



Demetérial

Diseño Biomaterial Experimental



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Facultad de Arquitectura

Tesis para obtener el grado de Arquitecto

Presenta: Alejandro Martínez Guijosa



Asesor: Dr. Axel Becerra Santacruz
Sinodal: Dr. Juan Alberto Bedolla Arroyo
Sinodal: MDA. Ana Cecilia Botello Gómez

Morelia, Michoacán

Noviembre 2022

“Siempre es mejor empezar con lo no-humano. De otra forma nos encontramos atrapados en este espacio provincial definido por los impulsos e intenciones de una sola especie”

- Manuel DeLanda

Resumen

Imagina si todos nuestros materiales fueran orgánicos...

¿En qué momento el ser humano dejó olvidado al medio ambiente?

La crisis ambiental en la era contemporánea es alarmante, el ser humano es la única especie que genera cantidades enormes de desechos y no aprovecha los recursos orgánicos abundantes para sustituir a los petroquímicos.

El ser humano tiene que aprender de los habitantes más antiguos, las plantas y animales, han vivido miles de millones de años en el planeta. Sin dañarlo de la manera que lo hace la especie humana.

Las plantas y animales saben cómo obtener su alimento, descomponerlo y reintegrarlo a la tierra, realizando el ciclo una y otra vez.

Este proyecto de experimentación e investigación consiste en el diseño de un biopolímero compuesto de materia orgánica a escala barrial o local.

Respondiendo con una alternativa orgánica a los plásticos producidos a través de petroquímicos.

(Texto inspirado en la filosofía de Materiom)

Abstract

Imagine if all our materials were organic...

At what point the human forgot the environment?

Environmental crisis in contemporary age is alarming, the human is the only species that makes huge quantities of waste and don't take advantage the abundant organic resources to replace petrochemicals.

Human has to learn from oldest population; plants and animals, they have lived a thousands of years in the planet. Without damage it in the way that the humans they do it.

Plants and animals know how to obtain their food, decompose it, and reintegrate it into the land, cycling over and over again.

This experimentation and research project consists of the design of a biopolymer composed of organic matter on a neighbourhood or local scale.

Responding with an organic alternative to plastics, produced through petrochemicals.

(Text insparing in materiom's philosophy)

Palabras Clave: Diseño, Experimental, Trazabilidad, Economía Circular, Química Verde.

Agradecimientos

Mi alma mater, por darme los conocimientos proporcionándome las herramientas para la vida profesional, y ponerme en el camino de muchas personas. Labva por compartir sus conocimientos y principios de generación biomaterial con low tech. Grupo Arquimo por darme la oportunidad de iniciarme en el desarrollo profesional

Dedicatorias

**Mi madre, todos mis amigos y
compañeros que me vieron en
mi mejores y peores momentos.
Mis compañeros y asesores de
la licenciatura, trabajo y vida.**

**La inquietud, sensibilidad e in-
genuidad que produjo él interés
en este proyecto**

I Contenido I

Capítulo I: Introducción

• Planteamiento del problema.....	10
• Justificación.....	14
• Objetivos.....	18
• Hipótesis.....	18
• Preguntas de investigación.....	18
• Metodología.....	19
• Analogía teórica.....	21
• TARU.....	22

Capítulo II: Marco Teórico

• Definiciones básicas.....	26
• ¿Qué es un biomaterial?.....	27
• Biopolímero.....	29
• Bioplástico en el diseño.....	31
• Desafío en los biomateriales.....	33
• Economía circular.....	34
• Química verde.....	35
• Trazabilidad de un objeto.....	36
• Diseño experimental.....	37
• Material Driven Design.....	38

Capítulo III: Estado del arte

• Casos análogos y laboratorios en diseño de biomateriales....	44
• Aportaciones.....	57

Capítulo IV: Abundancias y aproximaciones

- Entorno..... 63
- Abundancias..... 65
- Trazabilidad de materia prima en el entorno..... 66
- Aproximaciones experimentales..... 67

Capítulo V: Experimentación

- ¿Cómo se hace un bioplástico?..... 75
- Protocolo Experimental..... 77
- Generación material..... 78
- 1° Experimentación..... 80
- 2° Experimentación..... 81
- 3° Experimentación..... 82
- 4° Experimentación..... 84
- 5° Experimentación..... 88
- 6° Experimentación..... 92
- 7° Experimentación..... 94

Capítulo VI: Aplicación Material Driven Design

- Compresión Material..... 99
- Caracterización Técnica..... 100
- Experiencias Sensoriales..... 102

Capítulo VI: Escenarios Especulativos..... 107

Referencias Bibliograficas..... 115



Fig. 1. Revista Time "Throwaway Living", 1955.

Capítulo I: Introducción

I Introducción I

I Plantamiento del problema I



Fig. 2. Plastic or planet. National Geographic. 2018.

Los desechos son un error de diseño. Primeramente, porque la mayor parte de ellos son producidos para un solo uso, teniendo un impacto muy negativo para el medio ambiente.

El uso masivo del plástico comenzó en la década de 1950, manteniendo un constante crecimiento desde entonces. Cada año se producen más de 300 millones de toneladas de plástico en la actualidad. Mientras que en Europa la producción de plástico se ha mantenido relativamente constante durante el último decenio, en los países en desarrollo, especialmente, continúa aumentando. (Plastic Garbage Project, s.f.).

El plástico ha tenido un gran éxito en de la sociedad moderna y contemporánea, ya que tiene bajos costos de generación, bajo peso, resistencia a ácidos y flexibilidad.

Las innovaciones que se han tenido, han impactado en la tecnología de la construcción, medicina, fabricación de automóviles y aviones, por las propiedades anteriormente mencionadas.

Hoy en día el consumo y producción del plástico ha llegado a cantidades enormes, trayendo grandes problemáticas; primeramente que acaba en la basura al poco tiempo de uso, siendo la mayoría del plástico no biodegradable contamina directamente nuestro medio ambiente durante décadas y/o siglos.

Cada vez encontramos cantidades más altas de plástico en la naturaleza y vertederos de basura, lo cual estamos ante un problema real que debe atenderse inmediatamente con diversas alternativas y visión de futuro. En el presente trabajo lo abordaremos desde la posición y disciplina del diseño.

Primeramente analizaremos la producción de plástico en el mundo y los principales países que la producen.

Haciendo un microanálisis en el tiempo del plástico, cada año se incrementan las toneladas producidas de plástico, existe una ligera variación en el año 2020, sin embargo, no es un cambio radical o muy favorable respecto al año pasado.

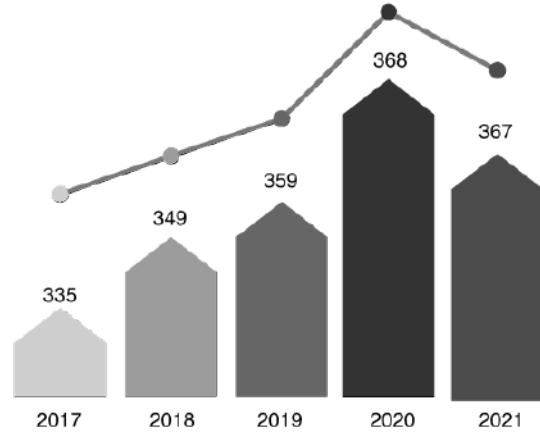


Fig. 3. Producción de plástico. Martínez, A, basado en “plastics Europe”. 2021.

¿Qué países son los principales productores?

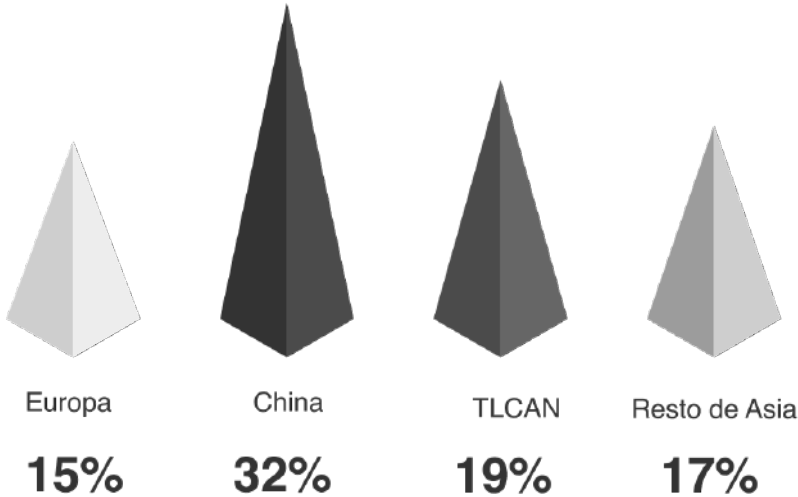


Fig. 4. Zonas con mayor producción. Martínez, A, basado en “plastics Europe”. 2021.

La gráfica contiene a los principales países productores de plástico en el mundo, benevolentemente México como singular no se encuentra en esta lista, más sin embargo, el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) incluye a los países de Canadá, Estado Unidos de América y México. Posicionándose en el puesto número dos (2). Siendo responsable del 19.00% de producción total de plástico a nivel global

Regulación y aditivos

El plástico cuenta con propiedades específicas, durante su producción se modifican en base a las necesidades de consumo. Existe una preocupación sobre el impacto en la salud y el medio ambiente.

El bisfenol A y algunos ignifugantes son clasificados como problemáticos, muchas de esas sustancias están prohibidas y otras más siguen en proceso de análisis. En la Unión Europea en el año de 2007 entró en vigor el reglamento REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of CHemicals) con el objetivo de proteger la salud humana y el medioambiente de riesgos ante sustancias químicas. En México se cuenta con la norma NOM-018-STPS-2015 entrando en vigor en 2015; la cual establece valores mayores en composiciones de sustancias bajo una mezcla, delimitando la clase de peligro que demuestra ante la salud.

Existen pocos principios obligatorios los cuales regulan el plástico y aditivos, diversas industrias y comercios no acatan las normas y el problema continua. (Plastic Garbage Project, s.f.).

El plástico diario

La mayor producción de plástico termina en la basura a las pocas horas de uso o inmediatamente, principalmente los envases son desechados quince o treinta minutos después de su uso. Información de “Plastics Europe” afirma que en el año 2020 el 40.50% de plástico es embalaje. Lo cual quiere decir que cerca de la mitad de plástico producido termina en la basura inmediatamente.

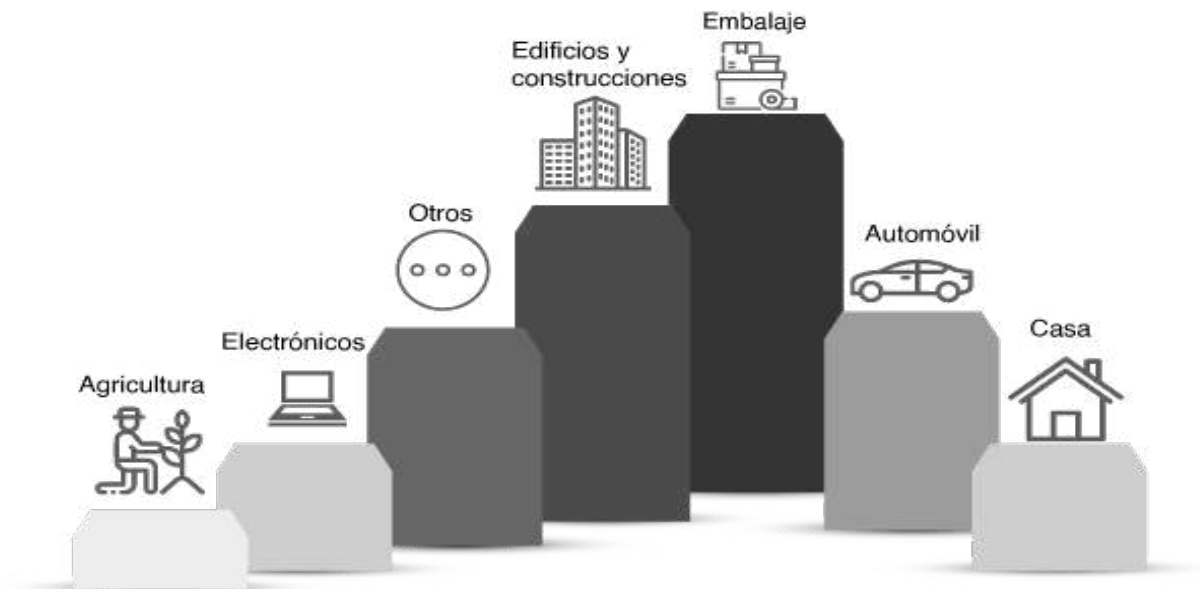


Fig. 5. Demanda de plástico. Martínez, A, basado en “plastics Europe”. 2021

El éxito del plástico en el embalaje se debe a la conservación de mercancías y disminución de riesgos de rotura, añadiendo las propiedades de transparencia y bajo peso representando un porcentaje pequeño del peso neto del producto. Impactando en bajos costos de transporte y equilibrio del ciclo de CO₂.

Sin embargo, existe una desconexión en el tiempo de vida del embalaje de los productos (puede llegar hasta ciento de años) y su vida útil del producto. Este problema lo vemos muy claro en el autoservicio de los supermercados donde se observa el mayor número de productos preenvasados. La industria defiende el uso del plástico; argumenta que el plástico tiene un equilibrio más favorable que otros materiales. Ahora, la crítica que surge es si realmente cada pieza fruta, queso, embutido, verdura necesita una envoltura singular. (Plastic Garbage Project, s.f.).



Fig. 6. Envase singular. TVO. 2019



Fig. 7. Envase alimentos. Que lujo. 2012

Un factor importante de la generación de embalaje es la comida para llevar. El modo de vida y el consumo están directamente relacionadas, actualmente la sociedad se caracteriza por un hiperdinamismo en todos los aspectos que esto relaciona las altas cantidades de plástico que se desechan. La comida para llevar juega un papel relevante; la sociedad actual parece siempre estar en el trayecto a un lugar, caracterizado por la eficiencia y conveniencia. Un ejemplo muy perceptible es la botella de plástico de práctico tamaño y el envasado de alimentos que se consumen en cualquier sitio. La industria plástico encuentra un segmento donde la demanda parece ser inagotable, debido al consumo diario que esta demanda. Desafortunadamente esto es la principal causa de basura de plástico en el mundo.

Actualmente ya comienzan las primeras tiendas al por menor y empresas de comida rápida que están metiendo las manos en el asunto, generando alternativas más respetuosas con el medio ambiente. De igual manera es mucho lo que se puede hacer singularmente al consumir en botellas retornables, llevar comida de casa en contenedores, cargar con su bolsa al mercado o al supermercado. Cada pequeña acción de estas tendrá un impacto positivo en el medio ambiente.

I Justificación I

I Impactar en la mayor parte de residuos I

La contaminación de plástico de origen petroquímico está dañando demasiado el planeta. Por este motivo se requieren nuevas alternativas en base a metodologías contemporáneas y nuevas lógicas de mercado. Aclarando que no se tiene como objetivo el sustituir el 100% de los plásticos por bioplásticos. Solamente se demostrará la capacidad del diseño con la utilización de la biología y la posibilidad de las nuevas materialidades a partir de materia prima biológica.

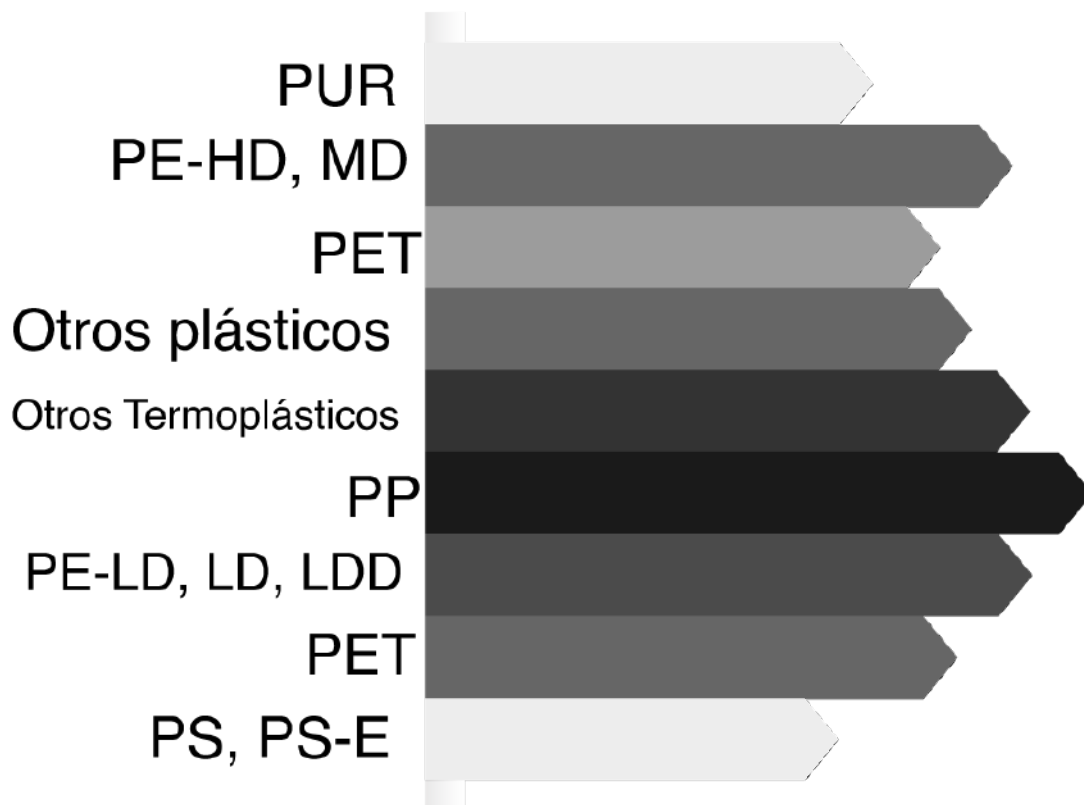


Fig. 8. Tipos de plástico . Martínez, A, basado en “plastics Europe”. 2021

Clásificación de tipo de plástico y uso












Abrev	Nombre	Uso	
PP	Polipropileno	Envasado de alimentos, envoltorios de dulce y botanas.	
PE-LD	Polietileno de baja densidad	.Bolsa reusables, tuberías, bandejas y contenedores, envasado de alimentos	
PE-HD	Polietileno de alta densidad	Juguetes, botes de leche, shampoo	
PE-LLD	Polietileno linear de baja densidad	Bolsa reusables, tuberías, bandejas y envasado de alimentos	
PVC	Policloruro de vinilo	Marco de ventanas, perfiles, acabados de pisos y muros.	
PET	Polietilentereftalato	Botellas de agua, refrescos, jugos	
PUR	Poliuretano	Aislamiento en edificios, almohadas y colchones.	
PS	Poliestireno	Envasado de comida, aislamiento en edificios y lentes	
PS-E	Poliestireno expandido	Envasado de comida, aislamiento en edificios y lentes	
OP	Otros plásticos	Diversos tipos de resinas	
OT	Otros termoplásticos	Autopartes, fibra óptica, pantallas táctiles	

Fig. 9. Tipos de plástico y uso . Martínez, A, basado en “plastics Europe”. 2021

Analizando las anteriores figuras se observa que existe un común denominador, que diferentes tipologías de polímeros que se emplean finalmente terminan como embalaje, y por consecuencia el embalaje termina en la basura.

Ahí recae uno de los mayores problemas del plástico, que solamente se utiliza pocos minutos y es desechado.

I Abundancias existentes I

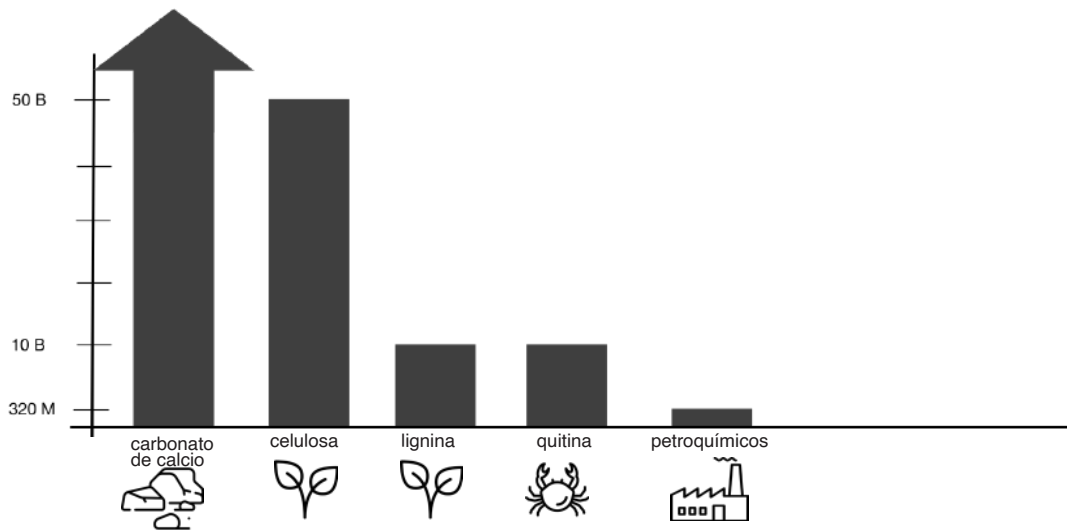


Fig. 10. Abundancias globales. Martinez, A. basada en “Open materials for a circular economy” de Garmulewicz, A. 2020.

Es bastante curioso como los petroquímicos utilizados desde 1950 (72 años de producción de plástico global masivo) no equivale ni a la mitad de materia orgánica que se existe de quitina, la quitina es el segundo biopolímero más abundante en el mundo, se encuentra en lo exoesqueletos de crustáceos (camarones, cangrejos y langostinos). Seguido de la lignina que se encuentra en las plantas como pared secundaria celular. La celulosa es la pared primaria de células vegetales, como plantas, madera y fibras naturales. Finalmente en carbonato de calcio, siendo el principal componente de las rocas.

