicerina, adicional a esto se anexa 1 gramo más de raíz. la flexibilidad es adecuada pero la cantidad de raíz fue demasiada en proporción a la cantidad de agua utilizada, esto genero una apariencia muy rustica en la cual se nota y se toca mucho la raíz. Al manipularla para comprobar su flexibilidad y resistencia encontramos grietas pues el agregado fue mayor que el aglutinante utilizado, esto no permitió la polimerización correcta de todos los componentes. Se determinó que la cantidad ideal de raíz para la muestra en Petri deberá estar entre 4 y 5 gramos

Una vez definido el mejor resultado de acuerdo con las variables establecidas desde un principio de la exploración al cuero vegano, se parte de CV-6 para realizar muestras de mayor dimensión. Para observar su comportamiento en grandes dimensiones, fueron vertidos en moldes cuadrados de plástico con medidas 21x21cm. Se calculo la cantidad de agua que se necesitaría para el molde y por medio de regla de tres se ajustaron las porciones para la cantidad de agua a utilizar.



CV-6-2

La proporción resultante marcaba la utilización de 16.6 gr de raíz de lirio, 12.5 gr de grenetina, 16.6 gr de glicerina para 250 ml de agua. Las basculas utilizadas no pesan medios gramos, para simplificarlo la formula se redondeó a 17gr de raíz, 13 gr de grenetina, 17 gramos de glicerina. Durante la elaboración y vertido dentro del molde se pudo notar que la cantidad de raíz era insuficiente para cubrir el tamaño de la muestra, por tal motivo se decidió duplicar la cantidad de raíz.

La decisión fue tomada dentro del mismo proceso por lo que la muestra con falta de raíz no fue documentada, a partir de esto se establece que la cantidad de raíz no corresponde a proporciones de los demás componentes sino al área que deberá cubrir y la cantidad de traslucidez que se busque. El crecimiento de las piezas repercute directamente en el tiempo de secado, tardando alrededor de 9 hasta 11 días en comparación de lo 5-7 días de ejemplares pequeños, el mismo proceso de gelificación que en placas Petri era relativamente rápido, aquí se prolonga. La resolución tomada en las exploraciones anteriores de excluir el vinagre perjudica las piezas con grandes dimensiones, generando la aparición de hongo durante el proceso de secado.

CV-6-2 resulto en un elemento con poco aglutinamiento, con similitud a CV-4, donde el exceso de raíz no permite gelificar y polimerizar de manera adecuada la formula. Existen desprendimientos de raíz, fragilidad y agrietamientos, al tacto se siente la raíz al natural como especie de pelo, este resultado se aleja de las características buscadas.



CV-6-3

Derivado de la muestra anterior, se decide agregar 5ml de vinagre blanco a CV-6-3 para evitar el crecimiento de bacterias y hongos sin tener un resultado exitoso porque al paso de 3-4 días las colonias de contaminación en la membrana empezaron a surgir. Con un paño humedecido en vinagre se dio mantenimiento a las muestras retirando los hongos con especial cuidado de no causar daños a la muestra.

La suma de raíz se baja a 2/3 partes para permitir que los elementos de la formula logren su función. El resultado después de 9 días de espera fue una membrana flexible, con apariencia y tacto semejante al cuero, en contra posición a estos buenos acercamiento se observó que la cantidad de raíz aun no era suficiente para cubrir toda el área, generando traslucidez en algunas partes de la muestra.

Mas allá de definir esta característica traslucida como un problema, este diferencial puede ser característicos y puede ser

provechado. Por otro lado las características táctiles son un poco duras, con falta de humectación.



CV-6-4

En CV-6-4 se aumenta la cantidad de vinagre para tratar de evitar crecimiento de hongo y se añaden 2 gr de raíz para tratar de cubrir los espacios huecos de la muestra CV-6-3. Se retoma la formula original y se baja la cantidad de agua 30ml para posteriormente aplicar nuevamente proporciones para 250ml de agua que requerimos, con esto se logra aumentar la cantidad de gnetina y glicerina utilizada. A través de esta modificación se logró obtener una pieza con mayor grosor, su peso aumento considerablemente, mientras la muestra CV-6-3 tiene un peso de 34 gramos Cv-6-4 pesa 73 gramos. Utilizando casi la misma cantidad de raíz. Las aportaciones de esto se ven reflejadas sensorialmente, al tocarlo se siente más humectado, con un peso y grosor más adecuado. Su

flexibilidad y resistencia es alta, además de reducirse menos en tamaño comparando con la muestra anterior. La traslucidez se mantiene, pero en menor proporción, esta muestra es más uniforme con acercamientos muy claros hacia las variables definidas.

Consideraciones

Presencia de hongo: El tiempo de secado al ser prolongado en muestras grandes, se desarrolla hongo sobre el material. Para intentar solucionarlo se agregó vinagre sin embargo aun con la incorporación de este, el hongo persistió.

Limpieza: Cuando la muestra tiene suficiente gelificación para soportar limpieza, es necesario removerlo aplicando fricción con un paño suave con vinagre. Este procedimiento se aplica las veces necesarias durante el secado para evitar propagación y contaminación del material. Una vez seco en su totalidad, la aparición de este hongo terminará. Para mayor seguridad es viable removerlo con mayor presión con un cepillo y vinagre y dejar secar, esto solo después de haber alcanzado en primera instancia su correcto fraguado alrededor de 7-10 días.

Adición de bicarbonato: Para tratar de eliminar la aparición de este hongo se realizó una prueba donde se mezcla 0.5 cucharas de bicarbonato de sodio con agua antes de hacer el procedimiento normal para la elaboración del material. El resultado de la Prueba 5 mostro problemas para secar, el bicarbonato, así como la cantidad de raíz

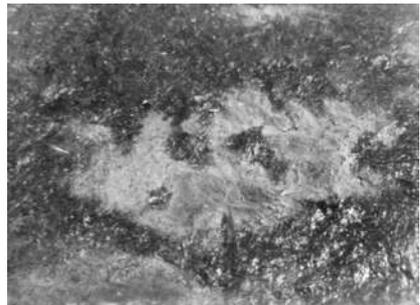


Imagen 35 Muestra con hongo

Conclusiones

Las aproximaciones son correctas, el material resultante pudiera parecer y sentirse a primera vista como un tipo de cuero vegano. Las proporciones de la mezcla permiten el correcto aglutinamiento de la Raíz sin perder la tonalidad oscura, potenciando las cualidades mismas de la materia prima. A pesar de presentar muchas similitudes al material visualizado, contiene cualidades propias que lo diferencia notablemente de un cuero normal. Su capacidad de translucidez abre posibilidades de aplicación que no son únicamente el área textil, algunas pruebas a colocarlas a contraluz o sobre una luminaria permite el paso de ella, pero sin permitir ver nítidamente lo que está detrás. Si es aplicada como pantalla de una lámpara, mientras esta apagada se verá como un elemento sólido, pero al encenderla cambiara notablemente su textura.

El material tiene potencial de ser explotado y aplicado sobre todo en contextos artesanales colindantes a zonas lacustres donde cuentan con amplio conocimiento en la elaboración manual de objetos. Pudiendo incorporarlos como diferencial estrechamente arraigado a una identidad local. La cantidad de raíz deberá calcularse de acuerdo con el área para cubrirse en el molde.

Futuras iteraciones

- Para futuras adecuaciones es importante considerar la poca resistencia al agua que tiene el material para incorporar a la mezcla algún aditivo natural que permita mayor impermeabilidad y por tanto mayor tiempo de vida.
- La pulverización completa de la raíz y no solo la molienda de ella podría significar un resultado más fino y controlado, a cambio perdería textura.
- Si se aplica un tratamiento previo con peróxido de hidrogeno, se elimina su tonalidad oscura, esto permite elaborar diferentes tonos de la piel.



Imagen 36 Material flexible base raíz lirio acuático.







Imagen 37 Material 1 "Flexible"

Rígido

Material 2

Otra de las visiones materiales que se pudieron tomar a partir de las primeras exploraciones de la etapa exploratoria fue la elaboración de un "Bio-Comprimido". La intención fue generar un compuesto bio-basado con características semejantes a un aglomerado. Por las características aprendidas al trabajar con los nenúfares del lirio acuático se definió que era a través de estos y sus cualidades lo que nos permitiría lograrlo por tanto la experimentación debería tener las siguientes variables:

Apariencia: Mantener y potencial las características propias de la materia prima utilizada para la elaboración de aglomerado.

Resistencia: Debe mantener capacidad para soportar uso continuo.

Dureza: Al ser un aglomerado, el material debe ser lo bastante rígido como para mantenerse sobre su propio peso ya sea de manera horizontal o vertical.

Ligero: Debido a que la molienda de lirio al secar pesa poco, se sostiene que el material resultante mantendrá esta cualidad. Siendo el material resultante de poco peso final.

Moldeable: Se busca que las bondades del material permitan ampliar su aplicación para crear objetos bajo moldeo a compresión, y no únicamente genere placas.

Las tonalidades cobrizas con cafés que presentan los nenúfares una vez secos además de su capacidad de ser comprimido y mantener su forma sin desprendimientos fueron algunas de las características por lo que se decide iterar este material, Sin embargo, en las pruebas no se descartó la adición de raíz, por un lado, porque podemos observar la combinación de texturas y por el otro comparar las capacidades de aglutinamiento y compresión de ambas materias primas. El almidón resulto ser el aglutinante con mejor desempeño

para lograr las placas deseadas, sin embargo, en la etapa 1 el procedimiento fue cocinado. Para este apartado se simplifica su elaboración para poder fabricarlo en frío por medio de un pegamento casero base almidón.

