


BIOFACHADA

Intervención del Museo Benjamín Vicuña Mackenna a partir de la biofabricación con Scoby de Kombucha bajo el contexto del 14° Bienal de Artes Mediales.

Memoria para optar al Título Profesional de Diseñador Industrial.

Esteban Lagos Hernández.

Profesor Guía: **Pablo Domínguez.**
Santiago de Chile, Diciembre 2020.



Diseño Industrial
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad de Chile.

Memoria para optar al Título Profesional de Diseñador Industrial

Titulante
Esteban Lagos Hernández

14° Bienal de Artes Mediales 2019
Temática: "4° Mundo"

Proyecto realizado como parte de la Curatoría del Museo del Hongo

Desarrollado en Laboratorio de Biofabricación FADEU

Sede de Aplicación: Museo Benjamín Vicuña Mackenna



Equipo de Proyecto

Esteban Lagos

Director General / Productor General

Mariana Boubet

Directora Creativa

Esperanza Álvarez

Directora Ejecutiva

Carmen San Martín

Directora Producción

Nicolás Gil

Productor Ejecutivo

Constanza Pavis

Asesora Productiva y Creativa

Valentina Stone

Asesora Productiva

Felipe Muñoz

Asesor Científico

Eva Isensee

Registro Fotográfico y Audiovisual

Agradecimientos

En relación al desarrollo del proyecto y la oportunidad que presenta este para el trabajo con biomateriales, es necesario agradecer a todas y cada una de las personas que, ya sea de forma directa o indirecta hicieron posible el desarrollo de este proyecto, dejando parte de sí como una huella en este, no sin antes resumir un poco lo que fue este proyecto.

El proyecto lleva por título "Biofachada: Intervención arquitectónica partir de la biofabricación con Scoby de Kombucha". La base de este proyecto se centra en un interés personal por la exploración en torno a la semiología del biomaterial obtenido del cultivo de Kombucha, su apariencia, la significación que este posee en nuestro contexto cultural actual y por supuesto las posibilidades de aplicación que posee para eventualmente sustituir materiales con ciclos de producción no sustentables. Esta memoria fue sido escrita como parte del proceso de titulación para la carrera de Diseño Industrial en la Universidad de Chile. El periodo de investigación, producción, ejecución y redacción de este trabajo se comprende entre los meses de Mayo de 2019 y Febrero de 2020.

El proyecto nace bajo petición del Museo del Hongo en conjunto con el Laboratorio de Biofabricación FADEU, a quienes les agradezco por darme la oportunidad y permitirme desempeñar aquellos procesos de cierre dentro de la vida universitaria, tales como la práctica profesional y el desarrollo del proyecto de título correspondiente a mi carrera; dentro de este espacio se me permitió explorar, profundizar y desarrollar mi interés en torno a los biomateriales, sus posibles aplicaciones y el estrecho vínculo que poseen con el mundo de la biofabricación, además de brindarme las herramientas, el conocimiento y la motivación para desarrollar este proyecto

Para llevar a cabo este proyecto se hizo necesario levantar un equipo de trabajo el cual apoyara a cubrir cada una de las áreas significativas de trabajo, dicho equipo se conforma como un equipo interdisciplinar, donde trabajan Diseñadores, Arquitectos, Biólogos, además de gente externa que manifiesta su deseo de participar por el simple amor al arte. Me gustaría por tanto, dar las gracias a cada uno de los integrantes del equipo de trabajo que se conformó en torno a este proyecto, ya que sin su motivación, compromiso, compañerismo no habría sido posible ejecutar una obra de tal envergadura, ya que la cantidad de desafíos y responsabilidades fue altamente relevante en cada uno de los desafíos; les

agradezco a su vez por la posibilidad de conocerlos y entablar lazos de amistad y confianza, los cuales trascienden más allá de lo laboral y que a su vez permite un mejor desempeño dentro de este ámbito de la vida.

Desde la perspectiva en relación al apoyo académico, me gustaría agradecer la preponderante disponibilidad y capacidad de orientación proyectual al profesor guía, Pablo Domínguez, quien fue muy importante para llevar a cabo la ejecución, planificación y corrección de este proyecto de título, con el fin de lograr desarrollar un trabajo profesional de la mejor manera; junto con esto me gustaría agradecer también a Daryl Abarca, compañero, amigo y gran apoyo motivacional, quien desde el vínculo de la amistad siempre demostró interés en torno al desarrollo de este proyecto, planteando inquietudes, propuestas, enfoques, y por sobre todo una mirada objetiva y reflexiva de cómo abordar las problemáticas y desafíos que se presentaron a lo largo del transcurso del proyecto.

Espero que el contenido expuesto en esta memoria, sea de su agrado y produzca en cada una de las personas que lo lea un cierto grado de interés y reflexión en torno a nuestra cultura material actual, siendo capaces de visibilizar nuevas posibilidades.

Esteban Lagos
Santiago, Diciembre 2020.



Lo natural se compone por el libre juego de fuerzas físicas destacándose por ser un sistema en constante adaptación el cual no considera la obsolescencia de especies, metodologías o recursos al estar continuamente renovándose

(L. Monod, Jacques. 1970),

Resumen

Las disciplinas como el Diseño, la Arquitectura y el Arte pueden adoptar los procesos creativos de la naturaleza y llevarlos a una aplicación real mediante la Biofabricación, respetando los procesos naturales con el fin de lograr una eficiencia en la utilización de recursos, conseguir procesos de creación colaborativos y establecer relaciones simbióticas con múltiples agentes del entorno habitable.

La base del proyecto se origina desde investigación previa, en torno a la exploración semiológica del biomaterial obtenido del cultivo de Kombucha, su valor estético, la significación que este posee en el contexto cultural actual y por supuesto las posibilidades de aplicación que posee para insertarse dentro de la innovación en cultura material. Desde ahí, el proyecto se presenta como una oportunidad dentro de la exploración planteada, la cual nace desde un encargo realizado por el Museo del Hongo al Laboratorio de Biofabricación FADEU, manifestando su interés en el diseño y desarrollo de una obra de intervención arquitectónica a partir de Kombucha, debido a la presencia de hongos microscópicos en su composición, La lógica de trabajo desarrollada por el laboratorio se centra en la exploración y aplicación de biomateriales a partir del trabajo multidisciplinar, lo cual permite a su vez la integración del Diseño Industrial como un ente direccional de la obra.

Palabras Clave

Biofabricación, Biomaterial, Kombucha, Intervención Arquitectónica, Diseño Industrial

Abstract

Disciplines such as Design, Architecture and Art can adopt the creative processes of nature and take them to a real application through Biofabrication, respecting natural processes in order to achieve efficiency in the use of resources, achieve creation processes collaborative and establish symbiotic relationships with multiple agents of the habitable environment.

The basis of the project originates from previous research, around the semiological exploration of the biomaterial obtained from the Kombucha culture, its aesthetic value, the significance that it has in the current cultural context and of course the possibilities of application it has to be inserted within of innovation in material culture. From there, the project is presented as an opportunity within the proposed exploration, which arises from a commission carried out by the Museo del Hongo to the FADEU Biofabrication Laboratory, expressing its interest in the design and development of an architectural intervention work based on of Kombucha, due to the presence of microscopic fungi in its composition, The work logic developed by the laboratory focuses on the exploration and application of biomaterials from multidisciplinary work, which in turn allows the integration of Industrial Design as a directional entity of the work.

Keywords

Biofabrication - Biomaterial - Kombucha - Architectural Intervention - Industrial Design

Índice

Formulación Proyecto	14
Planteamiento Proyectual.	15
Objetivos.	16
Introducción.	17
Marco Teórico	19
1. Biofabricación.	20
1.1. Biotecnología.	21
1.2. Biomateriales y Materiales Biobasados.	23
1.3. Biodiseño.	26
2. Materias Primas.	30
2.1 Hongos.	30
2.1.1. Levaduras.	33
2.2. Bacterias.	35
3. Kombucha.	38
3.1. Composición.	40
3.2. Propiedades.	43
3.3. Cultivo.	45
3.4. Condiciones de Cultivo.	48
4. Campo Museal.	50
4.1. Museología	51
4.1. Museografía	53
4.3. Bienales y Ámbito Museal.	54

5. Bienal de Artes Mediales.	56
5.1. "Cuarto Mundo".	58
5.2. Sedes de Exposición.	60
5.2.1. Espacios Colaboradores.	61
5.3. Museo Benjamín Vicuña Mackenna.	62
5.4. Museo del Hongo.	64
Metodología de Diseño	66
<hr/>	
Propuesta Metodológica.	67
Estado del Arte.	69
Intervenciones Arquitectónicas.	
<hr/>	
Christo & Jeanne Claude.	70
Iván Navarro.	72
Estado del Arte.	74
Biofabricación con Organismos Simbiontes.	
<hr/>	
Emma Sicher.	75
Suzanne Lee.	77
Adrienn Ujhazi.	79
Sammy Jobbins Wells.	82
Neri Oxman.	84

Propuesta de Diseño	87
Metodología de Trabajo.	88
Encargo de Obra.	90
Estudio de Caso.	91
Idea Previa.	94
Conformación Equipo.	95
Propuesta Conceptual.	98
Propuesta Producción Biomaterial.	102
Proyección y Modelo 3D.	104
Modificación Propuesta.	106
Planificación de Ejecución.	109
Ejecución Proyecto	111
Exploración Material	112
Pruebas de Cultivo.	112
Pruebas de Secado.	115
Pruebas de Teñido.	117
Producción a Mediana Escala	119
Producción y Multiplicación Starter.	120
Cultivo en Piscinas.	123
Control Condiciones de Cultivo.	125
Alimentación.	128



Secado y Teñido	130
Pruebas de Cultivo.	130
Pruebas de Secado.	131
Pruebas de Teñido.	132
Montaje	135
Conclusiones y Proyecciones.	144
<hr/>	
Conclusiones.	145
Proyecciones.	149
Comentarios.	150
Referencias Bibliográficas.	152
<hr/>	
Listado de Figuras y Tablas.	157
<hr/>	



**FORMULACIÓN DEL
PROYECTO**

Planteamiento Proyectual

Temática

Intervención arquitectónica para la fachada del Museo Nacional Benjamín Vicuña Mackenna, sede temporal del Museo del Hongo, para su participación en el 14° Bienal de Artes Mediales; a partir de la exploración y creación de un modelo productivo para la obtención de al menos 15 m² de Scoby de Kombucha con el fin de desarrollar la creación de una obra modular y replicable.

Pregunta de Investigación

¿Cómo desde el diseño industrial, resulta posible desarrollar un método productivo a mediana escala, **para obtener un mínimo de 15 m² de biomaterial a partir del cultivo de Kombucha**, que sea capaz de ser empleado en la intervención arquitectónica de un museo de manera modular y replicable?

Hipótesis

El Diseño Industrial es capaz de identificar, establecer y definir, problemáticas, metodologías y procesos productivos, lo cual a su vez permite estudiar las potenciales propiedades de los biomateriales en torno a la biofabricación, ya sea de forma experimental o más bien enfocada en el desarrollo de productos. En relación a la pregunta de investigación, lo anterior se puede traducir en que el diseño industrial permite desarrollar una propuesta modular capaz de cubrir grandes cantidades de superficie a partir de la obtención de un biomaterial.

Objetivos

Objetivo General

Generar una intervención arquitectónica para la fachada del Museo Benjamín Vicuña Mackenna en base a una propuesta de diseño modular y replicable; a partir de la sistematización del cultivo de Kombucha para la obtención de un biomaterial que sea capaz de cubrir amplias cantidades superficie.

Objetivos Específicos

- 1.- Comprender las lógicas detrás de los procesos de desarrollo y producción del biomaterial a partir del cultivo de Kombucha.
- 2.- Determinar los problemas de comportamiento y/o deficiencias que presenta el biomaterial de Scoby de Kombucha para el desarrollo de la propuesta de intervención.
- 3.- Establecer procesos que ayuden a mejorar aquellas deficiencias del biomaterial en torno a la propuesta de intervención que será aplicada en el museo.
- 4.- Sistematizar un proceso de cultivo a mediana escala, de manera replicable con el fin de obtener un mínimo de 15 m² de Scoby de Kombucha que resulten necesarios para el desarrollo de la propuesta de intervención.
- 5.- Desarrollar una propuesta una Propuesta de Diseño para la creación de la obra de intervención, a partir del biomaterial producido como efecto de la sistematización de cultivo de este.

Introducción

El proyecto se presenta como oportunidad para continuar una investigación previa acerca del Biomaterial obtenido del cultivo de Kombucha, originada en un interés propio, mediante la exploración a partir de metodologías de Diseño para desarrollar la intervención de una obra arquitectónica, principalmente para el Museo Nacional Benjamín Vicuña Mackenna, por medio de la construcción de una cubierta temporal para la fachada de este; esto a partir de la obtención de un biomaterial de formato laminar mediante un cultivo simbiótico de Kombucha. Este proyecto se inserta en el contexto del 14° Bial de Artes Mediales, el cual fue denominado "Cuarto Mundo", el que se realizará entre los meses de Noviembre de 2019 y Febrero de 2020 bajo la curaduría del Museo del Hongo. A través de este proyecto se busca explorar tanto las características tecnológicas como semiológicas de este biomaterial.

La obra nace a partir de la visualización de propiedades que ofrece el material para el desarrollo de nuevas técnicas de biofabricación, por lo cual se buscó romper, en cierto modo, con la lógica productiva en masa que genera grandes impactos en el medio ambiente, como por ejemplo la sobre explotación centralizada de materias primas; desde ese punto de vista la obra propone desarrollar una lógica productiva a mediana escala que sea capaz de insertarse en una economía circular. El fin de esta lógica de trabajo se encuentra orientada a respetar los procesos naturales de generación de materias primas utilizadas principalmente bajo el contexto de la biofabricación.

A partir de lo anterior el enfoque de este proyecto radica en la posibilidad de generar un proceso de transformación y reflexión sobre la cultura material, en el lenguajes que estos expresan y lograr dimensionar la cantidad de posibilidades existentes para su desarrollo y aplicación; evidenciando de esta manera la relevancia que posee

dentro de los procesos naturales. Por medio de la aparición de esta nueva materialidad se pretende interpelar al espectador, con el fin de transformar el edificio en un hito memorable, el cual sea capaz de representar el habitar simbiótico con la ciudad, tal como la capacidad generativa que posee este biomaterial.

Biofachada se plantea como un proyecto que se hace posible gracias a la colaboración del Laboratorio de Biofabricación Fadeu, el Museo del Hongo y el Museo Benjamín Vicuña Mackenna.

A continuación se presentará el marco teórico del proyecto, bajo el cual se encuentra la base teórica para la concepción y ejecución de la obra de intervención. Dicho marco teórico se encuentra inserto dentro de la interacción de los siguientes focos de investigación.

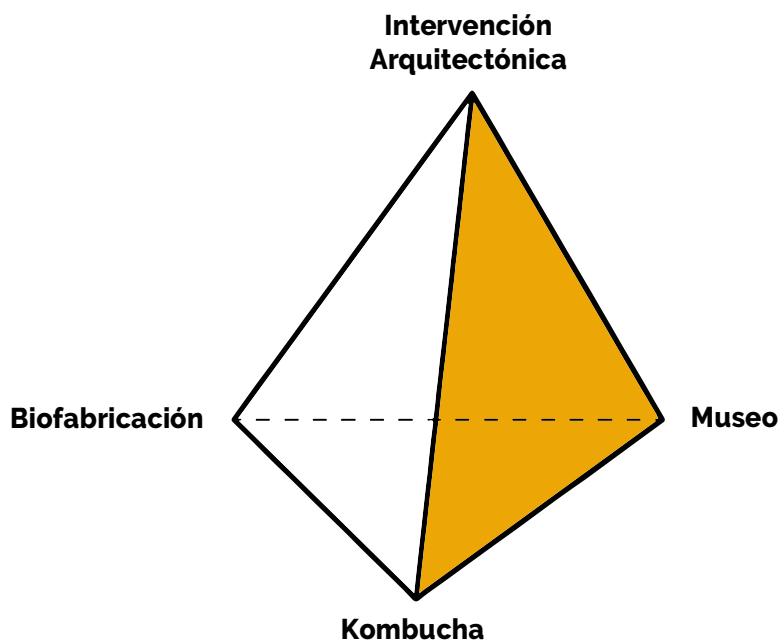


Figura 1. *Tetraedro de Conceptos*. Autoría Propia.



MARCO TEÓRICO


1. Biofabricación

La incorporación de procesos biológicos para el desarrollo de tecnologías antrópicas ha ido incrementando su alcance interdisciplinar. Esto ha significado nuevas formas de relacionarnos con la naturaleza desde distintas perspectivas para nuestro beneficio. Tradicionalmente el concepto de "biofabricación" ha sido utilizado en el campo de la medicina y la biotecnología donde se define como: "la producción de productos biológicos complejos (tejidos u órganos) que proceden de células, moléculas, matrices extracelulares o biomateriales" (Mironov et al., 2009).

Desde lo que se mencionó anteriormente es posible establecer que la biofabricación corresponde en cierto modo a la aplicación de la biotecnología para "cultivar y hacer crecer" los objetos que son propios de nuestro habitat actual, en vez de ser manufacturados por medio de la extracción y sobreexplotación de materias primas para posteriormente ser sometidos a procesos transformación. (Melgarejo, 2017)

Si bien desde el campo de la biotecnología se han generado grandes avances en torno al desarrollo de nuevas posibilidades de utilización de organismos vivos, en la última década, artistas, diseñadores y arquitectos han comenzado a incorporar estos organismos vivos como materia prima o bien como reemplazo de mecanismos y/o sistemas industriales, por procesos biológicos de crecimiento y reproducción para fabricar nuevos materiales (Camere & Karana, 2017) (Myers, 2012).

A partir de esto se ha permitido crear un sistema que contribuye al desarrollo de una economía circular basada en la bioproducción, lo que hace referencia a pensar en productos que no produzcan desechos, que puedan ser desensamblados para ser reutilizados y que la energía requerida para alimentar el ciclo sea renovable por la naturaleza, es decir que al ser biodegradables, estos vuelvan a su origen (The Ellen




MacArthur Foundation, 2013). A diferencia de la producción heredada por la revolución industrial y a gran escala; el poder fabricar como lo hace la naturaleza, en medios acuosos, a temperatura ambiente y casi siempre a presión atmosférica, y mediante el uso de materiales biológicos, permite generar un enfoque productivo menos agresivo para el medio ambiente (Calafat, 1999).

La biofabricación se ha convertido en un tema de discusión en la última década, lo que ha convocado a distintos expertos a examinar esta relación y proponer nuevos enfoques interdisciplinarios. Algunas publicaciones plantean cómo se abrirá la intersección del diseño y la fabricación biológica a nuevas formas de "hacer" y "producir" en el futuro (Collet & Gaskill, 2015). Además, el espectro de potenciales aplicaciones está creciendo rápidamente lo que sugiere que la biofabricación puede convertirse en una plataforma tecnológica dominante y un nuevo paradigma para los métodos de producción en el siglo XXI (Mironov et al., 2009).

1.1 Biotecnología

La Biotecnología se define como un área interdisciplinaria, la cual emplea la biología, la química y procesos varios, para su uso en la agricultura, alimentos, medicina, como también para el desarrollo de biomateriales y aplicación industrial. La primera persona en utilizar este término fue el ingeniero húngaro Karl Ereky en 1919.

Una definición aceptada de "Biotecnología" puede ser la siguiente: "La biotecnología se refiere a toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación




o modificación de productos o procesos para usos específicos” (Convention on Biological Diversity, Article 2. Use of Terms, United Nations. 1992).

Parte de la biotecnología se centra en la incorporación de procesos biológicos para el desarrollo de tecnologías centradas en el humano. No obstante, su desarrollo ha incrementando su alcance interdisciplinar, es decir, han surgido nuevas formas de relacionarnos con la naturaleza desde la medicina, el arte, la ingeniería, nutrición, y por supuesto el diseño.

Esta disciplina, hace referencia a la investigación base y aplicada, la cual integra diversos enfoques desde la aplicación de la tecnología y las ciencias biológicas. Desde este punto de vista la biotecnología, en conjunto al trabajo de otras disciplinas como el diseño, ha permitido el desarrollo de nuevos materiales o más bien llamados biomateriales, mediante la investigación científica y tecnológica orientada al desarrollo de productos que buscan satisfacer problemáticas actuales.

Cabe destacar que actualmente un gran porcentaje de estos materiales son desarrollados a partir de algún tipo de biomasa generada por organismos vivos, como también a partir de la reutilización de subproductos y desechos de la industria agrícola y/o ganadera, dichos materiales pueden ser clasificados como biomateriales o materiales biobasados a partir del origen biológico de estos.

A partir de lo anterior se puede establecer que la biotecnología es una disciplina la cual ha generado un gran aporte investigativo en torno a la definición y asentamiento de bases para el desarrollo de biomateriales; estableciendo metodologías de investigación científica, las cuales puedan ser estudiadas y aplicadas desde áreas creativas,



como lo son el diseño y la arquitectura, para así potenciar de manera significativa las posibles aplicaciones y potencialidades que podrían tener dichos materiales en torno al desarrollo de productos e industria.

1.2 Biomateriales y Materiales Biobasados

La aproximación a la creación, obtención o desarrollo de un biomaterial bajo principios de la biofabricación debe ser abordada desde un enfoque fundamentado en la naturaleza. Esto quiere decir que, para llevar a cabo una experimentación formal, primero debe haber un entendimiento de la materia biológica propiamente tal. Al estar diseñando un biomaterial a partir de la colaboración con un organismo vivo o con algún derivado de este, es relevante hacer un análisis en cuanto a su composición química como su arquitectura estructural. Muchos de los materiales que existen en la naturaleza tienen propiedades mecánicas que superan a aquellos de origen sintético (Vincent, 1982).

Si bien ambos términos hacen referencia al desarrollo de materiales a partir de materias primas de origen natural, cabe resaltar la diferencia que existe entre ellos; Por una parte los biomateriales se sintetizan a partir de organismos naturales que se encuentren netamente vivos, dando paso así al desarrollo de estos biomateriales de manera autogenerativa. Por otro lado los materiales biobasados no se encuentran restringidos por el carácter de vivencia de los organismos, sino que más bien, como su nombre lo destaca, se basan en materias primas de origen natural con la principal condición de que sean renovables. En este contexto, un producto biobasado es aquel derivado de recursos renovables con la capacidad de reciclaje y biodegradación, después de la eliminación



en condiciones de compostaje, con una viabilidad comercial y una aceptación ambiental, siendo sostenibles. (Mohanty, 2002)

Los biomateriales se comprenden principalmente como biopolímeros, por lo cual pueden ser adscritos a una clasificación, ya sea por su origen o por su carácter polimérico; dentro de los polímeros como tal o como biomateriales compuestos (Hatakeyama, 2003).