Teniendo el conocimiento de la información mencionada, es una gran alternativa el generar materiales a partir de materia orgánica. Dado que hay una disponibilidad demasiado mayor a la fuente de hoy en día (petroquímicos). Aunado al ya mencionado problema de contaminación que es generado por el plástico, con toda la basura generada que acaba en vertederos y mares, dañado a los ecosistemas.

Añadiendo la huella de carbono que causan el generar materiales a base de petroquímicos; los materiales con origen orgánico tienen una huella de carbono prácticamente nula.

I Industria Global de la gretina I

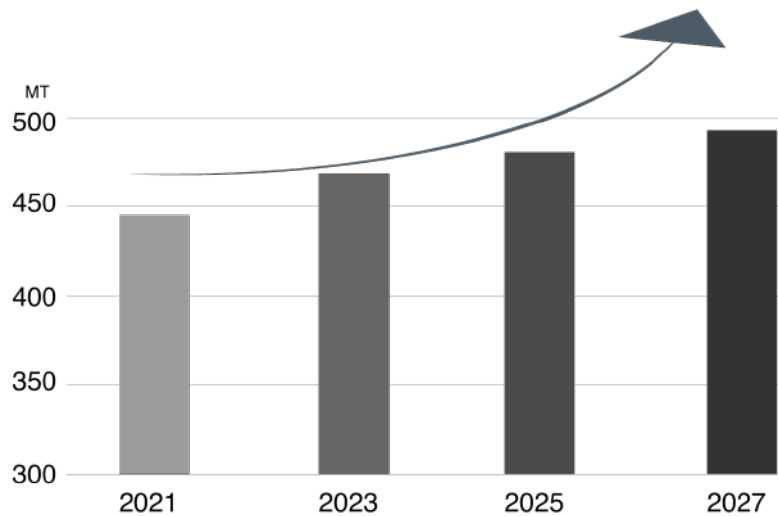


Fig. 11. Producción Global de Gretina. Martinez, A. basada en imarcgroup. 2021.

La producción de la gretina a nivel global demanda una mayor producción debido a la utilización en la industria panadera y confitera, la industria farmacéutica en la producción de cápsulas y los beneficios a la salud son las causas por las que este mercado ha crecido.



Fig. 12. Obtención Global de Gretina. Martinez, A. basada en imarcgroup. 2021.

La gretina tiene la propiedad de que es incolora, insípida y soluble en el agua.

Cuenta con propiedades de cristalización, enlace de agua, formación de películas, espesamiento y emulsión.

Aplicada en industria de alimentos y bebidas, farmacéutica, nutracéutica, cosmética y de empaque en todo el mundo.

I Obejetivo General I

Generar experimentaciones biomateriales para crear nuevas materialidades y diseñar aplicaciones.

I Obejetivos particulares I

- Identificar en una micro localidad las fuentes de desechos orgánicos existentes.
- Definir componentes de interés de cada materia en específico (color, olor, textura, etcétera).
- Elementos y características de cada materia prima
- Recopilación de datos
- Análisis de datos
- Experimentar con las materias primas existentes
- Iterar en base a las experimentaciones
- Prototipar
- Especular sobre algún producto de aplicación

I Hipótesis / suposición de diseño I

Diseño material (biopolímero) el cual tenga principios de economía circular, química verde y trazabilidad.

I Preguntas de investigación I

1. ¿Es posible diseñar un bioplástico con la materia orgánica disponible?
2. ¿Cuál es la materia prima disponible en la micro localidad de ciudad universitaria?
3. ¿Cuáles son los procesos para generar un bioplástico?
4. ¿Qué herramientas necesito para generar un bioplástico?

I Metodología I

Al estar realizando un proyecto de diseño, se emplea la metodología de Bruno Munari, explícita en su libro “¿Cómo nacen los objetos?”, a L. Bruce Archer “un problema de diseño surge de una necesidad”.

Se está haciendo un proyecto de diseño material, por lo cual una metodología idónea a desarrollar es Material Driven Design, del laboratorio Material Experience Lab

La necesidad que tenemos es dar una respuesta en base a la producción y consumo de los plásticos de un solo uso que están haciendo un gran daño al planeta y a sus habitantes

La metodología se ha modificado en base al proyecto, con una mayor versatilidad, entendiendo el proceso de diseño como algo no lineal y regresando a pasos previos o repitiendo el ciclo las veces que sean necesarias.

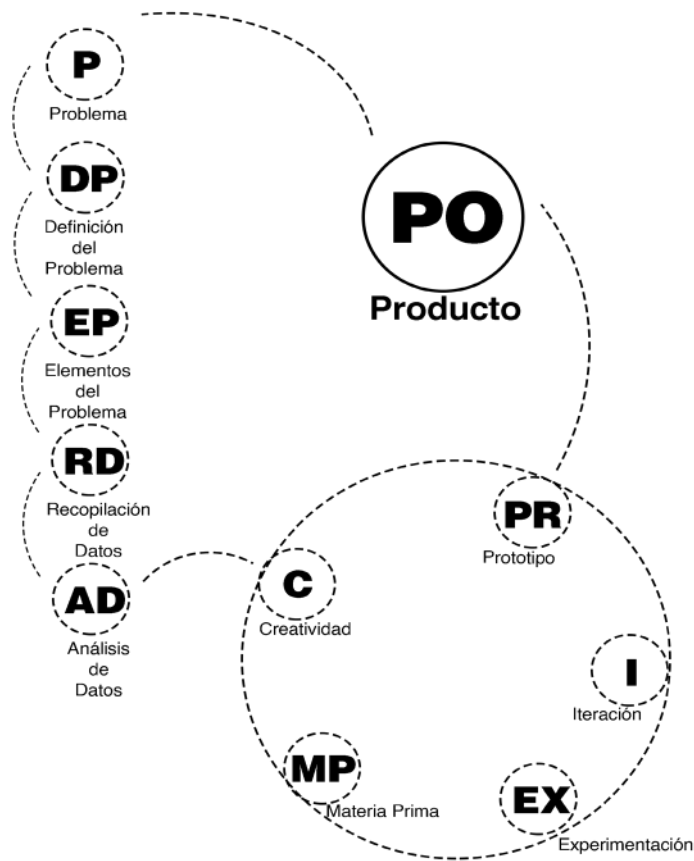


Fig. 13. Diagrama Metodológico. En base en Bruno Munari, Martinez, A. 2022

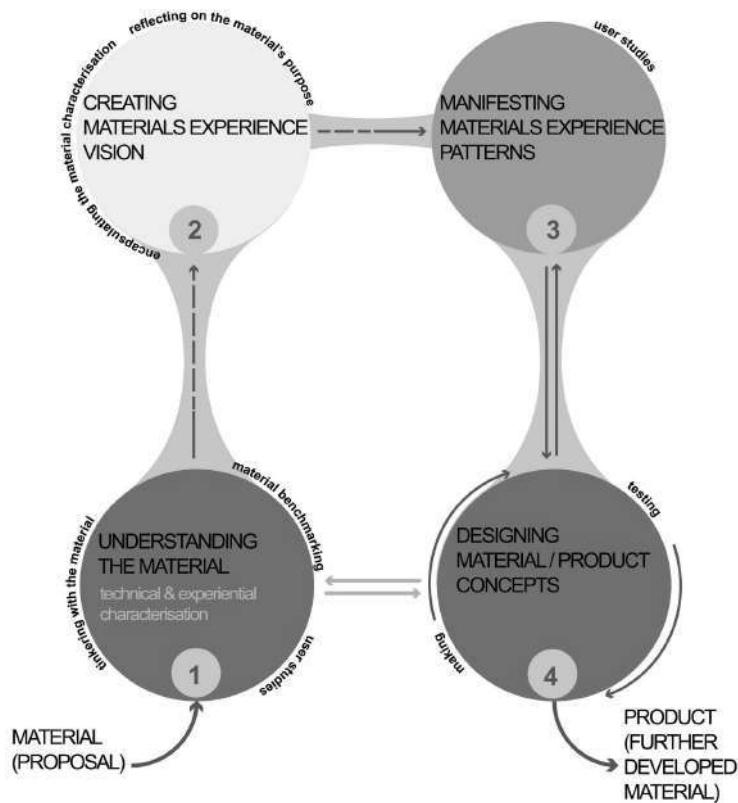


Fig. 14. Metologia material. Material Experience Lab. sf

I Analogía teórica I Montaña Virgen, Edward De Bono I

Imagina una montaña virgen, recién hecha, posando la primera nube de esa montaña.

Llueve, cae la primera gota perforando un poco, haciendo un gesto a la montaña, una alteración topográfica, cayendo en un lugar en específico, marcando una singularidad, cae la segunda, diez gotas, 100 gotas, mil gotas, millones de gotas, la alteración topográfica empieza a hacer más contundente, pasando el tiempo llegan un millón de nubes después, con millones de gotas cada una, la montaña tiene una alteración súper marcada.

Haciéndose un río, un arroyo, millones de veces que llovió, gracias a la primera gota, al primer gesto. Ahora cualquier gota que caiga en la montaña estará condenada a caer en el río o arroyo ya delimitado.

Si una gota quiere bajar por otro sitio no podrá hacerlo porque está condicionada.

Podría ser que si algún día, alguna gota es muy valiente, acaba de bajar del río, y dice “esto no me gusta, no me supo a nada”, es muy difícil que esa gota vuelve a subir según la teoría de la relatividad lo que puede hacer es expresarse, decirlo, así la gota que venía atrás de ella la escuchara, la que le sigue y así sucesivamente. De tal manera que la gota no podrá subir la montaña, pero la idea sí.

Cuando la idea llegue a la punta de la montaña, una gota dirá “y si esto no es lo que yo quiero”, esa duda permitiría cuestionar, haciéndose que tome otro camino teniendo una primera alteración en la montaña por otro camino, que finalmente con el paso del tiempo más gotas la seguirán y se generaría un nuevo río, es natural que se pueda bajar por todos los lados de la montaña y es natural que una gota haga ese gesto en la montaña.

Sí uno quiere dedicarse a crear y a cambiar al mundo, tiene que pensarse como esas gotas, ya cada uno se ubicara, si es la gota que denuncia, la que sigue la idea, la que hace el primer gesto. Así suceden los cambios (Meneses Carlos, F. 2021).

TARU

I Taller de acción Rur-Urbana I



Taller de trabajo basado en la experimentación y la acción colectiva entre alumnos de pregrado, posgrado y profesor colaborando voluntariamente.

Iniciando con las pasiones, habilidades y acciones, para incentivar al individuo en su proyecto a desarrollar.

Todos los temas atienden a la realidad vivida desde su investigación, hasta su ejecución.

Los proyectos son a una escala pequeña y local, para poderlos desarrollar en su to-

talidad.

Se trabaja metodológicamente en base a los talleres, laboratorios, colectivos que están desarrollando proyectos análogos en base al proyecto de cada individuo. Al llevar los proyectos a la práctica, se genera una experiencia íntegra, involucrando al individuo en todos los procesos del proyecto al gestionar los recursos económicos, hablar con los habitantes, desarrollando su proyecto de manera física.



Capítulo II: Marco Teórico

I Definiciones básicas I

- Biomaterial: Material con una composición en su mayoría o total de materia orgánica. Martínez, A. (2021).
- Economía circular: Marco de solución de sistemas que aborda desafíos globales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, los desechos y la contaminación. Macarthur, Ellen. (s.f.).
- Local: que es propio de un lugar o pertenece a él. Oxford Languages (2021).
- Ancestral: que tiene un origen muy antiguo. Oxford Languages (2021).
- Técnica: Conjunto de procedimientos o recursos que se usan en un arte, en una ciencia o en una actividad determinada, en especial cuando se adquieren por medio de su práctica y requieren habilidad. Oxford Languages (2021).
- Experimental: Fundado en la experiencia, o que se sabe y alcanza por ella. Que sirve de experimento, con vistas a posibles perfeccionamientos, aplicaciones y difusión. Oxford Languages (2021).
- Proceso: conjunto de operaciones a que se somete una cosa para elaborarla o transformarla. Oxford Languages (2021).
- Diseño: Actividad creativa que tiene por fin proyectar objetos que sean útiles y estéticos. Oxford Languages (2021).

¿Qué es un biomaterial?

Al utilizar el motor de búsqueda más usado a nivel global, Google, podemos tener un primer acercamiento inexacto, con definiciones, imágenes y recursos no relacionados en el contexto del diseño y la biología.

Debido a que es algo poco explorado y que en el idioma español aún no existe un conocimiento amplio, al igual que textos que nos hablen de esto.

Realizando esta acción, el biomaterial lo define de una manera aplicativa, y al área de salud, percibiendo un material que es propio para el cuerpo humano.

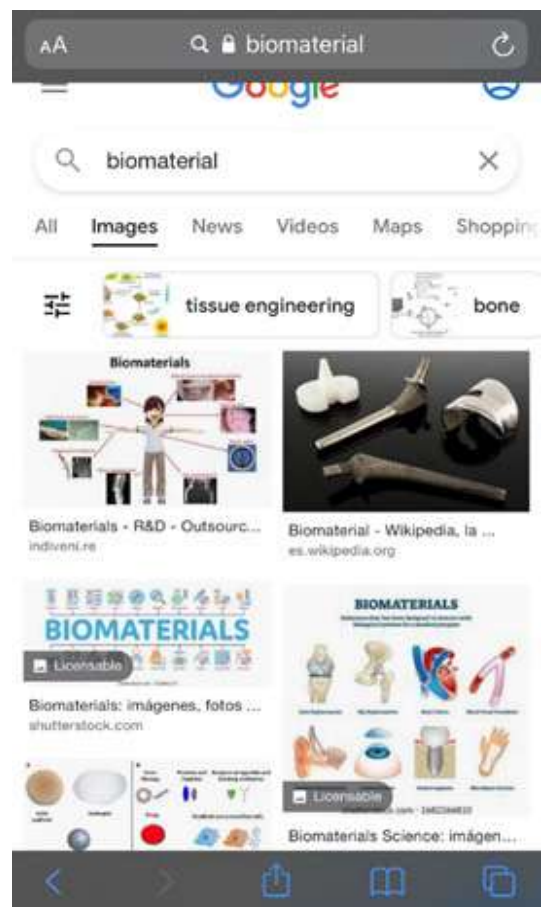


Fig. 15. Adaptado de biomateriales Google [ScreenShot], Google. 2021

Sin embargo, hay pequeños colectivos y laboratorios están haciendo la tarea de generar estas definiciones, a continuación, se muestran algunas.

- Materiales diseñados a partir de materia prima biológica, por ejemplo, plantas, hongos, bacterias, que también pueden ser obtenidos a través de residuos en cáscaras de frutas, almidones, restos de café. (Muñoz, C. 2020).
- Materiales autogenerados por algún tipo de organismo vivo (Rodríguez, S. 2020).
- Materiales compuestos por recursos naturales locales que integran los principios de la economía circular y de la química sustentable, asegura cuando un biomaterial se deja de usar, se biodegradan, reintegrando sus nutrientes al ecosistema local (Bolumburu, P. 2020).
- Una alternativa de entender los sistemas y ciclos naturales, a través de ese conocimiento poder insertarse de manera sostenible con el medio ambiente, existen dos grandes clasificaciones de biomateriales; los biobasados: materiales comprendidos con un porcentaje de composición biológica. Y los bio fabricados: utilizan un organismo vivo, como materia prima, o durante su proceso de fabricación (Muttio, R. 2021).
- Materiales hechos a partir de compuestos orgánicos, materiales naturales y organismos vivos (Jalkh, H. 2020).
- Materiales que se diseñan con materias primas biológicas o bioorgánicas y que evidentemente al ser transformados se convierten en objetos y en materiales aplicados en diferentes campos e industrias (Medina, E. 2020).
- Todo aquel componente a ser transformado a través de un sistema biológico para convertirse en un biomaterial o un biopolímero o quizá en otras escalas (Dueñas, N. 2020).

Nota: LABVA biomateriales, 11 de mayo de 2020)

I Bioplástico I

Existen dos tipos de bioplástico

- Plásticos biobasados: no solamente están hecho de origen vegetal (maíz, caña de azúcar, papa, etcétera), sino que también cuentan con un porcentaje de plástico o base de petróleo (la mayoría el 75%). Una pequeña porción de estos plástico se tratan para que sena biodegradable, lamentablemente no siempre es así. Siendo compostables y biodegradables se degradan en un entorno natural. Únicamente los compostables se degradan en condiciones muy específicas.
- Plásticos a base 100% de petróleo (compostable y biodegradable): Plástico convencional sin ninguna composición orgánica o vegetal, sometidos a procesos que los hacen biodegradables o compostables. No se degradan en un entorno natural, se convierten en microplásticos dispersandose en el medio ambiente y un pequeño porcentaje se degrada en condiciones controladas (compostaje industrial). Bio-fakes. (2021).

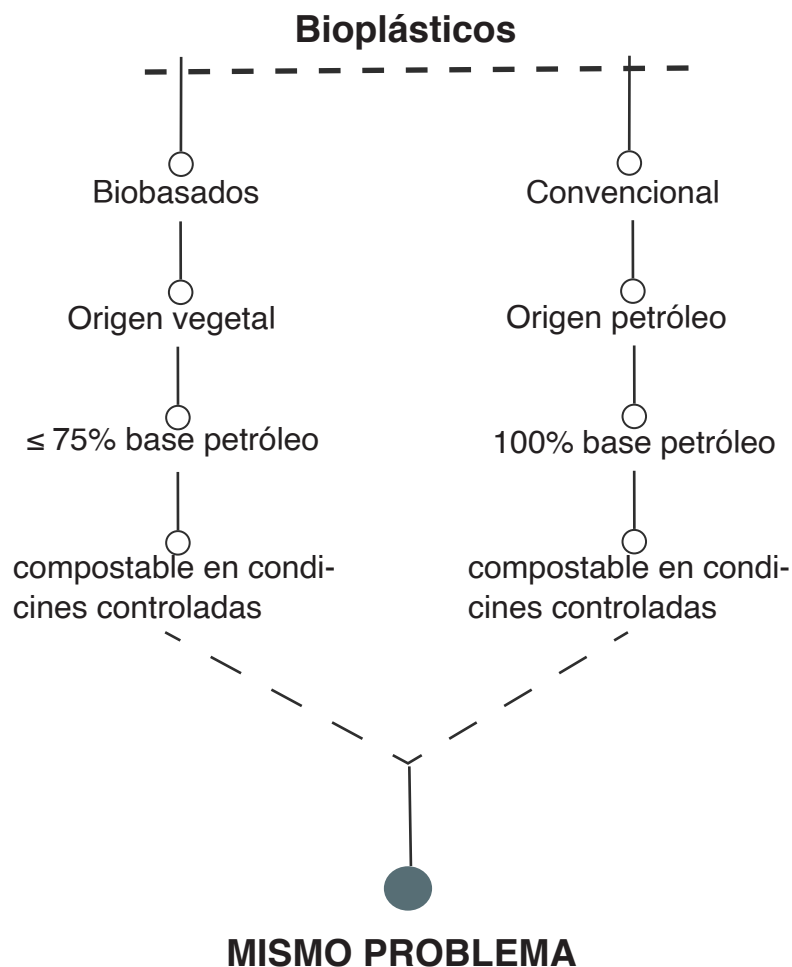


Fig. 16. Diagrama bioplásticos, Martínez, A. 2022

Compostable

≠

Biodegradable

Deben tener características especiales en cuestión de composición. No tener metales pesados, toxinas y permitir el crecimiento de las plantas. Cumpliendo estas características se pueden enviar a una planta de compostaje.

Se degrada ante la presencia de microorganismos a la misma velocidad que hojas, madera, papel. Ya sea que entre en contacto con el agua, dióxidos de carbono, metano y biomasa.

La propiedad de biodegradabilidad del bioplástico radica en la estructura del material, no con la materia prima que se genera el plástico.

Conociendo las dos tipologías de bioplásticos, nos encontramos ante un escenario lamentable, ya que ambas opciones no se reintegran a la tierra de la manera más óptima, y solamente son compostables (ante condiciones específicas y controladas), en la mayoría de los casos causando un impacto negativo al medio ambiente con la generación de microplásticos.

Es por eso que hoy día los bioplásticos son criticados. Desde el inicio de la materia prima que requiere; suelo, producción, agua y transporte. Requiere de muchos recursos y contribuyendo con una alta de huella de carbono.

Hoy en día el marketing y la industria toman ventaja de este término; ponen etiquetas o denominan un producto como “bio”. Transmite un discurso engañoso, el consumo de plástico sigue, con un término malinterpretado. Contaminando despreocupadamente. (Plastic Garbage Project, s.f.).

Un estudio del investigador klaus Hubacek de la universidad de Groninga en Países Bajos, establece que para llegar al plástico que demanda el embalaje global se necesita lo siguiente.

613 Mt de maíz

(54% de la producción mundial)



61 billones de hectáreas

(más grande que Francia)



388.8 billones de m³ de agua

(60% más, que el agua dulce que extrae la EU)



Diversas organizaciones e investigadores difieren en que los bioplásticos sean la solución a la problemática de contaminación del plástico.

Sin embargo ellos los están viendo desde una perspectiva industrial y masiva, queriendo que los bioplásticos remedien 100% del plástico existente o atienda la demanda del plástico en todo el mundo. Es totalmente absurdo porque seguiríamos en un contexto de economía lineal y son materiales **materiales con diferentes características, no todos los materiales pueden ser estandarizados.**

I Bioplástico en el DISEÑO I

La definición de bioplástico para los ámbitos de diseño aún no tiene consensos ni límites claros. Es por esto que existen definiciones de Bioplástico que sólo apuntan a su posibilidad de biodegradabilidad olvidando otros aspectos fundamentales en el ciclo de vida material. Por ejemplo, el **PLA** es un derivado de la fermentación del **MAÍZ** pero que sólo puede ser biodegradado y compostado a través de un proceso industrial (Proceso anaeróbico s/oxígeno) de la misma manera que está quitando terreno a la industria alimenticia. (Weiss, A.J. 2022).