Para generar este apartado, se diseñó un molde para comprensión que nos permitiera elaborar placas en distintos grosores y en tres medidas, 6x12cm, 12x12cm y 12x24cm. Se elaboro en madera de pino con grosor de 1.5cm con 3 tapas que se usan par genera la comprensión con ayuda de prensas. Para la elaboración de las placas comprimidas se siguieron una serie de pasos que inician pesando la cantidad de lirio en una báscula que pese gramos, puede ser pesada dentro del mismo recipiente donde será mezclado con el aglutinante. A continuación, se agrega el pegamento base almidón previamente realizado con proporciones de 1 mililitro por cada gramo de peso de molienda. Se mezcla con alguna pala hasta que todo el lirio quede impregnado del pegamento y obtener una mezcla pastosa.

La mezcla es colocada dentro del molde donde será comprimido. Durante las exploraciones se pudo observar que el uso directamente de madera en contacto con la mezcla genera problemas al desmoldar, para lograr un mejor resultado debe colocarse una película plástica o utilizar algún otro material para el molde. La adición de esta película permite desmoldar de manera más sencilla sin poner en riesgo la integridad de la forma. Se aplico fuerza mecánica para comprimir el material por medio prensas de hierro de 4" durante 24 horas. Al paso de este periodo se retiró el material y se colocó a la intemperie para su secado natural. En los días caluroso el sol hace el mejor trabajo para completar el secado de la pieza. Se puede hacer uso de complementos como la luz roja directa para acelerar el secado, esto por ejemplo durante días lluviosos o por las noches. El tiempo aproximado de secado ronda los 4 días dependiendo de las condiciones climáticas del sitio.

Los primeros experimentos se realizaron en dimensiones de 6x12cm, todos ellos variando tanto las proporciones de lirio-raíz como las mezclas de aglutinantes. La finalidad en la variación de proporciones responde a determinar si por sí solos los componentes del lirio son capaces de cumplir el objetivo planteado en las variables

o necesitara de algún otro aditivo que aporte cualidades faltantes. Además, comprobar si agregando un nuevo aglutinante a la formula se logra mejorar las características del pegamento, adquiriendo mayor poder de adherencia.



Imagen 38 Moldes para compresión de madera



SURTEK



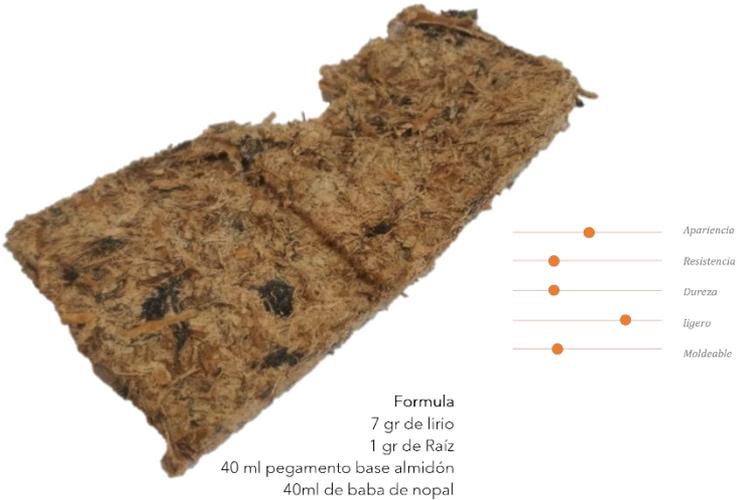


Formula
15 gr de lirio
150 ml pegamento base almidón



C-1

Es el compuesto más sencillo, se parte de la combinación de 15 gr de lirio seco molido con 150 mililitros de pegamento de almidón, después de ser sometido a compresión y secado la muestra presenta características buscadas. En la elaboración de este experimento se pudo observar que la compresión aplicada no fue suficiente para lograr un elemento completamente rígido. Al ejercer presión sobre el material existe deformación, al tacto se nota suave y bofo por lo que la dureza adecuada no es alcanzada, de igual manera esto afecta directamente su resistencia, siendo poca. Su apariencia es rustica y no permite resaltar al lirio como material principal.



C-2

En la exploración C-2 el pegamento se combina con mucílago de nopal, el cual es utilizada frecuentemente en el arte y la pintura como adherente, la proporción usada fue 50% Pegamento de Almidón y 50% de Mucilago para mezclarlo con 7 gramos de lirio molido y 1 gramo de raíz. Se observó como la disminución del pegamento afectó la capacidad de aglutinación, el nuevo aditivo no agrega valor al componente usado en un principio. Por otro lado, la incorporación de raíz tampoco generó valor a la muestra tanto en resistencia como en apariencia. El resultado fue una placa inestable, poco resistente, existen desprendimientos de partes al tocarlo. Cumple con ser ligero, pero no es suficiente para considerarlo para una segunda ronda de exploración.



Formula

6 gr de lirio

2 gr de Raíz

80 ml pegamento base almidón

5gr de grenetina

C-3

En la elaboración de C-3 se agregó 1 gramo adicional de raíz, pero a diferencia de C-2, ambos agregados secos fueron pesados y colocados en el mismo recipiente para mezclarlos manualmente antes de agregar el pegamento. Con esto se logra distribuir de mejor manera la combinación lirio-raíz. Adicional a ello se agrega 5gr de grenetina, pero como para que esta funcione debe existir cocción, el procedimiento de elaboración fue distinto a las demás. El pegamento liquido base almidón se colocó en un recipiente, se agregó y mezclo de manera uniforme con grenetina para después ponerla a fuego lento, una vez disuelto la formula se incorporó la mezcla de agregados. La grenetina aporta mucha dureza y resistencia, pero deforma la forma final del material, genera irregularidades en la superficie y disminuye su tamaño. Esto representa un problema pues la falta de estabilidad pone en riesgo las aplicaciones que pudieran generarse. La ligereza se mantiene.



C-4

Por último, se retoma C-1 por tener el mejor comportamiento, pero se mide la conducta del comprimido únicamente con raíz de lirio. El color oscuro de la raíz se pierde volviéndose cenizo, a diferencia de la grenetina el uso de almidón como aglutinante no potencializa las cualidades de la raíz, dando como resultado tonos mates sin brillos, natural.

La placa resultante no es tan dura, se siente esponjosa, al igual que C-1 sufre deformación al aplicar presión sobre el material, inclusive más que la muestra anterior. No es rígida, mantiene flexibilidad y baja resistencia, si forzamos su flexión se genera fractura y desprendimiento de toda la muestra. Sufre desprendimientos de su agregado solo con el uso y tacto por lo que la raíz tiene el peor comportamiento para comprimir.

Con base en la información obtenida de las 4 muestras anteriores, se utiliza C-1 como la mejor opción para aplicar iteraciones que hagan más eficiente el material y para cumplir con las variables establecidas, para esto se propone solventar 2 de los problemas del material.

Poca resistencia: Para aumentar su resistencia se agrega a la mezcla mayor cantidad de lirio, la muestra base presentaba mucho aglutinante en comparación con el agregado.

Poca compresión final: Para ellos se propone aumentar la compresión recibida para la muestra, una vez dentro del molde se revisa constantemente y ajustan las prensan conforme va perdiendo humedad el material. Adicional al nivel de compresión se optó por sustituir los moldes para comprimir por un impreso en 3d base plástico biodegradable, esto con la intención de mejorar la resistencia a compresión y deformación, problemas que presentaba el molde inicial a base de madera.



Imagen 39 Moldes impresos en 3d.



Formula
 100 gr de lirio molido
 100 ml pegamento base almidón



C-1-2

Se pesaron 100 gramos de lirio acuático justo después de hacer el proceso de molienda por lo que contenía niveles de humedad al ser pesado. Para hacer más eficiente el proceso se decidió suprimir el tiempo de secado adicional después de la molienda, se agredó 100 mililitros de pegamento de almidón para mezclarlo y su posterior colocación en el molde.

La muestra al inicio de su compresión tenía un peso de 100 gramos que se redujeron hasta los 53 gramos al término de 4 a 5 días de secado. Podemos entonces decir que pierde casi el 50% de humedad. El ajuste en la cantidad de presión logro obtener mejores resultados, el material es uniforme y concentrado, su apariencia es natural, resaltan las características de lirio seco con acabado mate, sigue manteniendo bajo peso, pero su resistencia es mayor al secar completamente.

Conclusiones

Los resultados de los aglomerados mostraron mejor desempeño con la adición de resistencia a través del nivel de compresión. Los acercamientos al material buscado fueron adecuados, cumpliendo con las variables buscadas, las formulaciones finales permiten la correcta unión de agregados guardando su apariencia natural y ayudando a potenciar las características visuales del lirio molido. La capacidad que presenta el material para ser moldeado es el principal diferenciador en comparación con otras placas aglomeradas, sus usos y aplicaciones se extienden por las bondades que muestra este producto. Este material tiene potenciales usos que pueden ir más allá de lo artesanal pues los procesos simplificados y los tiempos de secado permiten elaborar mayores volúmenes, sin embargo, estos pueden ser mejorados.

Una vez dicho esto se muestra a continuación una serie de fotografías que permiten observar los resultados de compresión y moldeo finales de esta etapa.

Futuras iteraciones

- Debe considerarse la adición de elementos que reduzcan el tiempo de secado de las piezas para una producción más eficiente.
- El aglutinante puede optimarse, incorporando mejores capacidades de adherencia y menores tiempos de secado.
- Está demostrado que los peciolos pueden ser teñidos con tintes naturales, esto permite que los tonos del material pueden ser predefinidos antes de crear los comprimidos. Obteniendo así gran variedad de colores.





Imagen 40 Pruebas de comprimidos



Imagen 41 Comprimidos de Lirio Acuático









“Aprovechando el potencial inexplorado de los materiales podemos implementar cambios sociales, políticos y económicos” - Seetal Solanki

Funcional

Este apartado mide la factibilidad funcional y aplicación únicamente del mejor resultado del apartado material. Esto se logra empleando pruebas físicas a muestras para poder determinar sus cualidades. Adicional al comportamiento material, se establece la lógica productiva a la que debe someterse el compuesto basado en un entendimiento de condicionamientos territoriales, se retoman lineamientos democráticos y descentralizados acordes a la visión asentada durante toda la tesis.