Lo anterior resulta sorprendente si consideramos su formación estructural bajo condiciones de poco uso energético y que no son agresivas para el medio ambiente, como su fabricación en medios y soluciones acuosas, condiciones de temperatura ambiente, presión atmosférica y el uso de limitados elementos (Calafat, 1999; Meyers, Chen, Lin, & Seki, 2008; Wegst, Bai, Saiz, Tomsia, & Ritchie, 2014).

Por el otro lado los materiales hechos por el hombre son producidos típicamente bajo condiciones extremas resultando en una serie de obstáculos de ingeniería que muchas veces generan altos costos de producción y estructuras poco degradables (Meyers et al., 2008). Para los biomateriales el diseño de la estructura y la distribución de sus componentes constitutivos están intrínsecamente conectados. La organización jerárquica en su conformación le otorga diferentes propiedades mecánicas a la materialidad mediante el manejo de las variables de escala versus estructura (Garmulewicz, 2018).

Esto ocurre principalmente desde un nivel microscópico donde la autoorganización sucede desde un nivel molecular y químico hasta ensamblar y formar la estructura básica de cada material a una escala mayor. Este entendimiento estructural nos permite extrapolar las lógicas constructivas de la naturaleza a nuevas propuestas de materiales para aplicaciones en el diseño o construcción. Para ello, siempre es

importante considerar tres factores críticos como la composición química, la microestructura y la arquitectura del material (Wegst et al., 2014).

A partir de esto, los biomateriales desarrollados pueden ser productos de uso diario, revestimientos o estructuras de construcción. En un principio esta rama creativa comprende el trabajo con hongos, algas y bacterias, sin embargo su alcance disciplinar ha permitido involucrar más procesos biológicos como el control de seda de orugas, raíces de plantas o la mineralización de materia orgánica. Esto ha permitido la experimentación y desarrollo de nuevas materialidades donde el diseñador tiene mayor control sobre la apariencia y capacidades mecánicas del material permitiéndole generar nuevas gamas estéticas y procesos más sustentables de diseño (Camere & Karana, 2017).

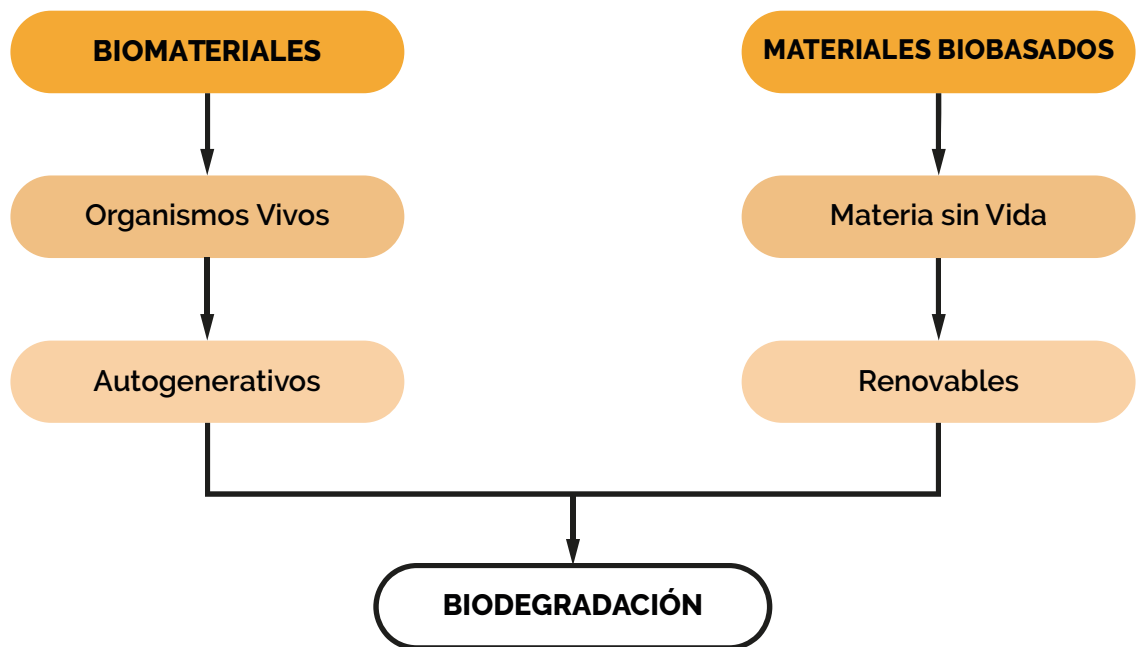



Figura 2. *Biomateriales y Materiales Biobasados*. Autoría Propia.

1.3 Biodiseño

El diseño industrial, y el diseño en general, ya no se conforma sólo con impulsar la biomimética, o diseños que imitan la naturaleza para mejorar sus prestaciones, rendimiento, durabilidad, resistencia, sostenibilidad, etc. Es por esto que nace el biodiseño, o diseño biológico, en el que la propia vida se integra en los diseños cotidianos. El biodiseño nace desde el trabajo interdisciplinar con la biotecnología aplicada a las manufacturas futuras y los resultados preliminares en numerosos prototipos "vivientes" (Boullosa, 2013).

Actualmente, a raíz de la propia conciencia social, en cuanto a el reconocimiento de fallas ecológicas del diseño moderno, esta disciplina se ha convertido en testigo de nuevas materialidades, permitiendo de esta manera que el diseño industrial se convierta en un nuevo cuerpo de conocimiento biomaterial (Oxman, 2015). Los diseñadores se ha involucrado cada vez más en entender el origen de los materiales y el desempeño en el ciclo de vida de los productos. Esto ha generado una transferencia de conocimiento en cuanto a cómo involucrarse en la creación de nuevos materiales y sus procesos de producción. Dichas prácticas las podemos conocer comúnmente con el término coloquial de "Hazlo tu Mismo" o "DIY", donde se lleva a cabo un proceso de manera autóctona y autosuficiente que muchas veces son de invención de la persona (Rognoli, Bianchini, Maffei, & Karana, 2015).

A partir de lo anterior se muestra cómo, a través de la experimentación práctica, los diseñadores han explorado nuevas posibilidades para los materiales, desarrollando diversas variantes que difieren en las cualidades funcionales o expresivas. En otras palabras, los diseñadores consideran los materiales menos como entidades "dadas" y "conocidas"



y más como un conjunto de herramientas potenciales que pueden adaptarse, moldearse y ajustarse a una aplicación específica del producto. Esto a su vez, les ha permitido dejar de ser diseñadores “pasivos” al adquirir un compromiso activo con el material mismo, lo que también les otorga un control sobre el origen de sus productos, el manejo de la aplicación y el término del ciclo de vida (Camere & Karana, 2018). De esta manera se explora el uso de desechos o materia prima local, reduciendo la cantidad de residuos y material utilizado y obteniendo un acabado y estética que el usuario no quiere desechar.

En base a esto surge la iniciativa principal del proyecto: ¿Cómo involucrar procesos naturales en el proceso de diseño? ¿Cómo establecer un vínculo discursivo y co-trabajar con la naturaleza?.

Collet (2013) describe un marco de referencia para diseñar a partir de lo “viviente” en tres estrategias: ‘Naturaleza como Modelo’, ‘Naturaleza como Co-Creadora’, y ‘Naturaleza como sistema Hackeable’. De estas, la segunda categoría, propone la integración de organismos vivos en el proceso de diseño, donde el diseñador se convierte en un “cultivador” del material a medida que este “crece” y se desarrolla (Collet, 2013). De esta forma se genera un vínculo colaborativo entre el investigador y la materia en cuestión, lo cual permite un desarrollo y avance de nuevas posibilidades de aplicación en torno a la lógica de biofabricación.

La biofabricación está contribuyendo a la aparición de nuevas perspectivas para el diseño industrial propiciando la transformación a una nueva era del diseño, basado en la materialidad de los objetos, esto puede traducirse de mejor manera a través del concepto de “Ecología Material” utilizado por la arquitecta y diseñadora Neri Oxman. La ecología material es un campo emergente dentro del diseño, el cual establece relaciones informadas entre productos, edificios, sistemas y

el propio entorno. (Oxman, 2010).

El biodiseño, junto con los nuevos paradigmas establecidos por la ecología material, se encuentran inspirados en la estructura troika de la artesanía, en la interacción de los materiales, la ciencia, la fabricación digital y el medio ambiente, todo esto ha vuelto a la disciplina en una vanguardia de la investigación. Es por esto que el rol que desempeñan los diseñadores en cuanto a la exploración, experimentación y desarrollo de biomateriales es sumamente relevante, ya que permite analizar el impacto que produce el material para el desarrollo de productos.



Figura 3. *Recipiente de Scoby de Kombucha*. Autoría: Emma Sicher

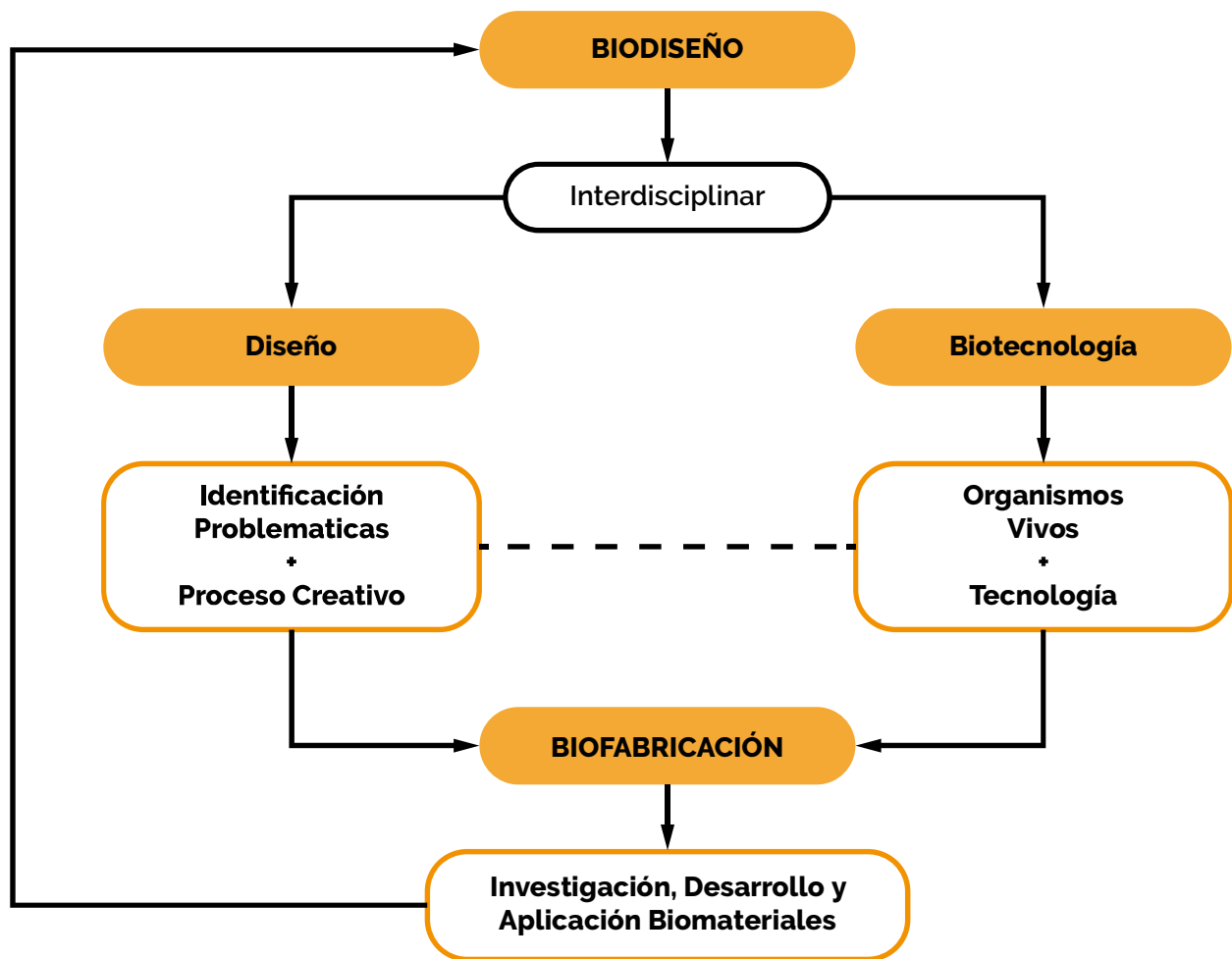


Figura 4. *Biodesign*. Autoría Propia.

2. Materias Primas


Las materias primas se definen como aquellos recursos extraídos de la naturaleza, ya sea de cada uno de los grandes reinos que la componen, con los cuales se da a lugar la creación de materiales para la fabricación de cada uno de los productos que adquirimos como sociedad.

En relación a lo anterior y tal como menciona Camere & Karana (2018), dentro del ámbito de la biofabricación y en relación con el desarrollo particular de biomateriales, principalmente autogenerativos, existen 3 materias primas que actualmente generan un gran foco de interés dentro de este ámbito de fabricación, estas tienen relación con los hongos, las bacterias y las algas.

Si bien se siguen estudiando y analizando nuevas materias primas en torno a la creación de biomateriales, las más relevantes hoy por hoy son las anteriormente mencionadas. A continuación, y para el caso de esta investigación cabe destacar que se profundizará en las primeras dos con el fin de comprender su relación particular en la obtención de Kombucha, lo cual sentará bases teóricas para poder llevar a cabo una mejor exploración y aplicación de este biomaterial en el desarrollo de este proyecto.

2.1 Hongos

Comúnmente los hongos son confundidos con vegetales, pero cabe destacar que estos pertenecen a un reino totalmente distinto al anteriormente mencionado; Los hongos de por sí conforman un solo reino dentro de la naturaleza, el llamado reino "Fungi" (Nabors, 2006).



Según Aniela Hoitink hoy en día los hongos son una fuente de materia prima potencialmente activa, esto debido a que su cuerpo vegetativo, el micelio, el cual posee una gran cantidad de propiedades, como la aislación, la repelencia al agua, o ser antimicrobiano, propiedades que resultan perfectas para ser utilizadas en textiles.

Actualmente los hongos son utilizados como materia prima en procesos de fabricación de materiales “experimentales” a partir de las múltiples propiedades que poseen, con el fin de que estas sean su gran potencial a favor y también en la producción de elementos funcionales; para ambos casos es necesario generar una biomasa a partir de estos, la cual puede ser optimizada mediante procesos biotecnológicos. Sin embargo un punto crítico en la generación de esta materia prima radica en el secado de la biomasa, ya que se requiere de sistemas de secado en donde no se genere una pérdida de la funcionalidad y propiedades de los hongos (Rojas; Palacio; Ospina; Zapata; Atehortua, 2012)

Hoy en día los hongos comprenden un gran porcentaje de materia prima para el desarrollo de materiales que logren ser aplicados a procesos de biofabricación; un gran exponente en torno a la utilización de estos organismos resulta ser el arquitecto estadounidense, David Benjamin, Autor de la Obra “Hi-Fi” Montada en el MoMA (Museum of Modern Art).

Para el desarrollo de biomateriales con hongos se utiliza particularmente su cuerpo vegetativo (Hoitink, 2016), el cual es capaz de generar una gran cantidad de biomasa, llamada micelio, encargado de la captación de nutrientes y digestión de una serie de azúcares que ayudan a la reproducción de estos organismos (Lopez, 2016).

Si bien el reino fungi, posee una gran diversidad de categorías y

especies, para efectos de esta investigación nos centraremos en un tipo particular de hongos, los cuales corresponden a las **Levaduras, hongos unicelulares pertenecientes a la categoría de los “Ascomicetos”** que podemos encontrar en diversos ámbitos de la vida cotidiana, principalmente dentro del ámbito alimenticio.

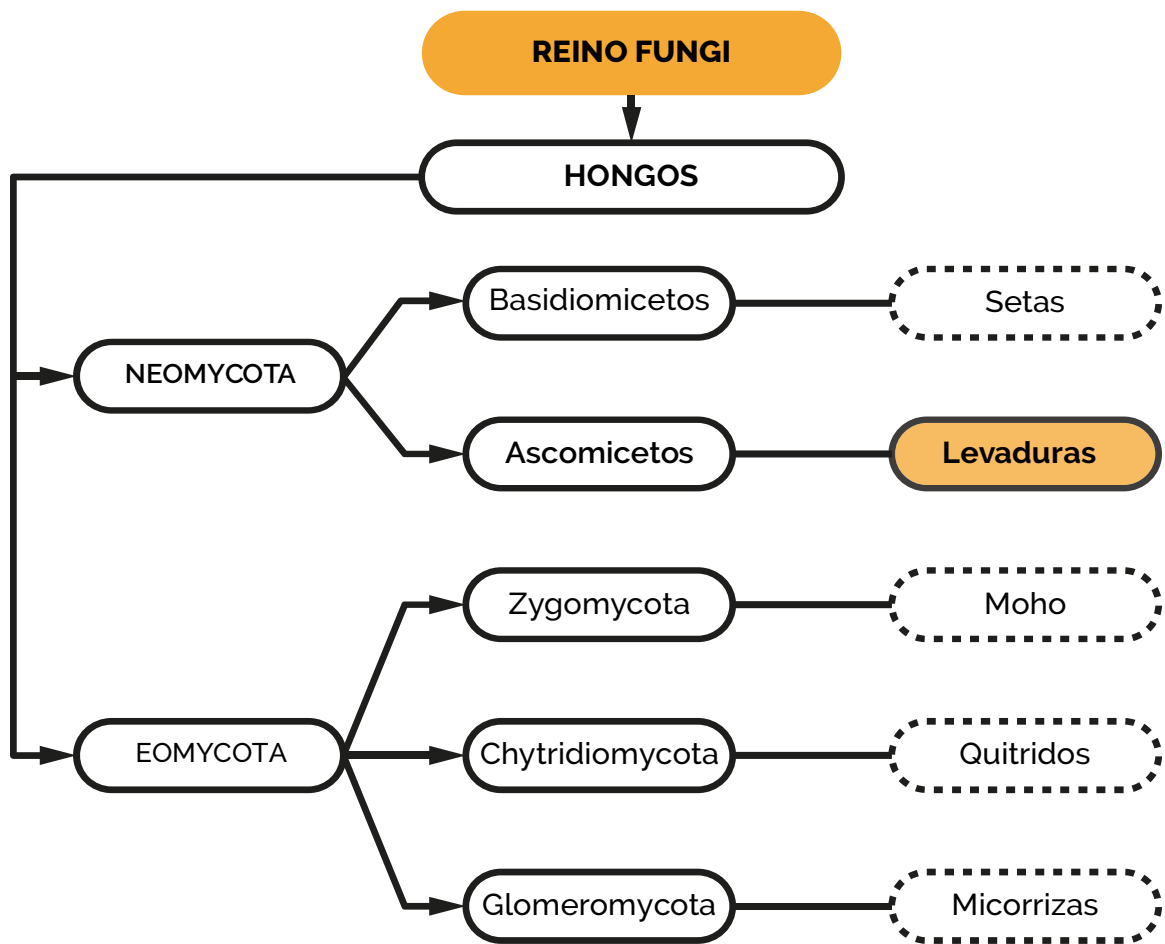


Figura 5. *Reino Fungi*. Autoría Propia.

2.1.1 Levaduras

Tal como se mencionó anteriormente las levaduras corresponden a hongos unicelulares, estas incluyen especies patógenas tanto para plantas como para animales, y a su vez especies no solamente inocuas, sino que de gran utilidad.

Estos hongos unicelulares han sido utilizados a lo largo de la historia del hombre, ya sea en la elaboración de fermentados como la cerveza o el vino o también para la elaboración de un alimento fundamental en nuestra dieta actual como lo es el pan; pero no fue sin embargo gracias al microbiólogo Louis Pasteur en el siglo XIX que los fundamentos de su cultivo y uso en grandes cantidades fueron descubiertos (Suarez, Garrido y Guevara, 2016).

Actualmente se conocen diferentes cepas y especies para cada labor, ya sea para panificación, destilería, producción de extractos, entre otros; sin embargo este conocimiento se ve en desventaja al hablar de la producción de biomateriales, ya que el estudio dentro de este ámbito ha sido muy escaso, no obstante para efectos de esta investigación proyectual hablaremos particularmente del tipo ascomicetos o basidiomicetos, las cuales se generan sobre los medios de cultivo de colonia pastosas a partir de células aisladas, quienes participan en la obtención de Kombucha (Illana, 2007).

Las levadura son organismos eucariotas con gran diversidad respecto a su tamaño, forma y color, generalmente sus células son ovaladas, pero también pueden encontrarse en forma esférica, cilíndrica o elíptica. Son de mayor tamaño que las bacterias, alcanzando un diámetro máximo de entre cuatro y cinco μm . Estas corresponden a organismos aerobios

los cuales participan en los procesos de fermentación y oxidación de glucosa y fructosa, bajo condiciones anaeróbicas, generando como resultado de esto la conformación de ácido acético, acetaldehído y ésteres. Muchas especies de levaduras son capaces de sintetizar vitaminas liposolubles e hidrosolubles, como por ejemplo todas aquellas del complejo B. (Suarez, Garrido y Guevara, 2016).

Las levaduras resultan ser abundantes en el medio ambiente, pudiendo ser de naturaleza química o biológica, a su vez la mayoría de las levaduras que existen tienen la capacidad de ser cultivadas, aquellas que corresponden al género *Saccharomyces*, resultan vitales para el desarrollo de biomateriales autogenerativos, principalmente para el cultivo y obtención de un biomaterial a partir de Kombucha.