Limitaciones a un bioplástico por LABVA

- **Deben partir de materia prima biológica / organismo vivo**
- **Deben estar suscritos a los principios de economía circular / química verde (baja o nula toxicidad en procesos, eficiencia energética, fuentes renovables) ó fuentes honestas**
- Deben en su proceso de degradación Nutrir el terreno/suelo.**

(LABVA. 2022)

Por otra parte, LABVA ha acuñado el término “**Biopolímeros Artesanales**” como aquellos biomateriales que podemos crear extrayendo de manera local, autónoma y artesanal el polímero que nos permite producir los films o biocompuestos. (Weiss, A.J. 2022).

Aunado a ello los diseñadores y laboratorios hoy en día tienen la mirada en lo local y en la economía circular, porque el tema material no está aislado, sino va acompañada de uso de suelo, carga ecosistémica, emociones, nutrición al medio-ambiente, caracterización y estandarización.

Entendiendo que cada zona del planeta posee diferentes recursos naturales y diferentes aplicaciones, para que en conjunto cada zona del planeta cuente con su paleta biomaterial. Priorizando el alimento antes que el material. Teniendo estas determinantes para causar el menor impacto ambiental y huella de carbono posible. Se abre una oportunidad con los desechos y residuos orgánicos, cáscaras de fruta y cáscaras de crustáceos, mediante **low tech, química verde y economía circular** se tiene un panorama más positivo y real.

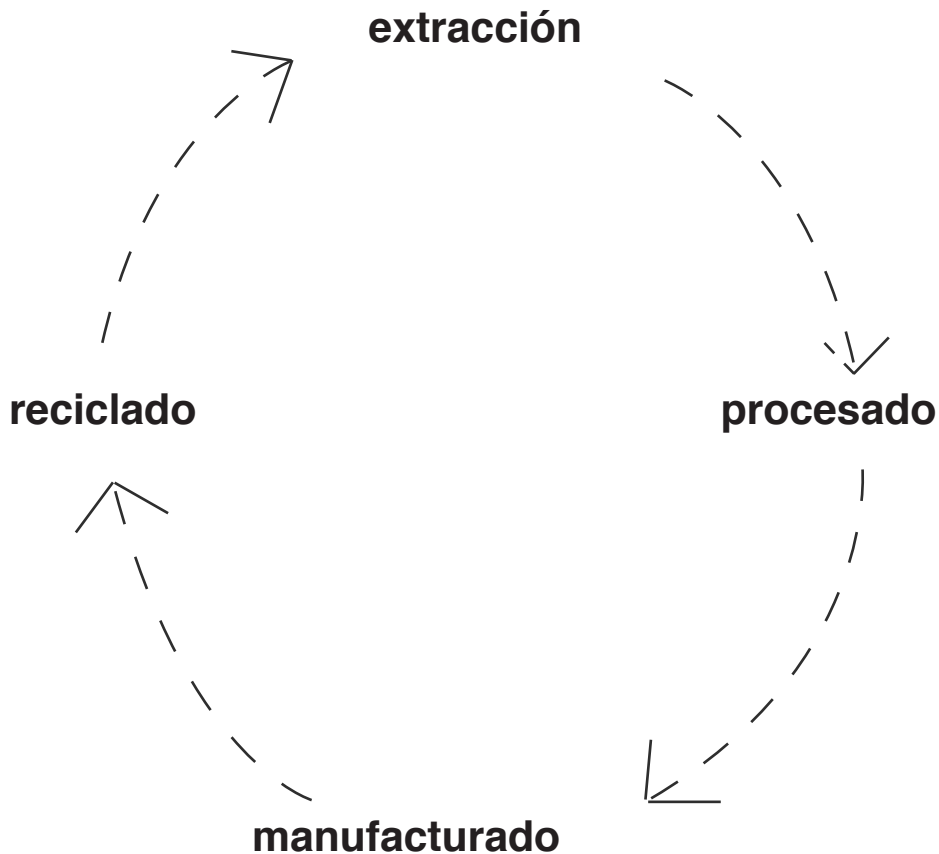


Fig. 17. Lógica biomaterial, Martínez, A. 2022

I Desafíos en los biomateriales I

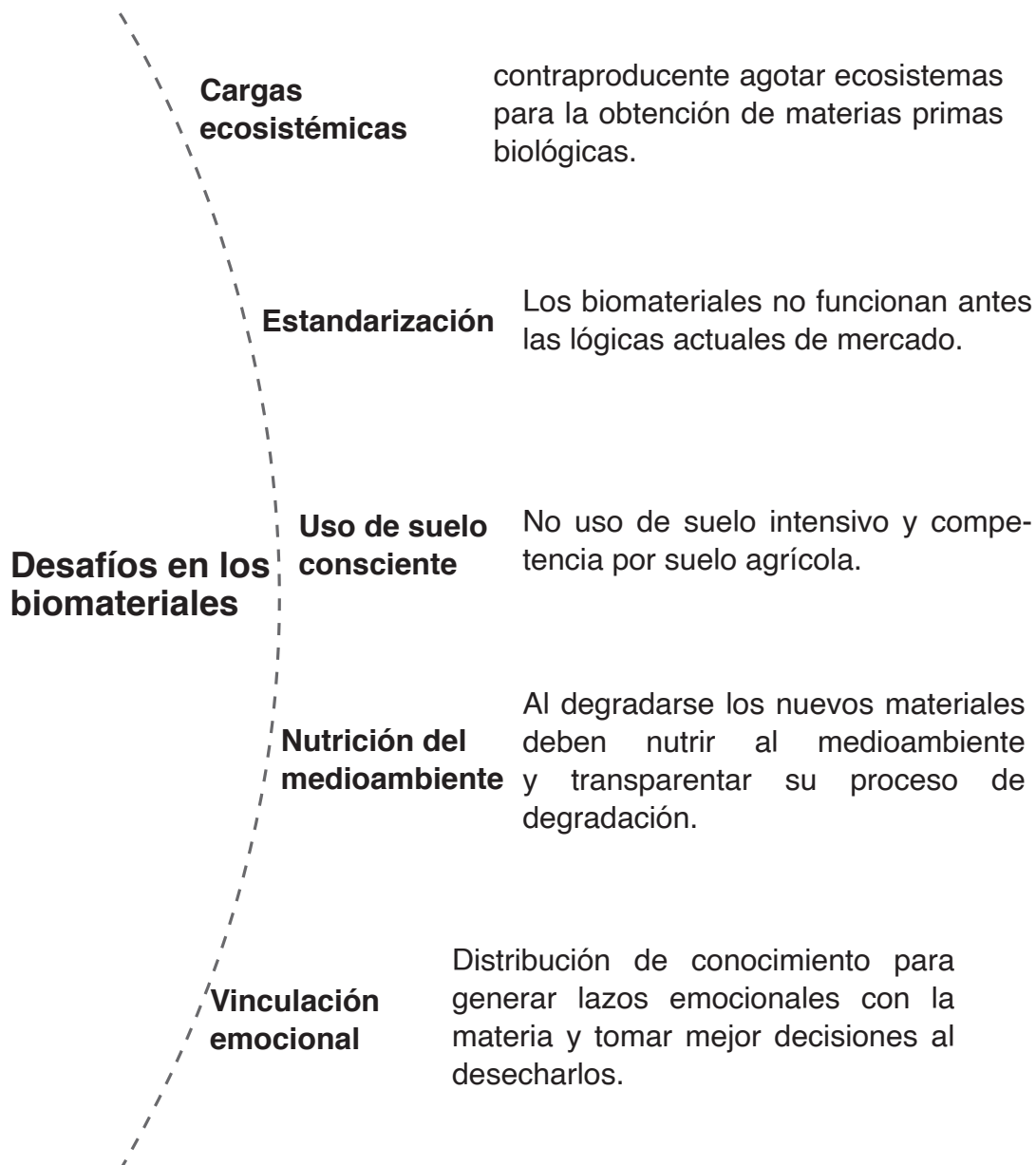


Fig. 18. Desafíos en los materiales, basado en LAVBA Martínez, A. 2022

I Economía circular I

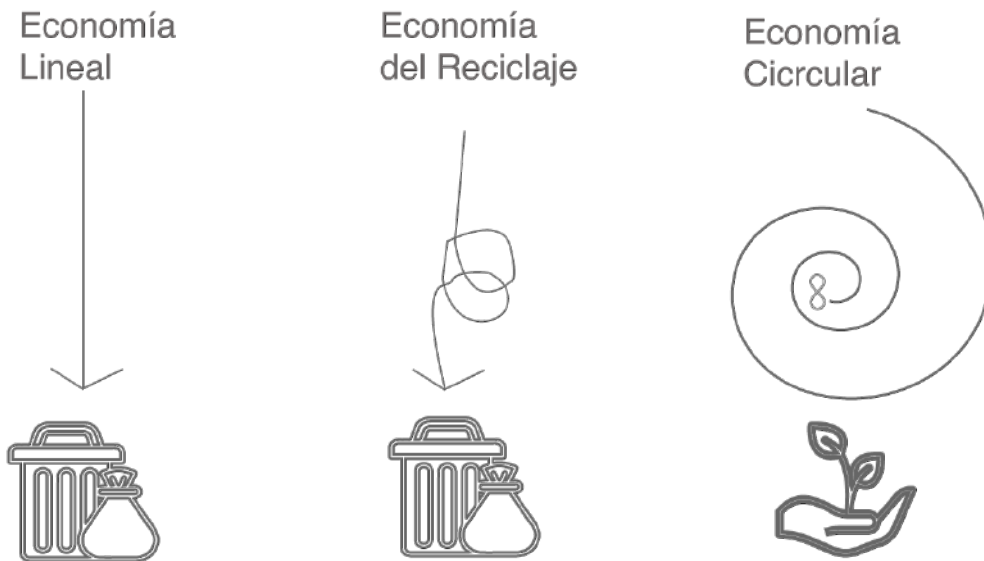


Fig. 19. Economía circular, basado en Ellen Macarthur Foundation A, Martínez. 2022

La economía circular es un marco de solución de sistemas que aborda desafíos globales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, los desechos y la contaminación.

La economía circular nos brinda las herramientas para abordar juntos el cambio climático y la pérdida de biodiversidad, al tiempo que aborda importantes necesidades sociales.

Nos da el poder de aumentar la prosperidad, el empleo y la resiliencia mientras reducimos las emisiones de gases de efecto invernadero, los desechos y la contaminación. (Ellen Macarthur Foundation, 2019)

**Circulación de productos
y materiales**

**Eliminar desechos y
contaminación**

Regenerar la naturaleza

I Química verde I

La química verde es el diseño de productos y procesos químicos que reducen o eliminan el uso o la generación de sustancias peligrosas. La química verde se aplica a lo largo del ciclo de vida de un producto químico, incluido su diseño, fabricación, uso y eliminación final. La química verde también se conoce como química sostenible. (EPA, 2022.)

Se plantea desde una perspectiva no aislada, acompañando o auxiliando diversas áreas aplicativas, hace mucho hincapié en el diseño. Al diseñar un producto con materia prima y que se necesita generar mezclas y reacciones para tener un producto la química verde es una gran herramienta y directriz del proyecto.

Existen 12 principios de la química verde, se mencionaran los principales 5

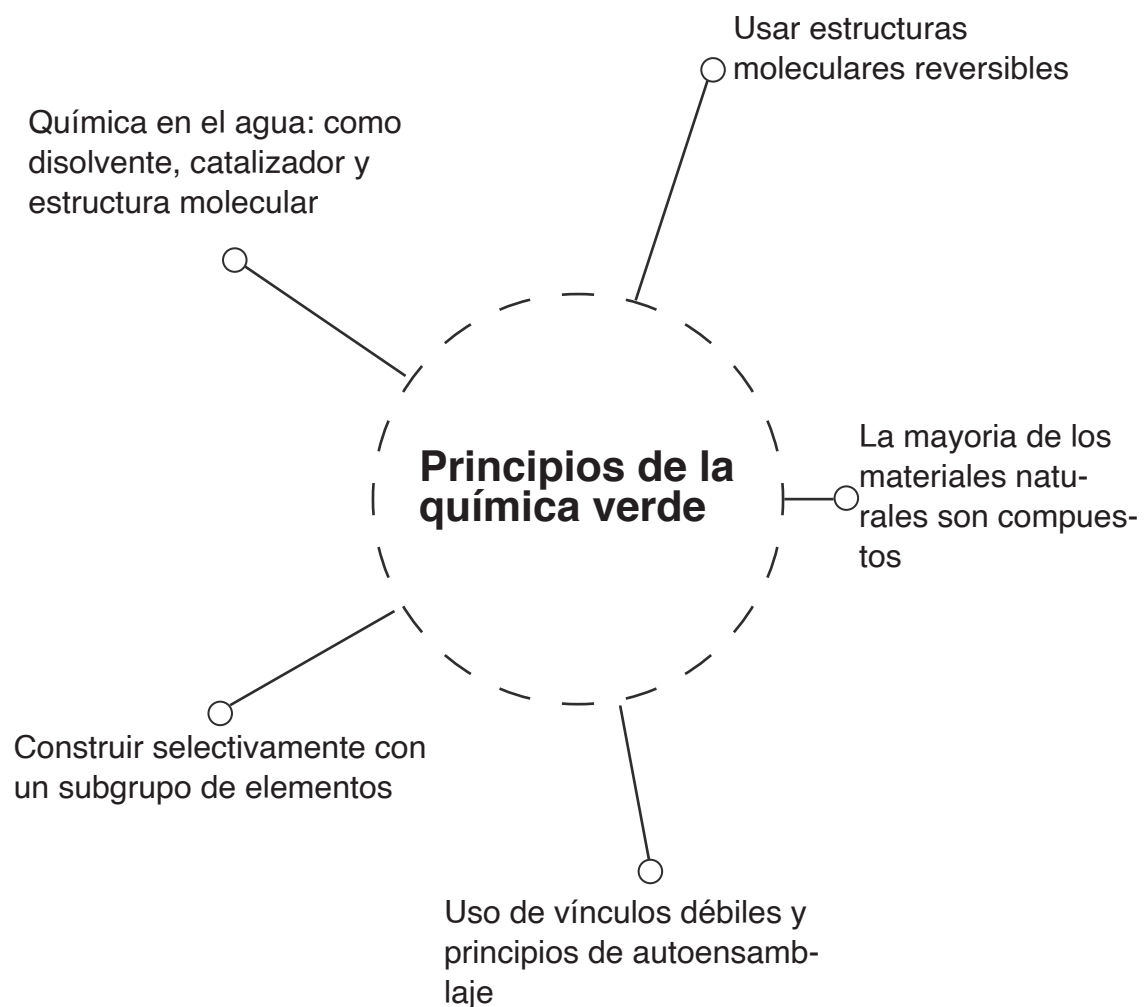


Fig. 20. Química verde. Martínez, A. 2022

I Trazabilidad I

La trazabilidad es un concepto que se utiliza en alimentación y comida. Rastreando desde el origen de un alimento para la seguridad de la salud.

Sin embargo lo podemos utilizar en el contexto de un biomaterial que encaja bastante bien para saber la cantidad de huella de carbono que contiene. Decidiendo si realmente causa un impacto ambiental bajo y si realmente es conveniente.

La trazabilidad significa la capacidad de seguir y rastrear un alimento, comida, alimento de origen animal.

Poniendo en términos generales es: seguimiento de producción, proceso y distribución. Esto permite en qué punto de la cadena se pueden producir riesgos sanitarios y así actuar rápida y eficientemente en momentos de crisis. Poder distinguir claramente el origen en cualquier punto de la cadena. (GH. Ontanu. L. Hudrea. 2007)

El concepto de trazabilidad es demasiado complejo, ya que lleva a elementos, canales, niveles, sensaciones y direcciones de trazabilidad, que no extendemos de más en el documento presente, para seguir con el tema biomaterial.

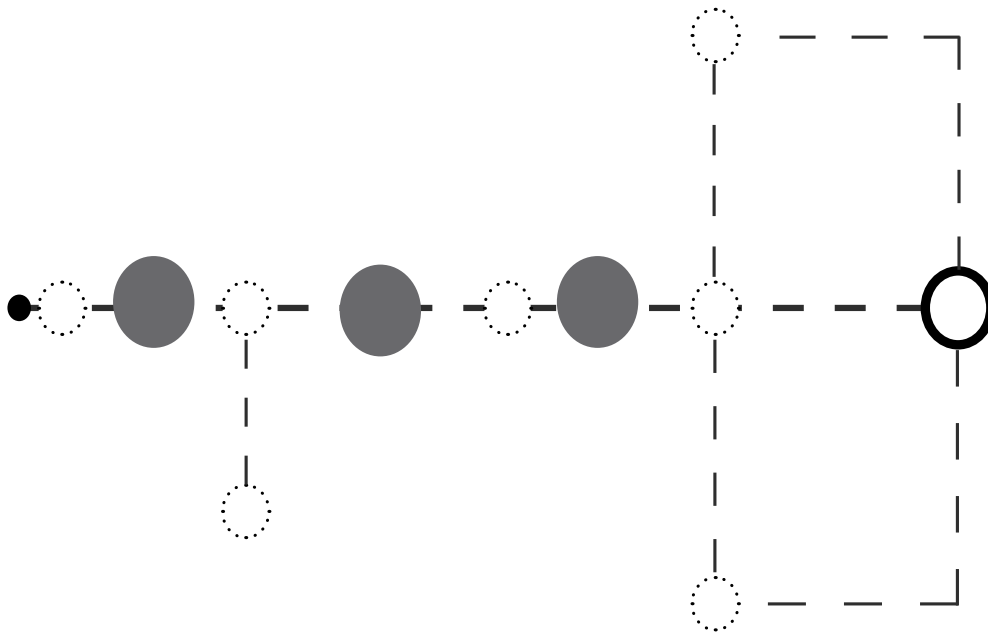


Fig. 21. Trazabilidad I. Martínez, A (2022).

I Diseño Experimental I

El diseñar es simulación e imaginar un futuro, proyectando y trascendiendo de esquemas superando límites que se encuentran dentro y fuera de un proyecto. Mediante una actitud mental se involucran aspectos sensoriales que no se ajustan a la inercia y rutina, sin reglamentación y métodos rigurosos. El mismo acto de diseñar es trascendente, mediante la creatividad, viendo conjuntos, horizontes y posibilidades bajo problemas de la realidad.

La experimentación es el paso inicial que debe tomar cualquier diseñador para salir de los procesos tradicionales, lineales y modernistas. Para realmente tener un resultado singular.

La experimentación en el diseño consiste en tres partes.

- Actitud: Disposición que se estructura por la experiencia en respuestas frente a problemas de diseño específico. Motiva a la búsqueda de nuevos elementos.
- Problema experimental: surge a raíz de una dificultad bajo una visualización de una necesidad.
- Acto creador: producida mediante la motivación a la solución de un problema de forma inconsciente.

Cada experimentación es diferente de la anterior y de la siguiente; la única constante es el problema de diseño. Cada experimentación se aborda desde una perspectiva diferente. La repetición de lo mismo y carencia de un problema deja de ser experimentación.

“La experimentación en el diseño es una herramienta que **permite evidenciar entre diferentes variables de diseño, retroalimentando en tiempo real los resultados del proceso a la estrategia del desarrollo mejorando su desempeño dentro del proceso**” (Sevilla, 2021, P.182).

No limitándose a manipulación formal o material, una experimentación es intersección de múltiples factores como teoría, técnica, estética, concepto. Poniendo en en desequilibrio su experiencia, habilidades, ética y profesionalismo del diseñador.

El problema experimental hoy en día es **¿cómo formalizar lo intangible y lo abstracto?**, Jean Francois menciona que es la pregunta que nos define como postmodernos.

I Material Driven Design I

Material Driven Design es una metodología de diseño en base a experiencias materiales.

Hoy en día la investigación de nuevas materialidades ofrece novedades y perfección de alternativas convencionales. La propiedad funcional de un material no es suficiente. Sino que también debe incitar experiencias dentro y más allá de su utilidad. Analizando el material no solo desde la perspectiva de lo que es, sino también lo que hace, lo que hace, lo que promueve y lo que obliga a hacer.

El método Material Driven Design (MDD) hace más fácil las experiencias materiales; mediante cuatro pasos cíclicos.

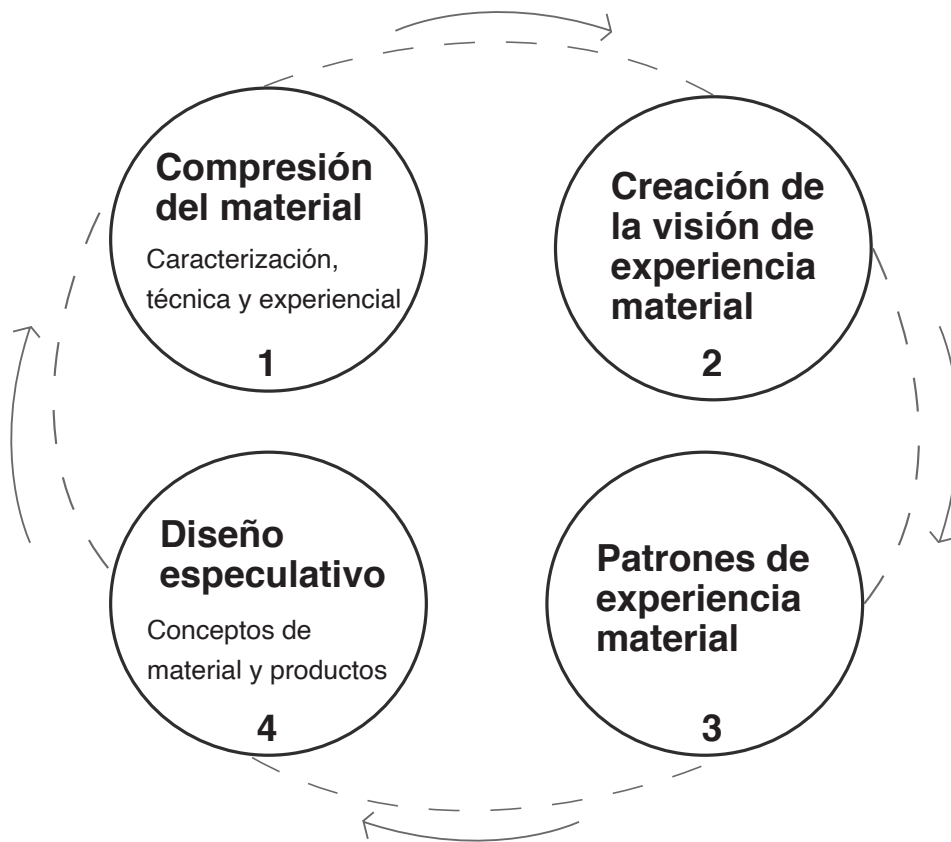


Fig. 22. Diagrama Material Driven Desing. Basado en Materials Experience Lab, Martinez, A. 2022.