Finalmente, con la intención de no perder al Lirio Acuático de la narrativa material se establecen medidas para potenciar el lirio como elemento diferenciador a otros materiales del mercado. Estos componentes ayudan a definir las especulaciones materiales en las cuales se muestra potencialmente su habilidad para convertirse en objetos, pero sin llegar a una fase de diseño objetual, las especulaciones plantean un escenario utilitario únicamente, ya que diseñadores y artesanos emplearían metodologías propias para explotar sus cualidades físico-sensoriales.

Como parte complementaria se anexan ejemplos especulativos acorde a lo anteriormente planteado.

Caracterización material

Derivado del creciente aumento en la producción material por medios democratizados es importante dar una caracterización del material para que sea punto de partida ante iteraciones de investigaciones futuras. Esta caracterización arroja información para determinar posibles mejoras o ajustes al material si así se requiriera o quisiese, de igual forma permite tener con mayor claridad su funcionamiento al manipularlo y establecer las posibilidades y especulaciones hacia su usabilidad.

Para establecer el protocolo adecuado se toma como base las caracterizaciones a partir del Material Driven Design Method, como se ha mencionado en la parte metodológica, este proceso de diseño industrial desde la materialidad viene a colación por ser un modelo que incorpora conceptos de calidad percibida por el usuario tanto funcionales como emocionales de los materiales. Es un proceso proyectual donde el material influye sobre la realización de un producto, colocando al centro del desarrollo la percepción material, táctil y sensorial como elemento diferenciador frente a su competencia. (Alarcón, J. et al 2020). Con base en esto, la caracterización del material se divide en 2 partes, por un lado, se realizan pruebas físico - mecánicas que determinen la información técnica. En un segundo apartado se somete a pruebas táctiles y sensoriales para dimensionar sus bondades y características sensibles.

Características técnicas

Existen pruebas en laboratorios especializados que determinan tanto su funcionamiento físico como químico, sin embargo, al ser un producto que no está finalizado sino en fase de desarrollo, las limitaciones del estudio se fijaron en establecer pruebas de laboratorio solo para la compresión por medio de máquina universal por ser considerada el estándar de la industria.

Además, se complementa el estudio con pruebas no estandarizadas bajo protocolos internos que ayudaran a comprender de manera fácil y eficaz las capacidades del material por lo que se hace necesario extender en un futuro el estudio de características a más pruebas que faciliten obtener más información.

Al tratarse de un bio-compuesto es evidente que su trabajo esencialmente trabajara a compresiones, sin embargo no existen normativas y pruebas estandarizadas para medir el comportamiento de este biomaterial, el análisis nos servirá como base para comprender mejor sus capacidades únicamente, por lo tanto, para asentar una caracterización del material en desarrollado se establece un protocolo de análisis que permite un acercamiento al funcionamiento técnico del nuevo material a partir de pruebas mecánicas únicamente dividido en 2 partes:

Pruebas Estáticas

Mide principalmente la capacidad del material para recibir una carga. Se optó por realizar la prueba de compresión para determinar su capacidad de carga, dureza y punto de ruptura. Su resistencia para deformarse permanentemente ante la manipulación de fuerzas externas.

Compresión: Para la realización de esta prueba se sometieron a estudio 4 muestras de material comprimido base lirio-almidón en Máquina Universal para fijar el punto de ruptura. Se mide la capacidad que tienen estos para soportar una carga por unidad de área kg/cm^2 debido a que los bio-compuestos trabajan principalmente resistiendo compresión simple. Los resultados de la prueba mostraron los siguientes puntos de quiebre:

Muestras

1 = 16.00 kg / cm²

2 = 16.93 kg / cm²

3 = 21.8 kg / cm²

4 = 21.4 kg / cm²

En general se puede establecer como un material que tiene la capacidad de soportar compresión desde 16.00kg/cm² hasta 21.4kg/cm² antes de comenzar a fallar. Dicho de otra forma, un esfuerzo mayor a esta carga llevara al material a su ruptura y deformación irreversible. Se anexa fotografías del estudio



Imagen 42 Muestras sometidas a compresión.



Imagen 43 Pruebas con maquina universal.

Pruebas Dinámicas

Tiene la finalidad de observar su comportamiento frente a factores variables con el paso del tiempo, para este apartado se decidió someter a prueba el material comprimido de lirio temperatura, contacto con el agua y desgaste con el paso del tiempo.

Dilatación

Para la prueba se coloca una muestra del compuesto dentro de un recipiente con agua durante el lapso de 48hrs. para observar si el material se ve modificado, así como la capacidad del material para resistir ante esa transformación.

Resultado: El material es ligero y flota sobre el agua misma que absorbe rápidamente hasta quedar completamente cubierto por ella sin perder su capacidad de flotar.

10min: Pasados 10min dentro del recipiente con agua, el material mantiene sus dimensiones iniciales, sin embargo, al aplicar fuerza sobre la muestra esta se nota con menor rigidez y se puede deformar, a este punto el agua utilizada se torna de color café porque el material ha desprendido parte de su aglutinante de almidón.

24hrs: Mantiene su forma, pero se ha dilatado poco, se siente menos rígido con el paso del tiempo, se puede en este punto manipular para recuperar toda la molienda de lirio para otros fines o subproductos.

48hrs: Existe desprendimiento y agrietamiento generado por la cantidad de agua absorbida, el material se ha dilatado un 50% de su tamaño inicial, pasando de 14mm iniciales a 21mm finales.



Imagen 44 Comportamiento del material con agua.

Temperatura

Esta prueba mide la resistencia a fuentes de calor para descubrir su capacidad para soportar sin cambiar su estructura o alcanzar algún punto de ignición.

Solar

Se coloca una muestra bajo la incidencia solar directa durante 9 horas consecutivas.

Resultado: El material muestra buena tolerancia solar, después de 9hrs bajo la incidencia directa del sol, no se aprecia ningún cambio en su aspecto, color dureza o forma.

Horno

Para ver el comportamiento ante temperaturas elevadas, se introduce el material sobre una bandeja de metal a un horno eléctrico, se programa la temperatura a 180°C por un lapso de 10 min.

Resultado: A esta temperatura la muestra empieza a cambiar su color natural, sobre todo en la parte baja apoyada sobre bandeja de metal, el tono se pone marrón, se oscurece, básicamente se tosta, pero sin modificación morfológica. Durante el proceso de horneado el material intensifica su olor.

Fuego

Una de las muestras se sostiene con pinzas, a continuación, se enciende la flama de un encendedor y se acerca a la muestra para que tengan contacto directo con el fuego durante 60 segundos y 120 segundos, un encendedor comercial puede alcanzar temperaturas de 1200°C.

Resultado: La muestra se quema, pero no mantiene encendido el fuego sobre sí mismo, al retirar el fuego la flama desaparece y únicamente queda la brasa en el centro comprimido de material sin extenderse o expandirse a los demás sitios de la muestra, esta brasa

tarda de 2 a 3 minutos en extinguirse para la prueba de 60 segundos y hasta 9 minutos para la prueba de 120 segundos.

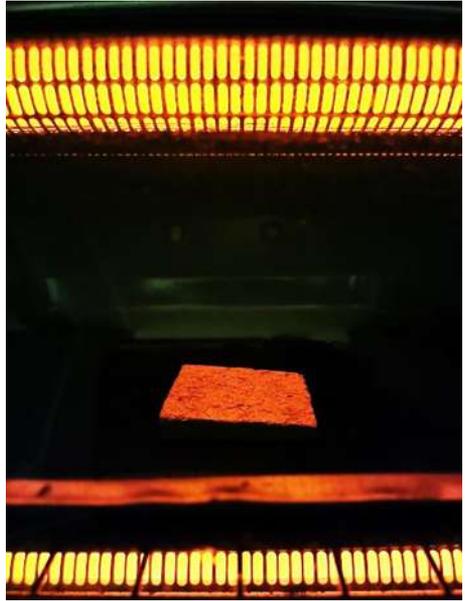


Imagen 45 Comportamiento del material al fuego.

Desgaste

Se deja a la intemperie durante 7 días bajo temperaturas mínimas de 6°C y máximas de 23°C, temperaturas promedio de la ciudad de Morelia, Michoacán en los meses de enero cuando fue realizada la prueba. Los cambios de temperatura, así como la exposición prolongada al sol puede mostrar algún cambio o pérdida de color, agrietamiento, dilataciones o cambios en su estructura y forma.

Resultado: El material no sufre ninguna modificación, el cambio de temperaturas nos afecta su rigidez y composición, los ambientes sin humedad favorecen al bio-compuesto y la incidencia solar lo mantiene seco, su dureza aparente y táctil se mantiene mientras estas condiciones se mantengan. Su color natural es persistente debido a que las fibras de lirio utilizadas ya se encuentran decoloradas de forma natural y previo a la preparación del material, es por ello por lo que con el paso del tiempo no se modifica. Además, el producto lleva en el ambiente con manipulaciones táctil y de transportación por un periodo de 6 meses sin mostrar cambios en su forma, composición, textura y color, pero si en su rigidez que, con el paso del tiempo se ayudó a consolidar su fraguado y compactación.

Características sensoriales

Este apartado tiene la finalidad como se menciona anteriormente, incorporar a la caracterización material conceptos percibidos acerca de su calidad emocional, basado en el Material Driven Design se enfatiza la percepción que existe hacia el material y la dimensión del significado. Lo táctil y sensorial como rector de nuevos materiales. Este se divide en 3 apartados denominados como visual, Táctil y bondades.

Visual

Pretende establecer la apariencia e impacto visual del material, esta valoración es completamente perceptiva.

- Natural
- Cálido
- Artesanal
- Confort
- Reciclado
- Ético

Táctil

Se deriva de la interacción táctil, dando resultados en percepción acústica, olfativa y al tacto.