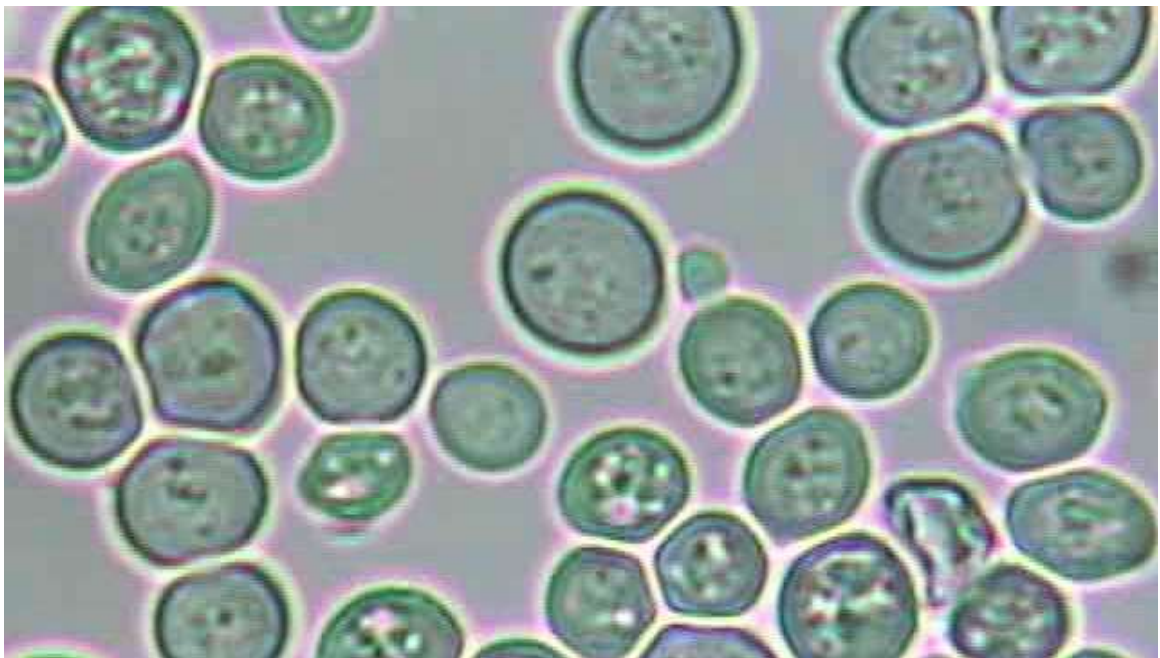



Figura 6. *Levaduras bajo el Microscopio*. Fuente: plantasyhongos.es

2.2 Bacterias

Las bacterias corresponden a los organismos más abundantes en el planeta, son capaces de encontrarse en todo tipo de hábitat, creciendo en el suelo, en manantiales calientes y ácidos, en desechos radioactivos, en las profundidades del mar y de la corteza terrestre, caracterizándose de esta manera por ser muy versátiles, ya que se adaptan a diversos tipos de ambientes, debido a su modificación de funciones metabólicas para la supervivencia.

Al ser tan diversas es posible encontrarlas bajo dos formas o estados, estos corresponden a: 1) Bacterias Planctónicas, de libre flotación y 2) Bacterias Biofilm, en colonias de microorganismos sésiles. Desde los tiempos de investigación del microbiólogo Robert Koch, bacteriólogos y médicos se han dedicado al estudio de bacterias planctónicas, describiendo sus características en medios de cultivo adecuados, posibilitando grandes avances investigativos en este campo, sin embargo la razón por la cual se dedicaron al estudio de este tipo de bacterias radica principalmente en que la investigación y estudio de bacterias biofilm es en parte mucho más compleja. Por otro lado tan solo una pequeña fracción de las bacterias existentes se encuentra en forma planctónica o de libre flotación, se postula que esta corresponde al 1%, en cambio las bacterias en estado de biofilm representa un 99% (Nazar, 2007).

Aun así, para ambos casos, y desafortunadamente para el estudio centrado en cultivos de laboratorio, dicha lógica investigativa genera avances condicionados por el control en torno al desarrollo y avance del cultivo, aislando de su carácter de supervivencia, dichos avances poseen una muy escasa relación con los ambientes microbianos



verdaderos, limitando de esta forma la comprensión respecto a las interacciones entre las bacterias y otros microorganismos.

Estos biofilms bacterianos se crean cuando bacterias en estado planctónico se adhieren a una superficie u otros microorganismos, liberando señales químicas que ayudan a su diferenciación de otros organismos, pudiendo de esta manera formar una estructura basada en el desarrollo de una cubierta polisacárida. Esta interacción representa una antigua estrategia de supervivencia, debido a que la conjunción de bacterias les brinda protección a la estructura de biofilm frente a fluctuaciones de humedad, temperatura y pH, además de permitirles un mejor flujo de nutrientes.

Desde esta perspectiva las bacterias se presentan con un alto potencial para el desarrollo de nuevos biomateriales, gracias a su capacidad de poder generar conexiones con otros "sistemas", sean estos orgánicos o inorgánicos, ya que además de poder desarrollar biofilms, elaboran características de supervivencia que les permiten adaptarse a distintos medios y condiciones climáticas, mutando sus funciones metabólicas, con el fin de llevar a cabo dicha adaptación.

En torno a esto, es que, inspirado en materiales naturales como el hueso, una mezcla de minerales y otras sustancias, incluidas células vivas, ingenieros del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) han inducido bacterias para generar biofilms o biopelículas, los cuales son capaces de integrar a sí mismo materiales inertes, expandiendo las posibilidades de desarrollo de un biomaterial a partir de una matriz biológica.

A partir de lo anterior el MIT declara: **“Nuestra idea es poner al mundo vivo e inerte juntos para lograr el desarrollo de materiales**

híbridos que posean bacterias en ellos y logren ser funcionales, es una manera interesante de pensar acerca de la síntesis de biomateriales, algo muy diferente de lo que se hace ahora, que es generalmente un enfoque de arriba hacia abajo". (Trafton, 2014).

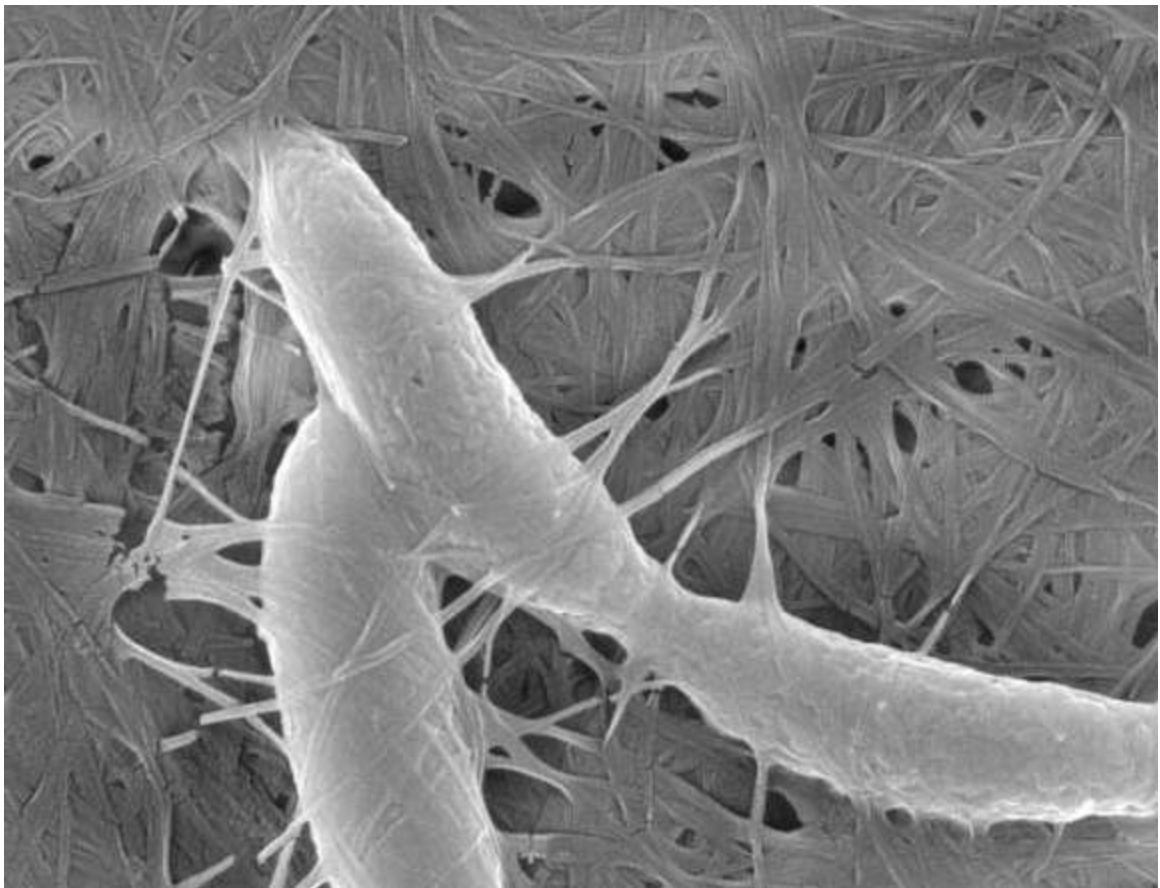


Figura 7. *Acetobacter Xynilum* bajo el Microscopio. Autoría Propia.

3. Kombucha

La Kombucha es una bebida fermentada en base a té y azúcar, popularmente conocida como "Hongo del Té"; esta fermentación se debe principalmente a los microorganismos mencionados en el capítulo anterior: las levaduras y bacterias. Para poder llevar a cabo esta fermentación dichos organismos conviven bajo una relación simbiótica (Lopitz, 2006), desde la cual ambos se benefician; tanto bacterias como levaduras crecen en comunidad, en forma de macro colonia, buscando potenciarse simultáneamente (Podolich, ... de Vera JP, 2017), además de llevar a cabo reacciones químicas que brindan a la bebida propiedades probióticas, razón principal por la cual se ha convertido en un producto muy apetecido por las personas actualmente, pero aún más importante para el desarrollo de este proyecto, esta relación simbiótica les permite generar un biofilm celulósico mediante la transformación de azúcares, generando así gran interés para el mundo de la biofabricación.

Dicho biofilm es conocido popularmente como SCOBY (Symbiotic Colony Of Bacteria and Yeast), sin embargo el término más adecuado es Biocelulosa Bacteriana, ya que el primero hace referencia particular a la simbiosis existente entre estos microorganismos. En torno a la interacción que se lleva a cabo dentro de este cultivo existen un gran número de especies de bacterias, encargadas en su mayoría de generar este biofilm, sin embargo el grupo más relevante dentro de estas, pertenece a las acetobacterias (Teoh, A. L., Heard, G., & Cox, J., 2004)

Tal como se mencionó anteriormente la Kombucha se ha convertido en una bebida muy apetecida por las personas gracias a sus propiedades beneficiosas para la salud. Sin embargo para efecto de esta investigación es relevante resaltar la diferencia entre un cultivo generado para la obtención de una bebida altamente probiótica y un cultivo enfocado en la obtención de biocelulosa bacteriana. Si bien un cultivo produce ambas cosas, la diferencia radica en que tipo de

organismo se ve beneficiado con la fermentación de esta bebida. Para lograr una bebida más rica en propiedades probióticas resulta necesario beneficiar a las levaduras, las cuales permitirán un mejor desarrollo de dichas propiedades debido a su capacidad de transformar azúcares complejos (Disacáridos) en azúcares más simples (Monosacáridos); por otro lado para potenciar el desarrollo de la biocelulosa resulta importante beneficiar las condiciones de crecimiento a las bacterias existentes dentro del cultivo, ya que estas son capaces de sintetizar los monosacáridos y convertirlos en la materia base para la generación de este biofilm.

Cabe resaltar que para el desarrollo de este proyecto se buscará potenciar y beneficiar el desarrollo de las bacterias dentro la simbiosis existente dentro del cultivo, mediante el control de sus condiciones de crecimiento.




Figura 8. *Cultivo de Kombucha*. Autoría Propia.



Figura 9. *Scoby de Kombucha seco*. Autoría Propia.

3.1 Composición

La Kombucha, como ya fue mencionado, corresponde a una simbiosis entre bacterias y levaduras, las cuales están inmersas en una matriz de celulosa (Lopitz, 2006), sin embargo resulta de gran utilidad conocer su microbiología y así entender más profundamente que tipo de especies están involucradas, la compatibilidad entre estas y de qué manera se llevan a cabo las interacciones bajo el contexto de su habitat simbiótico tanto para la fermentación de la bebida probiótica como para la producción del biofilm bacteriano.



A partir de lo anterior es que varios autores han investigado en torno a esta composición, pudiendo llevar a cabo una recopilación constructiva de esta (Greenwalt, Steinkraus, Ledford, 2000). Las especies más importantes dentro del cultivo de Kombucha son las siguientes:

Bacterias:

Acetobacter Xylinum, Acetobacter Aceti, Acetobacter Pasteurianus, Gluconobacter.

Levaduras:

Brettanomyces, Brettanomyces Bruxellensis, Brettanomyces Intermedius, Candida, Candida Famata, Mycoderma, Saccharomyces.

Una vez que la composición microbiológica ha sido identificada resulta necesario a su vez poder comprender la forma en que estos organismos se relacionan entre sí y cómo es que llevan a cabo las reacciones químicas que resultan relevantes para la formación de biocelulosa. Para llevar a cabo la fermentación del té azucarado las levaduras hidrolizan la sacarosa (Azúcar complejo) en fructosa y glucosa (Azúcares simples) para posteriormente producir etanol; una vez que la sacarosa ha sido convertida en azúcares más simples, las bacterias toman la glucosa para producir ácido glucónico y la fructosa para generar ácido acético, desde los cuales se podrán obtener los productos finales de este cultivo. El ácido glucónico facilitará el desarrollo y crecimiento de este biofilm celulósico, por otro lado la mezcla entre el ácido acético y el etanol dará paso a la fermentación de la bebida y proporcionará propiedades probióticas a esta (Dufresne & Farnworth, 2000).

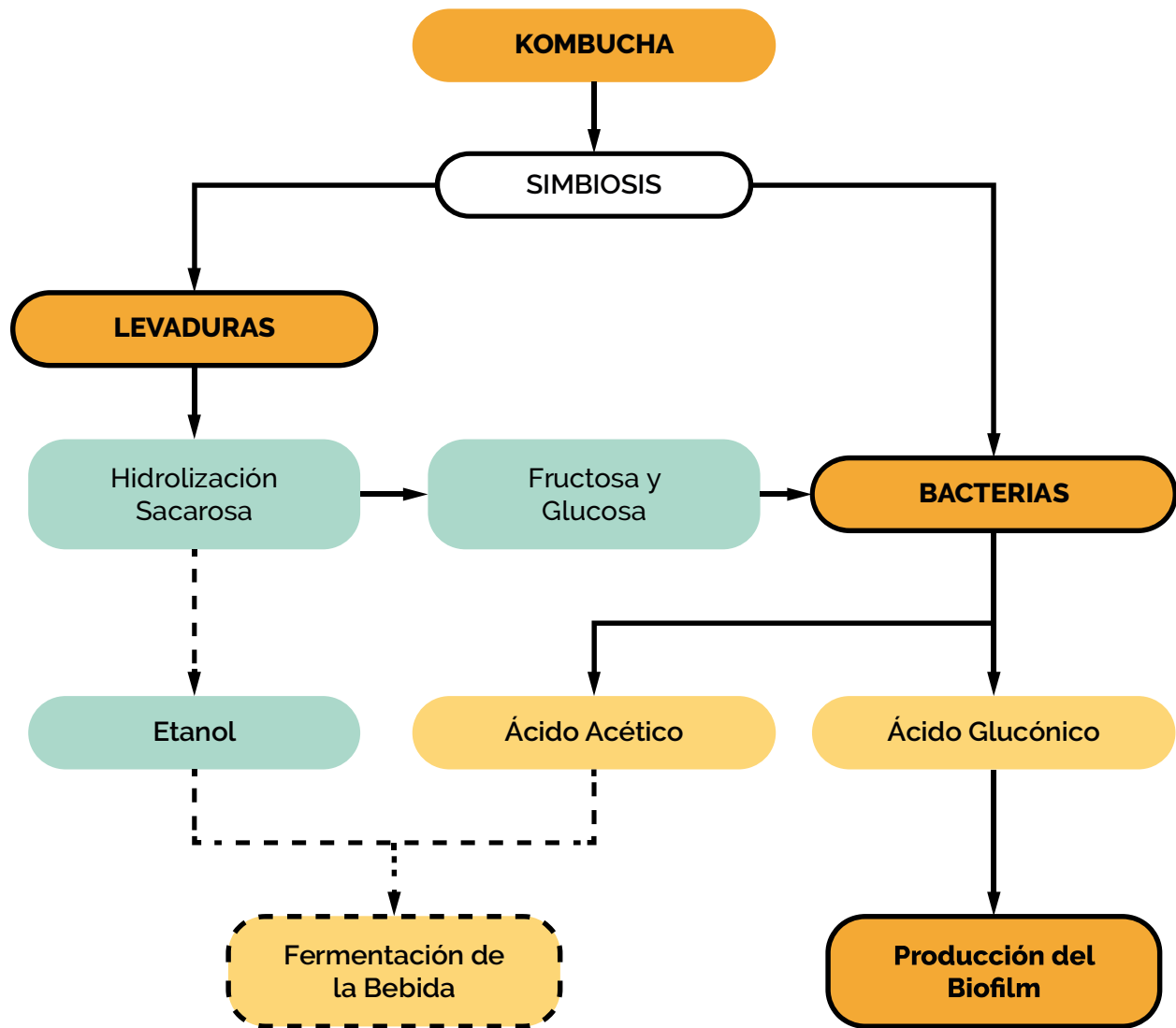


Figura 10. *Simbiosis de Kombucha*. Autoría Propia.

3.2 Propiedades

Si bien las propiedades del material aún son poco conocidas, este proyecto tiene por objeto desarrollar una exploración y experimentación en torno a esta temática, buscando poder establecer características cuantitativas o cualitativas que permitan definir ciertos aspectos del biomaterial, mediante la comprobación empírica del estudio bibliográfico, el cual plantea diversas propiedades desde el ámbito teórico.

Las propiedades físico-mecánicas del material se atribuyen a la celulosa producida por el cultivo simbiótico, debido a que estas llevan a cabo un serie reacciones químicas producto de su cohabitar, particularmente aquellas de hidrolización y polimerización; las propiedades que se han estudiado de momento se encuentran relacionadas con la flexibilidad y translucidez. A su vez la diferencia de la celulosa vegetal y la celulosa obtenida de esta simbiosis, radica principalmente en que tiene un mayor grado de polimerización, índice de cristalinidad, resistencia a la tracción y capacidad de retención de agua, por otro lado las fibras de celulosa bacteriana son 100 veces más delgadas que la de celulosa vegetal, lo cual hace que el material sea poroso, permitiendo su aplicación en ingeniería de tejidos (Ashjara, 2013).

Existen estudios sobre biocompatibilidad en relación al biofilm generado por las bacterias, debido a su carácter antimicrobiano que le es brindado por el cultivo de Kombucha, esto debido a los altos índices de acidez que produce la simbiosis (Zhu, C., Li, F., Zhou, X., Lin, L., & Zhang, T., 2013).



Figura 11. *Zoom textura Scoby de Kombucha.* Autoría Propia.

3.3 Cultivo

Existen diversas formas de llevar a cabo el cultivo de kombucha, ya sea para la producción de la bebida fermentada, o bien para el desarrollo de la biocelulosa generada por los microorganismos, cabe destacar que esta biocelulosa posee un crecimiento superficial dentro del cultivo de Kombucha, abarcando el área total de esta. Sin embargo los ingredientes, para ambos casos suelen ser los mismos, su variación radica en las proporciones a utilizar y las condiciones de cultivo para el crecimiento y desarrollo de cada uno de estos organismos.

Para llevar a cabo un cultivo de Kombucha resultan necesarios los siguientes ingredientes:

Starter de Kombucha

Té

Azúcar

Vinagre (Opcional)

Estos ingredientes se encuentran orientados a brindar los nutrientes necesarios para el desarrollo de los microorganismos y que estos puedan llevar a cabo cada una de las reacciones químicas para la formación del biofilm, como también de la fermentación de la bebida. En el caso del vinagre, este resulta ser un agente importante en la conservación del medio de crecimiento, ya que para que estos organismos puedan desarrollarse es necesario mantener el medio líquido en un estado ácido. Por otro lado en el caso del té, los productores de Kombucha han recomendado la utilización de té verde, el cual al poseer un menor grado de oxidación permite una mejor absorción de nitrógeno por parte de los microorganismos para llevar a cabo sus procesos metabólicos.

Los pasos para desarrollar el cultivo de kombucha pueden ser revisados en el **Anexo N°1 "Manual de Cultivo de Kombucha"**, desarrollado como parte de la práctica desempeñada en el Laboratorio de Biofabricación FADEU. Para el desarrollo de este proyecto se analizará y se pondrá a prueba una receta de cultivo proporcionada por **Claudia Herreros, Bioquímica de la Universidad Católica especializada en fermentados, quien posee un amplio conocimiento en torno a la simbiosis activa entre bacterias y levaduras, ya sea para potenciar el desarrollo de la bebida fermentada, como de la generación de biocelulosa.** La receta proporcionada por Claudia consta de las siguientes proporciones para un litro de cultivo.

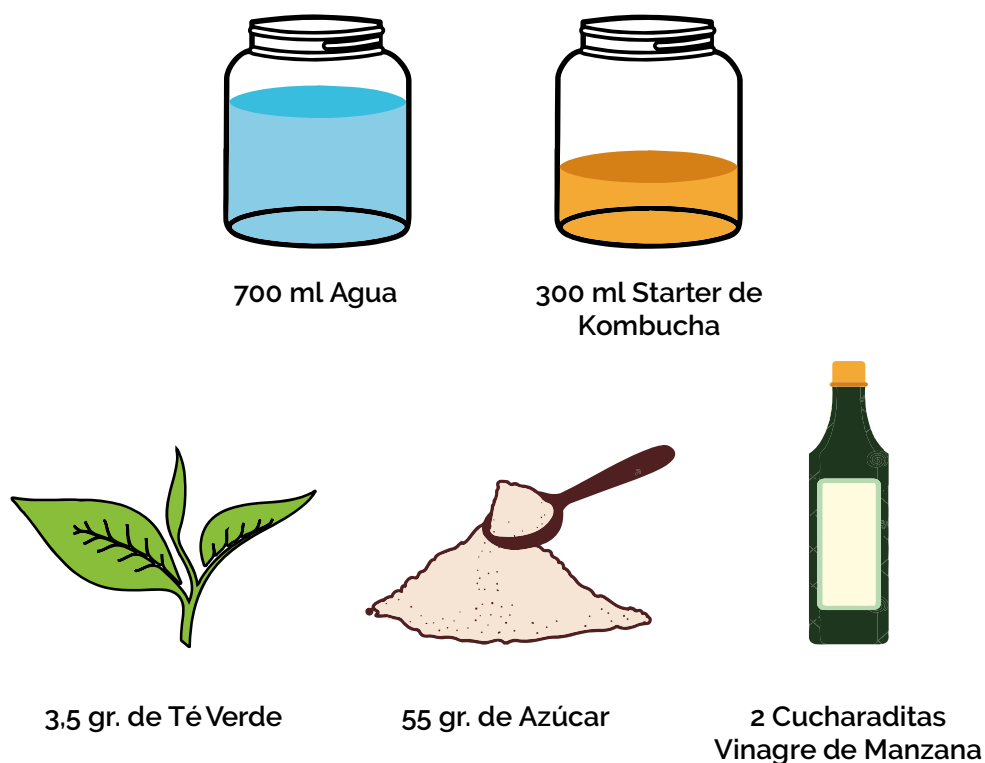


Figura 12. *Ingredientes Cultivo para 1 litro de Kombucha.* Autoría Propia.