“El proceso comienza con una propuesta material y finaliza con un producto y/o material desarrollado.

El método enfatiza el viaje de un diseñador de lo tangible a lo abstracto (es decir, de un material a una visión de la experiencia de los materiales) y luego de lo abstracto a lo tangible (es decir, de la visión de la experiencia material a materiales/productos físicos y más desarrollados)”. (Materials Experience Lab. sf).

I Conclusiones I

- Aunque se tenga tiempo hablando de los biomateriales, aún es un tema muy ambiguo y no puntualizado, pudiendo tener una primera impresión equivocada y malinterpretada.
- Que un bioplástico esté hecho parcialmente con materia vegetal no significa que no contenga derivados del petróleo.
- Se deben buscar alternativas para que un plástico sea biodegradable y no compostable.
- La propiedad de biodegradabilidad del bioplástico radica en la estructura del material, no con la materia prima que se genera el plástico.
- Los biomateriales no son algo aislado; tienen una carga de desafíos, propiedades y características que deben ser tratados con gran sensibilidad.
- No todos los biomateriales se pueden estandarizar.
- La manera más conveniente de generar un biomaterial es a través de desechos.
- Para empezar a generar un biomaterial lo primero es saber que abundancias existen en el entorno directo.
- Los biomateriales tienen capacidades diferentes a los materiales presentes, no se deben comparar o poner en las mismas circunstancias, funcionan mediante lógicas diferentes.
- Es cierto que los bioplásticos actualmente no es una solución masiva o de gran escala para reemplazar a los plásticos petroquímicos, sin embargo las personas y organizaciones que tienen esta visión lo hacen desde una perspectiva aislada y con las lógicas industriales y lineales actuales.
- El presente trabajo tendrá un impacto y solución local.
- Es más óptimo el auxiliarse de metodologías y procesos postmodernos siendo más holístico.

**“La riqueza que alcanzo
viene de la naturaleza, la
fuente de mi inspiración”**

- Claude Monet



Capítulo III: Estado del arte

El diseño ha estado ligado con la naturaleza desde tiempos antiguos, en la arquitectura desde la cabaña primitiva, formalmente en la época griega.

Cualquier ser humano se estremece al observar todas las formas, colores ritmos y todos los diseños naturales, en cualquier tipo de escala, desde las más grandes; bosques, arrecifes de corales, bancos de peces, pájaros, alas, telarañas hasta las colonias de microorganismos.

Por mucho tiempo (y continuará...) La naturaleza ha inspirado a los seres humanos a encontrar soluciones a los desafíos tecnológicos en el diseño.

(Serna, H. y Barragán, D. (2017). Patterns in nature: more than an inspiring design. Medellín. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v41n160/0370-3908-racefn-41-160-00349.pdf>)

I MIT Media Lab I Neri Oxman I



Fig. 23. Neri Oxman. Por The New York Times. 2021.

Laboratorio ubicado en Massachusetts E.U.A trabajando en generar un cambio en la forma que se diseña y se construye en la actualidad. A través de Material Ecology (es una filosofía de diseño, un área de investigación y un enfoque científico que explora, informa y expresa las interrelaciones entre lo construido, lo crecido y lo aumentado.) (Oxman, 2021) con la generación de materiales en armonía con el ecosistema que habita.

Combinado con la tecnología, construcción digital estos materiales se adaptan perfectamente al mundo real y al entorno que habitan. Teniendo la concepción de los objetos como órganos se puede “cultivar” computacionalmente con resultado de construcciones heterogéneas y multifuncionales.

Neri y su equipo han creado una nueva era de alquimia biológica diseñando organismos biológicos imitando fábricas

“Nuestros proyectos requieren que inventemos las tecnologías para crearlos”

- MIT Media Lab

I Pabellon de biopolímeros I

Año: 2014-2020

Ubicación: MoMa SF, California



Fig. 24. AGUHOJA. MIT Media Lab. (2020).

Pabellón arquitectónico de cinco metros de altura que surge para dar respuesta a la cantidad producida anualmente de plástico de un solo uso. Demostrando la capacidad de la materia orgánica para sustituir a los petroquímicos.

Utilizando materia prima orgánica; celulosa (5,740 hojas de árbol), quitina (3,135 conchas de camarón), y pectina (6500 cáscaras de manzana).

A través de una plataforma de fabricación robótica, convierte la materia prima antes mencionada en hidrogeles sostenibles de alto rendimiento para impresión 3D, abarcando escalas de milímetros a metros.

Resiste las condiciones ambientales dinámicas (calor y humedad). Al contacto con el agua de lluvia el pabellón se degradará en sus componentes básicos. Integrándose a su origen.



Fig. 25. Quitosano en gel. MIT Media Lab. (2020).

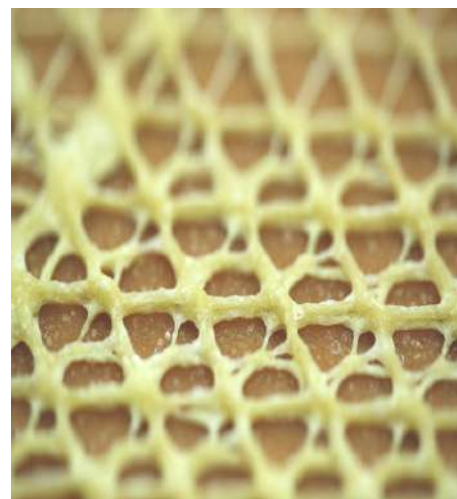


Fig. 26. Impresión 3D de celulosa. MIT Media Lab. (2020).

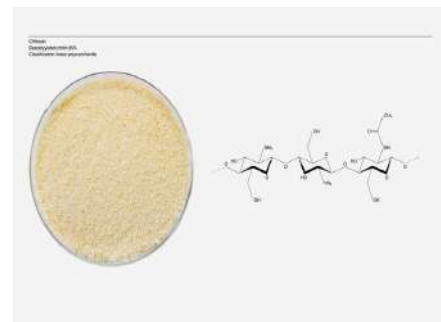


Fig. 27. Quitosano deshidratado. MIT Media Lab. (2020).

Ooho!

¡Un envase 100% comestible y biodegradable! ¡



Fig. 28. Ooho! NOTPLA. (2021).

Ooho! Es una alternativa al plástico.

Desarrollado por NOTPLA en Reino Unido. Reemplaza el embalaje de un solo uso en líquidos. Envasando agua, jugos, alcohol, aderezos, etcétera. Elaborado de materia orgánica; algas y plantas.



Fig. 29. Biodegradación. NOTPLA. (2021).

La gran virtud de este producto es que es 100% comestible y biodegradable.

Aproximadamente su proceso de descomposición es de 4 a 6 semanas, o simplemente se puede comer y disfrutarlo sobre la marcha.



Fig. 30. Aplicación 1. NOTPLA. (2021).

Una de las diversas aplicaciones de Ooho son los eventos deportivos, sustituyendo a los vasos y botellas.

Añadiendo su fácil portabilidad y su tamaño compacto. Presente en Roland Garros y el maratón de Londres.

Labva

I Laboratorio de biomateriales Valdivia, Chile I



Fig. 31. somoslabva. Labva. (2021).

El reto es crear un paleta biomaterial a través de materias primas y desechos antrópicos que existen en abundancia en el entorno.

Utiliza la metodología de Diseño basado en biodiversidad, generando biomateriales del cultivo de organismos (GIY, Grow It Yourself, como de recetas de cocina (CIY, Cook It Yourself), generando nuevas materialidades. (LABVA, s.f.)

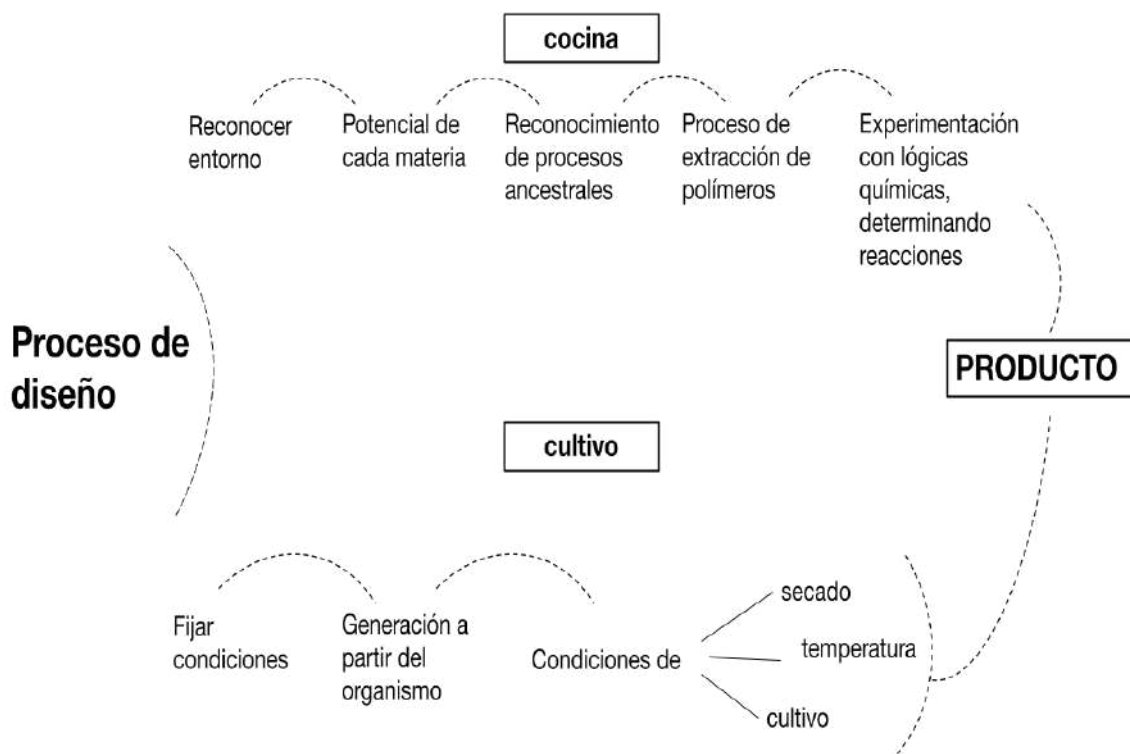


Fig. 32. Proceso Labva. Martínez, A. 2021



Fig. 33. Biomaterial Labva 1. Labva (2021).

Nueva cultura material reformulando vínculos entre comunidades y territorios. Diseñan prototipos co-creados con diseñadores, artesanos y gente de oficio. El trabajo de Labva va más allá de generar biomateriales. Llevando a acciones indirectas que tienen un gran impacto, como las relaciones humanas al dialogar con los pobladores sobre los elementos abundantes, se genera empatía. Con la educación se llega a potencializar los oficios olvidados y se genera un empoderamiento ciudadano de defender lo local, que

terceros no exploten sus recursos con beneficio propio.

La finalidad de Labva no es crear un producto, sino, incentivar a que cada día haya más personas interesadas en biomateriales, más laboratorios locales, de tal manera que cada localidad cuente con su laboratorio de biomateriales acoplándose a las determinantes del entorno.



Fig. 34. Biomaterial Labva 2. Labva (2021).



Fig. 35. Biomaterial Labva 3. Labva (2021).

Materiom

I Laboratorio Open Source en Reino Unido y Chile I

Plataforma y laboratorio con un “Open Data Source” de recetas testadas de biomateriales, a partir de materias primas de fácil accesibilidad para cualquier persona, beneficiando a la economía local y el entorno inmediato.

Aportadas por la comunidad internacional transdisciplinar materiom de personas profesionales en el diseño, ciencia, ingeniería y arte. Teniendo código abierto para potencializar su uso y rápido avance de los biomateriales.



Fig. 36. Biomaterial Materiom 1. Materiom (2021).

Con una amplia biblioteca de generación de biomateriales a partir de biomasa, utilizando métodos de química verde y una composición de azúcares, proteínas, grasas y minerales comunes se hacen biodegradables por diseño.

Los materiales presentados son medidos científicamente, estando a la altura de los materiales del mercado. Para aplicación como alternativas sostenibles en el diseño de productos.

La inspiración de materiom se basa en producción distribuida, economía circular, y el diseño de la naturaleza (hojas, cáscaras de fruta y telarañas).

Shellworks

I Equipo transdisciplinario reimaginando el futuro del embalaje trabajando con la naturaleza I



Fig. 37. Equipo Shellworks. Shellworks (2022).

Este equipo de trabajo está conformado por ingenieros, científicos y diseñadores. La visión de ellos es terminar con la dependencia del petróleo, generando un nuevo estándar de embalaje eficaz, rentable y sostenible.

Teniendo como objetivo el resolver el problema de la contaminación del plástico a través de las disciplinas y conocimientos singulares de cada persona que integra el equipo. (Shellworks, 2022)



Fig. 38. Prototipación materiales. Shellworks (2022).

Los materiales que maneja shellworks son bastante diferente entre sus composiciones, algunos son a base de bacterias y otros de crustáceos. Están trabajando en generar tintes y embalaje donde los alimentos queden sellados naturalmente.

A continuación se mostrara sus materiales más sobresalientes y los productos que se han hecho con los mismos.



Fig. 39. Concha. Shellworks (2022).

En 2019 el equipo se inició en la producción de bioplástico a través de los desechos de mariscos y pescados.

Que este tipo de material es perfecto para aplicación de láminas flexibles. Disolviéndose fácilmente en agua caliente.



Fig. 40. Sello natural. Shellworks (2022).

Actualmente continúan trabajando para que cada elemento, aun el más mínimo sea sustentable. Quieren generar un producto que selle el contenido para mantener siempre fresco el interior. Ampliando su oferta de incluir sellos naturales y compostables que funcionen con los productos ya existentes de ellos.



Fig. 41. Tinte natural natural. Shellworks (2022).

Comprometido al no depender absolutamente del petróleo. Continúan trabajando en generar una gama de tintes naturales para trabajar con los envases existentes de ellos.

Generando productos más estéticos y personalizables para los consumidores.



Fig. 42. Vivomer. Shellworks (2022).

El más reciente de ellos se llama Vivomer creado a partir de microorganismos marinos y terrestres. Finalizando la vida útil los mismos microorganismos se comen el producto, no dejando ningún micro plástico existente.

Productos

Generación de materiales íntegros durante todo su proceso, para las empresas que buscan soluciones sostenibles y escalables.

La visión de este equipo de trabajo es la estandarización de un material para la generación de un producto a una escala en masa. Generando las siguientes opciones y/o alternativas.



Fig. 43. Generación material. Shellworks (2022).



Lippy esta compuesto por un monomaterial (desconocido). Es el primer envase de lápiz labial compostable en el mundo, cumple ambas funciones; tanto para lápiz labial y balsamos.

Fig. 44. Lippy. Shellworks (2022).

Droppy es una especie de gotero, su principal función es contener y dosificar aceites de una nueva manera. De igual manera es totalmente composte.



Nuestros productos están fabricados para degradarse, pero están diseñados para ser resistentes durante el almacenamiento y el uso. Se realizan pruebas internas rigurosas de compatibilidad, compostabilidad, estabilidad ambiental y resistencia al impacto para garantizar que nuestros productos satisfagan sus necesidades. (Shellworks, 2022).

Fig. 45. Droppy. Shellworks (2022).

BioPak



Fig. 46. Embalaje BioPak. BioPak (2022).

BioPak es una empresa con origen en Australia, que tiene presentes los principios de economía circular, siendo totalmente biodegradables todos sus productos. Proporcionan una solución asequible, higiénica y estética para todos los consumidores. No causan ningún impacto negativo en el medio ambiente. Todo el envasado está totalmente hecho de plantas siendo las empresas sus principales consumidores. Maneja todo el embalaje de comida en diferentes presentaciones; como para líquido sólido, caliente, frío, etcétera. (Biopak, 2022)



Fig. 47. BioCup. BioPak (2022).

BioCup es una excelente alternativa a los vasos de plástico convencionales. Son los únicos vasos transparentes compostables, según los estándares australianos. Hechos a través de plantas.

En la parte de recipientes ofrecen una gran variedad de tazones, conchas, contenedores, bandejas, etcétera. Incluyendo materialidad como el papel, caña de azúcar, plantas. Que hacen un material 100% compostable. Atiende las diversas necesidades de embalaje para alimentos fríos, fritos, para llevar, con la gran ventaja que se reintegra a la tierra.



Fig. 48. Recipientes Biopak. BioPak (2022).

Feel the peel

I Carlo Ratti Associati I

El estudio multidisciplinario de Carlo Ratti colaborando con la empresa energética italiana Eni, desarrolló una máquina la cual es un proceso circular a través de la naranja.

Refrescando con jugo de naranja a los consumidores y los desechos de cáscara utilizándolos para los vasos de donde es tomado este jugo.

El proceso de la máquina consiste en la naranja fresca exprimirla y hacer jugo, luego las cáscaras pasan a un contenedor transparente donde se deshidratan, se agrega PLA y posteriormente pasan a la impresión 3D.



Fig. 49. FP1. Carlo Ratti Associati (2019).



Fig. 50. FP2. Carlo Ratti Associati (2019).

La máquina es conjunto de un proceso inmersivo ya que hacer ver al consumidor ver todo el desarrollo.

Desde que es exprimida la naranja, deshidratación de cáscaras e impresión 3D del vaso con el PLA integrado.

Es un ejemplo de aplicación exitoso, sin embargo, existen algunos vacíos; como los procesos posteriores de la acción posterior al utilizarse el vaso, la producción de las naranjas, la obtención del PLA, etcétera.



Fig. 51. FP3. Carlo Ratti Associati (2019).

Yummy Shots (alternativa a utensilios de plástico)

I Food Lab I

Yummy Shots son vasos y popotes comestibles.

Inició como un proyecto de tesis de diseño industrial por parte de una de las fundadoras de la marca.

Se llevó a Shark Tank y se potencializa a comercializar en masa teniendo un gran éxito en el mercado.



Fig. 52. YS1. NTRGuadalajarav (2019).



Fig. 53. YS2. NTRGuadalajarav (2019).

El proyecto radica en la problemática del plástico de un solo uso que es muy común en las fiestas recreativas; por lo general se pierde el vaso, ya no se recuerda cual es el suyo y finalmente terminan en la basura con tan solo pocos minutos de uso.

Food Lab ofrece una alternativa comestible y biodegradable ante los vasos de plástico comunes.

Es un producto con una composición de 100% gomita de dulce (grenetina) la cual soporta hasta 8 horas de líquido sin pegarse.

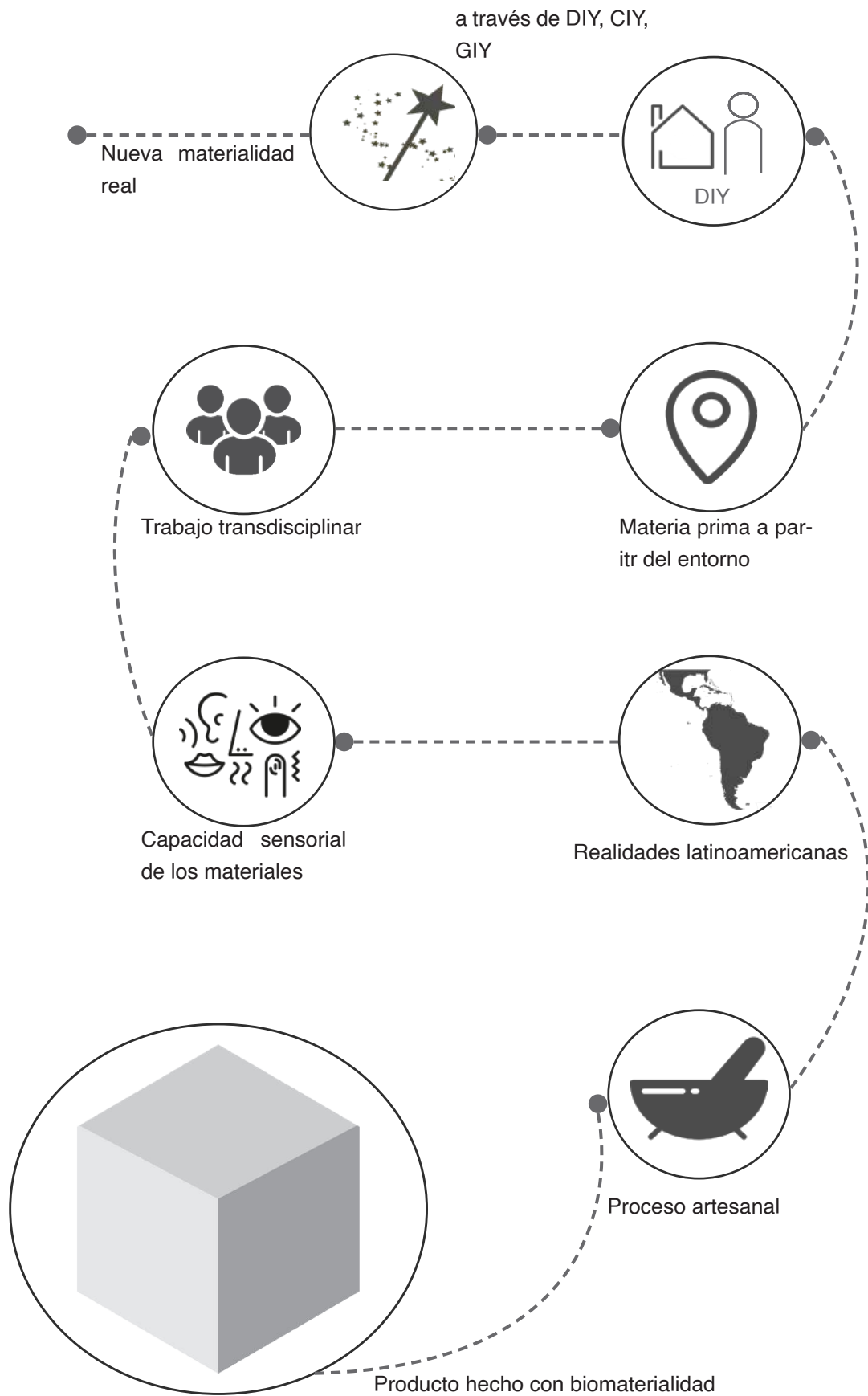


Fig. 54. Aportaciones estado del arte. Martínez, A (2022).