Olfativa: La intensidad de olor del material es muy baja, es necesario acercarse demasiado al mismo para poder diferenciar algún olor particular que en este caso es dulzón, acaramelado. Este olor se intensifica cuando fue tostado en la prueba de calor dentro del horno.

Acústica:

- Bofo
- Silencioso

Palpable:

- Imperfecto
- Ligero
- Compacto
- suave

Bondades

Las bondades del material se definen como aquellas posibilidades que permite el material más allá de sus cualidades técnicas y sensoriales, estas bondades también permiten conocer su aplicabilidad.

- Moldeable (capacidad de darle distintas formas)
- Grabable (laser, CNC, compresión)
- Cortable (laser, CNC, Herramientas tradicionales)
- Perforable (taladro, clavos, etc.)
- Reciclable
- Acústico (suposición) Con base en investigaciones sobre las capacidades que tiene las fibras naturales como absorbente acústico, se presume que el lirio acústico es acústico.
- Térmico (suposición)

Aplicaciones

- Decorativo
- Packaging
- Estructural

La caracterización técnico-sensorial y bondades permite generar una serie de concetos descriptivos para identificar las prestaciones del material, atributos fundamentales para apreciarlo de manera verdadera como se observa en el grafico continuo de características.

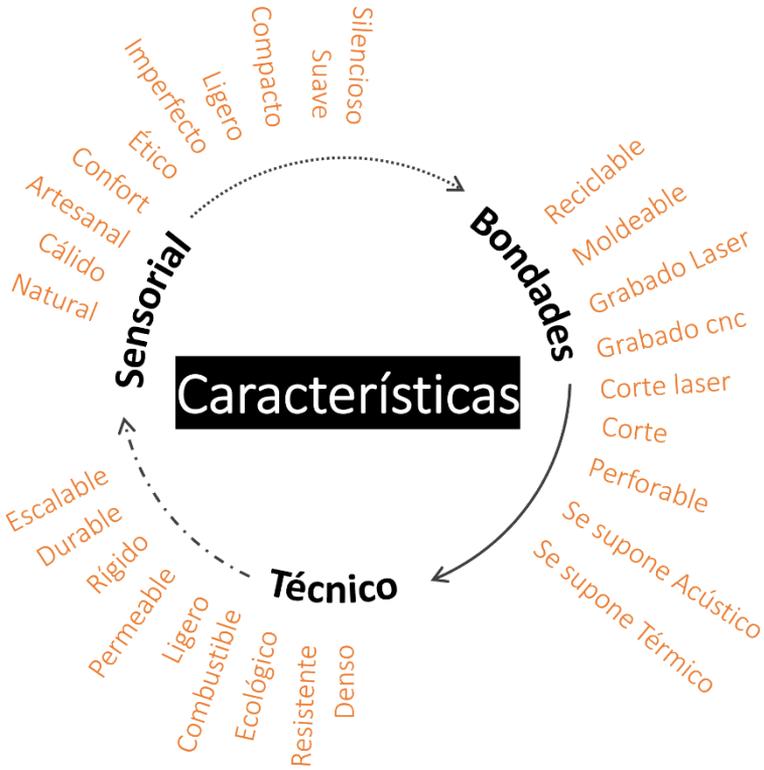


Diagrama 9 Caracterización técnico-sensorial y bondades del material.



Imagen 46 Prueba al Material en agua.



Imagen 47 Prueba de corte.



Imagen 48 Pruebas de bondades materiales



Cuando las comunidades están empoderadas con los métodos y herramientas adecuados, las fibras vegetales pueden pasar de "residuos" a "materiales" y convertirse en un material barato y de origen local para la producción de objetos cotidianos - Katya Bryskina y Tomás Clavijo

Territorio

Durante toda la investigación se ha cuestionado y hablado acerca de la producción lineal que junto con la industrialización ha ocasionado grandes daños socioambientales, no podríamos ser congruentes con esta crítica si no asentamos medios de producción acordes al territorio y para el territorio. Con esto se buscan nuevas maneras de abordar estrategias productivas con impactos sociales sin representar un peligro para el planeta.

La estrategia aquí planteada representa una oportunidad para entender la producción con una visión holística, monetizar oportunidades locales y mantener un ecosistema sano, democratizar la generación de riqueza como instrumentos de transformación social y ambiental. En este sentido se puede decir que esta visión se alinea a una economía solidaria donde se toma en cuenta y prioriza a las personas, el medio ambiente, así como el desarrollo sostenible por medio de las siguientes estrategias:

Empoderamiento de las poblaciones locales

- Economía familiar
- Descentralización de la producción

Valorización de los territorios

- Diseño situado
- Inclusión de aspectos socioeconómicos y culturales
- Elaboración de procesos internos a partir de actores locales

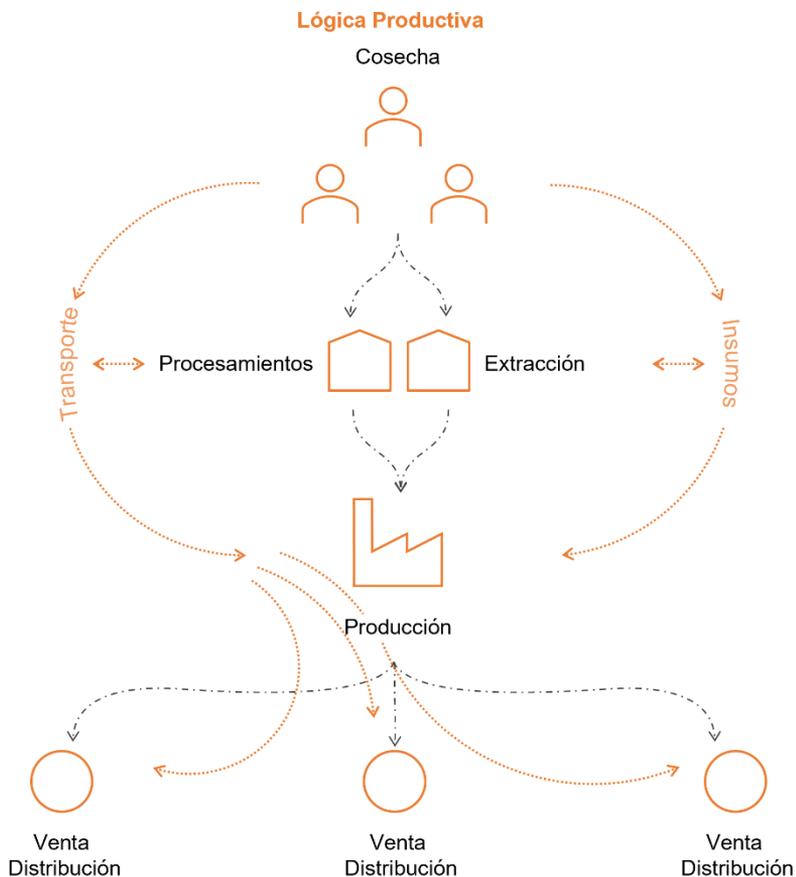


Diagrama 10 Lógica productiva

Para lograr esto se establece una lógica productiva que valora las regiones del estado de Michoacán con una herencia cultural diversificada de oficios artesanales basada en economías familiares. En estas zonas la gran mayoría de personas de poblaciones aledañas a la zona lacustre donde se encuentra abundancia de Lirio Acuático tienen una estrecha relación con el trabajo artesanal, de alguna manera ya existe una lógica productiva intrínseca relacionada al territorio, de manera que se instauran las recomendaciones para su producción bajo estándares locales como una manera de agregar valor por medio de la producción de nuevas materialidades y aporte de manera paralela la crisis artesanal de la región.

Crisis sabida y documentada según Paz (2018) señala que Matilde Cuevas Calixto, presidenta de la Unión Nacional de Artesanos de Michoacán apunta a un creciente número de artesanos que abandona la actividad para dedicarse al campo o emigrar de sus comunidades por bajas ventas e insuficientes estímulos o apoyos; así mismo, el director de la casa de las artesanías señalaba que capacitar a los artesanos en comercialización, incentivar a generar procesos de innovación y actualización son elementos claves para impulsar el desarrollo económico del sector.

Con esta lógica productiva se puede mantener la producción descentralizada, aunque esto no es limitativo, si las familias tienen la posibilidad de abarcar todo el proceso desde su cosecha hasta la venta es aceptado, esta manera de ver por partes el proceso permite generar familias que obtengan recursos de:

- o Venta del Lirio molido como materia prima
- o Extracción y venta de almidón como aglutinante
- o Producción de productos derivados
- o Venta de productos finales

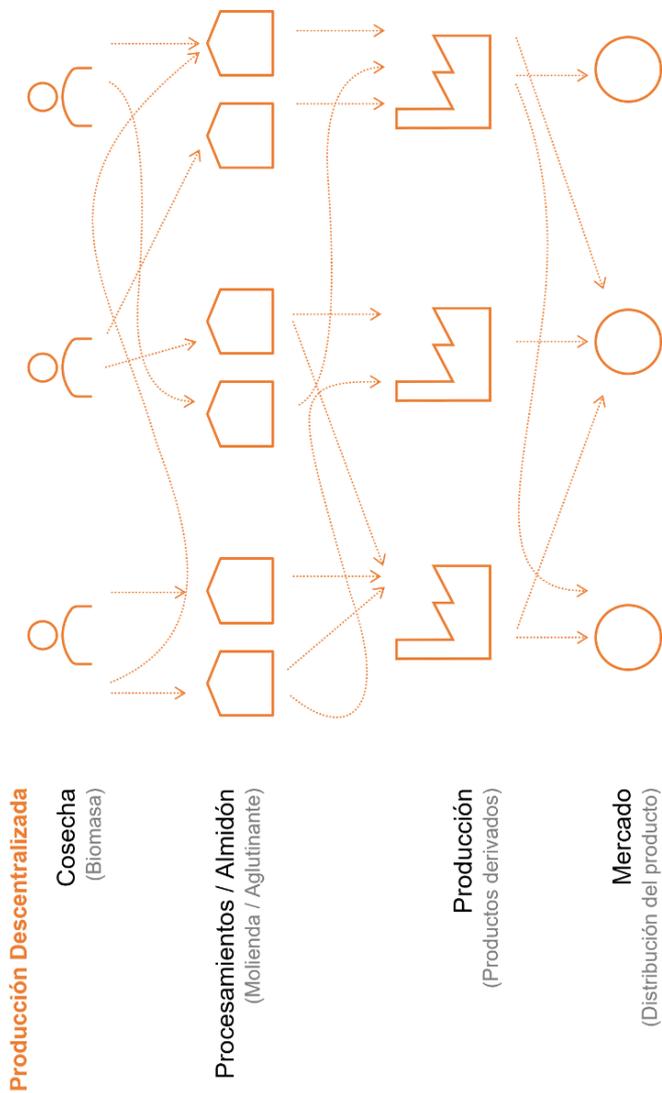


Diagrama 11 Producción descentralizada

Lo anterior se puede observar gráficamente en el diagrama de producción descentralizada, el cual muestra claramente las oportunidades para la economía familiar desde la generación de nuevas oportunidades, sea cosechando, procesando molienda o aglutinante, produciendo productos o con la venta de ellos en mercado. Dicho esto, se especifican los medios necesarios para producir bio-compuesto a partir de lirio acuático dentro de esta lógica productiva.