Figura 13. *Ingredientes Cultivo de Kombucha*. Autoría Propia.

3.4 Condiciones de Cultivo

Si bien el cultivo de Kombucha puede parecer bastante sencillo, la literatura postula que existen una serie de factores importantes a considerar para lograr llevarlo a cabo, los cuales ayudaran al desarrollo de la fermentación del medio acuoso, además de la óptima fabricación de la biocelulosa (Naranjo & Ávila, 2018), entre ellos podemos encontrar los siguientes:

Temperatura

pH

Ausencia de Luz

Concentración de té

Concentración de Azúcar

Según Naranjo y Ávila (2018), la temperatura ideal para el crecimiento de biocelulosa dentro del cultivo bacteriano oscila entre los 20° y 28° C, el pH debería ser cercano a 3 en una escala de 1 a 14, manteniendose en este rango con el fin de que el medio acuoso sea lo suficientemente ácido para evitar contaminaciones de otros organismos, imposibilitando a estos su crecimiento por el nivel de acidez. La ausencia de luz resulta de vital importancia para el cultivo ya que con esto se evita exponer este mismo a una radiación constante, lo cual afecta directamente al desarrollo de reacciones químicas por parte de los organismos.

Por otro lado tanto la concentración de té como de azúcar resultan relevantes para la nutrición de los microorganismos, como también para poder llevar a cabo sus funciones metabólicas. Además cabe destacar que el correcto equilibrio entre la proporción de té y de azúcar ayuda a que el cultivo produzca este biofilm sin contratiempos,

ya que un cultivo con baja concentración de estos ingredientes crecerá de forma más tardía, en cambio un cultivo saturado crecerá de manera ineficiente, ya que tanto bacterias como levaduras no serán capaces de sintetizar de buena manera el alto contenido de sustratos. (Naranjo & Ávila, 2018).

Los factores anteriormente mencionados pueden ser manipulados o modificados según el resultado que se desee obtener, donde los más relevantes tienen relación con la temperatura y pH del cultivo, los cuales resultan de vital importancia para la producción de biocelulosa.




Figura 14. *Condiciones de Cultivo*. Autoría Propia.

4. Campo Museal

Si bien el proyecto contempla el desarrollo de un biomaterial y su aplicación desde la biofabricación, particularmente para la intervención de una obra arquitectónica, en este caso un museo, resulta de gran relevancia contextualizar y dar a conocer el campo bajo el cual se trabajara, con el fin de entender dicha lógica de trabajo, además de situar el proyecto como un encargo interdisciplinar, el cual debe cumplir con ciertos requerimientos narrativos. Es por lo anterior que los capítulos a continuación hacen referencia al campo de lo museal y su interacción con las obras desde la narrativa planteada por el bienal de artes mediales.

El campo museal hace referencia a todo aquel campo dentro del cual se verifican, la creación, el desarrollo y el funcionamiento de la institución museo, sino también la reflexión acerca de sus fundamentos y sus desafíos. Este campo de referencia se caracteriza por la especificidad de su alcance y determina un enfoque de la realidad; Desde esta perspectiva una herramienta en particular, la museología es la encargada de llevar a cabo un proceso de teorización y reflexión en torno a lo que concierne a los museos, con el fin de establecer un proyecto de museo o de realizar una exposición. (Desvallées & Mairesse, 2010).

Lo museal designa la relación existente entre el hombre y la realidad que habita (Stránský, 1987; Gregorova, 49 1980). El campo museal tiene un lugar dentro de la sociedad, tal como lo político, lo social, lo religioso, lo educacional, lo médico, lo económico, lo biológico, etc. Se trata de un campo bajo el cual se plantean problemas los cuales corresponden a conceptos; de esta manera un mismo problema puede establecerse a partir de la intersección de muchas áreas. Por ejemplo, en el caso de los OGM (Organismos Genéticamente Modificados) serán, de forma simultánea, un problema técnico para la biotecnología, un problema sanitario que involucre a la biosfera, generando a su vez un problema




político desde las diferentes posturas ecologistas que pueden existir, pero a su vez también se transforma en un problema museal.

Desde esta perspectiva un problema museal se desarrolla en torno al campo teórico de referencia de dicha problemática, bajo el cual se abren considerables perspectivas para profundizar la reflexión. Es por esto que el campo museal se transforma en el escenario de trabajo bajo el cual se llevará a cabo el desarrollo del proyecto, ya que es este quien permite establecer una postura en torno a la problemática y desafíos que comprende desarrollar 15 m² de un biomaterial a partir de kombucha para realizar la intervención de una obra arquitectónica, en este caso particular, un museo; permitiendo así la divulgación científica, teórica y conceptual además de proponer un ambiente óptimo para la reflexión.

4.1 Museología

Etimológicamente, la museología hace referencia a “el estudio del museo” y no a su práctica, la cual tiene una estrecha relación con la museografía. La museología se puede definir como el conjunto de tentativas de teorización o de reflexión crítica referidas al campo museal o también, como la ética o la filosofía de lo museal. (Desvallées & Mairesse, 2010)

La museología es una ciencia aplicada, la ciencia del museo; estudia su historia y su rol en la sociedad; las formas específicas de investigación y de conservación física, de presentación, de animación y de difusión; de organización y de funcionamiento; de arquitectura nueva o musealizada; los sitios recibidos o elegidos; la tipología; la deontología”.



(Rivière, 1981). A partir de la década del 60, en el mundo occidental la museología llega a ser considerada como un verdadero campo científico de investigación. Dicha perspectiva es tomada en consideración por la ICOM (Consejo Internacional de Museos), lo que genera que entre los años 1980 y 1990, este consejo define a la museología como el estudio de la relación existente entre el hombre y la realidad, estudio dentro del cual el museo como tal no es más que una de sus posibles materializaciones.

“La museología es una disciplina científica independiente, cuyo objeto de estudio es la actitud específica del Hombre frente a la realidad, expresión de sistemas mnemónicos que se han concretizado bajo diferentes formas museales a lo largo de la historia. La museología es una ciencia social surgida de disciplinas científicas documentales y contribuye a la comprensión del hombre en la sociedad” (Stránsky, 1980).

La museología en su ámbito más simple corresponde a la perspectiva teórica que busca dar soluciones a aquellas problemáticas del campo museal, desde un enfoque mucho más reflexivo, analizando cómo se inserta dicha problemática en la relación existente del ser humano y la realidad que habita.


4.2 Museografía

El término museografía, que hizo su aparición a partir del siglo XVIII (Neickel, 1727), cabe destacar además que el término es más antiguo aún que el término museología.

Hoy en día la museografía se define como la figura práctica o aplicada de la museología, es decir, corresponde a la serie de herramientas y técnicas desarrolladas para llevar a cabo una serie de exposiciones museales, y que principalmente se encuentran orientadas al acondicionamiento del museo, la conservación, la restauración, la seguridad y por supuesto, la exposición. El término museografía ha sido utilizado desde hace mucho tiempo, junto al término museología, para definir aquellas actividades intelectuales y/o prácticas que son atingentes al museo. (Desvallées & Mairesse, 2010).

A partir de lo anterior la ICOM establece lo siguiente "Los museos recurren a una vasta gama de especialidades y recursos materiales, cuyo alcance supera el ámbito estrictamente museístico. Esto puede conducir a un aprovechamiento compartido de recursos o a la prestación de servicios, ampliando así el campo de actividades de los museos. Estas actividades se organizan de manera que no se comprometa la misión que tiene asignada el museo".

La museografía corresponde a la puesta en marcha de una serie de herramientas bajo las cuales se aplica la creatividad para lidiar con el espacio y objetos pertenecientes a una colección o una exposición, con el fin de solucionar las complejidades de todo tipo que se pueden presentar. La museografía en su carácter más simple hace referencia a la materialización práctica de un espacio, de una propuesta teórica de



museología, corresponde a aquella práctica que se encuentra orientada a resolver, desde el ámbito técnico, aquellas problemáticas que son parte del campo museal.

4.2 Bienales y Ámbito Museal

Un Bienal hace referencia a un acontecimiento que ocurre cada dos años; cada bienal tiene una temática singular, dependiendo del área de desarrollo / investigación bajo el cual se trabaje (Arte, Arquitectura, Diseño, etc). Un bienal se caracteriza por poseer una plataforma teórica o de base conceptual.

Estos acontecimientos son posibles gracias a instituciones o consejos pertinentes y concedores del área de trabajo, quienes se encargan de conformar un panorama de divulgación y reflexión en torno a la base conceptual que se desea trabajar, esto puede ser mediante exposiciones, con un alto contenido museográfico, o estrategias de mediación insertas dentro de un programa público. Cada Bienal posee una plataforma teórica sobre la cual se monta una selección de profesionales que sean capaces de representar un discurso, de manera coherente y lógica, para posicionar dicho diálogo sobre el tapete nacional e internacional, evidenciando las problemáticas del hombre, la sociedad, la cultura y la realidad que habita.

Para el desarrollo de esta investigación se tomará el concepto de Bienal, como un espacio bajo el cual se materializan todas aquellas problemáticas entre la relación del ser humano y la realidad que lo aborda, desde el campo museal, particularmente desde su vínculo con la museografía.

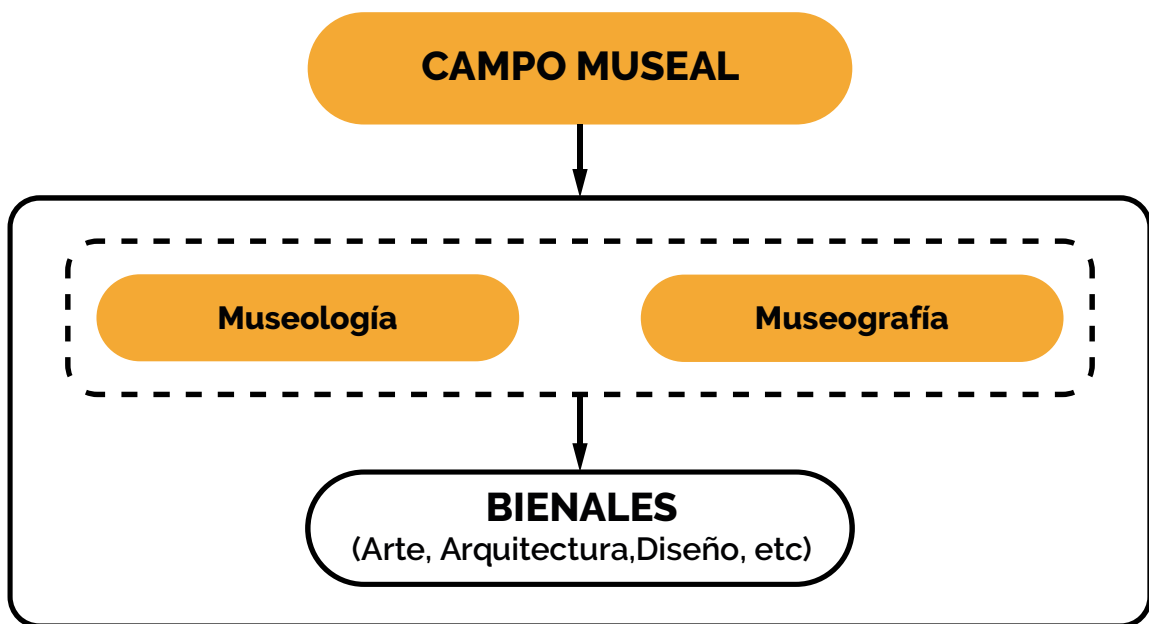


Figura 15. *Campo Museal*. Autoría Propia.

5. Bienal de Artes Mediales

La Bienal de Artes mediales se concibe como un espacio sistemático que da cabida a nuevas expresiones de arte, diseño y arquitectura contemporánea. Este espacio tiene una estrecha relación con la museología y museografía, desde el ámbito discursivo, divulgativo y reflexivo que propone el campo museal a partir de la identificación de problemáticas que se desarrollen en torno a la temática de la Bienal. El encuentro funciona como una vitrina sobre la producción y el desarrollo nacional e internacional dentro de estas áreas; fomenta el encuentro entre distintos profesionales ligados al rubro, y se preocupa por abordar los desafíos teóricos de la relación arte contemporáneo y nuevas tecnologías.

Particularmente para el año en desarrollo, corresponde realizarse la 14° Bienal de Artes Mediales, el cual se construye bajo la noción del "4° Mundo". Esta versión se describe como una invitación para reinsertar la cultura en la naturaleza y potenciar el vínculo existente entre estas.

La convergencia entre ideas, artes y oficios, entre cultura, ciencia, política, tecnología y acción colectiva marcó la primera vida de esta obra, la cual se reactualiza en su versión número 14, para poder explorar otros modos de existencia, a partir de esto la orientación del bienal para el año en desarrollo puede describirse de la siguiente manera.

"Buscamos reactivar esta obra para el siglo XXI, atentos a la integración de tecnologías digitales, en buena parte de los procesos sociales, la infoxicación producida por la saturación mediática, la sobreexplotación de entidades ecosistémicas, hoy reducidas a recursos y servicios" (Bienal Artes Mediales, 2019).

Desde 1993, la bienal construye vínculos entre los múltiples centros de cultura local y global, ocupando espacios, convocando a profesionales

del ámbito creativo, tejiendo una red de alianzas que busca alimentar una cultura interdisciplinaria y multimedial. La Bienal promueve la formación de nuevas audiencias y la conexión de públicos diversos, gracias a la divulgación que se genera en torno a la relación existente de las disciplinas creativas y la ciencia, que fortalece la cultura actual.

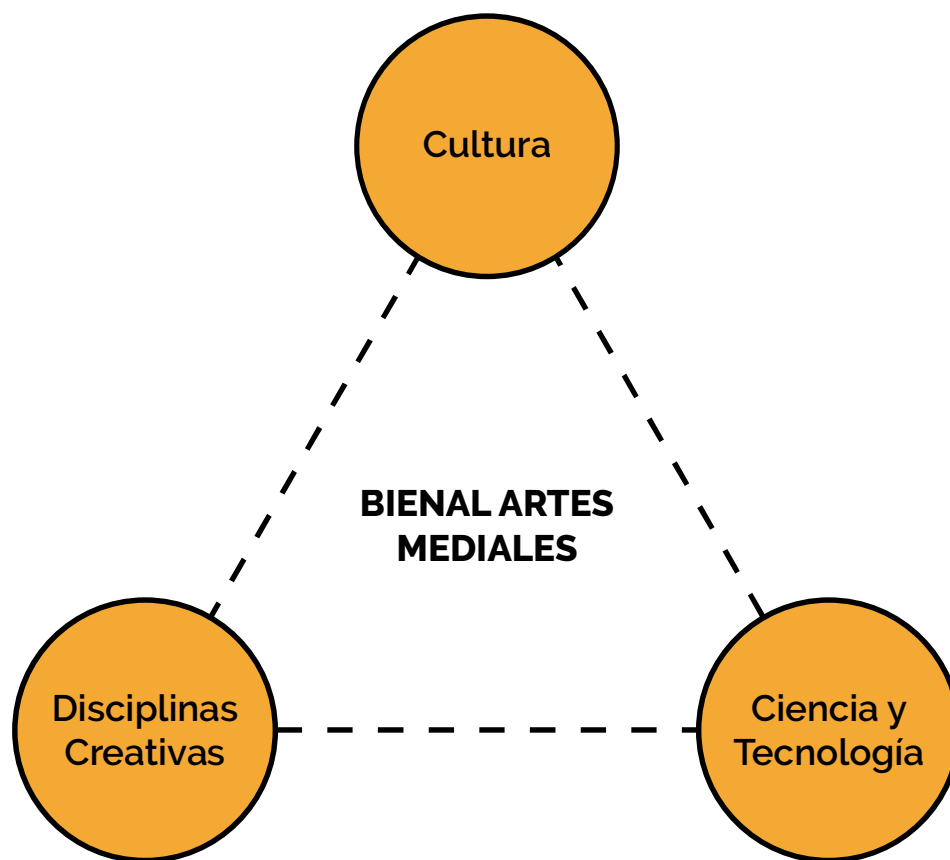


Figura 16. *Áreas abarcadas por el Bienal Artes Mediales.* Autoría Propia.

5.1 “Cuarto Mundo”

Cuarto mundo fue una escultura del artista chileno Carlos Ortúzar (1935-1985) instalada en el año 1972 en el patio norte del actual Centro Cultural Gabriela Mistral, donde arte, ciencia y sociedad convergen con gran potencia. Esta obra se instaló como una advertencia frente a la distinción existente entre el “primer, segundo y tercer mundo”. Dicha división hace referencia a los efectos de la revolución industrial a una escala global y donde todos los seres de la tierra se ven afectados, clasificándolos como bienes de consumo o materias primas (Maulen, 2017).

Desaparecida en 1973, la obra será restablecida y se convertirá en el eje narrativo principal del bienal, como un mecanismo de orientación. Esta connotación temática tiene como objetivo conocer, profundizar y promover las interacciones existentes entre disciplinas creativas y los campos de investigación científica en Chile, atendiendo a las posibles relaciones con la sociedad.

El tema de esta edición, “Cuarto Mundo” proviene de un posible mundo futuro derivado del cambio climático, que permite repensar las relaciones del ser humano con la cultura y naturaleza que lo rodea. Desde esta perspectiva la Bienal se propone como una caja de herramientas para la construcción de un contexto interdisciplinario, basado en el uso de medios análogos y de aquellos que se sitúan en los bordes de la experimentación numérica (Corporación Chilena de Video y Artes Electrónicas, 2019).



Figura 17. *Carlos Ortuzar: "El Cuarto Mundo"*. Autoría: Bienal de Artes Mediales.

5.2 Sedes de Exposición

La Bienal consta con una serie de eventos gestionados y desarrollados por la **Corporación Chilena de Video y Artes Electrónicas**, dichos eventos fueron distribuidos en alrededor de 12 espacios. Estos contaron con una serie de exposiciones, a las cuales se les asignó un foco de interés dependiendo de la utilización de dichos espacios y la cantidad de expositores que participaron en cada uno de ellos, aunque el lema de esta edición, "Cuarto Mundo", buscó ser algo transversal a cada uno de estos focos.

Cada uno de estos espacios contó con exposiciones que se llevaron a cabo durante el periodo de tiempo a realizarse dicho encuentro, el cual alberga disciplinas creativas, de ciencia y tecnología como también de cultura, es por esto que bajo este contexto se sumaron algunos de los centros culturales más grandes de la ciudad de Santiago, permitiendo proyectar un mayor alcance de públicos, junto con afianzar la naturaleza territorial del encuentro en miras a convertirse en la Bienal de Santiago en su próxima edición.

Para el desarrollo de este proyecto se trabajó en torno a la intervención arquitectónica de uno de estos espacios, particularmente el Museo Benjamín Vicuña Mackenna, el cual fue la sede que albergó temporalmente al Museo del Hongo.

5.2.1 Espacios Colaboradores

- *Museo Nacional de Bellas Artes*
- *Museo de Arte Contemporaneo*
- *Museo de la Solidaridad Salvador Allende*
- *Museo de Artes Visuales*
- *Centro Cultural Gabriela Mistral*
- *Centro Nacional de Arte Contemporaneo*
- *Centro Cultural Palacio de la Moneda*
- ***Museo Benjamín Vicuña Mackenna***
- *Centro Patrimonial Recoleta Dominica*
- *Galería Macchina*

5.3 Museo Benjamín Vicuña Mackenna

El museo Benjamín Vicuña Mackenna corresponde, tal como su nombre lo dice a un espacio cultural en el cual se encuentra la historia y varias de las posesiones objetuales del intendente de Santiago entre los años 1872-1875, Benjamín Vicuña Mackenna; quien fue responsable de grandes proyectos en torno al embellecimiento de la ciudad, siendo su mayor obra, la renovación del Cerro Santa Lucía.

Dicho museo se presenta como sede para el desarrollo expositivo de la curatoría del Museo del Hongo, junto a la Fundación Fungi bajo el contexto temporal de la Bienal de Artes Mediales de Santiago. Esto se debe a que el Museo del Hongo no presenta una sede propia bajo la cual exponer su colección artística.

El museo del Hongo se encuentra inspirado en el micelio, cuerpo vegetativo de los hongos, como una "red vial que interconecta diversas especies, y la energía y materia oscura que habita entre nosotros y los cuerpos planetarios de una forma misteriosa, las instalaciones de esta sección se convierten en decodificadores de sitios específicos, portales hacia otra comprensión del lugar que habitan." (Corporación Chilena de Video y Artes electrónicas, 2019).

A partir de esto, es que el Museo Benjamín Vicuña Mackenna se instaure dentro de esta "red" de museos que serán parte de la Bienal, prestando sus instalaciones como lugar de concentración para las exposiciones que serán parte del Museo del Hongo.



Figura 18. *Frontis Museo BVM*. Autoría Propia.

5.4 Museo del Hongo

En 2015, el diseñador Juan Ferrer comenzó a trabajar en un ensayo titulado El Museo del hongo: cruce entre arte, ciencia y diseño. Esta investigación establecía una mirada interdisciplinaria entre ciencia y naturaleza y, además, afirmaba que el Reino Fungi era fundamental para la vida. Posteriormente, el proyecto avanzó hasta transformarse en el Museo del Hongo, propuesta museográfica e itinerante que tuvo su primera presentación a finales de 2016, cuando 15 creadores, diseñadores y científicos expusieron sus obras en el Club Social de Artistas.

El Museo del hongo es un espacio itinerante de difusión interdisciplinar en torno al reino fungi, haciendo un cruce entre áreas del conocimiento para ampliar la reflexión acerca de estos organismos y eliminar la micofobia.

El Museo del hongo es un espacio itinerante de difusión interdisciplinar en torno al reino fungi, haciendo un cruce entre áreas del conocimiento para ampliar la reflexión acerca de estos organismos y eliminar la micofobia. El museo del hongo nace como una iniciativa de su fundador Juan Ferrer, para establecer y dar a conocer la importancia que poseen estos organismos biológicos en múltiples áreas de desarrollo de la sociedad, ya sea alimenticia, ciclo de vida de productos y principalmente su relación directa con la biofabricación. Desde este último punto de vista el museo desarrolla un trabajo colaborativo con el laboratorio de biofabricación FADEU, lo cual le ha permitido generar una serie de "apariciones" en torno a múltiples temáticas ligadas al reino fungi, con el fin de darse a conocer entre la comunidad.