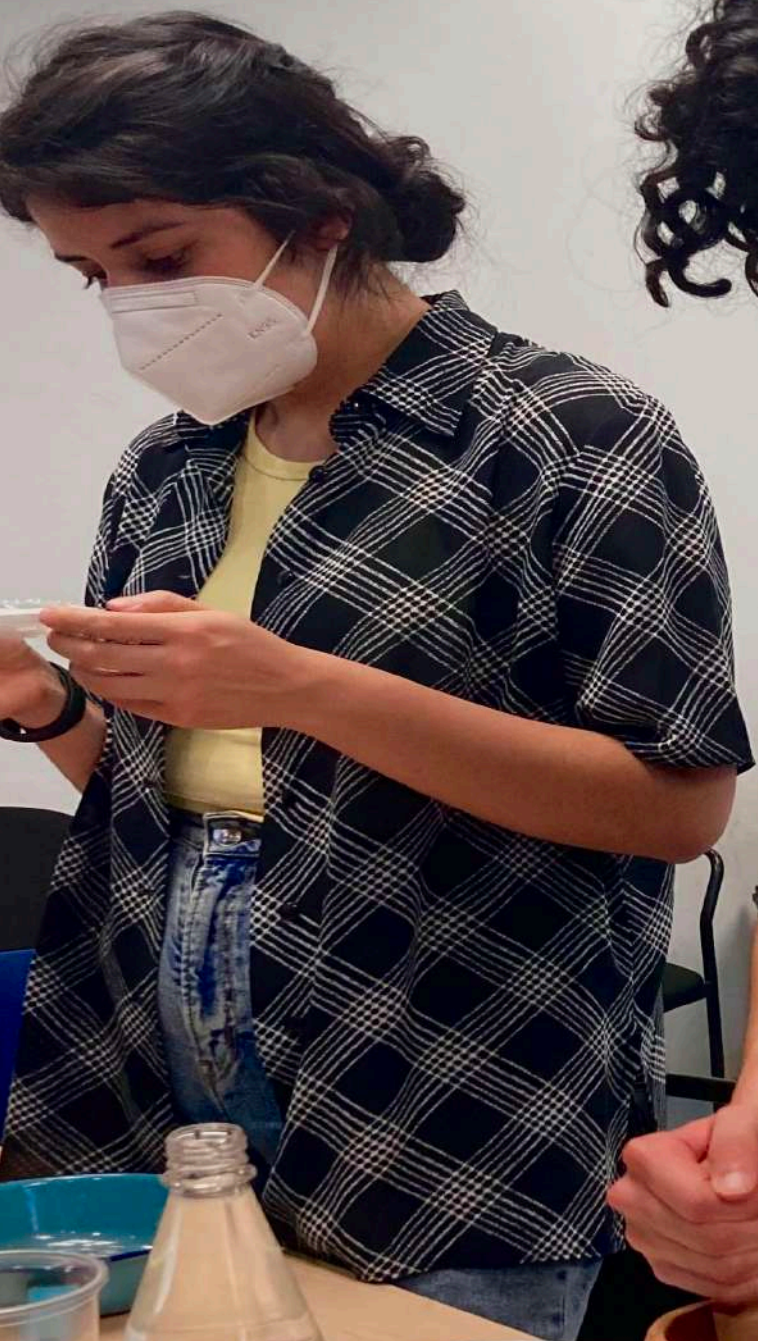
Conclusiones

I Postura Teórica I

- Analizando las posturas análogas, laboratorios, plataformas y proyectos al tema de investigación, desde el biodiseño, diseño bio informado, crecimiento. Tomaremos sus procesos metodológicos e información para nuestro proyecto.
- Aplicaremos las metodologías favorables en base a crecimiento, fermentación, cultivo, cocción y obtención de las materias primas orgánicas.
- Utilizan las grandes cantidades disponibles de materia orgánica existente, directamente del entorno donde están parados.
- Todos los laboratorios y proyectos desarrollados son gracias a equipos transdisciplinarios. Por lo tanto, se necesitará trabajar con individuos con conocimientos en biología y biotecnología.
- Para saber la materia prima que generará el biopolímero, se necesita conocer las existencias naturales, vegetales y desechos producidos en él entorno. Así como las técnicas ancestrales que existen.
- El proyecto llegará a una escala local.
- Debido a la realidad Latinoamericana existente, se tomará con principal analogía a Labva, para el desarrollo del proyecto, en base a la generación de biomateriales con Low- Tech, CIY (Cook It Yourself), GIY (Grow It Yourself). Incluyendo a las personas nativas locales y sus procesos ancestrales. Para generar un biopolímero con una singularidad local.
- Como parte de las definiciones de biopolímeros no está consensuada, puede surgir malinterpretación, en algunos casos análogos menciona que su producto o material es compostable en la tierra, sin embargo la definición de compostable va por otro lado, hay que ser muy crítico cuando se tiene la información y realmente analizarla.

**“El diseño crea cultura.
La cultura moldea valores.
Los valores determinan el
futuro”**

- Robert L. Peters



Capítulo IV: Abundancias y aproximaciones

Como se ha abordado en capítulos anteriores, se tiene que ser muy cuidadoso al momento de diseño biomaterial, para causar el menor impacto negativo al medio ambiente y tener la mínima huella de carbono generada. Por este motivo se lleva a cabo el diseño desde la parte de los desechos vegetales, para priorizar el alimento, no competir ante la agricultura y utilizar lo que se está al alcance con la utilización de la menor cantidad de recursos para su extracción.

Para la generación biomaterial, una de las maneras más óptimas de partir es identificar las abundancias del entorno, saber con qué materias primas contamos para tener experimentaciones más pragmáticas.

De esta manera nos enfocaremos en un negocio de comida, a una escala barrial, debido a la cantidad de materia orgánica extraíble, teniendo mayor disponibilidad de elementos para las experimentaciones.

Así mismo se hace de esta manera para que el embalaje producido sea utilizado en el mismo negocio, generando así una economía circular.

I Entorno I



Fig. 55. Negocio. A, Martínez. (2022).



Fig. 56. Entorno. Snazzy Maps. (2022).

Intervendremos a través de un comercio en el nicho de la alimentación barrial y/o local ubicado a pocos metros de distancia de la universidad. Debido a que sus muchos de sus alimentos son frutas y verduras, aunados a crustáceos en su nuevo menú.

Tomando el levantamiento en campo se obtiene la siguiente información.



Camarón

Cantidad: 3kg/semanalmente



Limón

Cantidad: 15kg/semanalmente



Papaya

Cantidad: 17kg/semanalmente



Toronja

Cantidad: 20kg/semanalmente



Naranja

Cantidad: 250kg/semanalmente



Piña

Cantidad: 30kg/semanalmente

I Diagrama de abundacias I

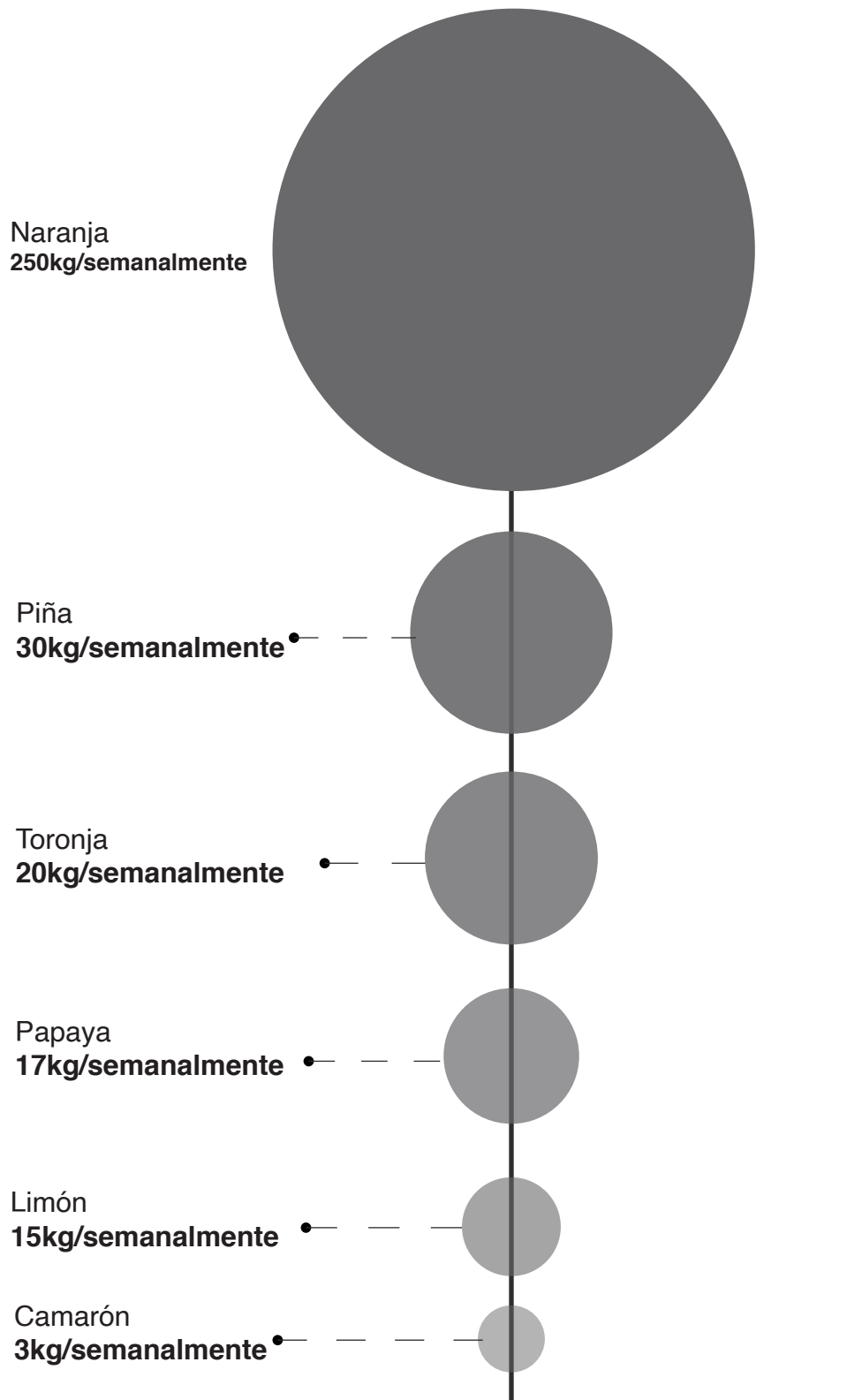


Fig. 57. Diagrama de abundacias. Martínez, A (2022).

I Trazabilidad de materia prima del entorno I

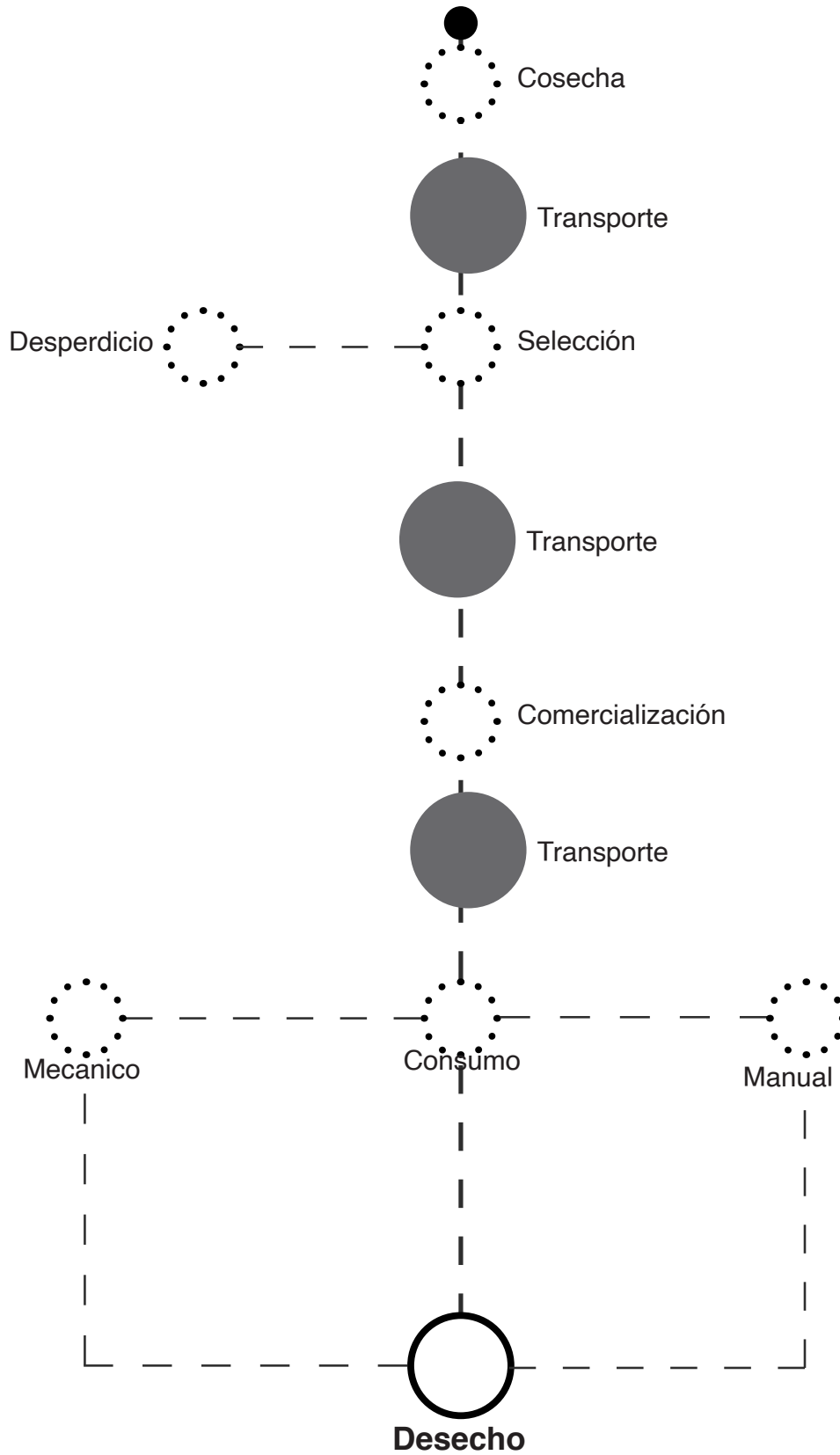


Fig. 58. Trazabilidad II. Martínez, A (2022).

Primeras aproximaciones experimentales

Durante el proceso del proyecto se tuvo la fortuna de un curso en la maestría por parte de Labva, en el cual el autor del documento fue invitado a participar, dentro del curso se llegó a una experimentación con almidón; por las siguientes razones

- Irreversible térmicamente
- Espesante + clarificante + aglomerante
- Gelificación $> 70^{\circ}\text{C}$ y $\text{PH}>3$

Primeramente, tendremos que extraer el almidón de una fuente sustentable, una opción es el hueso del aguacate, con el siguiente proceso.



Rayado de hueso de aguacate



Se agrega agua, hasta asentarse la ralladura



Tamizado solo dejando el líquido

Fig. 59. Extracción de almidón. Martínez, A. (diciembre, 2021).

Realizando una sesión presencial en las instalaciones de la escuela se llegaron a las siguientes aproximaciones.

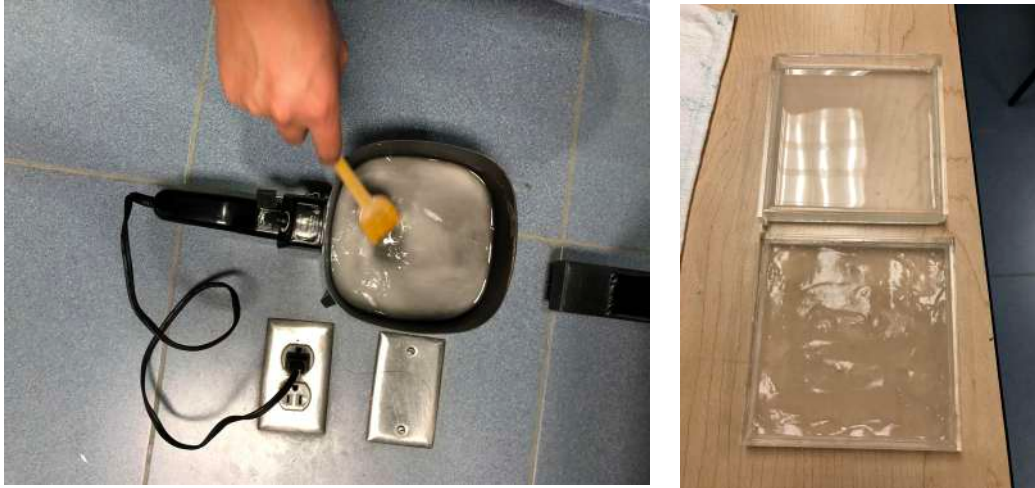


Fig. 60. Primer biopolímero. Martínez, A. (diciembre, 2021).

Posteriormente en casa, se continuó con las experimentaciones, ahora agregando color y textura. En la primera experimentación casera se agregó agua con la pigmentación que generó el hueso, desprendiendo un color que tiende a naranja



Fig. 61. biopolímero naranja. Martínez, A. (diciembre, 2021).

Posteriormente se le agregó más complejidad, añadiendo textura y color; se recolectó hojas de flor de camelina, se realizó una infusión y la misma hoja se deshidrató y trituro para agregarlo al biofilm.



Fig. 62. Infusión de camelina. Martínez, A. (diciembre, 2021).



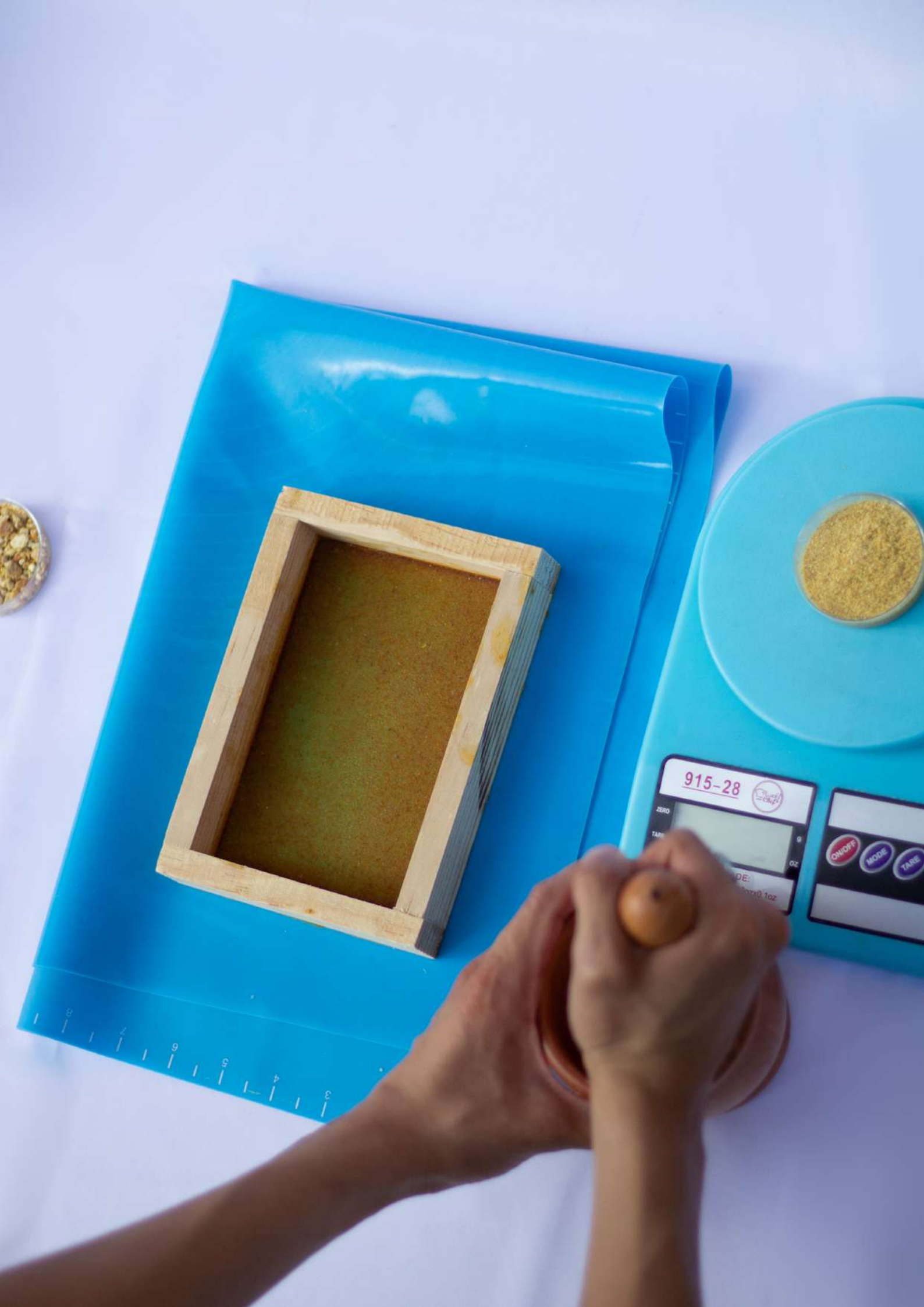
Fig. 63. Molienda de hoja de camelina. Martínez, A. (diciembre, 2021).