Elementos para elaboración de un bio-compuesto orgánico

Cosecha: Obtención de materia prima natural por medios manuales, de bajo costo y sin dragas mecánicas que acaparen la recolección, esto permite mantener oportunidades iguales para que cualquiera con interés en recolectar Lirio del lago contaminado pueda hacerlo y depositarlo en sitios que procesen la materia para posterior transformación.

Procesado: La molienda del lirio para usarlo como materia prima consta principalmente de tres pasos que son lavado, secado y molienda. El espacio requerido para realizar esta función puede ser abierto en un lugar amplio con piletas y área para dejar el lirio al sol, cualquier patio o asoleadero funciona para este fin. Esencialmente se elaboran los siguientes pasos.

- o **Lavado:** la finalidad es eliminar el lodo, animales pequeñas impurezas que tiene el lirio al ser extraído del cuerpo de agua. Se recomienda usar grandes piletas, tinas o cubetas con agua donde son vertidos los lirios y limpiados de manera manual.
- o **Secado:** Una vez eliminado impurezas, el lirio se deja al sol directo hasta perder la totalidad de agua en la planta, se tornará café, color característico del material final.
- o **Molienda:** Lo adecuado es utilizar cualquier herramienta para triturar, un aparato con aspas que corten consecutivamente el lirio que se asemeje a una licuadora

para pequeñas escalas o molinos de grandes dimensiones para escalas mayores. Se recomienda trocear los peciolos del lirio, si no recortan en dimensiones pequeñas, las fibras largas al ser trituradas ocasionaran atasque y enredos de estos sobre las aspas que pretenden cortarlo.

Aglutinante: El aglutinante natural utilizado para la creación del material es base almidón, el método de extracción de este compuesto es sencillo, de bajo costo y no requiere de maquinaria especializada, cualquier familia puede extraer almidón y ofrecerlo como un producto. Es necesario contar con productos de cocina que permitan rayar la materia prima, un colador y recipientes para manipular y dejar asentar el almidón.

Producción: Quienes elaboran el producto final requieren de un espacio de trabajo parecido a una cocina, las necesidades son semejantes siguiendo una lógica de 4 grandes espacios necesarios para realizarlo, estos son:

- **Área de almacenado:** Este espacio contempla guardar las materias primas para su posterior utilización, al ser polvo los insumos principales, no se requiere de refrigeración o condiciones especiales para su almacenado.
- **Área de cocción:** Lugar donde se cocina el aglutinante con la molienda de lirio, para ello se requiere de una fuente de calor y cualquier deposito para cocción con la capacidad de acuerdo con la cantidad que se cocinara, desde una cacerola hasta un caso de grandes dimensiones.
- **Área de preparación y prensado:** El mobiliario ideal para realizar este paso consta mínimo de una mesa para manipulación y colocación del material, adicional debe contarse con la prensa para comprimir la mezcla y darle la forma final.
- **Área de secado y almacenado:** Finalmente cuando el material sale de compresión, el producto final debe colocarse a secar, los medios pueden ser naturales, directamente a la intemperie cuidando protegerlo de la

lluvia. Recordemos que el tiempo de secado es prolongado y puede durar varios días hasta su punto ideal.

Venta: La incorporación al mercado, distribución y venta normalmente está a cargo de negocios familiares, pequeños negocios locales que se encargan de vender principalmente al turismo local o extranjero, con esto se pretende continuar con los medios usados actualmente al mismo tiempo que se genera un producto único y distintivo para impulsar el territorio.

Costos

Si tomamos como base para cuantificar el costo de producción a la lógica productiva planteada, la cual está enfocada en utilizar y aprovechar los recursos del territorio, se puede establecer el costo para cada parte del proceso de manera que, suponiendo una producción doméstica con utensilios de cocina para elaborar 1.00 m³ de material se necesitaría de los siguientes valores.

Cosecha: Partiendo de cálculos que se tienen para realizar un panel de 0.60x0.60x0.018m lo que es lo mismo a 0.00648m³, se requiere de 28.125kg de biomasa de lirio Acuático ya sin raíz. Estimando el tiempo promedio que nos tomó en campo recolectar y tratar la planta durante la cosecha, se calcula que en tiempo promedio de 40 minutos se pudo obtener alrededor de 2.00kg de peciolo, por tanto, en una jornada completa de trabajo de horas se plantea la recolección manual de 25 a 30 kg de biomasa. El salario mínimo como base en 2022 de \$172.87 pesos por jornada laboral de 8hrs. Con estos datos se puede calcular en horas hombre el valor de recolección de lirio acuático.

Si aplicamos regla de tres y 0.0064m³ equivale a 28.125kg entonces 1.00m³ necesita de 4,394.53kg de lirio, este monto dividido entre los 30kg que se pueden recolectar en una jornada laboral nos da 146 jornadas completas necesarias para obtener esta cantidad de biomasa, multiplicando a este número de jornadas el

valor del salario mínimo actual de \$172.87 obtenemos la cantidad de \$25,322.00.

Procesado: una vez seca la masa biológica perderá hasta el 80% de su peso inicial por lo que 28.125kg pasará a 5.65kg de lirio deshidratado y Molido, así mismo 4,394.53kg se convertirá en 882.81kg necesarios para 1m³. Para calcular el costo de la molienda se estima de acuerdo con el costo por kilogramo que tiene la molienda de granos en una procesadora especializada para ello, en promedio \$6.00 pesos por cada kilogramo, con un total de \$5,298.00

Aglutinante: la fórmula utilizada para el bio-compuesto marca que por cada 100 gramos de lirio seco molido se requieren de 100ml de pegamento base Almidón, esta cantidad específica contiene 50ml de agua, 10gr de almidón valorado en \$0.32 pesos, 15gr de azúcar con valor de \$0.36 pesos, 0.5ml de vinagre a \$.009 y 2gr de bicarbonato de sodio en \$0.238 pesos mexicanos, por tanto, el precio total para generar 100ml de pegamento deberá rondar \$1.00 peso, igual a \$10.00 pesos por litro.

Siguiendo esta lógica, para 882.81kg de lirio molido seco se necesitaría de 882.81litros de pegamento base almidón x \$10.00 pesos da un total de \$8,828.1 pesos totales para 1m³.

Costo total de material: Hasta este punto, podemos definir que el costo necesario para la elaboración del biomaterial es la sumatoria de \$25,322.00 de la cosecha, un total de \$8,828.1 derivado del pegamento de almidón y \$5,298.00 de la molienda del peciolo lo que nos da un total de \$39,448.1 pesos, precio por m³ de material para generar el bio-compuesto.

Como ejemplo el panel mencionado al inicio tendría un costo material de \$255.62 pesos de acuerdo con los 0.00648m³ que necesita para desarrollarse.

Producción: la parte de producción debe contemplar los tiempos necesarios para mezclar el material, así como el producto final a elaborar, la cantidad de m³ necesarios, así como la complejidad de objeto final, motivo por el cual se decide excluirlo de costo material, las variables de tiempo y esfuerzo en esta parte son muchas limitando su cuantificación. Esta parte es específica de cada proyecto.

Valor agregado:

El valor en el mercado siguiendo una regla básica debe ser alrededor del 100% del gasto generado sin embargo este dependerá de una valoración del mercado al que será dirigido, además del valor agregado generado por el diseño final de los productos, y la demanda de ellos. Como recomendación general, un porcentaje adecuado de ganancia neta para el producto deberá ser mayor al 15%. Con base en lo anterior se puede definir la siguiente ecuación para definir el valor del producto final

((Material + producción + valor agregado) / valores de mercado)

La siguiente ilustración muestra el costo promedio para el bio-material base Lirio acuático - almidón. como insumo para la producción de cosas.

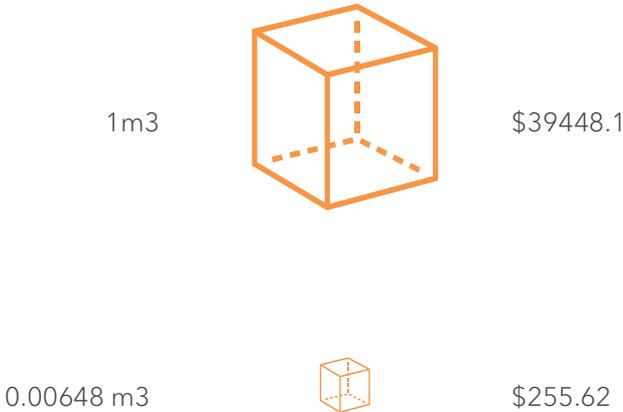


Diagrama 12 Precio del material por m3

Potencializar el lirio

Con la finalidad de no perder al lirio como parte medular de la materialidad y evitar perder su característica particularidad para convertirse en un genérico más del mercado, se estableció una lógica de producción artesanal acorde al sitio que potencialice sus particularidades alineándola a conceptos de referencia estética que ven la belleza en la imperfección, lo modesto y humilde. Adicional a esto, se hace énfasis en reconocer y potencializar las texturas propias moteadas con tonos ocre y cafés derivado de los peciolos secos de lirio acuático como recordatorio del origen y nacimiento derivado de la materialidad. Con esto se quiere decir que la molienda debe ser a tal grado que permita continuar observando su esencia pues si la molienda es muy refinada, esta puede pasar desapercibida.