Desde esta perspectiva el Museo del Hongo se ha convertido en un gran actor dentro del vínculo existente entre el campo museal y la biofabricación a partir de nuevas materias primas, dando paso a una serie de exploraciones y experimentaciones para el desarrollo y aplicación de biomateriales, particularmente a base de hongos.

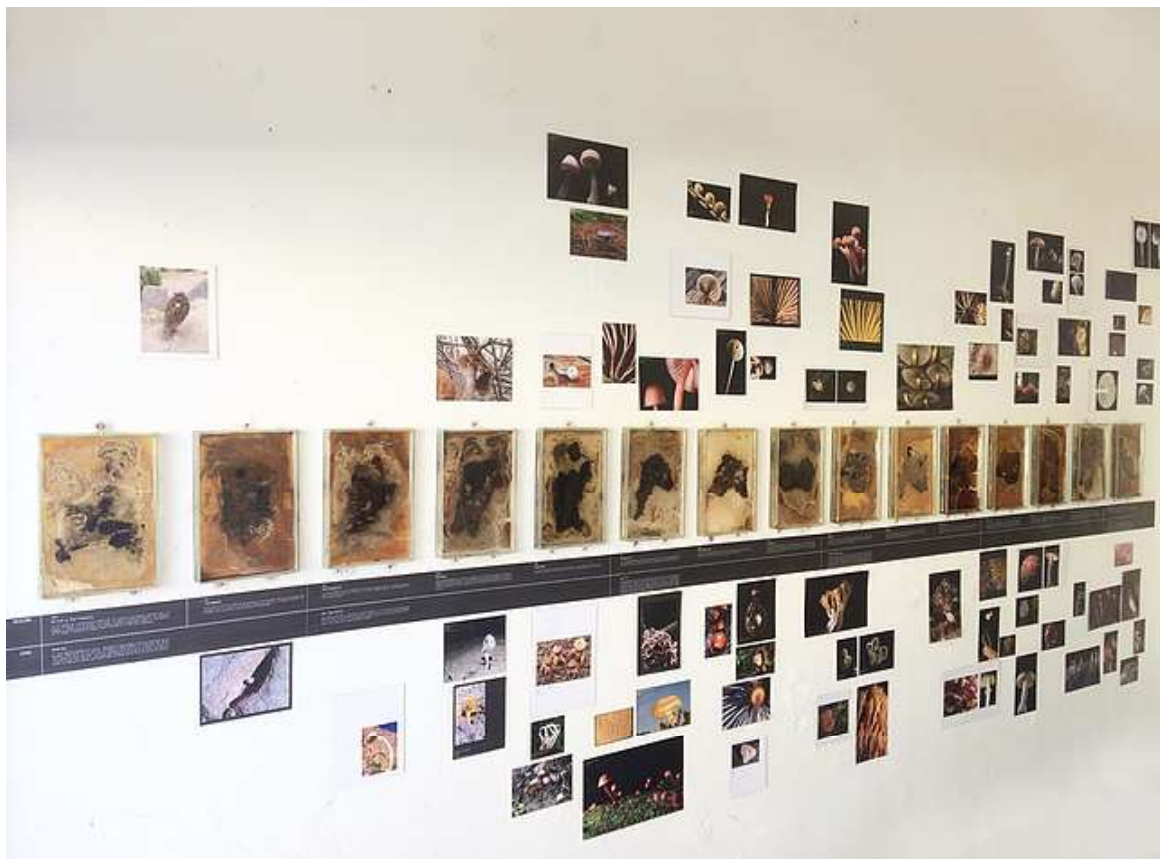


Figura 19. Montaje "Prototipo para un Museo del Hongo". Autoría Museo del Hongo.



**METODOLOGÍA
DE DISEÑO**

Propuesta Metodológica

La metodología de diseño se encuentra fundamentada en una Investigación de Base de Memoria (IBM) previa, desde donde se llevó a cabo un estudio motivado por el interés personal en torno al cultivo de Kombucha, dentro de un contexto de práctica profesional realizada en el Laboratorio de Biofabricación de la Facultad de Diseño, Arquitectura, y Estudios Urbanos de la Universidad Católica.

Al momento de recibir el encargo del proyecto por parte del Museo del hongo, este se presenta como una oportunidad que motiva la continuidad de la investigación mencionada anteriormente, planteando nuevos desafíos que pueden ser abordados desde la perspectiva crítica y creativa del Diseño Industrial, gracias a la utilización del espacio definido por el Laboratorio de Biofabricación FADEU.

A partir de lo anteriormente mencionado fue posible desarrollar una metodología de diseño para la creación de la obra, la cual considera etapas cronológicas para la consecución de objetivos del proyecto, donde cada etapa presenta una entrada y salida de información, la cual se traduce en el punto de partida para la siguiente, desde esta perspectiva se puede considerar la metodología de diseño como un embudo, el cual mediante el estudio, la exploración y experimentación es capaz de filtrar información y procesos para el desarrollo del proyecto.

Dichas etapas están desarrolladas en relación a la recopilación de información necesaria, la cual fue traducida para desarrollar una propuesta de diseño en base a una propuesta conceptual y una propuesta productiva para la obtención del material, las cuales determinaron la ejecución práctica del proyecto de intervención arquitectónica solicitado por el Museo del Hongo. A continuación, por medio del siguiente esquema se presenta la metodología de diseño empleada para el desarrollo y ejecución del proyecto.

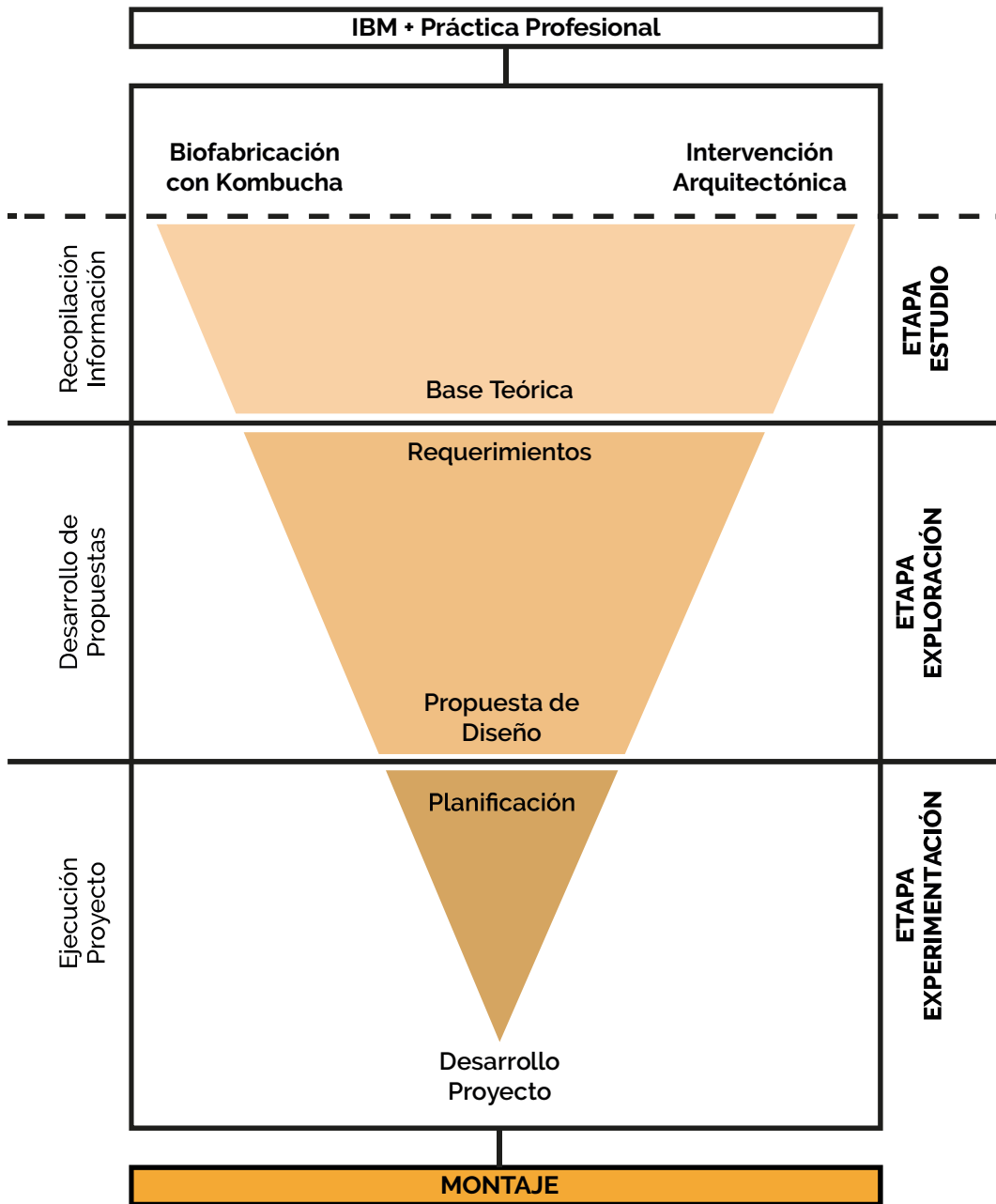


Figura 20. *Metodología de Diseño para el Proyecto*. Autoría Museo del Hongo.

ESTADO DEL ARTE

INTERVENCIONES ARQUITECTÓNICAS

Christo & Jeanne Claude

Reichstag de Berlín

Christo & Jeanne Claude conformaban una pareja de artistas los cuales se dedicaron a resignificar una multiplicidad de obras arquitectónicas de gran magnitud, con el fin de establecer un nuevo tipo de relación con las personas, sacando al edificio como una mera construcción arquitectónica y convirtiéndolos en grandes hitos simbólicos con la ciudad.



Figura 21. Christo & Jeanne Claude.

Christo Vladimirov, artista y diseñador de los proyectos que realizaron, junto a Jeanne Claude, centraron sus obras en la utilización de telas para intervenir grandes edificaciones y espacios de alto impacto cultural.

Dentro de sus obras más importantes podemos encontrar la intervención realizada al Reichstag de Berlín en Alemania en el año 1995, edificio que actualmente funciona como la sede de reuniones del parlamento Alemán. Dicha obra fue la culminación de 24 años de gestión y fue uno de los proyectos más ambiciosos de Christo y Jeanne-Claude y un acontecimiento cargado de simbolismo en la nueva Alemania recién unificada. La intervención de esta obra arquitectónica tenía por motivo resaltar la geometría estructural bajo la cual se construyó el edificio, con el fin de acercar el edificio a la comunidad civil de una forma mucho más amena

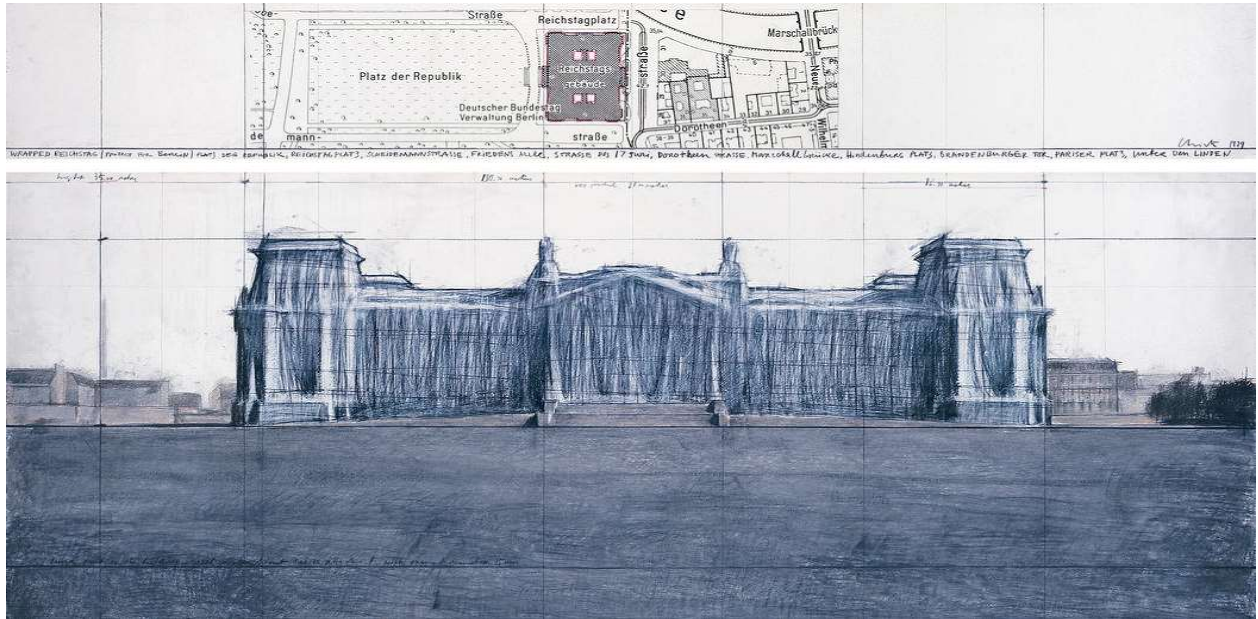


Figura 22. *Obra Reichstag Berlin*. Fuente: christojeanneclaude.net

Iván Navarro

This Land is Your Land

Iván Navarro nació el 21 de diciembre de 1972, estudió Licenciatura en Artes en la Pontificia Universidad Católica de Chile, donde fue alumno de artistas como Eugenio Dittborn, Eduardo Vilches y el crítico y curador de arte Justo Pastor Mellado.



Figura 23. Iván Navarro.

En 1997 viaja a Nueva York para completar su formación artística, lugar desde el cual ha proyectado una exitosa carrera. Su obra forma parte de importantes colecciones públicas y privadas en varios lugares del mundo y ha estado presente en numerosas exposiciones internacionales. Ejemplo de esto es su participación el 2009 en la Bienal de Venecia, como primer representante nacional del pabellón.

Una de sus obras más relevantes es "This Land is Your Land" montada en Nueva York en el Madison Square Park Conservancy's Mad. La obra consiste en la intervención de 3 torres de agua mediante luces de neón. El contenido de la obra radica en un impulso vocal a las libertades ofrecidas en este país para una población inmigrante.

Las torres de agua de Navarro, cada una de aproximadamente siete pies de diámetro y apoyadas en soportes de aproximadamente ocho pies de altura, funcionarán como recipientes para un vocabulario de la experiencia política y personal de la inmigración. El interior de una torre presentará las palabras "yo" y "nosotros", otra presentará la palabra

“cama”, y una tercera mostrará la imagen de una escalera, todo lo cual estará compuesto de luz de neón. Una disposición interna de espejos permitirá que cada palabra o imagen se repita perpetuamente a través de un espacio vertical aparentemente interminable. (Rabinowitz, 2014)



Figura 24. *Obra This Land is Your Land*. Fuente: artistasvisualeschilenos.cl

The background is a vibrant yellow with a complex, fibrous texture, resembling aged paper or a biological surface. A prominent white, irregular tear or hole is visible on the left side, extending vertically. The overall appearance is organic and aged.

ESTADO DEL ARTE

BIOFABRICACIÓN CON ORGANISMOS SIMBIONTES

Emma Sicher

From Peel to Peel

Emma Sicher es una diseñadora Italiana, quien ha desempeñado gran parte de su trabajo en el desarrollo de packaging con biocelulosa, obtenida de la simbiosis de bacterias y levaduras, y restos de frutas o verduras. Este packaging se comprende como una simbiosis activa entre los propios organismos de la biocelulosa y la fructosa que se encuentra disponible en los residuos orgánicos.

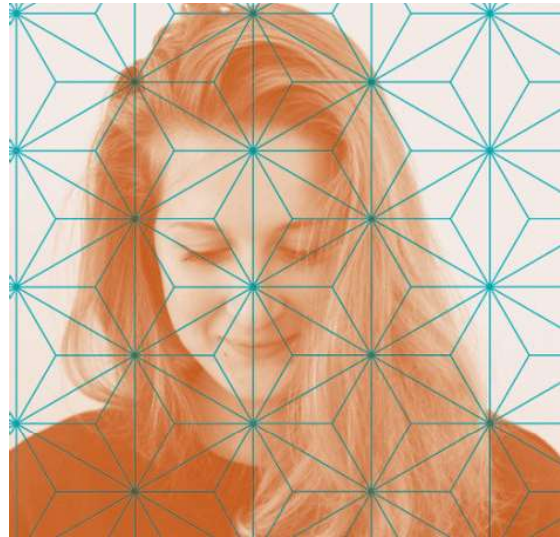


Figura 25. Emma Sicher

Los microorganismos en la sustancia SCOBY reaccionan con la fructosa y las vitaminas que todavía están naturalmente contenidas en el desperdicio de alimentos para proliferar y crear capas de celulosa, un componente estructural clave en las paredes de las células vegetales que las ayuda a permanecer rígidas.

Para crear el material, los restos de frutas y verduras se sumergen en agua con SCOBY y compuesto acético. Los microorganismos convierten la fructosa y las vitaminas en los desechos en celulosa pura, hasta que forma un material similar a la gelatina.

Esta mezcla se deja reposar durante dos o cuatro semanas, dependiendo del grosor deseado, antes de secarse a temperatura ambiente. Una vez seco, se convierte en una hoja de material translúcido, que comparte características similares al papel, plástico y cuero.



Figura 26. *From Peel to Peel*. Fuente: homecrux.com

Suzanne Lee

Biocouture

Suzanne Lee, es una diseñadora de moda que actualmente se desempeña en Nueva York, su trabajo se concentra en la aplicación de posibles tecnologías futuras al ámbito del diseño, principalmente al diseño de vestuario. Actualmente es directora creativa del proyecto de investigación "Biocouture".



Figura 27. Suzanne Lee

BioCouture es un proyecto de investigación, pionero para el desarrollo futuro del biodiseño y la biofabricación. Dicho Proyecto ha explorado el uso de cultivos vivos de microorganismos (levaduras y bacterias) para convertir biomateriales como la biocelulosa obtenida del cultivo de kombucha, en ropa sostenible y compostable. Este proyecto se ha convertido recientemente en una consultoría, creando alianzas con productores de biomateriales emergentes para especular y dar forma al futuro de los productos de consumo cultivados.

El proyecto BioCouture actualmente se encuentra investigando el uso de microorganismos vivos para producir el primer zapato 'crecido' del mundo. En un mundo de recursos naturales cada vez más estresados, desafíos ambientales y crecimiento de la población, necesitamos repensar radicalmente lo que constituye productos de consumo sostenibles.



Figura 28. *Biocouture*. Fuente: culturacolectiva.com

Adrienn Ujhazi

Biophilia

Adrienn Ujhazi es una artista visual de origen Serbio, quien desempeña su trabajo en examinar la relación existente entre el ser humano y la naturaleza. Dentro de su carrera ha desarrollado un proyecto llamado "Biophilia" el cual consiste en un collage configurado por distintos paños de SCOBY de Kombucha, los cuales se encuentran intervenidos con diversos pigmentos.



Figura 29. Adrienn Ujhazi.

Dicha obra se presenta en forma de objeto, con dimensiones de 5 x 170 x 100 cm, el cual posee una estructura similar a un cuadro para montar sobre una pared. Esta serie de paños de SCOBY de Kombucha fueron enriquecidos con distintos colores y luces led, con el fin de resaltar la textura existente en el material, con el fin de agregar simbolismo al trabajo, particularmente en torno a la comunicación a través de materiales

Esta obra pertenece a una serie de obras de la artista, las cuales se encuentran orientadas a evidenciar el consumo inconsciente del ser humano, dejando entre ver la paradoja en torno a la mentalidad de la sociedad actual, buscando representar la creación, la autoconciencia y la propia conciencia del entorno en el que se habita.



Figura 30. *Cultivo Kombucha Obra Biophilia*. Fuente: behance.net

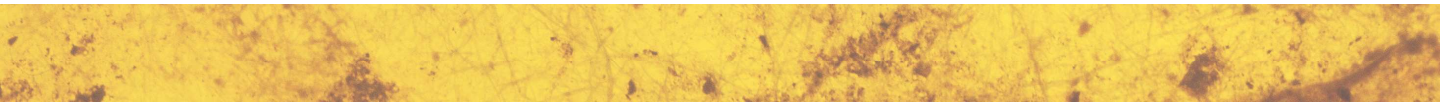


Figura 31. *Obra Biophilia*. Fuente: behance.net

Sammy Jobbins Wells

Skin

Skin es un proyecto de investigación impulsado por la Diseñadora Alemana y candidata a máster en tecnologías de fabricación digital, Sammy Jobbins. Este proyecto consiste en una pieza de indumentaria la cual mezcla procesos de fabricación digital y biotecnología, especulando sobre el potencial existente de los biomateriales y organismos vivos como parte del procesos de desarrollo de productos.



Figura 32. Sammy Jobbins Wells

Dicha investigación culminó en el desarrollo de un objeto inspirado en un corsé a partir de la morfología de huesos de animales, donde lo más relevante para el desarrollo de este proyecto fue la investigación en torno a la obtención del material autogenerativo por medio del cultivo de Kombucha, determinando que es un método de producción completamente sostenible, ya que no requiere uso de energía externa para que las colonias de bacterias y levaduras puedan sostenerse y fabricar el biomaterial.



Figura 33. *Obra Skin*. Fuente: sammyjobbinswells.com

Neri Oxman

Aquahoja

Una colección de objetos y estructuras biocompatibles componen este proyecto de investigación desarrollado a partir de diseño computacional, fabricación digital, ciencia de los materiales y biología sintética. Liderado por la arquitecta, diseñadora y profesional del MIT, Neri Oxman.



Figura 34. Neri Oxman


El proyecto buscó desarrollar un material compuesto por los biopolímeros más abundantes en la naturaleza: Celulosa, Quitina y Pectina, a partir de caparzones de camarones y hojas caídas de árboles. Estas materias primas fueron impresas en 3D, luego moldeados por agua y aumentados con organismos sintetizados o pigmentos naturales. Una propuesta futurista, donde la vida y la descomposición programada se representa en una manera de producción basada en cultivo y manufactura.



Figura 35. *Obra Aquahoja*. Fuente: designwanted.com



Figura 36. *Proceso Aquahoja*. Fuente: designwanted.com



**PROPUESTA DE
DISEÑO**

Metodología de Trabajo

A continuación se presentará el trabajo realizado para llevar a cabo la propuesta de diseño en torno a la obra de intervención, cada uno de los puntos profundizados más adelante resultan ser factores importantes en torno a la toma de decisiones previas para la planificación y producción de la obra misma. Estos puntos se insertan dentro de un estudio de caso, el cual permitió visualizar la viabilidad y validación del proyecto, sirviendo además a la conformación de los pilares fundamentales en el desarrollo del proyecto.