I Conclusiones I

- Con esta lógica material se tendrá un producto con el menor grado de huella de carbono posible.
- No se competirá en lo absoluto a la agricultura para la generación material.
- La materialidad que se generé tiene una gran posibilidad de ser un biomaterial estandarizado, debido a que está hecho de materia prima que cuentan diversas regiones.
- Se tiene un panorama aplicativo bastante favorable para la creación y materialización en base a los fundamentos teóricos que se han venido en desarrollo del documento.
- Se utilizará la menor cantidad de recursos posibles para llevar a cabo las experimentaciones.
- Estas abundancias están condicionadas en base a la factibilidad y éxito de las experimentaciones.
- Se necesita una gran cantidad de huesos de aguacate (que en casa no se producen) para generar pocos gramos de almidón, se analizarán alternativas para la extracción del mismo.
- Para un mejor desempeño en las experimentaciones se necesitan herramientas como morteros, moldes, mesa de trabajo, bascula gramera, etcétera. Se empezará a comprar dichos materiales para mejores resultados.
- Se perfeccionarán las recetas en base a iteraciones para proceder a modificarlas y adaptarlas a las necesidades que se requieran
- Aproximaciones a especulaciones sobre objetos o elementos de utilidad.

**“Lo que escucho lo olvido
lo que veo lo recuerdo
lo que hago lo entiendo”**

- Confucio (551a.C.-479 a.C)



915-28

ZERO
TARE
MODE:
0.0000 1oz

ON/OFF
MODE
TARE

8
7
6
5
4
3

Capítulo V: Experimentación

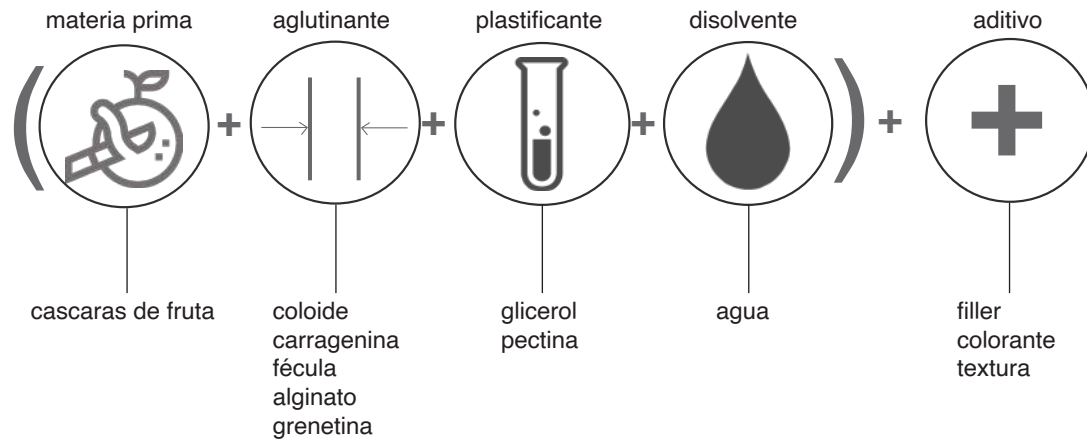
En el presente capítulo se plasmará los principios y teoría que hemos visto anteriormente.

Primero aplicaremos el método de **Bruno Munari**, para llegar a un material con aproximaciones óptimas una vez teniendo el material se aplicará la metodología **Material Driven Design**.

El alcance del proyecto y las abundancias del comercio local acota a solamente desarrollar la experimentación en base a la cáscara de naranja.

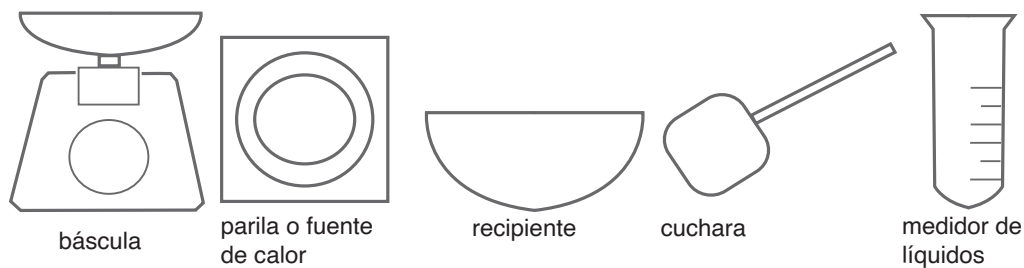
Finalizando el Material Driven Design llegaremos a algunas especulaciones de productos en las que se pueden emplear el material.

I ¿Cómo se hace un bioplástico? I

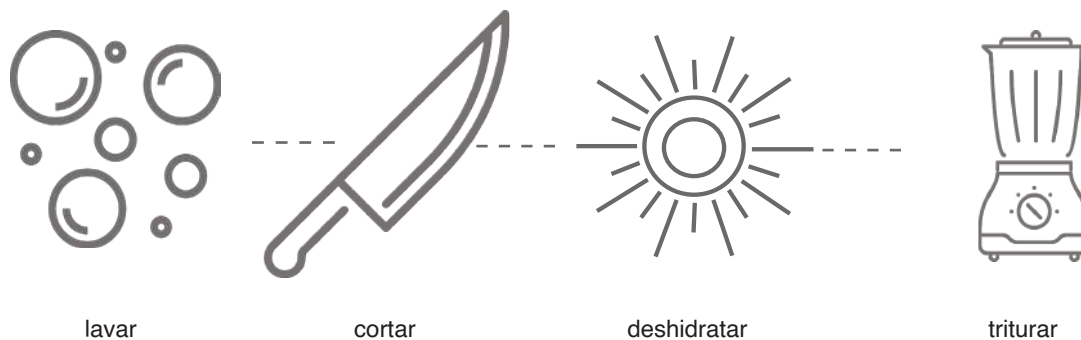


La glicerina proveniente de fermentación vegetal es transparente, líquida e incolora y crea la plasticidad al material; menos glicerina crea un objeto más débil pero más duro, mayor glicerina crea un objeto más flexible y suave. Se pueden generar diferentes durezas y elasticidades en relación a las cantidades de aglutinante, plastificantes y agua dentro de la mezcla. Se puede cambiar la opacidad y generar espuma soplando aire dentro de la mezcla. (Davis, C. 2017).

I Herramientas I



I Preparación de la materia prima I



I Proceso de cocción y secado I

El área de trabajo debe estar limpia y ordenada, teniendo las herramientas y materiales lo más a la mano posible.

- Primero mezclar el agua con el aglutinante en frío
- Calentar gradualmente
- Agregar glicerina y materia prima cuando la mezcla este homogenea
- Continuar mezclando hasta que se vea una mezcla más blanca
- Vaciar el contenido en molde de plástico, cristal o aluminio

El proceso de secado depende de varios factores, desde la cantidad de agua, glicerina y aglutinante colocados en la mezcla. El espesor del producto y la temperatura y humedad del espacio donde se realiza el proceso de secado. Para hacer el proceso más idóneo es despegarlo a la semana de estar en el molde para que no se fracture y tenga una forma más definida, de manera contraria, desmoldar a los dos o tres días para dejar que el aire pase y adquiera una forma irregular

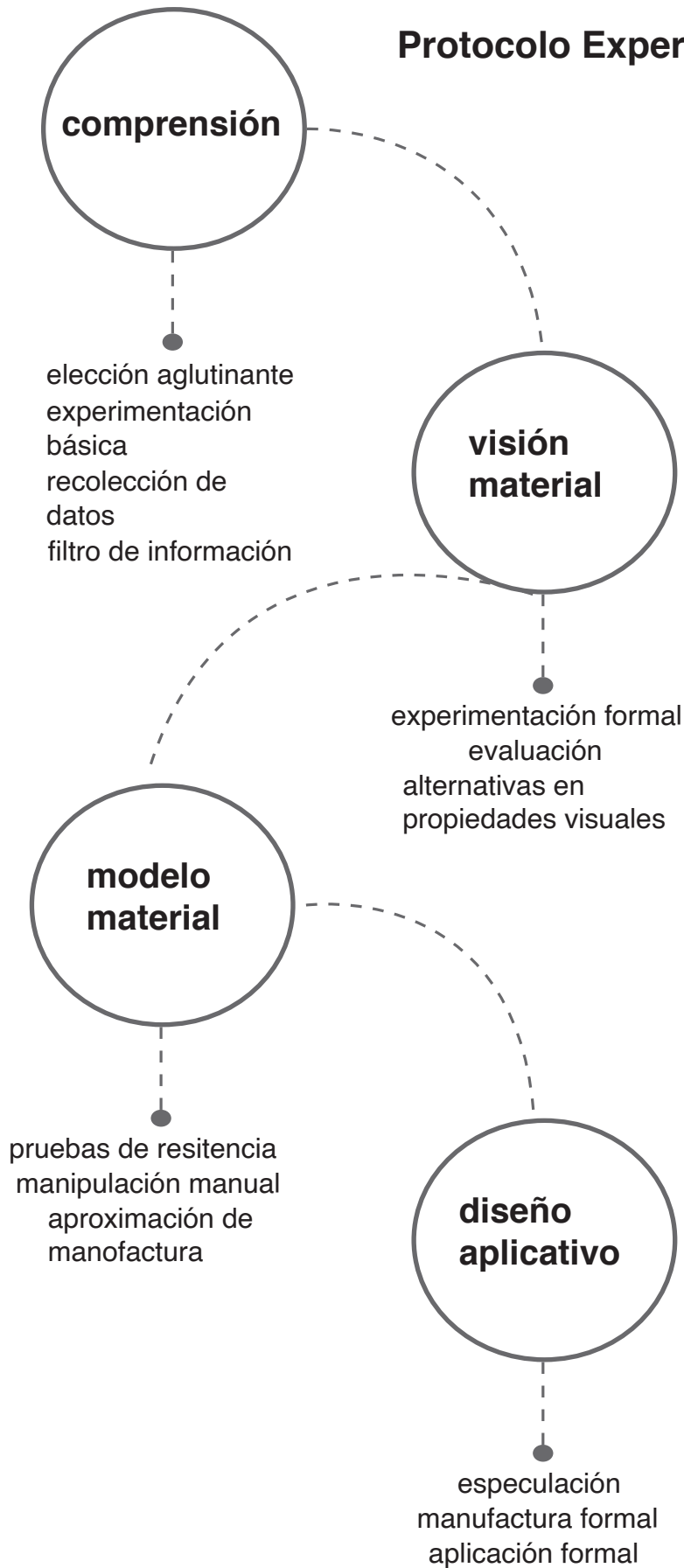


Fig. . Protocolo Experimental. Martínez, A. (2022).

I Generación Material I

Transformación de una naranja a un biofilm

Para poder comenzar la experimentación y dar inicio a la generación material se revisó exhaustivamente diversas fuentes de información como tesis del extranjero, tesis de la maestría de la facultad (MDA), publicaciones de laboratorios “Open Source”, etcétera.

Antes que nada, se debe preparar la fruta y poder utilizarlo como materia prima en la generación material; con las siguientes acciones.



Fig. 64. Lavado.
Martínez, A. (2022).



Fig. 65. Cortado.
Martínez, A. (2022).



Fig. 66. Secado.
Martínez, A. (2022).

lavado ● - - - - - cortado ● - - - - - deshidratación



Fig. 67. Triturado.
Martínez, A. (2022).



Fig. 68. Polvo.
Martínez, A. (2022).

triturado ● - - - - - 2 cualidades en polvo

En base a lecturas, en especial la tesis de Ilaria Martina del Politecnico de Milano; comenta que las cáscaras o pedazos grandes de material provoca agujeros en el biofilm, debido a esto utilizaremos el polvo tamizado con la granulometría más fina.

A continuación se ilustra por medio de imágenes y recetas las iteraciones realizadas.

1° Experimentación I Inicio Experimental I

28-03-2022

Para el punto de partida las condicionantes para generar la primera receta fue el tamaño del molde y la cantidad de agua, los demás ingredientes fue en proporción de manera de prueba, esto con la finalidad de observar comportamiento de la primera muestra.

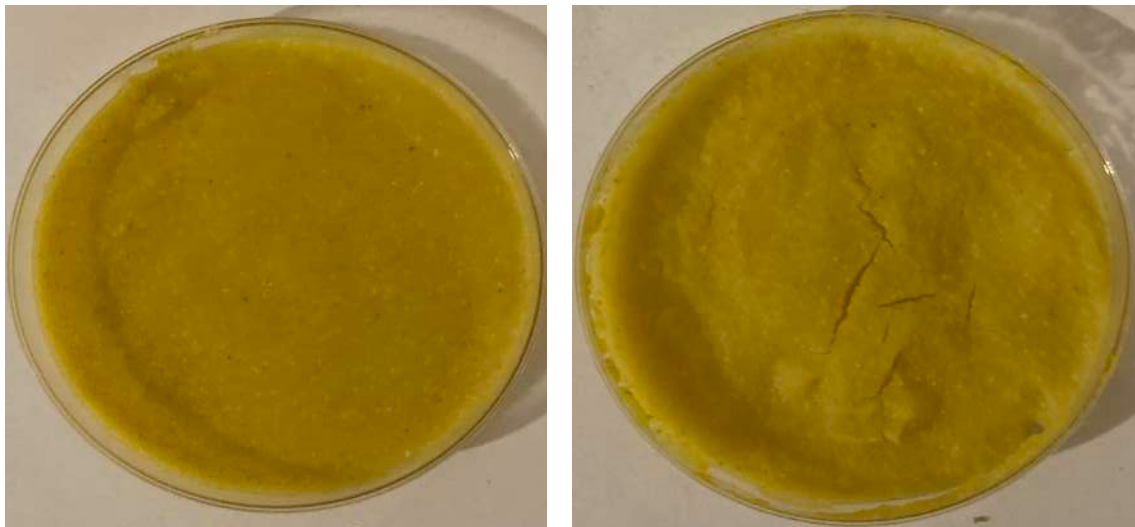


Fig. 69. Experimento 1. Martínez, A. (2022).

- 40ml Agua
- 4gr Polvo de Naranja
- 0.4ml Glicerina
- 40ml Agua
- 40gr Polvo de Naranja
- 0.4ml Glicerina
- 2gr almidón de papa



Fig. 70. Experimento 1. Martínez, A. (2022).

- 50ml Agua
- 5gr Polvo de Naranja
- 0.5 ml Glicerina
- 50ml Agua
- 10gr Polvo de Naranja
- 0.5 ml Glicerina
- 40ml Agua
- 4gr Polvo de Naranja
- 0.5 ml Glicerina

Las muestras obtenidas nos arrojan iteraciones con las siguientes características:

- Largo tiempo de secado
- Deshidratación (se rompen en pequeños trozos)
- Generan moho
- No se aglutina

2° Experimentación

I Secado, plastificación, limpieza I

21-04-2022

Para potencializar el secado se elaboraron muestras de menor espesor, y descubiertas para permitir el paso del aire y expuestas al sol, colocando una malla para impedir el paso de insectos.

Se agregó bicarbonato haciendo un mezcla ácida, comportándose como fungicida y vinagre para controlar la descomposición.

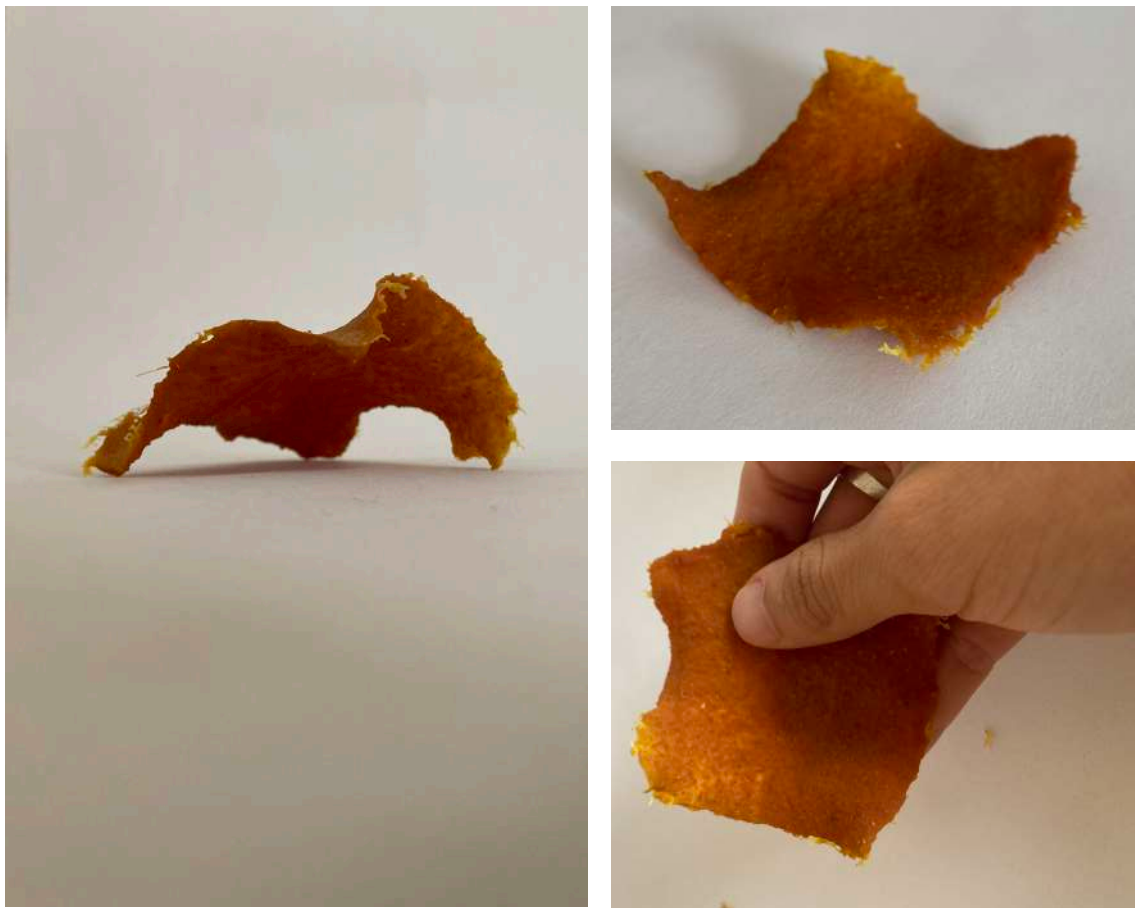


Fig. 71. Experimento 2. Martínez, A. (2022).

- 40 ml Agua
- 5gr Polvo de Naranja
- 1.2 ml Glicerina
- 2.5 gr Almidón de papa
- 0.5ml de vinagre
- 1gr de Carbonato

Los resultados obtenidos fueron más favorables, sin embargo existen diversos factores que aún no hacen un biofilm óptimo.

- Doblez en esquinas
- Fractura
- > Dureza
- < Flexibilidad

El proceso de secado fue directamente a la luz solar, lo cual se intuye que el sol está dañando la muestra, debido a la temporada de primavera.

3° Experimentación

I Secado, plastificación, flexibilidad I

29-04-2022

El sol dañó mucho al material, ahora se dejó secar bajo un espacio interior de igual manera descubierto y con una malla encima

Se probó el trabajar con grenetina y almidón de papa. **La grenetina desarrolló mejores características físicas y mecánicas.**

Se continúa iterando con las cantidades de polímero (cáscara de naranja) y glicerina.



Fig. 72. Experimento 3. Martínez, A. (2022).

- 40 ml Agua
- 5gr Polvo de Naranja
- 1.0 gr Bicarbonato
- 0.5 ml Vinagre
- 1.2 ml Glicerina
- 2.5 gr Grenetina

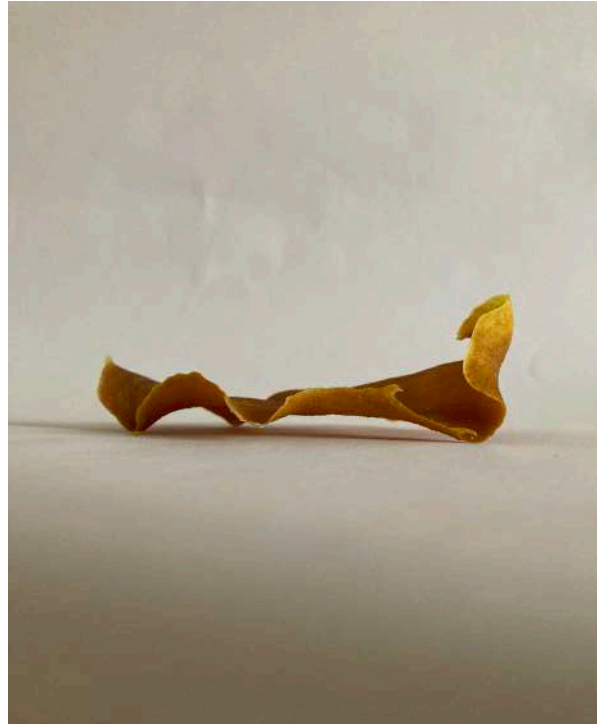


Fig. 73. Experimento 3.2. Martínez, A. (2022).

- 40 ml Agua
- 5gr Polvo de Naranja
- 1.0 gr Bicarbonato
- 0.5 ml Vinagre
- 1.4 ml Glicerina
- 3 gr Grenetina



Fig. 74. Experimento 3.3. Martínez, A. (2022).

- 40 ml Agua
- 5gr Polvo de Naranja
- 1.0 gr Bicarbonato
- 0.5 ml Vinagre
- 1.0 ml Glicerina
- 2.5 gr Grenetina

En las experimentaciones previas se logra un progreso en la materialidad, al tener muestras más consistentes a causa de cambiar el aglutinante, se cambió por grenetina y las cantidades respecto al almidón son las mismas.

Se hicieron pruebas aumentando la cantidad de glicerina, sin embargo ésta continúa doblándose y con un grado de dureza alto, lo cual no permite la manipulación del biofilm.