La gama tonal del producto final se puede variar agregando raíz del mismo lirio, la cual es negra y en molienda permite oscurecer el material dependiendo de la cantidad agregada. Así mismo es indispensable mantener el material desnudo, son recubrimientos que cubran su textura diferenciadora, pudiendo ser únicamente barnices transparentes que no modifiquen su calidad perceptiva natural. Todos estos elementos del material conviven y se alinean con hechuras artesanales de la región.



Diagrama 13 Características diferenciadoras del material



Imagen 49 Aspecto material.

Como parte complementaria, siguiendo la lógica de no perder al lirio de la narrativa y potencializar su origen, otra medida adicional para mantener un vínculo entre su naturaleza y el material se establece dando una identidad al bio-compuesto realizado. Para lo cual se le asigna el nombre de "EICHHORNIA", derivado de su nombre científico e identificador de la planta específica usada para este trabajo.

Esta propuesta de "naming" mostrada a continuación es la antesala para aplicación de una marca que pueda contribuir al ejercicio de un emprendimiento local que permita diferenciarse de otros productos de la misma naturaleza. Acompañado de estas características que ponen al lirio como centro de la materialidad, se generaron especulaciones que permiten observar de manera completa las aplicaciones de la marca.



Imagen 50 Nombre del producto derivado del lirio acuático



Especulación material

Derivado del aprendizaje y caracterización material, es posible asentar las áreas de oportunidad para aplicar el bio-compuesto bajo la lógica territorial y artesanal asentada anteriormente. Las imágenes contiguas no muestran el diseño de objetos como tal, la morfología esta derivada de las capacidades del material.

Las especulaciones pretenden potenciar las cualidades del material, así como visualizar las oportunidades de trabajar con lirio acuático como materia prima. Se identifican hasta el momento dos principales usos que pueden contener una apariencia vinculada a su origen.

- o Objetos

- o Paneles

Sin embargo, esto no limita las capacidades del material, dependerá de otro diseñador encontrar las aplicaciones y propiedades aun no descubiertas.



Bio-compuesto a base de Lirio Acuático
EICHHORNIA
Hecho a mano - Michoacán, MX



Bio-compuesto a base de Lirio Acuático
EICHHORNIA
Hecho a mano - Michoacán, MX





Imagen 51 Material aplicado a lampara



Imagen 52 Material aplicado a objetos decorativos



Imagen 53 Eichhornia en convivencia de otras materialidades



Imagen 54 Referencia de Matew Arnold



Bio-compuesto a base de Lirio Acuático

EICHHORNIA

Hecho a mano - Michoacán, MX





Imagen 55 Paneles bio-compuestos



Imagen 56 Paneles base lirio acuático.

La historia del diseño está impulsada por las nuevas tecnologías y la innovación de materiales.
- Werner Aisslinger

Reflexiones finales

En este trabajo de tesis se ha sometido al lirio acuático a un proceso de transformación material para determinar si es viable generar un material bio-basado, no solo se concluye que esta planta invasora tiene suficientes posibilidades de hacerlo, también se visualiza que pudiese generar varias materias dependiendo del aglutínate natural utilizado combinándolo con variables a la materia prima.

La etapa exploratoria desarrollada en el protocolo experimental arrojó suficientes posibilidades para seguir explorando nuevos materiales a partir de lirio, por ejemplo, los alginatos de sodio en combinación con peciolo molido pueden elaborar materias laminadas semejantes al corcho, los colágenos animales o agar pueden ser usados para elaborar materiales textiles, así mismo, variando el tamizado, proceso de secado o sección de la planta utilizado se varían texturas y colores para una gama amplia de opciones que deja abiertas las posibilidades hacia futuros posibles.

Después de observar los resultados obtenidos, se puede afirmar que el lirio Acuático posee características para seguir investigando y mejorando el desarrollo de materiales futuros bajo lineamientos ecológicos y sustentables. En cuanto a la exploración final, un bio-compuesto con características de rigidez elaborado con molienda de lirio seco y almidón como aglutinante, se puede definir como un producto estable con posibilidades de introducción al mercado previo mejoramiento de procesos y formulas.

Como continuación de este trabajo se cree conveniente realizar varias líneas de investigación para diversificar las opciones a más nuevos materiales basados en la etapa exploratoria que contribuyan a regenerar ecosistemas. Además, se exhorta a realizar un estudio extendido del impacto energético derivado de la fabricación para determinar el nivel de sustentabilidad que puede llegar a tener este nuevo material.

La culminación de este trabajo se entiende como una provocación a todo diseñador interesado en la materia, en búsqueda de nuevas maneras de entender los recursos de nuestro territorio para explotar no solo su transformación material si no también la generación de experiencias sensoriales potentes, así como nuevas relaciones con nuestra materialidad.

Al inicio de la presente tesis se estableció la fase de Onur Mustak Cobanlı como posicionamiento para el desarrollo de esta, en ella se hace referencia a la definición de Diseño Avanzado como la resolución de problemas complejos a partir de procesos creativos para incidir en cambios sociales. Esto es justo lo que futuros posibles intento en cada paso de la investigación, ataca un problema real y actual de plantas invasoras sin solución aparente hasta la fecha usándolas para generar nuevas economías en la región derivado de su transformación material, esto permite regenerar de los cuerpos de agua infectos.

Por otro lado, el material resultante es un posicionamiento crítico contra la materialidad altamente contaminada actual desarrollado con cualidades para generar cambios ecosistémicos, controlar y dar balance a otros recursos finitos, todo esto a partir de una práctica creativa. Finalmente se puede observar en el diagrama anexo los ciclos productivos y biológicos que expresan lo antes descrito, el cómo la elaboración de un material a través del diseño puede incidir en la regeneración de la biosfera, así como incidir en economías más solidarias y democratizadas.

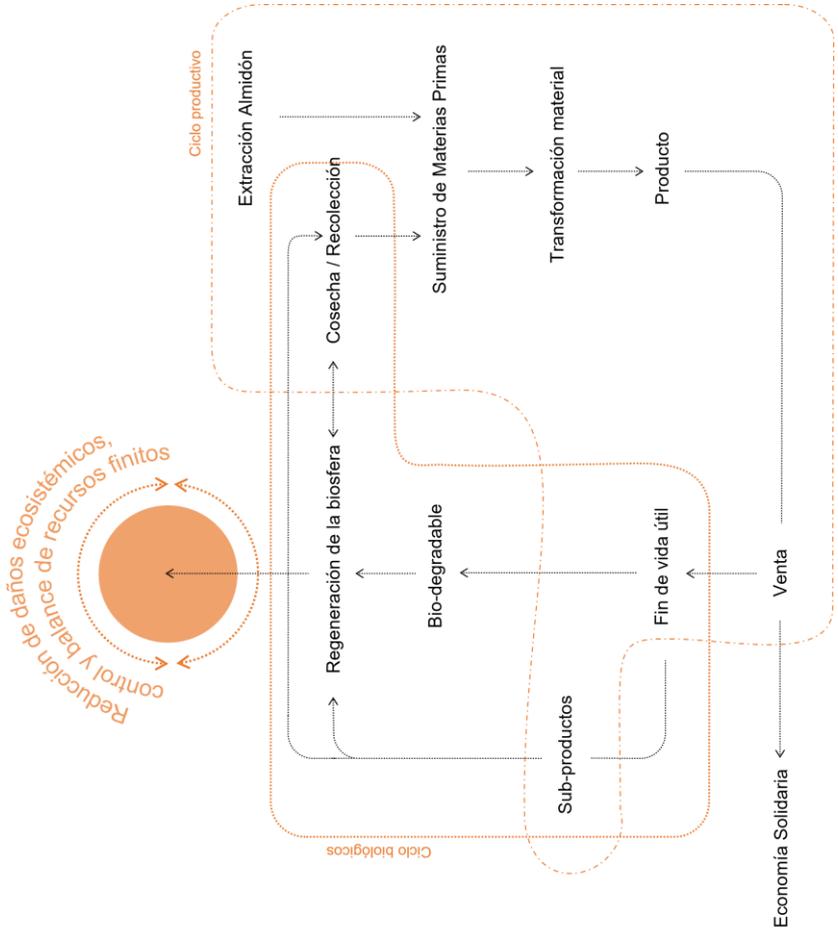
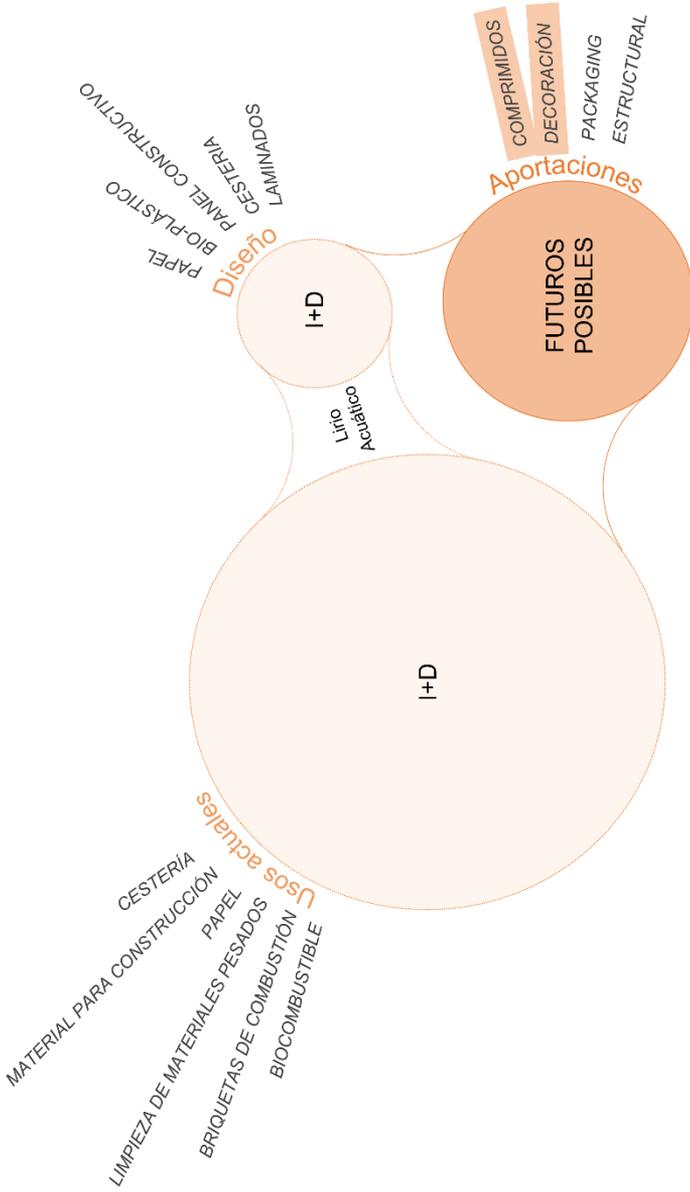