Por otro lado para llevar a cabo una propuesta de diseño en torno a la creación de la obra fue necesario a su vez generar una propuesta conceptual, la cual se encontró ligada al enfoque narrativo planteado por el Bienal de Artes Mediales, junto con esto se desarrolló también una propuesta productiva para la obtención del biomaterial, basada en su cultivo dentro de piscinas, la cual fuese capaz de producirlo a una escala mayor, la unión de ambas propuestas crean a grandes rasgos la propuesta de diseño.

Si bien se presentaran cada uno de los pasos realizados para elaborar una propuesta, es relevante mencionar que para efectos de desarrollo de este proyecto **fue necesario modificar aquella propuesta de diseño realizada en primera instancia, debido a una serie de factores externos detonados por el llamado Estallido Social ocurrido en Chile durante el mes de Octubre de 2019**, ya que se debe considerar el contexto ambiental y geográfico bajo el cual se encuentra dispuesto el Museo Benjamín Vicuña Mackenna, destacando que este se encuentra ubicado cercanamente a la llamada Zona Cero, lugar de reunión para llevar a cabo las manifestaciones expuestas por los ciudadanos.

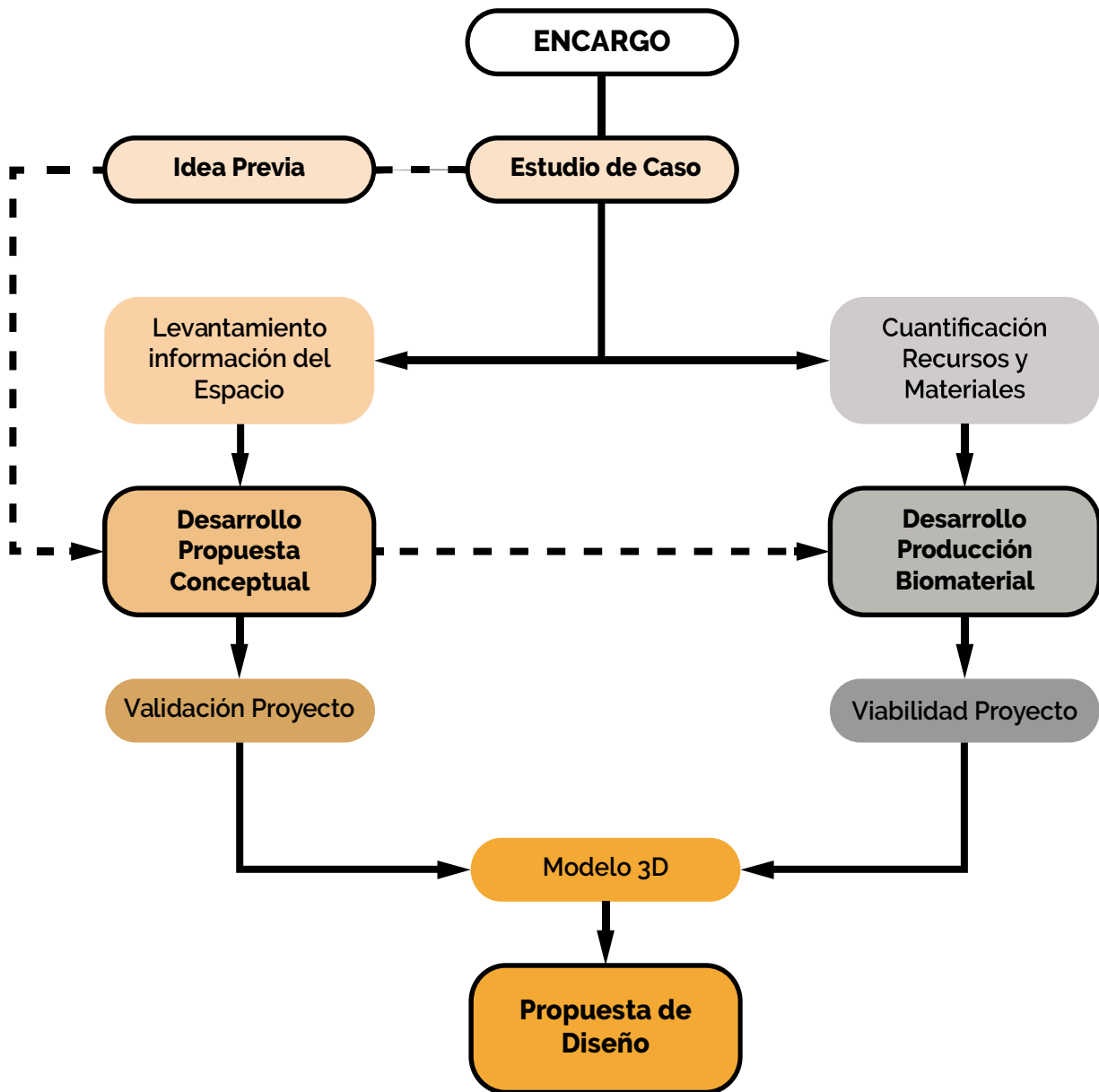


Figura 37. Metodología de Trabajo. Autoría Propia.

Encargo de Obra


Este encargo consistió en intervenir la fachada del Museo Benjamín Vicuña Mackenna mediante la perspectiva planteada por el movimiento Land Art, esto como petición del Museo del Hongo en el contexto del 14° Bienal de Artes Mediales, para la locación de su sede temporal.

Cabe destacar que si bien la superficie frontal del museo posee un área aproximada de 110 m², **se propuso cubrir un mínimo aproximado de 15 m²**, lo cual significó un gran desafío en torno al desarrollo del biomaterial, ya que no debemos dejar de considerar que hasta ahora solo ha sido producido en una escala menor de laboratorio, por lo que dicho desafío tuvo relación con escalar la producción del biomaterial, teniendo que sacarlo de su cultivo en un laboratorio, para esto fue relevante sistematizar los procesos de cultivo y secado, que permitieran la obtención final de este material. Una vez ahí fue necesario revisar cada uno de los pasos con el fin de convertir este escalamiento productivo en una prueba piloto, la cual lograrse ser replicable, para lograr esto resultará de vital importancia que la obra posea un carácter modular.

Además de lo anterior, resultó necesario también cualificar aquellos aspectos estéticos del biomaterial, los cuales fueron potenciados mediante la intervención visual del biomaterial, esto en pos de la imagen y narrativa que pretende mostrar la curaduría del Museo del Hongo

Para lograr resaltar el valor estético del material, y en relación al estudio de los referentes directos, se desarrollaron exploraciones y experimentaciones en torno a la utilización de pigmentos naturales para modificar su color, además de potenciar las texturas propias mediante su exposición a la luz solar.

Para poder llevar a cabo el desarrollo de una propuesta fue necesario,



en primera instancia, realizar un estudio de caso, mediante visitas físicas y un registro fotográfico del espacio a intervenir en el museo, con el fin de establecer dimensiones, posibles métodos constructivos, junto con esto se tuvo que llevar a cabo una cuantificación en torno a los recursos necesarios para la producción del biomaterial, verificando así la factibilidad para el desarrollo del proyecto.



Estudio de Caso

Tal como se mencionó anteriormente, para el desarrollo de la idea de una propuesta fue necesario llevar a cabo un estudio de caso a partir del encargo realizado por el Museo del Hongo, con el fin de levantar información relevante en torno a la viabilidad y validación de la propuesta de diseño.

Dicho estudio considera una división en 2 grandes ámbitos, por un lado fue necesario desarrollar un levantamiento de información en torno al espacio facilitado por el Museo Benjamín Vicuña Mackenna y la superficie disponible para llevar a cabo la intervención arquitectónica, por otro lado resultó de vital importancia desarrollar una cuantificación en torno a los recursos necesarios para llevar a cabo una producción del biomaterial de la cual fuese posible obtener al menos 15 m² de este.

En primera instancia, para poder llevar a cabo el levantamiento de información en torno al espacio facilitado por el museo, fue muy importante mantener un diálogo directo con este mismo, esto con el fin de poder generar un registro fotográfico, el cual fuese capaz de entregar información en torno al contexto ambiental bajo el cual se encuentra el espacio a utilizar, con la idea de visualizar las relaciones objetuales que podría presentar la obra de intervención, junto con esto además se realizó un levantamiento de información en torno a las dimensiones generales y relevantes del espacio a

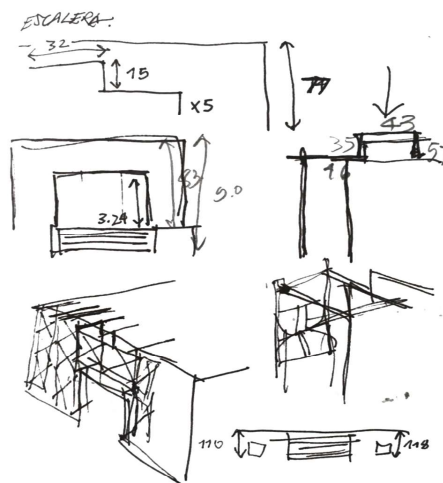
intervenir con el fin de recopilar datos que fuesen relevantes para el ámbito técnico y constructivo de la obra.

Posteriormente para llevar a cabo una cuantificación en torno a los recursos y materiales necesarios para la obtención del biomaterial fue necesario realizar un estudio e investigación en torno al cultivo de Kombucha, tal como se expuso anteriormente dentro del marco teórico de esta memoria. Dicha cuantificación se basa en aproximaciones estadísticas derivadas de la cantidad de agua, sustratos y materiales necesarios para producir una mayor escala en torno a la producción del biomaterial, junto con poder realizar una cotización en torno al valor de la obra.

A continuación se presentarán los resultados obtenidos de este estudio de caso, el cual permite separar el proyecto en dos grandes áreas de trabajo, de las cuales se dará pie al desarrollo de la propuesta conceptual, ligada al levantamiento de información del espacio y la propuesta de desarrollo del biomaterial, ligada a la cuantificación de los recursos y materiales, las cuales se insertan dentro de una propuesta de diseño para la obra.



Figura 38. *Frontis Museo BVM*. Autoría Propia.



Diametro (cm)	Altura (cm)	Area (cm*2)	Volumen (cm*3)	% Starter	Litros Starter	Total Piscinas	Cantidad de Tambores
183	10	26288,865	262888,65	0,5	131,444325	2628,8865	15,46403824
183	8	26288,865	210310,92	0,5	105,15546	2103,1092	12,37123059
183	10	26288,865	262888,65	0,3	78,866935	2129,396065	12,52587097
183	8	26288,865	210310,92	0,3	63,093276	1703,518452	10,0209678

Cotización Piscinas		
Proporción azúcar 210 lts		
Concentrado (lt)	Azúcar (gr) x lt	Total
210	50	11

Proporción té - starter		
Concentrado	Té (gr)	Total (gr)
210	3	630

Cantidad concentrado por tambor		
Receta (lts)	Starter	Total (lts)
170	3	56,7
180	0,5	90
170	0,2	34
170	0,15	25,5
170	0,1	17

Litros Preparación Starter		
Cantidad	Té (gr)	Azúcar (gr)
136	408	6120
144,5	433,5	6502,5
100	300	4500
100	340	8100

Azúcar (kg)	Valor	Valor total	Cantidad	Valor final
9	499	\$4.491	13	\$58.383

Té (gr)	Valor (kg)	Valor total	Cantidad	Valor final
0,54	5000	\$2.700	13	\$35.100

Proporción azúcar - starter 170 lts		
Concentrado (lts)	Azúcar (gr)	Total (kg)
56,7	45	2.552
56,7	50	2.835

Medidas por litro	
Azúcar (gr)	Té (gr)
45	3

Cantidad de azúcar por piscina				
Azúcar (kg)	Valor	Valor total	Cantidad	Valor final
11	499	\$5.489	27	\$148.203

Proporción azúcar - starter 180 lts		
60	45	2.700
60	50	3.000

Proporción té - starter		
Concentrado	Té (gr)	Total
170 lts	3	170
180 lts	3	180

Cantidad de té por piscina				
Té (kg)	Valor (kg)	Valor total	Cantidad	Valor final
0,63	5000	\$3.150	27	\$85.050

Té (gr)	Cantidad	Total (kg)
0,54	13	7,02

Valores totales 170 lts				Valores totales 180 lts			
--	Valor unitario	Cantidad	Valor total	--	Valor unitario	Cantidad	Valor total
Tambor	\$6.000	9	\$54.000	Tambor	\$6.000	9	\$54.000
Azúcar (45 gr/lit)	\$499	22963,5	\$11.458.787	Azúcar (45 gr/lit)	\$499	24300	\$12.125.700
Azúcar (50 gr/lit)	\$499	25515	\$12.731.985	Azúcar (50 gr/lit)	\$499	27000	\$13.473.000
Té	\$989	1530	\$1.482.570	Té	\$9,96	1620	\$16.135
Total				Total			

Valor tambores + piscinas	
Total tambores	\$93.483
Total piscinas	\$233.253
Valor total	\$326.736

Cotización Tambor 180 lts: 60 gr. azúcar x Lt

Valor total 13 tambores	
Azucar	\$58.383
Té	\$35.100
Valor total	\$93.483

Proporción azúcar - starter 180 lts		
Concentrado (lt)	Azúcar (gr) x lt	Total (kg)
180	50	9

Proporción té - starter		
Concentrado	Té (gr)	Total (gr)
180	3	540

Valor total 13 tambores	
Azucar	\$148.203
Té	\$85.050
Valor total	\$233.253

Cantidad azúcar total proyecto					
	1 tambor (kg)	13 tambores (kg)	1 piscina (kg)	27 piscinas (kg)	Total (kg)
Azúcar	9	117	11	297	414

Cantidad té total proyecto					
	1 tambor (kg)	13 tambores (kg)	1 piscina (kg)	27 piscinas (kg)	Total (kg)
Té	0,54	7,02	0,63	17,01	24,03

Figura 39. Estudio de Caso. Autoría Propia.



Idea Previa

Para visualizar las posibilidades de la obra de intervención se llevó a cabo un estudio de referentes en torno al estado del arte de las intervenciones arquitectónicas, como también en torno a la biofabricación con el biomaterial de Kombucha, y para efectos del desarrollo de una propuesta de diseño, se llevó a cabo una idea previa inspirada en el trabajo de la artista visual, de origen Serbio, Adrienn Ujhazi y la Bioarquitecta y Diseñadora, Neri Oxman, quien es también profesora del MIT.

Dicho desarrollo de idea tiene el fin de interiorizar aquellos requisitos narrativos propuestos por el Museo y el Bienal, además orientar la propuesta de diseño hacia la consecución de los objetivos planteados para el proyecto.

Esta idea busca generar un collage de paños de Kombucha unidos entre sí, los cuales posean distintos pigmentos de color con el fin de generar una composición visual que tenga relación con el lenguaje propio del material, además de la utilización de pigmentos naturales que no intervengan a nivel químico o biológico el desarrollo del material.

Una vez desarrollado el estudio de caso se realizaron bocetos preliminares para generar una visualización de ideas, desde las cuales poder integrar los requerimientos técnicos y narrativos a la obra, dichos bocetos se presentan a continuación como resultado de un estudio de referentes, junto con el desarrollo de un análisis creativo y reflexivo en torno a la concepción de la obra.

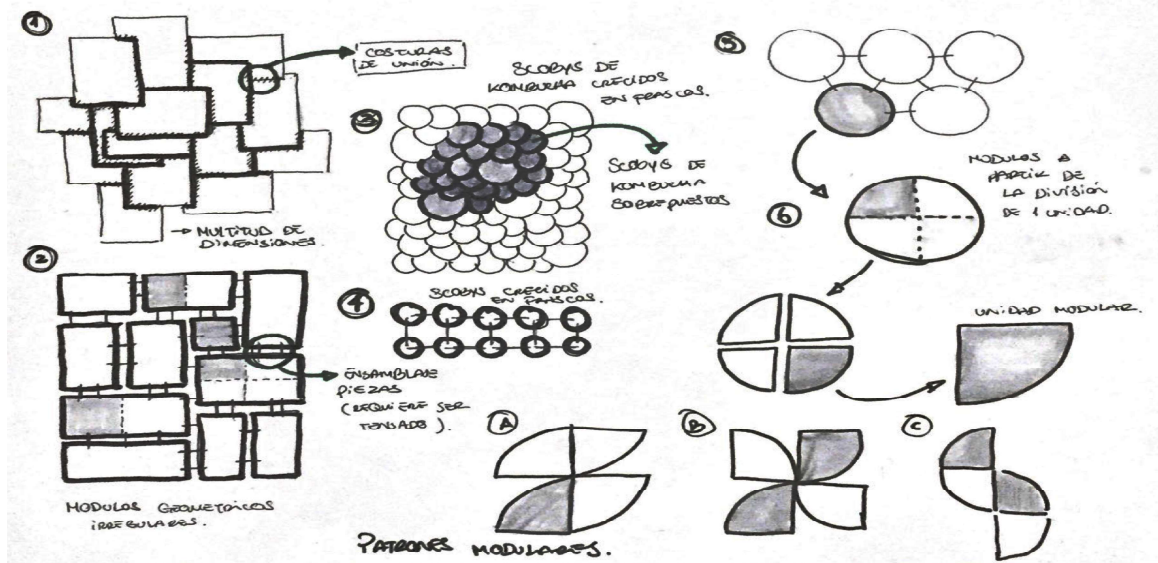


Figura 40. *Idea Previa*. Autoría Propia.

Conformación Equipo

A partir de la visualización del proyecto mediante el desarrollo de dichos bocetos preliminares y el estudio de caso previo, fue posible dimensionar la cantidad de tareas a realizar para poder producir una propuesta de diseño correctamente fundamentada, por lo cual resultó de gran importancia y utilidad conformar un equipo de trabajo el cual fuese capaz de abordar cada una de las tareas y desafíos.

Tal como se mencionó anteriormente, para abordar y ejecutar cada una de las tareas que comprende el desarrollo de una propuesta de diseño y la propia ejecución de la obra debido a la envergadura del

proyecto, fue necesario levantar un equipo de trabajo multidisciplinar el cual estuvo conformado por personas ligadas al campo del Diseño Industrial y Gráfico, la Arquitectura, la Biología y Biotecnología, además de personas ligadas a la producción audiovisual.

Dicho equipo se levantó a partir de una convocatoria realizada por redes sociales, principalmente por Instagram, desde donde se convocó a personas con interés y conocimiento en el desarrollo de un biomaterial a partir de Kombucha, con el fin de establecer una selección de las personas interesadas en participar.



Figura 41. *Convocatoria Equipo*. Autoría: Esperanza Álvarez.

Una vez captada la atención de aquellas personas interesadas en participar dentro del proyecto se llevaron a cabo una serie de entrevistas con el fin de realizar un proceso de selección, además de llevar a cabo una presentación del proyecto a ejecutar. Como resultado de este proceso se logró conformar el siguiente equipo, desde el cual cada integrante se hizo responsable de un área de trabajo dentro del proyecto, a partir de esto fue posible crear un organigrama que se presentara a continuación

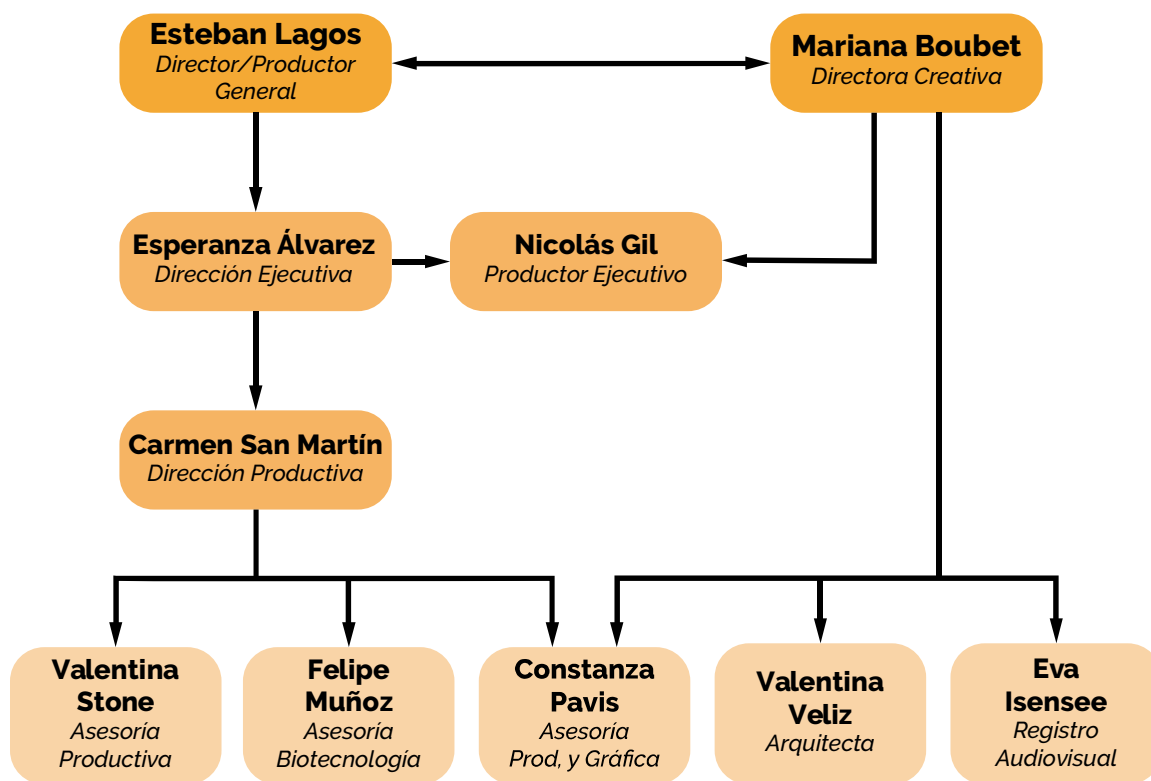


Figura 42. Organigrama Equipo. Autoría Propia.

Propuesta Conceptual

Ya conformado el equipo y realizada una división de tareas en torno al progreso del proyecto, fue posible dar paso al desarrollo creativo de la obra para la creación de una propuesta conceptual basada en el carácter narrativo del Bienal y el Museo del Hongo, tomando como punto de inicio el trabajo realizado por la artista Adrienn Ujhazi y la Bioarquitecta Neri Oxman, junto con las ideas previas desarrolladas anteriormente.

Cabe destacar que este trabajo creativo se encuentra a cargo de la Directora Creativa del equipo, Mariana Boubet, quien a partir de lo anterior establece un estudio en torno a la geometría, módulos, paleta de colores, entre otros aspectos los cuales se inserten dentro de dicha narrativa y desde los cuales se establecerán ciertos requerimientos de la obra. Para el desarrollo de la propuesta conceptual cabe destacar que serán utilizados aquellos recursos elaborados como parte del levantamiento de información del espacio a intervenir, desde los cuales se llevará a cabo una exploración analógica de estos.