Se tuvo una respuesta positiva al dejarlas secar en espacio interior, el sol no las dañó y el tiempo de secado fue relativamente rápido (24 horas aproximadamente).

La muestra con mejor comportamiento fue la que tuvo una cantidad de glicerina.

4° Experimentación

I Secado, plastificación, flexibilidad I

06-05-2022

Se cambió el aglutinante a grenetina, ajustando cantidades de la misma y demás componentes, utilizando otra granulometría de polímero.



Fig. 75. Experimento 4. Martínez, A. (2022).

- 40 ml Agua
- 07gr Polvo de Naranja
- 1.0 gr Bicarbonato
- 0.5 ml Vinagre
- 1.4 ml Glicerina
- 2.5 gr Grenetina



Fig. 76. Experimento 4.1. Martínez, A. (2022).

- 40 ml Agua
- 5gr Polvo de Naranja
- 1.0 gr Bicarbonato
- 0.5 ml Vinagre
- 1.4 ml Glicerina
- 2.0 gr Grenetina

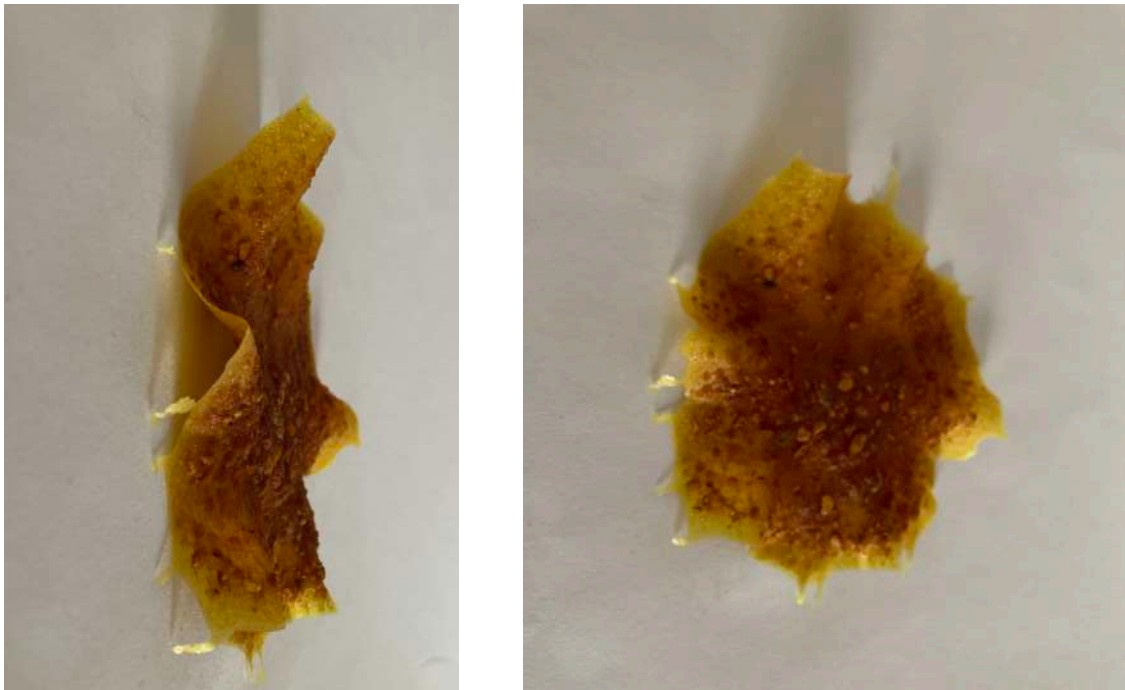


Fig. 77. Experimento 4.2. Martínez, A. (2022).

- 40 ml Agua
- 5gr Polvo de Naranja
- 1.0 gr Bicarbonato
- 0.5 ml Vinagre
- 1.4 ml Glicerina
- 2.0 gr Grenetina



Fig. 78. Experimento 4.3. Martínez, A. (2022).

- 40 ml Agua
- 07gr Polvo de Naranja
- 1.0 gr Bicarbonato
- 0.5 ml Vinagre
- 1.4 ml Glicerina
- 3.0 gr Grenetina



Fig. 79. Experimento 4.4. Martínez, A. (2022).

- 40 ml Agua
- 07gr Polvo de Naranja
- 1.0 gr Bicarbonato
- 0.5 ml Vinagre
- 1.4 ml Glicerina
- 3.0 gr Grenetina

Se obtienen resultados con mayor plasticidad, favoreciendo la etapa de experimentación.

Sin embargo, no tiene una morfología definida, y cuentan con muchos dobleces, lo que hace la dificultad el poder emplearlo hacia un producto o un material formal.

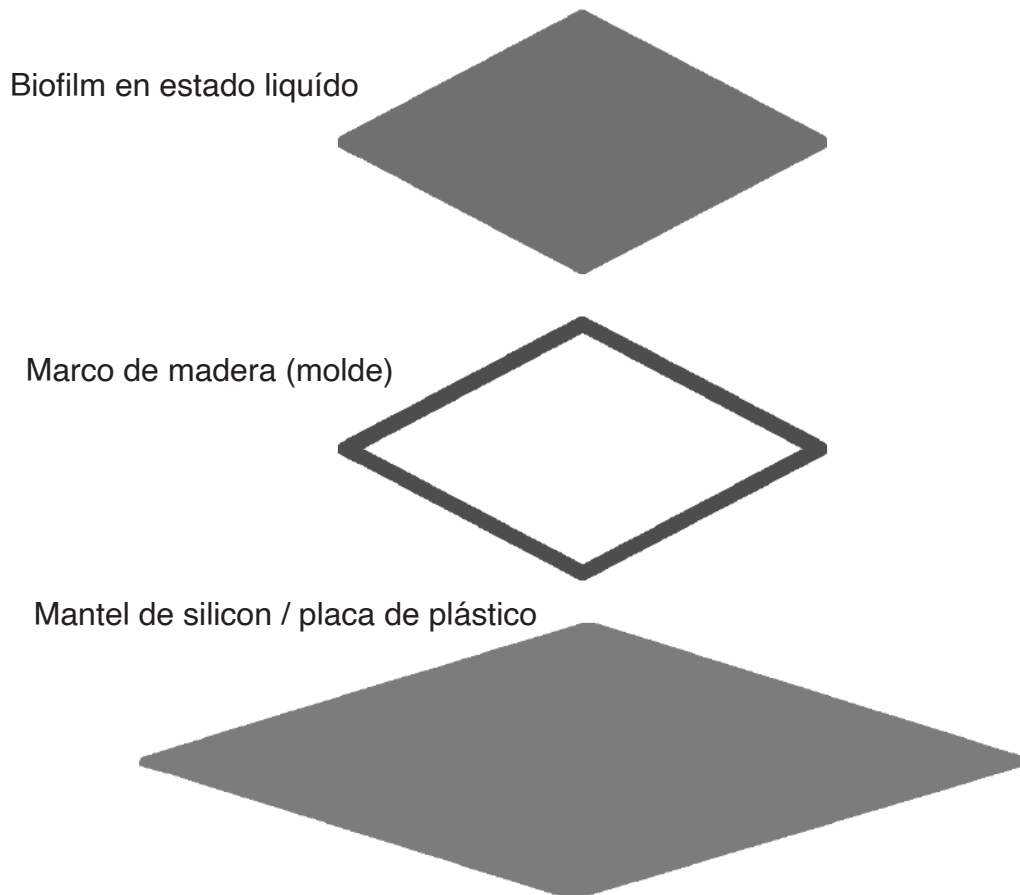


Fig. .80 Diagrama de moldeo 1. Martínez, A. (2022).

5  Experimentación

I Aglutinante, plastificación y morfología I

01-05-2022

Se cambio el aglutinante ideal a grenetina, ajustando cantidades de la misma y demás componentes, utilizando otra granulometria de polimero. Aunado a un proceso de moldeo, para tener una morfología más consistente



Fig. 81. Experimento 5. Martínez, A. (2022).

- 40 ml Agua
- 5gr Polvo de Naranja
- 1.0 gr Bicarbonato
- 0.5 ml Vinagre
- 3.5 ml Glicerina
- 2.5 gr Grenetina



Fig. 82. Experimento 5.1. Martínez, A. (2022).

- 40 ml Agua
- 5gr Polvo de Naranja
- 1.0 gr Bicarbonato
- 0.5 ml Vinagre
- 4.0 ml Glicerina
- 2.5 gr Grenetina



Fig. 83. Experimento 5.2.
Martínez, A. (2022).

- 40 ml Agua
- 5gr Polvo de Naranja
- 1.0 gr Bicarbonato
- 0.5 ml Vinagre
- 4.5 ml Glicerina
- 2.5 gr Grenetina



Fig. 84. Experimento 5.3.
Martínez, A. (2022).

- 40 ml Agua
- 5gr Polvo de Naranja
- 1.0 gr Bicarbonato
- 0.5 ml Vinagre
- 5.0 ml Glicerina
- 2.5 gr Grenetina



Fig. 85. Experimento 5.4.
Martínez, A. (2022).

- 40 ml Agua
- 5gr Polvo de Naranja
- 1.0 gr Bicarbonato
- 0.5 ml Vinagre
- 5.5 ml Glicerina
- 2.5 gr Grenetina



Fig. 86. Experimento 5.5.
Martínez, A. (2022).

- 40 ml Agua
- 5gr Polvo de Naranja
- 1.0 gr Bicarbonato
- 0.5 ml Vinagre
- 6.0 ml Glicerina
- 2.5 gr Grenetina

Se cambió el aglutinante a grenetina, sabiendo que los almidones son más preferidos por la industria, sin embargo, **nos dio mejores resultados el trabajar con la grenetina**. En fases futuras (fuera del alcance de este proyecto) que se tenga mayor control experimental se harán pruebas con almidones.

Los resultados obtenidos han arrojado características sobresalientes, el emplear los moldes y aumentar las cantidades de glicerina favoreció las iteraciones.

Ahora se tienen biofilms de características físicas y mecánicas positivas para desarrollar productos.

Las muestra realizadas son de 15cmX10cm, ahora se elevará la escala de muestra a un biofilm de 60cmX30cm para poder especular de mejor manera.

6° Experimentación I Crecimiento I

20-05-2022

Para desarrollar un producto a través de un biofilm es necesario una muestra de mayor tamaño, por este motivo es que se escala al siguiente desafío. Lo que demandará controlar mejor la parte de cantidades mezcla, moldeado, secado, etcétera.

Se obtuvo un biofilm con algunas perforaciones debido a dobleces del mantel de silicona (superficie donde se pone a secar).

Se buscará la manera de generar un molde con la superficie consistente para un biofilm de gran formato, con una superficie lisa y sin agujeros.



Fig. 87. Experimento 6. Martínez, A. (2022).

- 480 ml Agua
- 36gr Polvo de Naranja
- 12 gr Bicarbonato
- 6.0 ml Vinagre
- 48 ml Glicerina
- 24 gr Grenetina

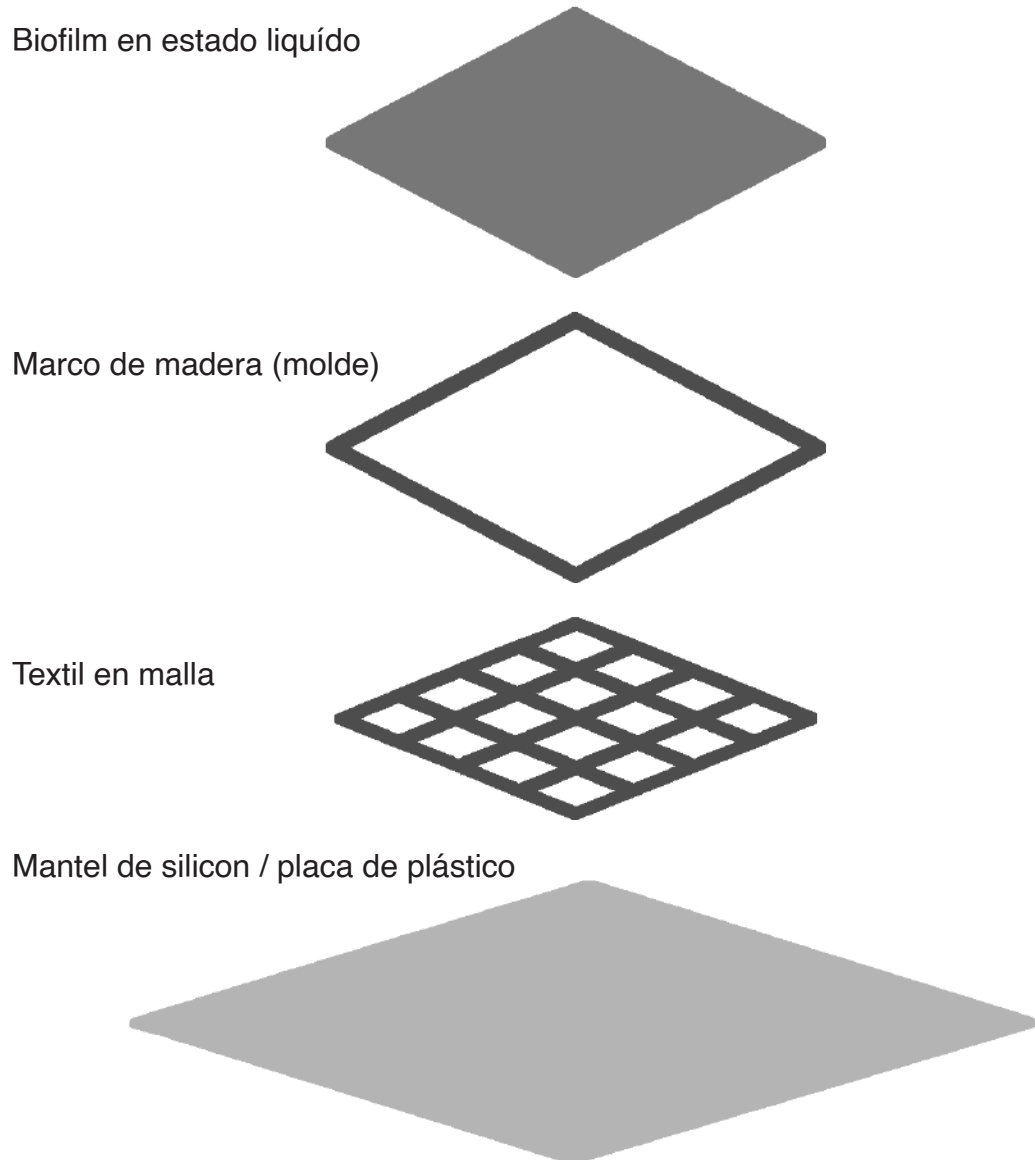


Fig. 88. Diagrama de moldeo 2. Martínez, A. (2022).

7° Experimentación I Mejoramiento en caracterización física I

15-06-2022

El mejoramiento de la caracterización física de esta prueba se obtuvo cambiando la base de asentamiento (placa de plástico) y el textil en malla. Desarrollando mejor resistencia a tensión y generando un biofilm uniforme sin agujeros y más consistente (Ver diagrama de modelo 2).



Fig. 89. Experimento 7. Martínez, A. (2022).

- 480 ml Agua
- 36gr Polvo de Naranja
- 12 gr Bicarbonato
- 6.0 ml Vinagre
- 48 ml Glicerina
- 24 gr Grenetina

Conclusiones Experimentales

- Los factores climáticos como la temperatura, asoleamiento y humedad influyen demasiado en el tiempo de deshidratación de las cáscaras y el secado del biofilm.
- Los almidones son los preferidos por la industria, sin embargo, para tener mejor control de ellos se necesita de un nivel de experiencia más alto.
- Se utilizó la grenetina como el aglutinante ideal debido a que fue el ingrediente más noble y sencillo con el que se tuvieron muestras con mayor éxito.
- Utilizar molde fue de gran ayuda al generar muestras de tamaño y forma con mayor métrica.
- Se trabaja de mejor manera el utilizar el polvo de la cáscara de la naranja que con los pequeños sólidos que quedan al molerse, debido a que se genera un material más compacto y después de tiempo donde quedan las hojuelas se generan agujeros.
- No dejar tanto tiempo sumergida la cáscara bajo el agua, debido a que tarda más tiempo en deshidratarse, y no lo hace de la mejor manera.
- Finalmente se determina que la mejor manera como presentación del material es un biofilm, para posteriormente poder emplearlo en la aplicación de un producto.
- El hacer un biofilm de grandes dimensiones genera mayor desafío del control de los elementos y del proceso.
- La malla fue de excelente ayuda al mejorar la propiedades del biofilm, con grandes virtudes y sin tener efectos secundarios.
- Cuando se va a colocar en molde, es preferible no poner tan caliente la mezcla del biofilm (en estado líquido), es preferible esperar unos minutos (En tamaños grandes, las muestras pequeñas no existe problema).



Capítulo VI: Aplicación de Material Driven Design

Retomando sobre el Material Driven Design, es un método de diseño material contemporáneo, propuesto por Material Experience Lab y su directora Elvin Karana.

Es un método no lineal en el cual el diseñador y personas externas interactúan con el material.

Principalmente se va informando al diseñador desde la parte de la caracterización física, mecánica y las capacidades sensoriales que despierta en las personas.

Se ejecuta este proceso para averiguar las capacidades sensoriales que tenga nuestro material y tener un trabajo y experimentación más íntegro.

Compresión del material

La muestra examinada se sumergió en un vaso de agua durante más de 48 hrs, poco más de dos días.

Determinado que no absorbe el líquido inmediatamente, sin embargo, con el paso del tiempo va perdiendo sus propiedades.

Pierde su color y se vuelve viscosa al tacto, aunado a que disminuye su espesor.

Suelta partículas de grenetina, así como intensifica los aromas a fruta (naranja).

Con estas pruebas se determina que en el contacto continuo con el agua, el material se biodegrada, teniendo la capacidad de auto desvanecerse.



Fig. 90. Compresión material 1. Martínez, A. (2022).



Fig. 91. Compresión material 2. Martínez, A. (2022).



Fig. 92. Compresión material 3. Martínez, A. (2022).

Caracterización técnica

El corte que se le aplicó al material fue a través de tijeras. Resultando muy sencillo el hacerlo, la fuerza que se utilizó para cortar es muy relativa al papel. Aproximadamente con un espesor de 1mm. El material no se desmorona al pasar las cuchillas.

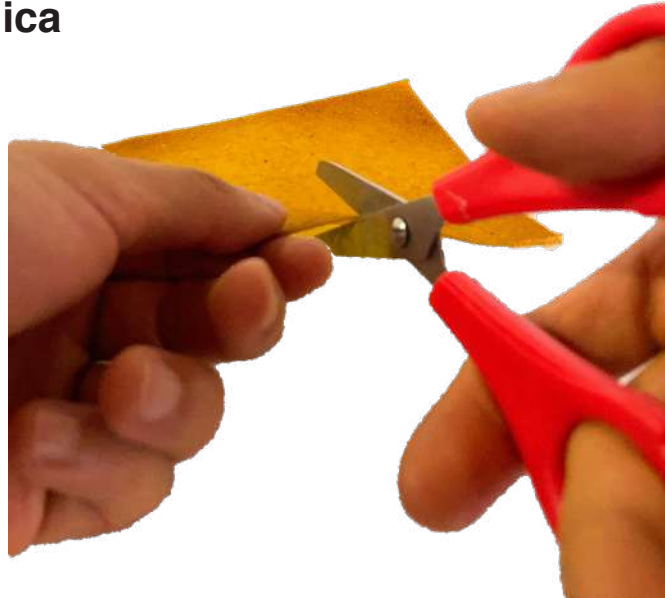


Fig. 93. Corte tijeras. Martínez, A. (2022).

Como se puede ver en las imágenes se pueden obtener diversa figuras geométricas, con tan solo aplicar corte con tijera



Fig. 94. Corte geométrico. Martínez, A. (2022).