Diagrama 14 Ciclos productivos y biológicos

Complementario a lo anterior se establece el área de oportunidad para seguir investigando, esto derivado de lo asentado en la investigación de usos actuales y estado del arte con lirio acuático en la cual se encuentran dos áreas dedicadas a la investigación y desarrollo (I+D), usos actuales y el área del diseño. Según esta información y las cualidades del bio-compuesto desarrollado, podemos definir cuatro áreas potenciales de exploración que no se están desarrollando actualmente que son:

- Comprimidos
- Decoración
- Packaging
- Estructural

El diagrama contiguo resalta las aportaciones derivadas del presente trabajo incidiendo principalmente en "comprimidos" y "decoración", dejando al packaging y estructuras para futuras líneas de investigación.



Aportaciones de acuerdo al estado del arte

Diagrama 15 Aportaciones según el estudio actual de usos con lirio acuático.

Referencias bibliográficas

Alarcón, J., Celaschi, F. & Celi, M. (2020). *Diseño de materiales: del Basic Design al Material Driven Design*. Cuaderno 114, Centro de Estudios en Diseño y Comunicación (2020/2021). pp 59 - 69 ISSN 1668-0227

Albano E., Ruiz T, Ramos S, Casero P., Vázquez f. Rodriguez P., Labrador J., López F., González J., Sánchez J. (2015) *Seed germination and risks of using the invasive plant Eichhornia crassipes (Mart.) Solms-Laub. (Water hyacinth) for composting, ovine feeding and biogas production*, Acta Botanica Gallica, 162:3, 203-214, DOI: 10.1080/12538078.2015.1056227

Anderson C. (2013) *Makers: The New Industrial Revolution*. New York. Crown Business.

Arroyo, E. (2020). *La presa de Cointzio: un proveedor de agua y energía, perturbado*.

Ayala, A. (2020) *Lirio "ahoga" al lago de Pátzcuaro: contaminación y falta de lluvia agotan al icónico embalse*. La Voz de Michoacán. Recuperado de: <https://www.lavozdemichoacan.com.mx/michoacan/municipios/lirio-ahoga-al-lago-de-patzcuaro-contaminacion-y-falta-de-lluvia-agotan-al-iconico-embalse/>

Bak-Andersen, Mette. (2018). *"Cuando la materia conduce a la forma: el diseño guiado por el material (MDD, Material Driven Design) y la sostenibilidad"* [When matter leads to form: Material-driven design for sustainability]. Temes de disseny 34: 10-31.

Barba J. (2020). *Neri Oxman: Material Ecology, diseñando nuestra futura ecología natural*, Metalocus, recuperado de:

<https://www.metalocus.es/es/noticias/neri-oxman-material-ecology-disenando-nuestra-futura-ecologia-natural>

Bocanegra A. (2018). *Cambio de uso de suelo causa proliferación de lirio en presa de cointzio: Conagua*. Mimorelia.com
Recuperado de: <https://www.mimorelia.com/cambio-de-uso-de-suelo-causa-proliferacion-de-lirio-en-presa-de-cointzio-conagua>

Brownell, B. (2015). *DIY Design Makers Are Taking on Materials*. The Journal of the American Institute of Architects. Recuperado de: http://www.architectmagazine.com/technology/diy-design-makers-are-taking-on-materials_o - March 2017).

Brundtland, G.H. (1987). *Our common future*. Oxford University Press, CMMAD. U.K.

Camarena, O. & Aguilar, J.A. (2012). *El IMTA y el control biológico de maleza acuática en distritos de riego del país (Experiencias desde 1990)*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Recuperado de: http://cenca.imta.mx/pdf/El_IMTA_y_el_control_biologico.pdf

Cores I. (2018). *materiales bio-basados para productos del hábitat*. EASD

COTEC. (2017, marzo 08). *Economía Circular: descubre lo que es antes de que reviente el Planeta*. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=Lc4-2cVKxp0>

Dofour, J. (2017) *uso de jacinto de agua con fines bioenergéticos*. madrimasd, (fundación para el conocimiento madrimasd) energías y sostenibilidad, recuperado de: <https://www.madrimasd.org/blogs/energiasalternativas/2017/03/10/133436#:~:text=El%20jacinto%20de%20agua%2C%20cuyo,org%C3%A1nica%20provocando%20un%20empeoramiento%20de>

Ellen MacArthur Foundation (2015). *Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition*. Ellen MacArthur Foundation. Recuperado de: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Executive_summary_SP.pdf

EPPO (2010) *Eichhornia crassipes*. OEPP/EPPO Bull.

Epstein, P. (1998). *Weeds bring disease to the east african waterways*. Lancet, 351(9102): 577.

Escuela de Arquitectura de la Universidad de Talca. (2013). *Talca, cuestión de educación*. México D.F: Arquine.

Estévez R. (2012). *Bienvenidos a la economía azul*. septiembre 09, 2020, de ecointeligencia Sitio web:

<https://www.ecointeligencia.com/2012/05/economiaazul-gunter-pauli/>

Franklin K. Till Caroline (2018). *Radical Matter, Rethinking Materials for a sustainable Future* lugar Thames & Hudson.

González S. (2020). *De la cuna a la cuna: materiales inmortales para construir el futuro*. septiembre 09, 2020, de bbvaopenmind Sitio web:

<https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/medioambiente/la-cuna-la-cuna-materiales-inmortales-construirfuturo/>

Gunter P. (2011). *La Economía Azul*. Madrid, España: Tusquets.

Jafari, N. (2010). *Ecological and socio-economic utilization of water hyacinth (Eichhornia crassipes)*. Journal of Applied Sciences and Environmental Management. Vol. 14 (2) 43 - 49 recuperado de: <https://www.ajol.info//index.php/jasem/article/view/57834>

Karana, Elvin & Barati, Bahar & Rognoli, Valentina & Zeeuw van der Laan, Anouk. (2015). *Material Driven Design (MDD): A Method to Design for Material Experiences*. International Journal of Design. in press.

Lang, J. (2016). *Nuevos materiales: una innovación en el consumo*. Ciencia y tecnología. Recuperado de:

<http://revistavacio.com/ciencia-y-tecnologia/nuevos-materiales/>

Lee J. (2014). *Material Alchemy. Redefining Materiality Within the 21st Century*. Amsterdam. Bis Publisher.

Mari E. (2010). *Autoprogettazione*. Mantova. Edizioni Corraini.

Mamba B. (2020) *Labva; biomateriales para el desarrollo y la innovación*. Black mamba magazine. Recuperado de:

<http://blackmambahome.com/labva-biomateriales-para-el-desarrollo-y-la-innovacion/>

McDonough, W. & Braungart M. (2005). *Cradle to Cradle (de la cuna a la cuna) rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. Madrid. McGraw-Hill

Mercado Libre ya tiene una división de productos sustentables (2019). Neo. Recuperado de:
<https://www.revistaneo.com/articles/2019/08/19/mercado-libre-ya-tiene-una-division-de-productos-sustentables>

Milne, J. M., K. J. Murphy y S. M. Thomaz. (2006). *Morphological variation in Eichhornia azurea (kunth) and Eichhornia crassipes (mart.) solms in relation to aquatic vegetation type and the environment in the floodplain of the rio paraná, brazil*. Macrophytes in Aquatic Ecosystems: From Biology to Management, tomo 190 de Developments in Hydrobiology, pp. 19-25, Springer Netherlands, URL http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-5390-0_3i.

Moratalla P. (s/f) *makers: artesanos del siglo XXI* 360gradospress recuperado de:
<https://360gradospress.com/cultura/makers-los-artesanos-del-siglo-xxi/>

Naciones Unidas (2018), *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe* (LC/G. 2681-P/Rev. 3), Santiago.

Nigam, J. N. (2002). *Bioconversion of water-hyacinth (Eichhornia crassipes) hemicellulose acid hydrolysate to motor fuel ethanol by xylose-fermenting yeast*. Journal of Biotechnology, 97(2), 107-116.

Nunes P. (2018) *Economía lineal*. Know, Enciclopedia temática Recuperado de: <https://know.net/es/cieeconcom/economia-es/economia-lineal/>

Objetivos de Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas México. Recuperado de: <http://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivosdel-desarrollo-sostenible/>

Paz F. (2018). *Sin cifras de artesanos que abandonan la actividad por falta de ventas y apoyos*. Cambio de Michoacán. Recuperado de <http://www.cambiodemichoacan.com.mx/nota-224192>

Porter, M. (1990) *The Competitive Advantage of Nations*. New York: Free Press.