En primera instancia se realizó una exploración en torno a la idea de una obra modular, con el fin de ver posibles interacciones y juego de colores, permitiendo experimentar en torno a la obra de intervención, dicha exploración fue realizada de manera análoga mediante el bocetaje de ideas que permitieran visualizar la aplicación del biomaterial. Es importante mencionar además que la propuesta de intervención, en primera instancia, estuvo pensada para desarrollarse en la fachada frontal del museo.

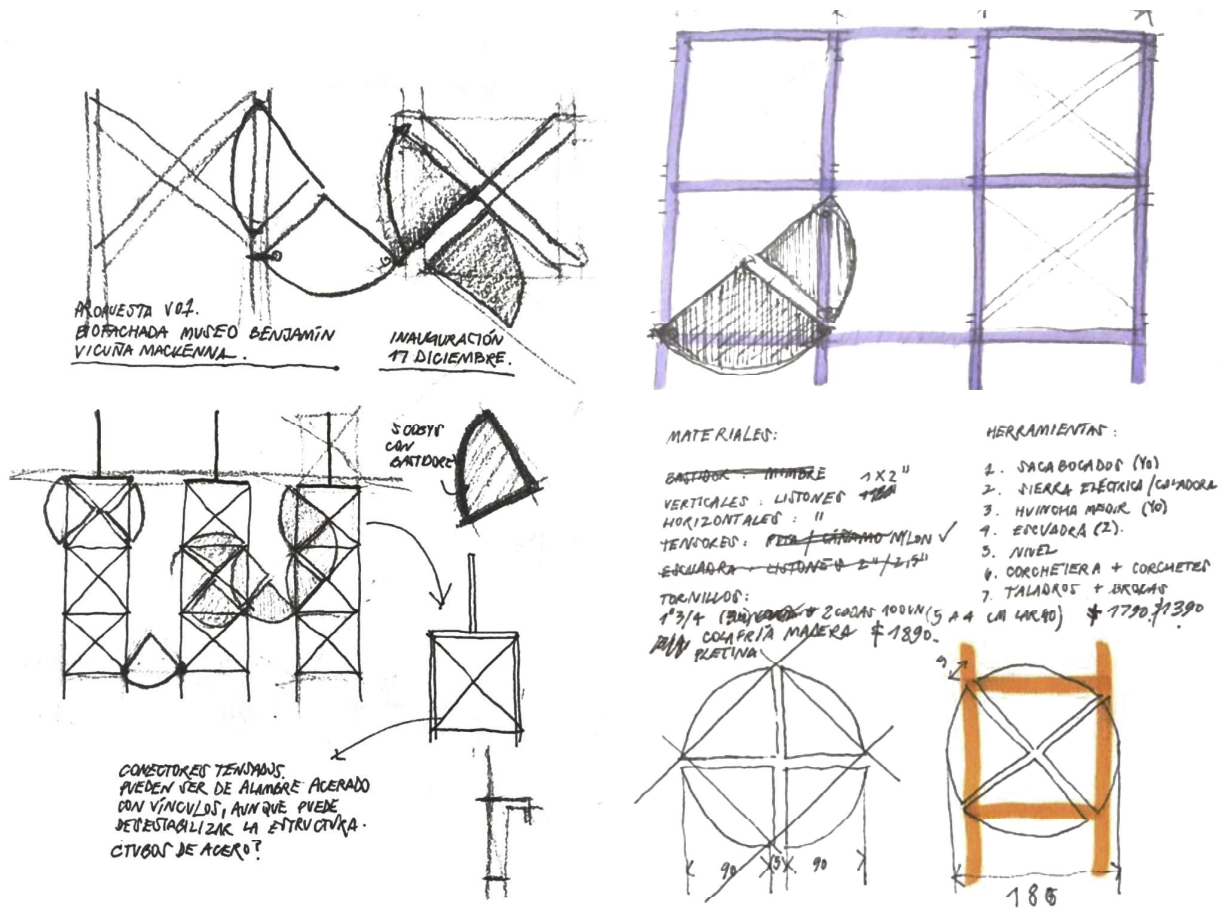


Figura 43. Croquis Propuesta Modulos. Autoria: Mariana Boubet



Figura 44. *Croquis Propuesta Montaje*. Autoría Propia.

Posteriormente se llevó a cabo un estudio en torno a la posible paleta de colores a utilizar, basándose en el criterio de la obtención y utilización de pigmentos naturales para su aplicación en el biomaterial, los cuales posteriormente se convirtieron en un requerimiento de la obra

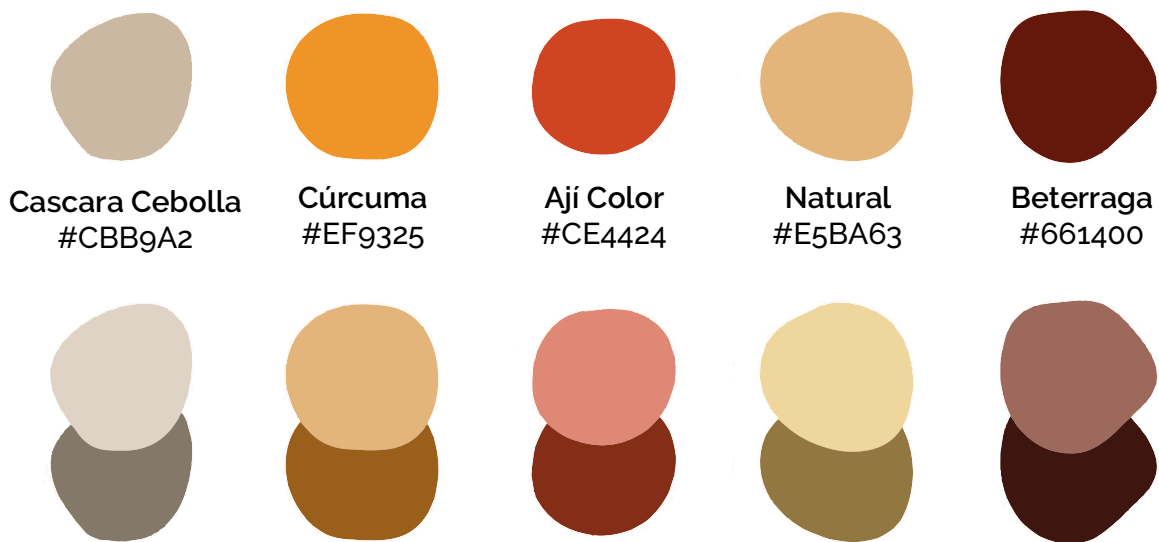


Figura 45. *Paleta de Colores*. Autoría Propia.

Propuesta Producción Biomaterial

Una vez realizada una propuesta conceptual se dio paso a la confección de una propuesta de producción para la obtención del biomaterial, basada en el estudio bibliográfico sobre el cultivo de Kombucha. Si bien el cultivo de Kombucha en su base es bastante simple, el gran desafío para este proyecto radica en la escala de producción y el tiempo disponible para realizarlo, ya que resulta de vital importancia sacarlo de su producción a baja escala dentro de laboratorio y orientarlo hacia una producción de mediana escala en espacios más amplios, esto significa aumentar directamente los recursos, implementos y sustratos utilizados en dicho cultivo.

Para llevar a cabo esta tarea se dispusieron de 2 equipos de trabajo; el primero bajo el cargo de la Directora Productiva Carmen San Martín, enfocado en desarrollar una propuesta estratégica para generar cultivos a mediana escala en la producción del biomaterial. Por otra parte el equipo a cargo de la Directora Ejecutiva, Esperanza Álvarez, se encargó de establecer estimaciones aproximadas en torno a la cantidad de recursos a utilizar, cotizaciones y valor productivo de la obra.

A partir de los cálculos realizados anteriormente en torno a la cuantificación de los recursos y el propio estudio generado por el equipo productivo en torno al cultivo de Kombucha, desde la investigación previa (IBM: Investigación Base Memoria) realizada por el autor de esta memoria, se levantó una propuesta para el desarrollo del biomaterial en torno a su cultivo en piscinas.

Dicha propuesta se encuentra fundamentada en la obtención del biomaterial por medio del área superficial que poseen los medios de cultivo, tal como se mencionó anteriormente dentro del capítulo en torno a la Kombucha. Desde esta perspectiva se propuso elaborar cultivos dentro de piscinas, las cuales permiten a su vez una mayor

producción de metros cuadrados, bajo la cual poder desarrollar el carácter modular de la obra. Una vez presentada dicha propuesta, esta fue analizada por la Directora Ejecutiva para verificar su viabilidad y dar paso a la construcción argumentada de una propuesta de diseño.

Propuesta Montaje Piscinas y Desarrollo modular Campus Lo Contador (FADEU)

20 Piscinas, 183 cm diametro c/u

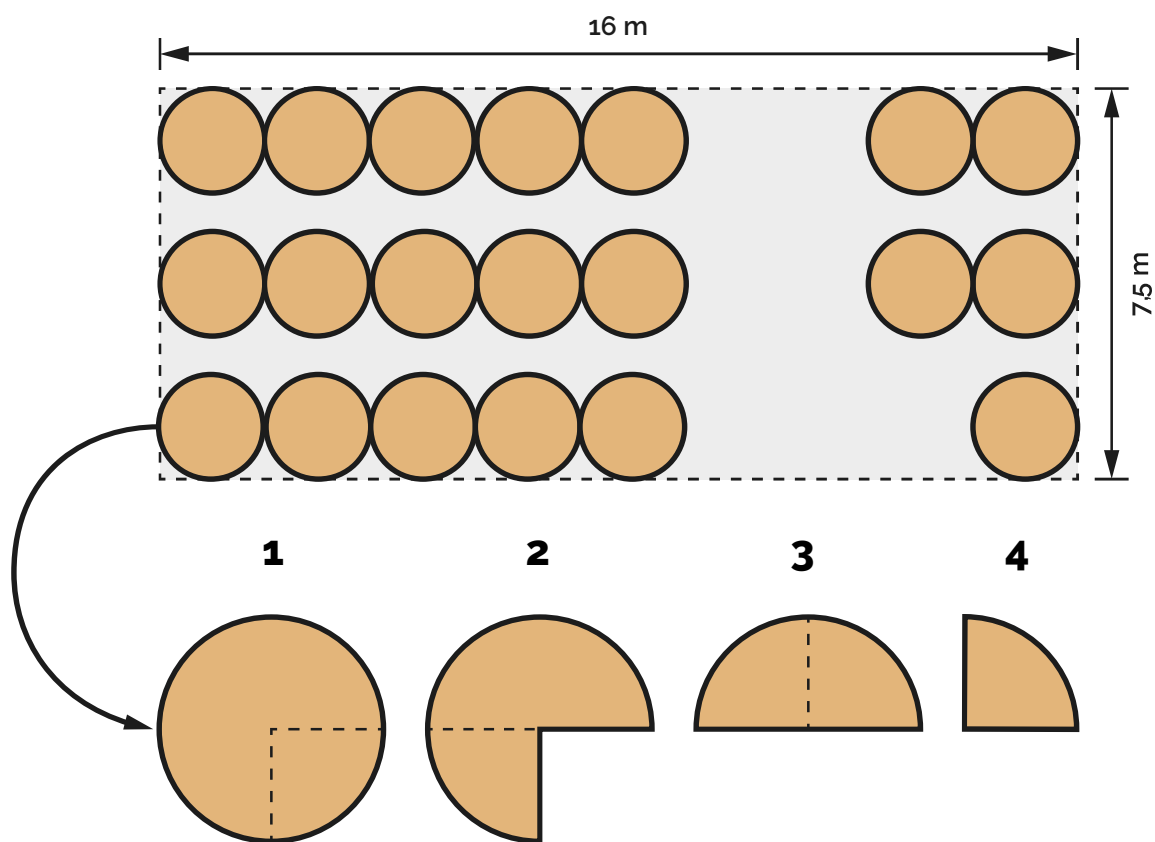


Figura 46. *Propuesta Montaje Piscinas*. Autoría Propia.

Proyección y Modelo 3D

Ya realizadas las propuestas conceptuales y de desarrollo del biomaterial se procedió a realizar una previsualización de estas mediante un modelado 3D, el cual se convirtió en la imagen representativa de la propuesta de diseño. dicho modelo 3D estuvo pensado para mostrar y dimensionar aspectos relevantes de dicha propuesta, tales como paleta de colores, superficie en metros cuadrados, módulos a desarrollar, organización de la obra.

Dicho modelo 3D fue realizado por la Directora Creativa del proyecto junto con la asesoría de la arquitecta participante del equipo; fue realizado en el programa Rhinoceros, el cual al no ser un programa paramétrico, permite de mejor manera ciertas libertades geométricas para el desarrollo formal de la propuesta.

Este modelo fue desarrollado como recurso para presentar la propuesta de diseño al Cliente, en este caso el Museo del Hongo, cabe destacar que este modelo fue presentado además junto a un informe elaborado con el desarrollo y estudio completo de la propuesta, el cual se expuso anteriormente, además de todas aquellas decisiones e ideas previas que permitieron un avance y argumentación de la propuesta principal.



Figura 47. *Desarrollo Modular 3D*. Autoría Propia.

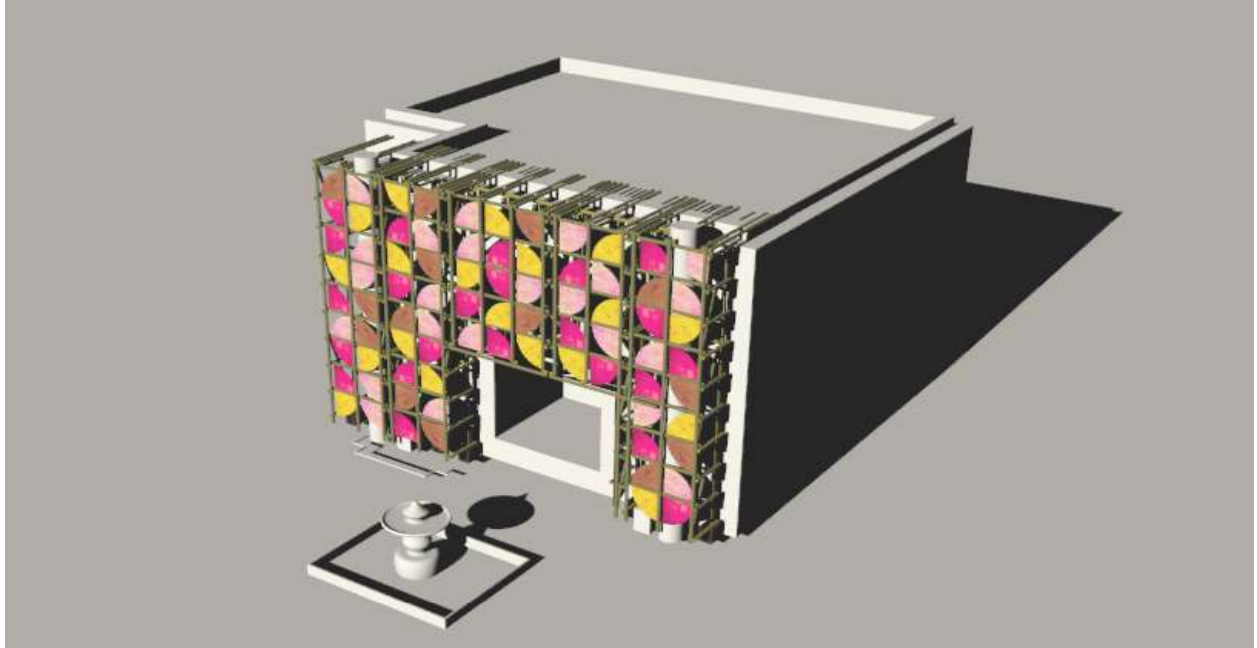
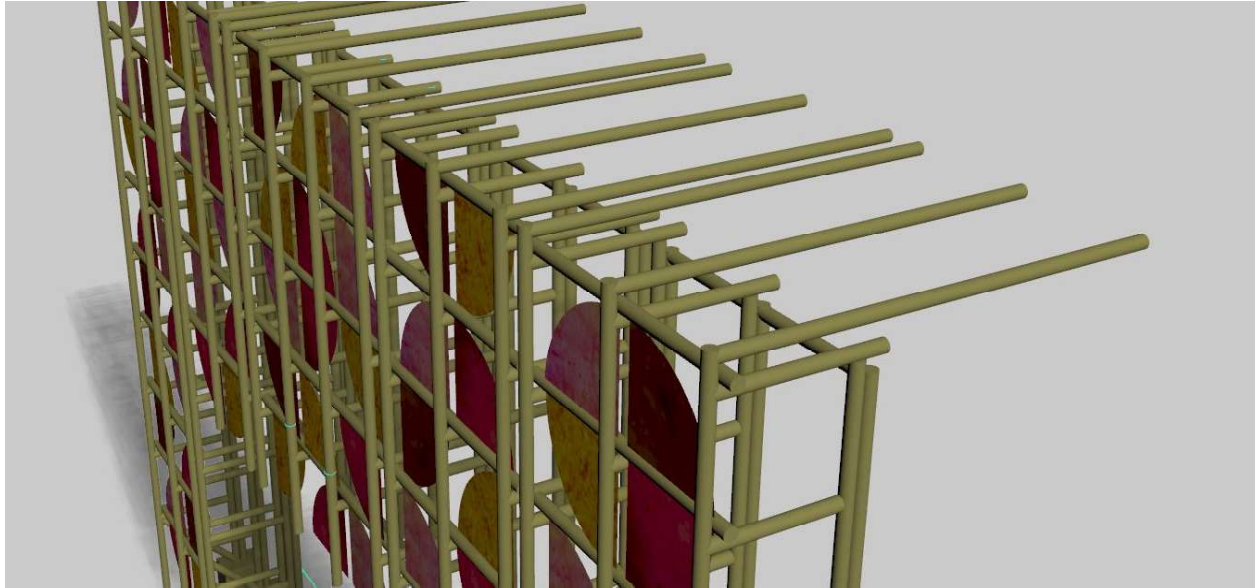


Figura 48. *Previsualización Modelado 3D.* Autoría Propia.

Modificación Propuesta

Tal como se mencionó al comienzo de este capítulo en torno a los pasos desarrollados para la creación de una propuesta de diseño resulta importante mencionar que si bien la propuesta realizada en primera instancia fue desarrollada y ejecutada hasta cierto punto, **esta tuvo ciertas modificaciones a raíz de lo acontecido en Chile durante el mes de Octubre de 2019, el llamado Estallido Social**. Este acontecimiento generó un cambio radical en cuanto al contexto ambiental bajo el cual se ejecutaba el proyecto, esto como consecuencia de la ubicación bajo la cual se encuentra el Museo Benjamín Vicuña Mackenna en el centro de Santiago y la gran cantidad de conflictos entre manifestantes ciudadanos y las fuerzas policiales de orden público.

Dicha modificación de la propuesta de diseño se origina dentro de un marco preventivo, propuesto por el Museo BVM para resguardar su infraestructura, esto a raíz de su exposición frente a posibles atentados dentro del contexto de la manifestación social. Resulta necesario destacar que dentro de la zona urbana bajo la cual se encuentra emplazado dicho museo, se generó una serie de atentados hacia la infraestructura cívica, por lo cual es de vital importancia adecuar la propuesta de diseño al requerimiento preventivo planteado por el museo.

Para la modificación y desarrollo de la nueva propuesta de diseño, se tomó como punto de inicio el trabajo realizado para elaborar una propuesta conceptual, la cual tuvo los cambios más significativos, Por otro lado la propuesta de producción del biomaterial se mantuvo, pero a una escala un tanto más pequeña, esto debido a que el contexto social incidió directamente en el campo productivo, teniendo que disminuir la producción. La modificaciones a la propuesta de diseño, consideran dentro de su aspecto preventivo, **el cambio de la intervención hacia la fachada posterior del museo** y el desarrollo de una propuesta más

austera, basada en el desarrollo modular de la propuesta de diseño anterior. A continuación se presentará el trabajo realizado para la creación de una nueva propuesta de diseño.

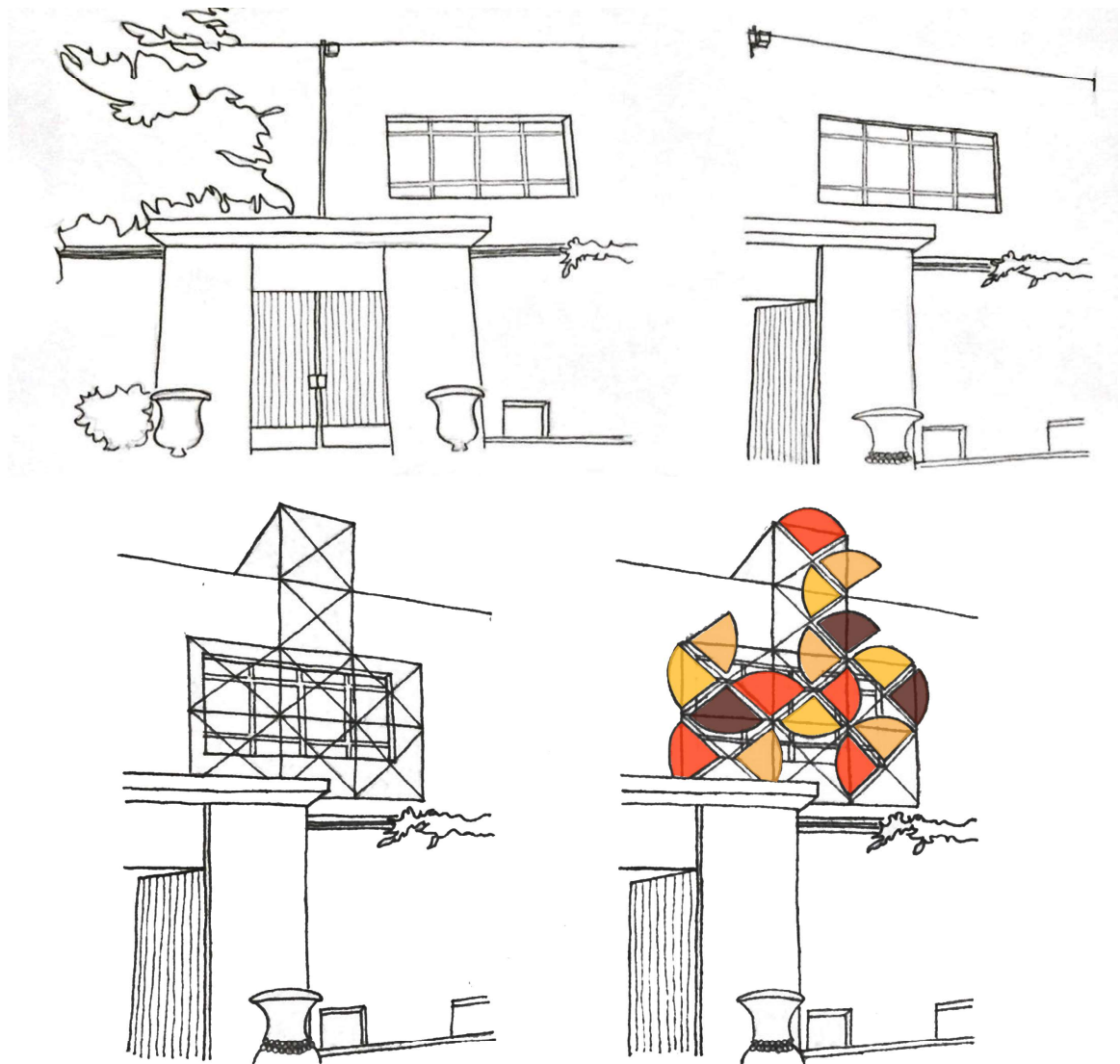


Figura 49. *Croquis Modificación Propuesta*. Autoría Propia.