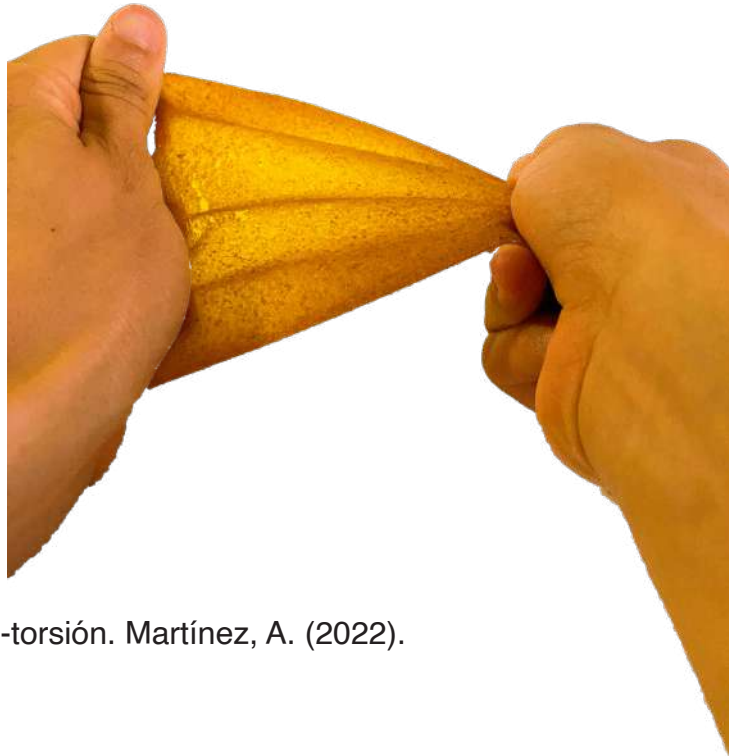
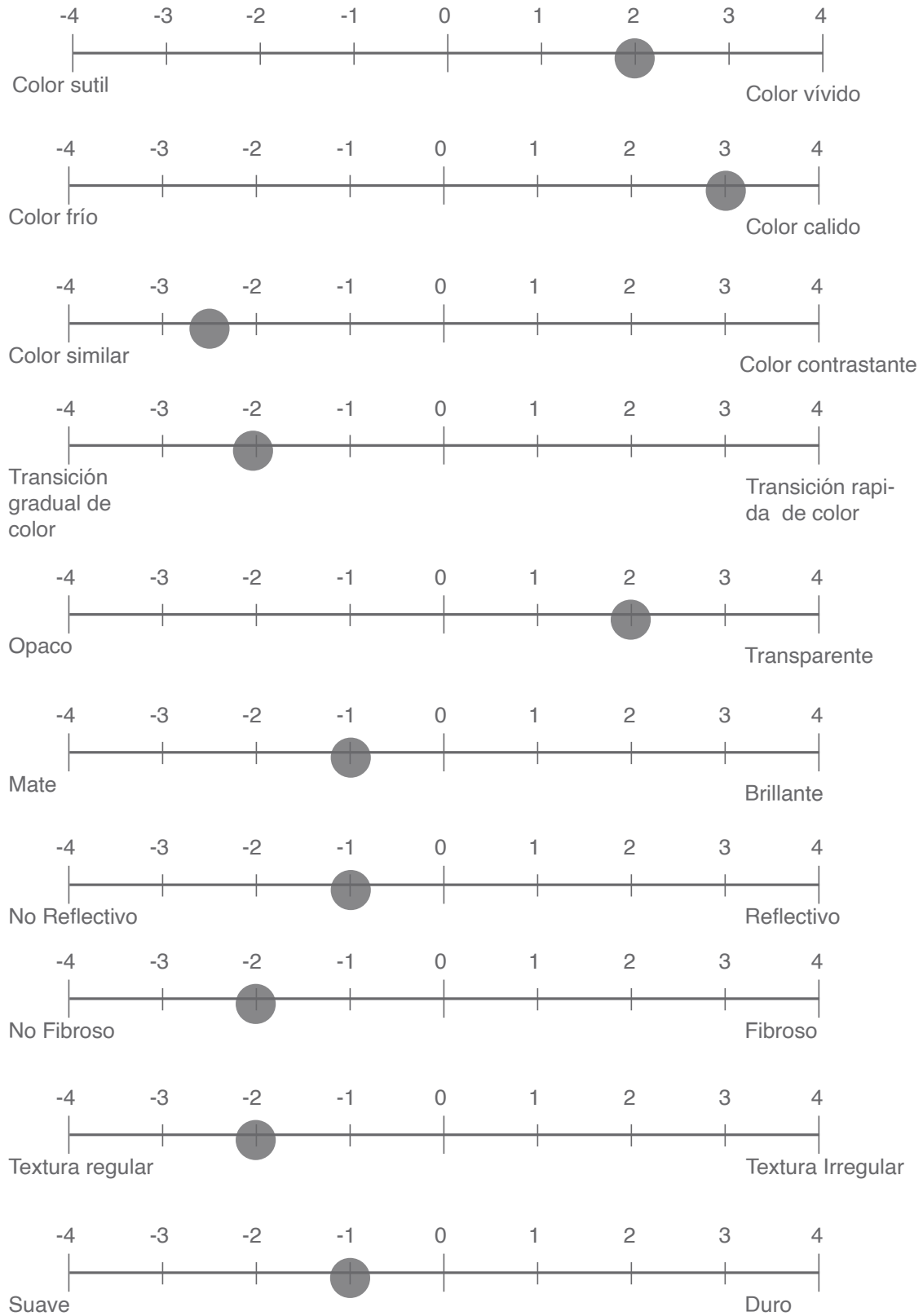


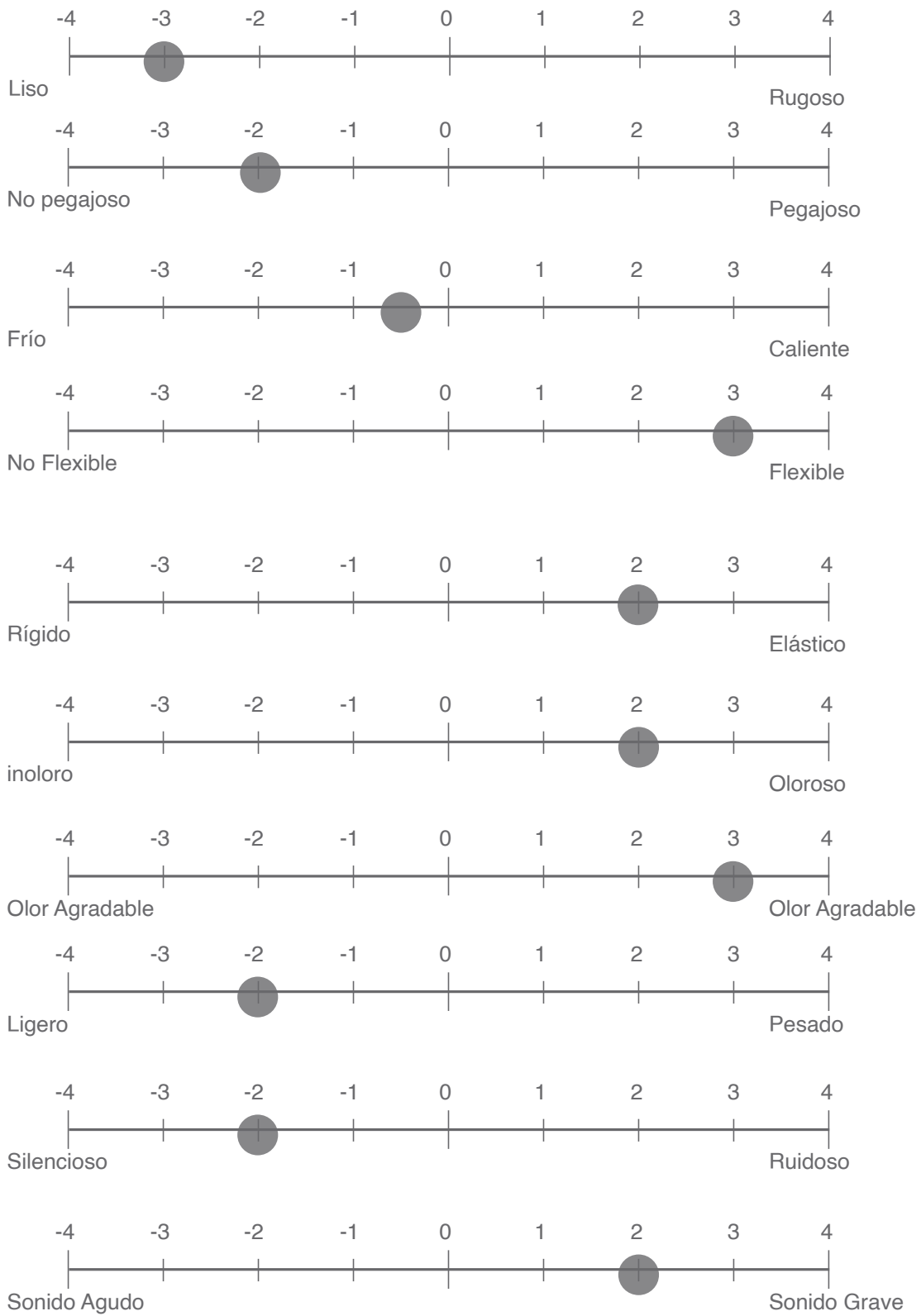
Fig. 95. Flexo-torsión. Martínez, A. (2022).



Fig. 96. Presión. Martínez, A. (2022).

Experiencias Sensoriales





Capítulo VII: Escenarios Especulativos

En base a las experimentaciones y caracterización del material es que se está llegando a los escenarios aplicativos.

Las especulaciones mostradas a continuación se aproximan a las posibilidades morfológicas del material, que en este caso es a través de una lámina la cual se pueden formar diversos objetos.

Los escenarios a continuación es el potencial que se le encuentra al trabajar a la cáscara de naranja como materia prima; y bajo las problemáticas anteriormente habladas funcione de manera alterna y así poder tener productos de menor huella ecológica.

Sin embargo, esto no limita las aproximaciones del material, solamente es la visión del diseñador en base a sus conocimientos actuales, varios diseñadores pueden generar diversas propuestas o el mismo diseñador con una mayor investigación y conocimiento del mismo.

En base al proceso de moldeo es que se pudo llegar de una manera pragmática a la siguiente especulación.

Consiste en un marco de iluminación de luz indirecta con la pared del material que se diseñó.

Puede ser colocado como iluminación en una mesa de noche, ideal para recamaras.



Fig. 97. Marco muestra. Fernández, A. (2022).

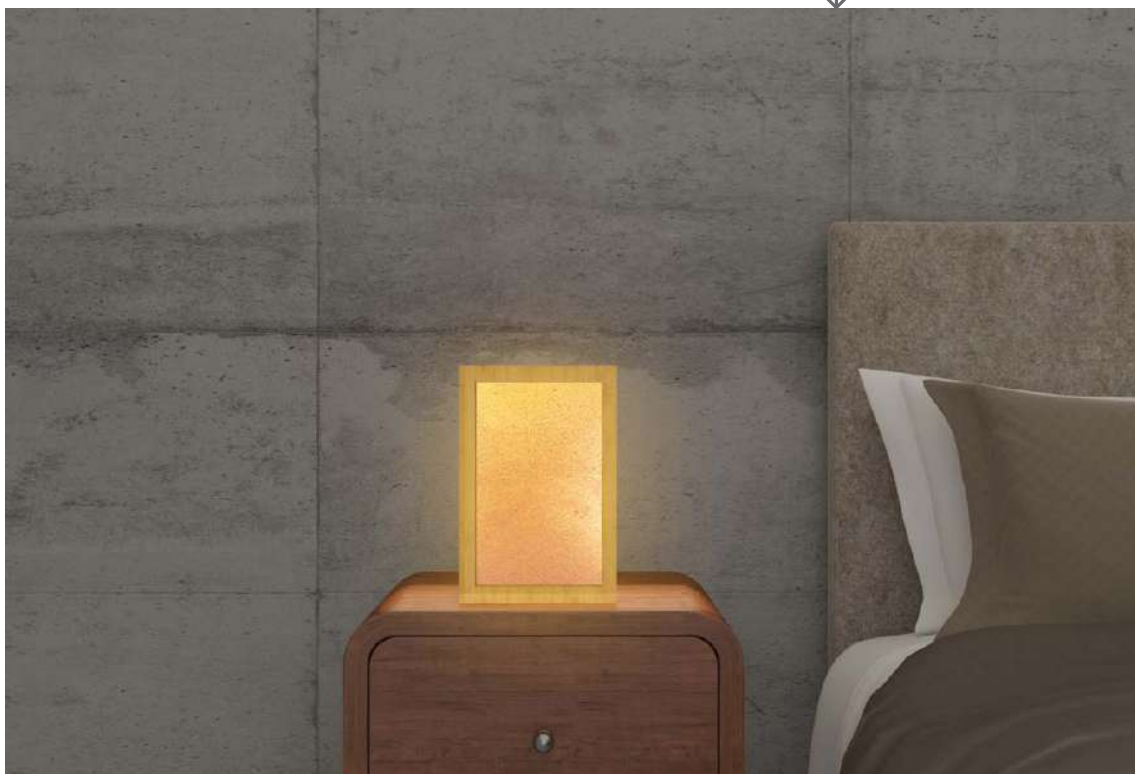


Fig. 98. Marco de iluminación 1. Martínez, A. (2022).



Fig. 99. Marco de iluminación 2. Martínez, A. (2022).

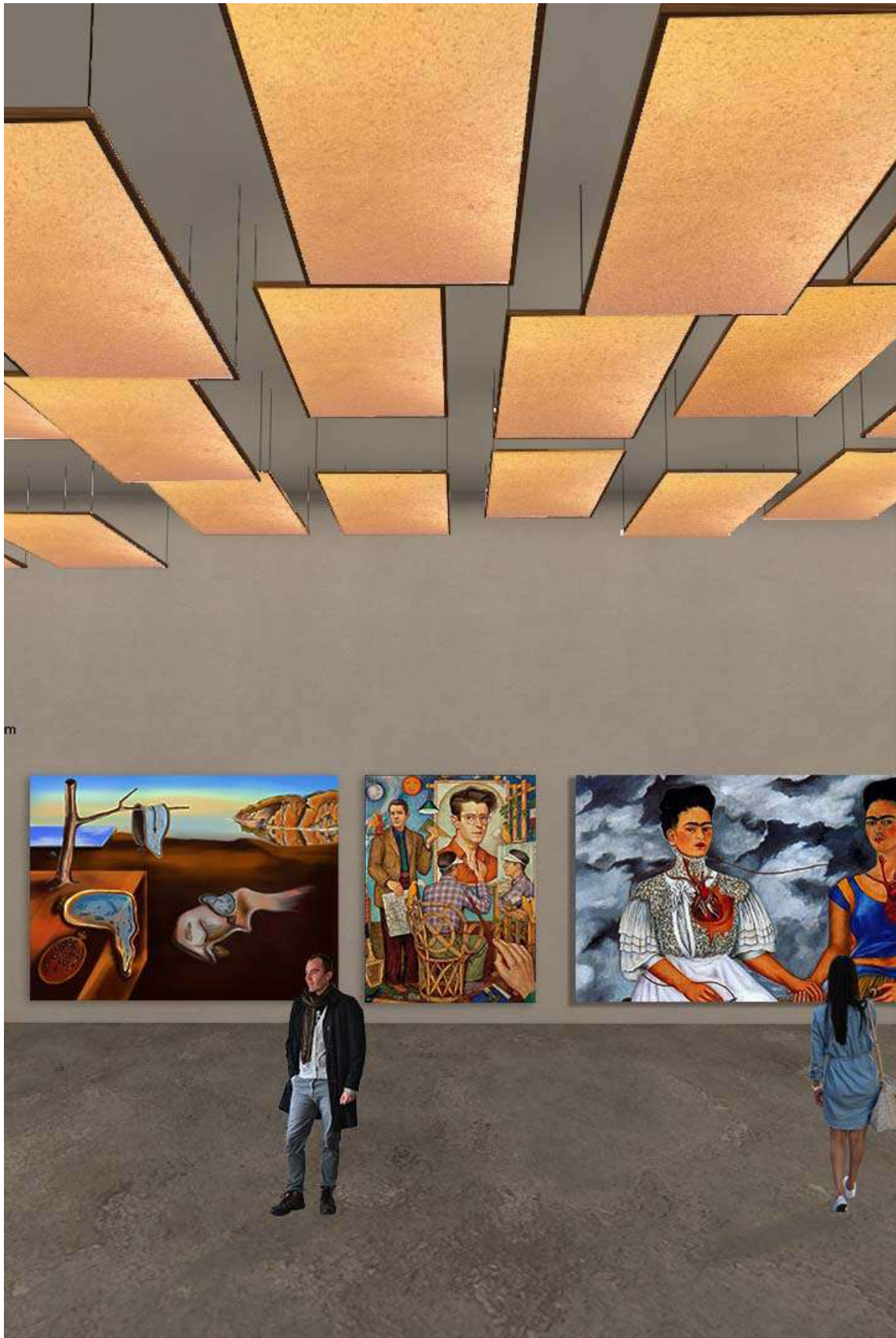


Fig. 100. Plafonería. Martínez, A. (2022).



Fig. 101. Embalaje alimenticio. Make material sense (2019).

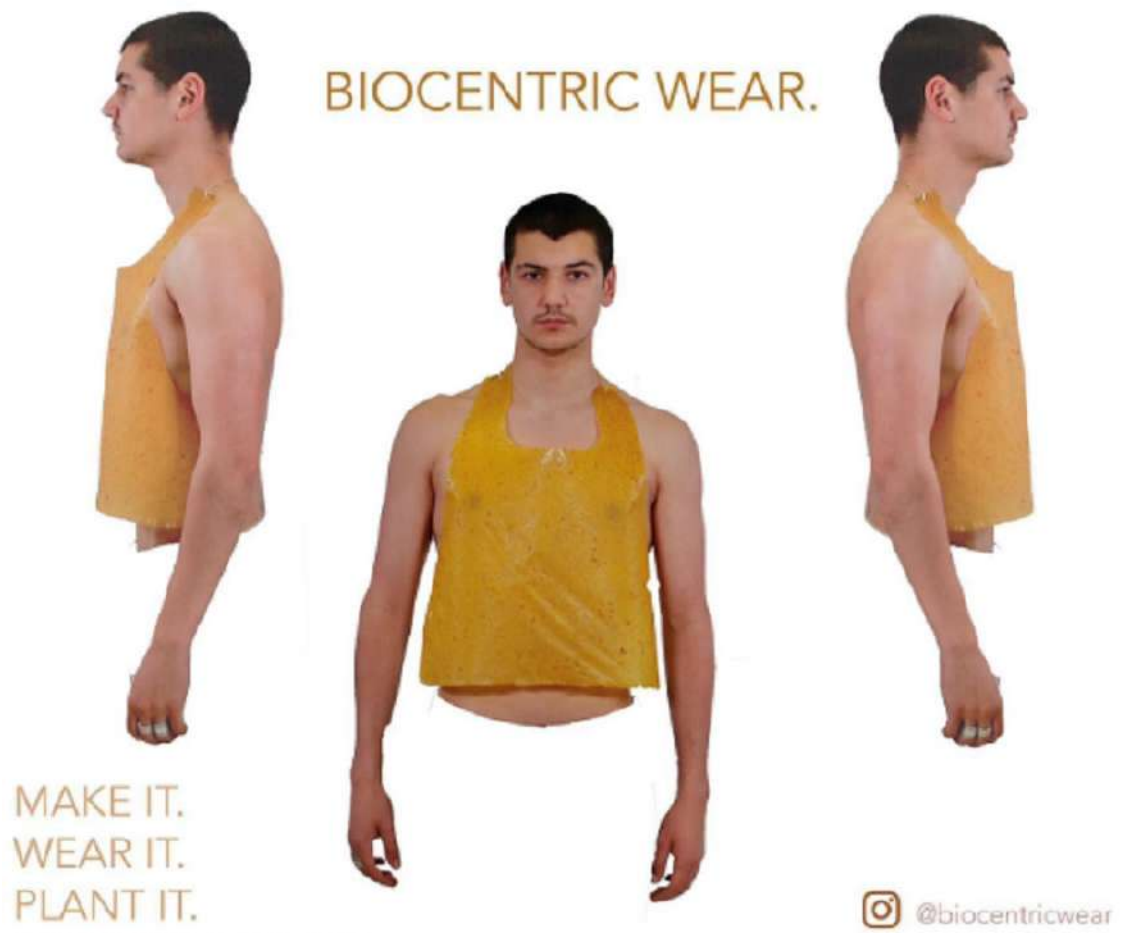


Fig. 102. Biofilm en la moda. Biocentric Wear (2021).



Fig. 103. Exposición de sensibilización. Martínez, A (2022).



Fig. 104. Packaging. Fernández, A (2022).

I Conclusiones Finales I

- La caracterización técnica de Demetérial se aproxima a las propiedades de los plásticos de un solo uso.
- Para realizarse en el futuro el reemplazo de los plásticos provenientes de los hidrocarburos se necesita de personas y/o equipos expertos en temas más complejos.
- Se cumple con el objetivo principal que es el diseñar una alternativa al plástico proveniente del petróleo y de un solo uso. Teniendo una alternativa más amigable con el medio ambiente. Con los tres principios fundamentales, la economía circular, química verde y la trazabilidad.
- Actualmente estamos en el conocimiento de la imposibilidad de la eliminación total del plástico, sin embargo, bajo este proyecto se abren más puertas a futuros escenarios más favorables.
- Se necesita tener un gran análisis crítico para comprender y generar el menor impacto de huella de carbono al elaborar materiales de origen orgánico.
- Este trabajo es bajo un enfoque local y artesanal bajo condiciones latino-americanas.
- Los resultados obtenidos son favorables y cumplen con los objetivos de Demetérial, profundizando en la experimentación y caracterización del material da paso a productos de mayor impacto bajo estas nuevas lógicas contemporáneas.

Referencias

Amigos de la Tierra. (2021). BioFakes, El engaño de los bio-plásticos

Biopak. (2022). PACKAGING THAT PUTS THE PLANET FIRST. <https://www.biopak.com/>

Cátedra Ferrero. (2020). Laboratorio de Biomateriales de Valdivia I LABVA - Biomateriales Cátedra Ferrero, por Heidi Jalkh. https://www.youtube.com/watch?v=Ce-5mitSE1s&t=924s&ab_channel=C%C3%A1tedraFerrero

Davis, C. (2017). The Secrets of Bioplastics

Ellen Macarthur Foundation. (s.f.). What is a circular economy?. <https://ellen-macarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>

Materiom. (2018). Inicio. <https://materiom.org/>

Hubacek et al. (2020). The Unintended Side Effects of Bioplastics: Carbon, Land, and Water Footprints

LAVBA Biomateriales. (2020). LABVA pregunta: ¿Qué son los biomateriales?. https://www.youtube.com/watch?v=wU1-eZk7wqg&ab_channel=LABVABiomateriales

LABVA (2021). Curso Biomateriales UMSNH [Sesión de conferencia]. Biopolímero a base de almidón

LABVA. (s.f.). somos labva. <https://www.labva.org/>

Material Experience Lab. (s.f.). MATERIAL DRIVEN DESIGN: A METHOD TO DESIGN FOR MATERIAL EXPERIENCES. <http://materialexperiencelab.com/material-driven-design-method-mdd>

Meneses Carlos, F. (2021). Curso de Introducción a la Filosofía para Diseñadores y Arquitectos [Sesión de conferencia]. Filosofía europea.

Notpla. (2021). Products. <https://www.notpla.com/products-2/>

Oxman. (2021). About. <https://oxman.com/>

Plastic Garbage Project. (s.f.). El plástico en la vida cotidiana. <https://www.plasticgarbageproject.org/es/vida-plastico>

Plastics Europe. (2021). Plastics - the Facts 2021

Sevilla, G. (2011). Actas de Diseño: La experimentación en el Diseño Industrial. Universidad de Palermo

Shellworks. (s.f.). Reimagining nature's packaging. <https://www.theshellworks.com/>

Weiss, A.J. (2022). Duda bioplásticos