Retiran más de 128 mil metros cúbicos de lirio en lago de Pátzcuaro. (2018). Quadratín Michoacan. Recuperado de:

<https://www.quadratin.com.mx/municipios/regiones/retiran-mas-128-mil-metros-cubicos-de-lirio-en-lago-de-patzcuaro/>

Rezania, S., Md Din, M., Kamaruddin, S., Taib, S., Singh, L., Young, E., Dhalan, F., (2016). *Evaluation of water hyacinth (Eichhornia crassipes) as a potential raw material source for briquette production*. Energy.

Ribul, M. (2013). *Receipts for materials activism*. Recuperado de:

https://issuu.com/miriamribul/docs/miriam_ribul_recipes_for_material_activism/ch1j

Rico, J. (2017) *Jacinto de agua: de planta invasora a material prima para etanol*. Energías renovables. Recuperado de: Bioenergía - Jacinto de agua: de planta invasora a materia prima para etanol - Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias. (energias-renovables.com)

Rodríguez, D. (2018). *Método experimental: características, etapas*, lifeder.com. recuperado de:

https://www.lifeder.com/metodo-cientificoexperimental/#Definir_un_diseno_experimental

Ruiz, T.*, De Rodrigo E.M, Lorenzo, G. Albano, E. Morán, R. Sánchez J.M. (2008) *The water hyacinth, Eichhornia crassipes: an invasive plant in the Gadiana River Basin (Spain)*. Aquat. Invasions 3, 42-53. recuperado de: <https://doi.org/10.3391/ai.2008.3.1.8>

Rognoli, V. & Ayala, C. (2018). *Material activism*. New hybrid scenarios between design and technology

Rognoli, V., Bianchini, M., Maffei, S., & Karana, E. (2015). *Materiales de bricolaje*. Edición Especial sobre la Experiencia de Materiales Emergentes. Materiales y Diseño, vol. 86, págs. 692-702; DOI 10.1016/j.matdes.2015.07.020.

Ruiz, C. (2019). *Lirio Acuatico invade 55% de la presa Cointzio: CONAGUA*, MiMorelia.com, recuperado de: <https://www.mimorelia.com/lirio-acuatico-invade-55-de-la-presa-cointzio-conagua>

Salas, A. (2019) *el jacinto de agua como material de construcción en África subsahariana*. Universidad politécnica de Madrid. (Tesis doctoral)

Sampieri, R. Collado, L. Lucio, P. Cátedra "Metodología para la investigación en Ciencia Política. Unidad IV Metodología de la investigación, pp.3-35.

Sustainable Brands Buenos Aires. (2016). *Gunter Pauli | Blue Economy | Cambiando las reglas de juego*. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=A1MW5kWhxyY>

Valiente, A. (2017). "Elaboración de briquetas para aprovechamiento del residuo de arroz en beneficio del municipio de el progreso, Jutiapa". Universidad Rafael Landívar. Guatemala de la Asunción.

Vallín, D., Luna, A., Saucedo, C., Garcia, F., Sedano, C., Ramos, A., Vargas, A., Sandoval, G., Pelayo, J.A., (2009) *Utilización del Lirio Acuático para la construcción de vivienda, una solución ecológica*. 7th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology. "Energy and Technology for the Americas: Education, Innovation, Technology and Practice" <http://laccei.org/LACCEI2009-Venezuela/p238.pdf>

Villaseñor R., J. L. & F. J. Espinosa G., (1998). *Catálogo de malezas de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

Worku, M., Sahile, S. (2018) *Impact of Water Hyacinth, Eichhornia crassipes (Martius) (Pontederiaceae) in Lake Tana Ethiopia: A Review*. J Aquac Res Development 9: 520. DOI: 10.4172/2155-9546.1000520

Tabla de imágenes

Imagen 1 Design thinking, Fuente: Design Thinking & Lean StartUp, UCEL	16
Imagen 2 Material Driven Design Method (MDD) Karana et al. (2015)	18
Imagen 3 Portada del libro Autoprogettazione	34
Imagen 4 Radical Matter portada del libro	37
Imagen 5 Why Materials Matter de Seetal Solanki. Foto: Dilesh Solanki	38
Imagen 6 Libro Material Alchemy.	39
Imagen 7 proyecto Aguahoja de Nery Oxman.	48
Imagen 8 Ovocelia de LABVA et al.	53
Imagen 9 Experimentación biomaterial foto: Gresia.re	56
Imagen 10: Distribución geográfica del Lirios Acuático en 2016 (kriticos and brunel, 2016).	83
Imagen 11 Distribución geográfica del Lirios Acuático en México fuente: (CONABIO 2013).	83
Imagen 12 De arriba hacia abajo, Presa de Cointzio, Lago de Patzcuaro y Lago de Cuitzeo Autor: Andrea bocanegra	89
Imagen 13 Maleza útil fuente: UAM, CONACYT	95
Imagen 14 Isla de basura. Fuente: valenciaplaza.com	99
Imagen 15 Material textil base lirio acuático, Foto: Ratchanon Keawmanee	105
Imagen 16 Patrones de tejido con lirio, Foto: Ratchanon Keawmanee	107
Imagen 17 bio-compuesto para construcción Autor: Adela Salas Ruiz	109
Imagen 18 Naturaleza/Humana Autor: Leonardo Guerra	110

Imagen 19 Artesanías con papel de lirio acuático, Autor: Taller DeLirio	112
Imagen 20 Paneles Cornspan,,fuente: Material District	113
Imagen 21 Banana Fibre Paper, fuente: Material District	114
Imagen 22 Manureality,	115
Imagen 23 Bio-Fold: A Circular Design Exploration with the FRAKTA Bag Autor: SPACE10	116
Imagen 24 comprimido mineral fuente: Material District	117
Imagen 25 Cocomosaic Coco Panel, fuente: Material District	118
Imagen 26 The Meat Factory ,Foto: Shahar Livne	119
Imagen 27 biomaterial de cardo Autor: Spyros Kizis	120
Imagen 28 bio-material base planta marina, Foto: Carolin Pertsch	121
Imagen 29 Biomaterial de alga marina, foto: Emil Thomsen Schmidt	122
Imagen 30 monobloc hemp chair, fuente: Studioaisslinger	123
Imagen 31 Tejido Bio-material Foto: Andrea Arroyo	129
Imagen 32 Bio-material base Grenetina Foto: Andrea Arroyo	130
Imagen 33 Prueba biomaterial con flor de camelina, Foto: Javier Alvarez	132
Imagen 34 Exploracion material con Almidón de maiz, foto: Javier Alvarez	133
Imagen 35 Muestra con hongo	207
Imagen 36 Material flexible base raíz lirio acuático.	209
Imagen 37 Material 1 "Flexible"	212
Imagen 38 Moldes para compresión de madera	215
Imagen 39 Moldes impresos en 3d.	222
Imagen 40 Pruebas de comprimidos	226
Imagen 41 Comprimidos de Lirio Acuático	227
Imagen 42 Muestras sometidas a compresión.	236
Imagen 43 Pruebas con maquina universal.	237
Imagen 44 Comportamiento del material con agua.	239
Imagen 45 Comportamiento del material al fuego.	241
Imagen 46 Prueba al Material en agua.	246
Imagen 47 Prueba de corte.	247

Imagen 48 Pruebas de bondades materiales	248
Imagen 49 Aspecto material.	261
Imagen 50 Nombre del producto derivado del lirio acuático	262
Imagen 51 Material aplicado a lampara	270
Imagen 52 Material aplicado a objetos decorativos	271
Imagen 53 Eichhornia en convivencia de otras materialidades	272
Imagen 54 Referencia de Matew Arnold	273
Imagen 55 Paneles bio-compuestos	276
Imagen 56 Paneles base lirio acuático.	277

Tabla de diagramas

Diagrama 1 Elementos esenciales para desarrollar un material.	12
Diagrama 2 Metodología proyectual.	21
Diagrama 3: DIY Materials de Ayala-Garcia, C., Rognoli, V. (2019)	41
Diagrama 4 Reconfiguración del diseñador.	61
Diagrama 5 Diagrama mariposa de la economía circular elaborado por la fundación Ellen MacArthur	72
Diagrama 6 Estado de la Producción	77
Diagrama 7 Protocolo experimental	137
Diagrama 8 Fabricación bio-material.	150
Diagrama 9 Caracterización técnico-sensorial y bondades del material.	245
Diagrama 10 Lógica productiva	252
Diagrama 11 Producción descentralizada	254
Diagrama 12 Precio del material por m ³	259
Diagrama 13 Características diferenciadoras del material	260
Diagrama 14 Ciclos productivos y biológicos	281
Diagrama 15 Aportaciones según el estudio actual de usos con lirio acuático.	283



A partir del lirio acuático (*EICHHORNIA CRASSIPES*), planta invasora que genera múltiples problemas ecosistémicos alrededor del mundo y considerada una de las 100 especies más dañinas, se realizaron experimentos con la finalidad de aprovecharla para nuevas materialidades. Para lograrlo se utilizó una apropiación metodológica creada a partir de Design Thinking con hibridación del Material Driven Design Method. Se acompañó de un protocolo experimental de tres etapas denominadas como exploratorio, material y funcional, acotado a la generación de dos líneas materiales, una con cualidades de flexibilidad y otra de rigidez.

Ambos materiales cuentan con diversas bondades que los hacen aptos de aplicación, sobre todo en ámbitos de uso moderado. Sin embargo, se profundizó el desarrollo y especulaciones al bio-compuesto derivado de mejores resultados y tener mejor capacidad de aprovechar la abundancia natural y subutilizada de una planta invasora, atacando la infección de cuerpos de agua a la par de generar opciones materiales más amigables con el medio ambiente.