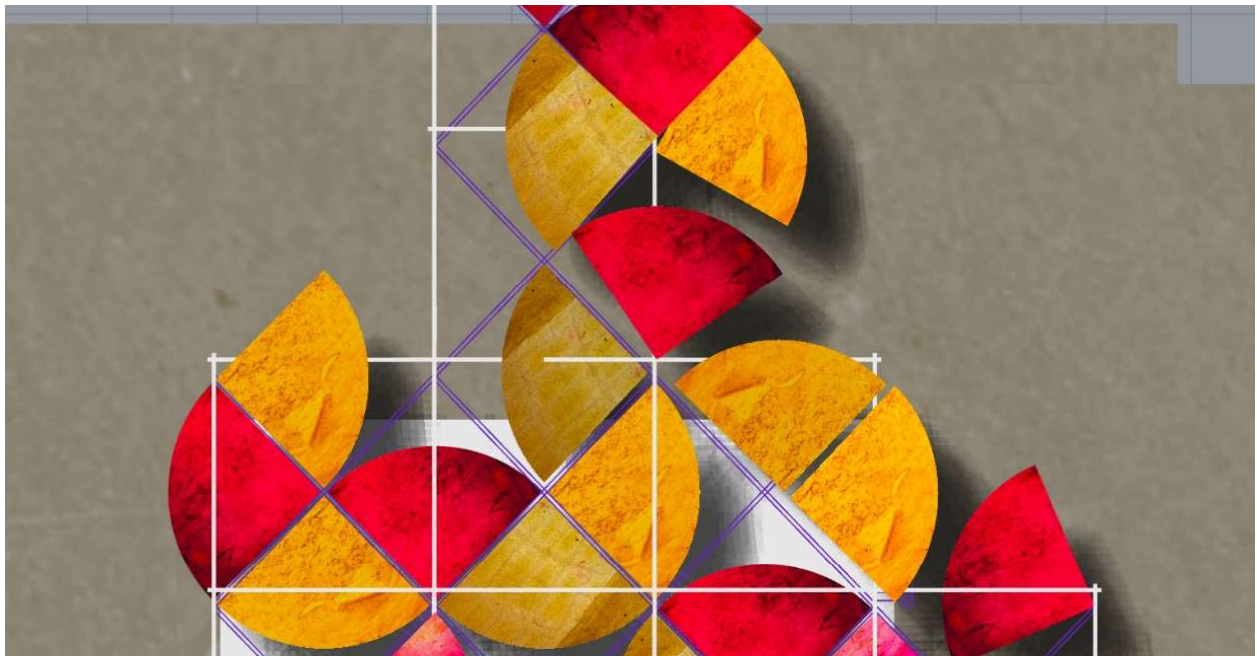
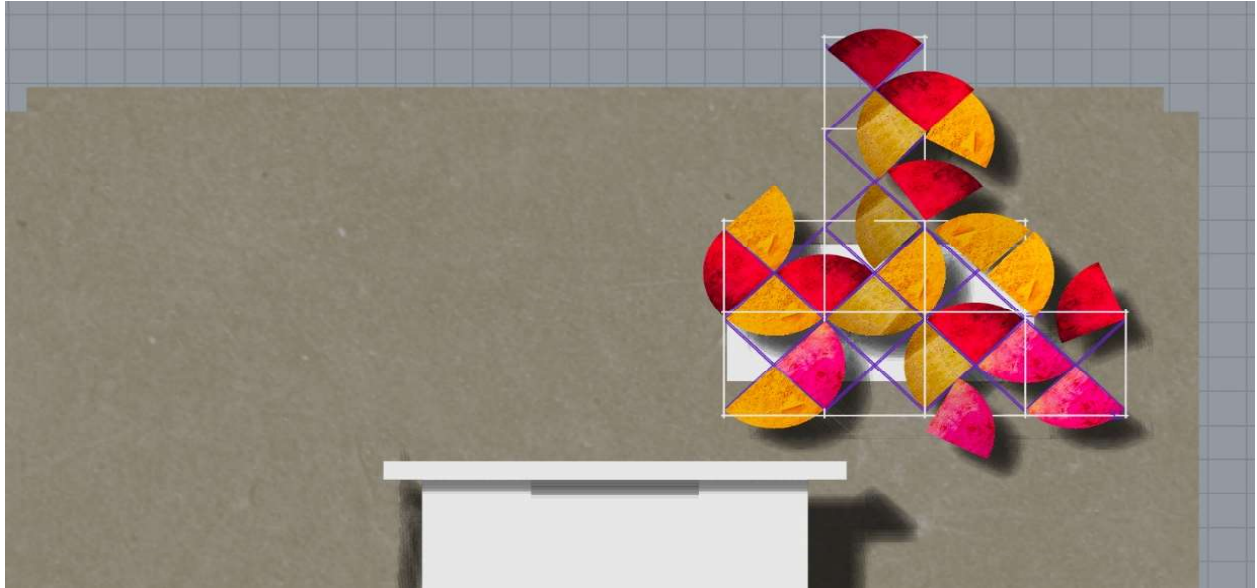


Figura 50. *Modificación Modelado 3D*. Autoría Propia.

Planificación de Ejecución

Una vez conformada la propuesta de diseño se procedió a desarrollar una **planificación en torno a la ejecución del proyecto**, abordada desde múltiples campos de acción, los cuales a su vez determinaron tareas y metas a conseguir para el avance del proyecto. En primera instancia se llevó a cabo una planificación preliminar del proyecto, la cual define los grandes áreas, posteriormente se desarrollo una evolución de esta, determinando tareas y plazos ideales para el logro del proyecto.

Por otro lado cabe destacar que a medida que el proyecto avanzaba, se realizó un registro en torno al escenario práctico de este, con el fin de contrastar aquella planificación preliminar con la ejecución real de la obra, permitiendo así un análisis de aquellas tareas que presentaron mayores dificultades, para poder levantar información en torno a la mejora de aquellos procesos productivos en un desarrollo futuro.

Dicha planificación se puede revisar detalladamente en **Anexo N°2 “Planificación: Carta Gantt Biofachada”**

The background is a vibrant red color with a heavily textured, fibrous appearance, similar to handmade paper or a book cover. The texture consists of numerous fine, irregular lines and creases, giving it a tactile, organic feel. The color is a rich, slightly dark red, and the lighting appears to come from the right, creating a subtle gradient and highlighting the surface irregularities.

EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Este capítulo se encuentra enfocado a visualizar aquellas tareas relevantes y determinantes para el progreso del proyecto. La ejecución de este se encuentra guiada en parte por la metodología de diseño empleada para el desarrollo de propuestas, como también por los requerimientos propios de estas, como una consecuencia del desarrollo de la propuesta de diseño y la planificación del proyecto es por esto que dicha ejecución se encuentra dividida en 3 grandes etapas, las cuales corresponden a la exploración material, la producción a mediana escala, el proceso de secado y teñido y finalmente el montaje



Figura 51. *Ejecución del Proyecto*. Autoría Propia.


Exploración Material

Esta etapa corresponde, tal como su nombre lo dice, a la exploración empírica del biomaterial, en torno a los procesos de cultivo, teñido y secado bajo los cuales se pretende escalar la producción y lograr que esta sea replicable. La exploración considera un avance en torno al desarrollo del proyecto determinando de esta forma la toma de decisiones en la producción del biomaterial, para cada uno de los procesos mencionados anteriormente. Para lograr el desarrollo de esta etapa fue de vital importancia el trabajo y comunicación realizado tanto por el equipo productivo y el equipo creativo, quienes establecieron requerimientos mínimos para la ejecución de la obra.

Pruebas de Cultivo

Se realizaron pruebas en torno al cultivo de Kombucha, particularmente para determinar una proporción ideal entre el Starter (Colonia Simbionte Inicial) y los sustratos empleados en el cultivo, la cual favorezca al desarrollo y crecimiento de la colonia simbionte entre bacterias y levaduras. Estas pruebas fueron analizadas desde la perspectiva de obtención del biomaterial, para este proceso fue de gran utilidad la asesoría de **Claudia Herreros, Bioquímica de la Universidad Católica, especializada en Fermentados**. Resulta necesario destacar a su vez que para la realización de estas pruebas se tomaron como métodos de control y supervisión aquellos factores de cultivo expuestos anteriormente dentro del marco teórico, los cuales corresponden a temperatura y pH.

Para estas pruebas de cultivo se llevó a cabo una experimentación comparativa en relación a las proporciones de los sustratos necesarios para el cultivo (té y azúcar) y el porcentaje mínimo de Starter para



el desarrollo del cultivo, con el objetivo de obtener el resultado más eficiente para la producción de biomaterial.

El análisis de estas pruebas se centra en la diferenciación de los cultivos y la cantidad de biomasa generada por estos, **medida a través del espesor obtenido en un mismo periodo de tiempo.**

Para llevar las pruebas a cabo, y obtener como resultado una comparación de datos, que permitieran tomar una decisión en torno a las proporciones de sustratos utilizados, se procedió a realizar 3 cultivos de Kombucha simultáneamente, los cuales fuesen preparados con distintas proporciones de sustratos entre sí, obtenidas del estudio de la literatura y la asesoría de la especialista en fermentados, Claudia Herreros quien determinó a su vez también un porcentaje mínimo de Starter para la colonización del cultivo, en relación al volumen de este, el cual corresponde al **30% del volumen total, además de indicar que el pH óptimo para el cultivo de Kombucha se encuentra determinado por el intervalo 2,8 - 3.5**, en una escala de 1 a 14, donde 1 es más ácido y 14 más básico. Junto con esto se determinó que, el periodo de tiempo bajo el cual se realizarían las pruebas correspondería a 10 días, el promedio mínimo, según la especialista, bajo el cual los cultivos de Kombucha serían capaces de presentar un crecimiento de biocelulosa.

El análisis de estos resultados se encuentra determinado por la medición del espesor del biofilm una vez transcurrido el tiempo promedio en cada uno de los cultivos; se debe considerar además que el volumen total del cultivo bajo el cual se estudiarán las proporciones de sustrato corresponde a 1 litro, desde los cuales se aplicaron los porcentajes de Starter indicados por la especialista y el estudio bibliográfico. Una vez realizadas las pruebas se obtuvieron los siguientes resultados.

Pruebas de Cultivo

Periodo de ejecución: 10 Días
Volumen total por Cultivo: 1 Litro
Temperatura de Cultivo: 20-24°C

Cultivo (N°)	Cantidad de Té (gr)	Cantidad de Azúcar (gr)	Volumen Starter (% x litro)	Espesor (mm)
1	10	50	50	5
2	55	55	15	3
3	3,5	55	30	8

Tabla 1. *Pruebas de Cultivo*. Autoría Propia.



Figura 52. *Pruebas de Cultivo*. Autoría Propia.

Pruebas de Secado

Dichas pruebas de secado poseen un enfoque experimental orientado en establecer el proceso más óptimo para el desarrollo del proyecto, en función de la dimensión de este, ya que un aspecto relevante dentro de los requerimientos de la obra tiene que ver con la capacidad de aplicación que posee el biomaterial en su estado final para lograr ser montado como obra de intervención.

Para esto se estableció que un aspecto relevante dentro de la experimentación tiene relación con la variación del contenido de humedad que presenta el biofilm antes y después de ser sometido a este proceso de secado, el cual a su vez tiene estrecha relación con la variación de su espesor. Esta variación permite proyectar el contenido de humedad mínimo bajo el cual el biomaterial debe operar para poder ser utilizable bajo los requerimientos de la obra, el cual puede ser analizado comparativamente a partir de su espesor

Para esto se llevó a cabo un proceso de secado mediante la **exposición a la radiación solar, a una temperatura promedio de 27°C** con el fin de mantener un parámetro constante que nos permitiera determinar comparativamente la variación en el contenido de humedad con el paso del tiempo; una de las razones por las cuales se decidió utilizar esta técnica de secado tiene relación con la optimización para el secado de paños de SCOBY de mayor tamaño.

Pruebas de Secado

Exposición a Radiación Solar
Temperatura Promedio: 27°C (Octubre - Noviembre 2019)
Dimensiones: 4 x 8 Cm.

Probeta N°	Peso Inicial (gr)	Espesor Inicial (mm)	Tiempo Exposición (Hrs)	Peso Final (gr)	Espesor Final (mm)	% Humedad
1	152	7	1	108,5	5	71,4%
2	149	7	3	80,7	3,8	54,2%
3	146	7	5	18,6	0,9	12,8%

Tabla 2. *Pruebas de Secado*. Autoría Propia.



Figura 53. *Pruebas de Secado*. Autoría Propia.

Pruebas de Teñido

Las pruebas de teñido se centran en la investigación de carácter exploratorio en torno a la capacidad del biomaterial para modificar sus condiciones naturales de color a través de la utilización de pigmentos naturales; se plantea que sean de origen natural, por la propia naturaleza del biomaterial. Para efectos de estas pruebas se decidió utilizar los pigmentos producidos por la beterraga, la curcuma y la zanahoria, esto debido a su fácil obtención.

Un parámetro importante a considerar para la obtención de resultados, radica en el estudio al respecto de la **capacidad de absorción que posee el material, particularmente con la absorción de pigmentos**. La elección de este parámetro para la obtención de resultados se basa principalmente en la capacidad del biomaterial para desarrollarse en un medio acuoso mediante la absorción de nutrientes por parte de los microorganismos que conforman la simbiosis.

Por otra parte un factor importante a considerar dentro de la obtención de resultados, radica en la etapa de producción bajo la cual se encuentre el biomaterial para modificar sus condiciones de color. Las dos etapas bajo las cuales se puede llevar a cabo dicha modificación corresponden a: 1). Antes de secar 2). Después de secar. Al ser dos etapas relevantes dentro de la obtención del biomaterial, pero totalmente opuestas debido a sus cambios en cuanto al contenido de humedad, es de vital importancia establecer su relación con la capacidad de absorción que posee dicho biomaterial

Para llevar a cabo estas pruebas de teñido fue necesario realizar un proceso de extracción de los pigmentos mencionados anteriormente

dentro del laboratorio, con el fin de luego ser aplicados al biomaterial. Se utilizó el biomaterial en ambas etapas mencionadas anteriormente, con el fin de establecer bajo cual se presentaba una mejor absorción de pigmentos.



Figura 54. *Pruebas de Teñido*. Autoría Propia.

Producción a Mediana Escala

Una vez obtenidos los resultados de la etapa de exploración material, se procedió a desarrollar aquella etapa productiva que se basa en la obtención del biomaterial, la cual contempla como punto de partida aquellos parámetros estudiados dentro de la etapa anterior. Estos parámetros se enfocan en generar una producción del biomaterial a mediana escala, con el fin de lograr los objetivos de la obra. Es decir, los resultados obtenidos como parte de la experimentación en torno al biomaterial, serán utilizados como guía para la toma de decisiones en cuanto a los procesos significativos en la producción del biofilm, tanto para el desarrollo del cultivo como para los procesos de modificación en su valoración estética y funcional.

Para llevar a cabo las tareas dentro de esta etapa resultó de vital importancia el trabajo realizado por el equipo que lidera la Directora Productiva, Carmen San Martín; este equipo se enfocó en comprender y **analizar el orden cronológico de los procesos para la obtención del biomaterial**, los cuales se encuentran determinados por las reacciones metabólicas que realizan los microorganismos para la producción de biomasa. **Dicho orden se basa en la colonización del medio acuoso por parte de las bacterias y levaduras, para posteriormente llevar a cabo la obtención del biomaterial**; es por esto que el primer paso para el desarrollo productivo tiene relación con la producción y multiplicación de las colonias simbiotes generadas por estos microorganismos para la colonización de los cultivos. Estas colonias simbiotes capaces de colonizar los cultivos son conocidos popularmente con el término de Starter.

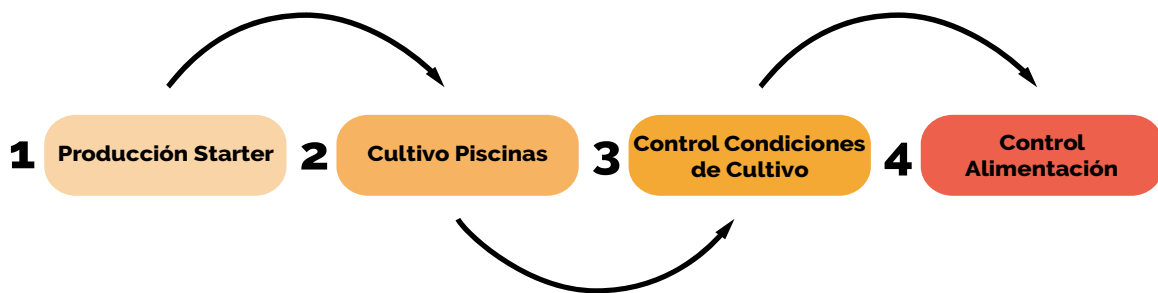


Figura 55. *Etapas Producción a Mediana Escala.* Autoría Propia.

Producción y Multiplicación Starter

Tal como se mencionó anteriormente, en relación al orden cronológico para la producción del biomaterial, la relevancia del Starter radica en ser la materia prima activa para la colonización de los cultivos, es por esto que para el desarrollo de esta etapa fue necesario recurrir a la asesoría de Claudia Herreros, Bioquímica especializada en fermentación, quien a raíz de su experiencia determinó para las pruebas de cultivo que el **porcentaje mínimo de Starter corresponde al 30% del volumen del medio acuoso.**

A partir de esta información, fue de vital importancia desarrollar esquemáticamente una aproximación con respecto a la cantidad de litros de Starter necesarios para la colonización de cultivos en piscinas, la cual fue planteada dentro de la propuesta de diseño para la obtención del biomaterial. **Por otro lado a su vez resultó necesario establecer un modelo de multiplicación Starter,** el cual estuviese orientado a la obtención de dicha cantidad de litros.

Para llevar a cabo la producción y multiplicación de las colonias simbiotes, se utilizaron **9 bidones plasticos de 180 litros** cada uno, desde los cuales se aplicó la proporción en torno al porcentaje mínimo de volumen para la colonización del medio, es decir, **para 1 bidón de 180 litros resulta necesario emplear un mínimo de 54 litros de Starter correspondiente a un 30% del total y 126 litros de agua con sustrato para la alimentación del cultivo, que corresponde al 70% restante**; una vez transcurrido el tiempo necesario para la colonización del cultivo, el cual estará determinado por la aparición de biomasa, se obtendrá como resultado un total de 180 litros de Starter para el cultivo en piscinas.

Posteriormente este bidón fue utilizado como materia para la multiplicación de Starter en 3 bidones más pasando de tener 180 litros de este a 540 litros y así sucesivamente hasta tener cubierta la capacidad total de los 9 bidones.

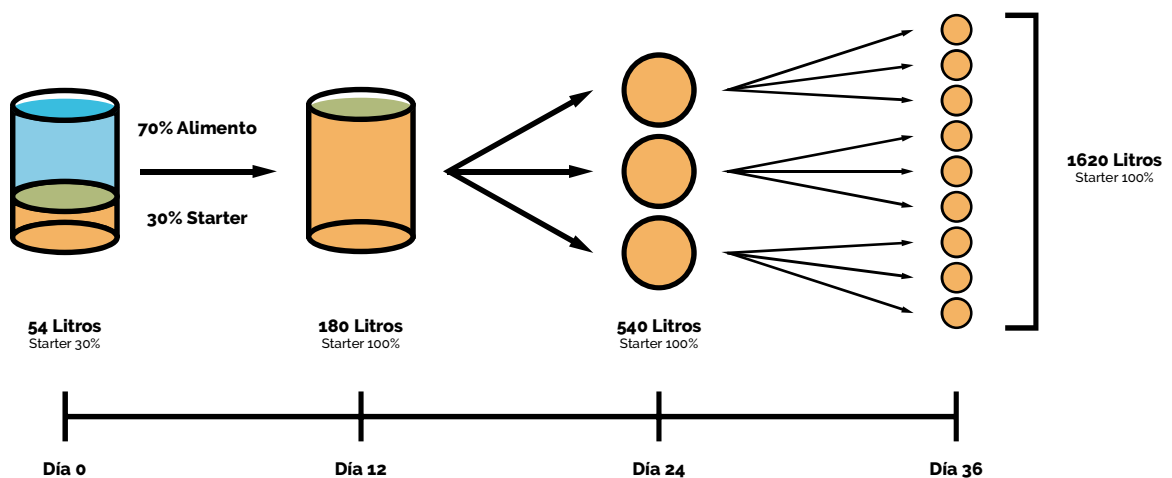


Figura 56. *Multiplicación Starter*. Autoría Propia.



Figura 57. *Producción y Multiplicación Starter.* Autoría Propia.

Cultivo en Piscinas

Una vez obtenida la cantidad mínima necesaria de Starter para el cultivo del biomaterial, se procedió a elaborar el cultivo para la producción superficial de biomaterial dentro de piscinas. Para esto fue necesario diagramar una distribución de las piscinas en torno al montaje de estos, con el fin de optimizar el espacio utilizado.

Desarrollada dicha distribución fue necesario preparar las piscinas para la recepción de la colonia simbiótica entre levaduras y bacterias, con el fin de generar el medio propicio para el crecimiento y reproducción de estas. **Desde esta perspectiva fue necesario llenar cada piscina con el 70% del volumen total del cultivo con una mezcla en base a agua y los sustratos necesarios para el desarrollo del cultivo** a partir de las proporciones determinadas como resultado de las pruebas realizadas con anterioridad.

Dicho volumen está determinado a partir de la división los litros de starter en la cantidad de piscinas a utilizar, para que cada una de estas obtenga un mínimo del 30% del volumen total en relación a los cultivos colonizadores. Desde esta perspectiva las cantidades en torno al volumen y proporción de sustratos se presentan a continuación.



Figura 58. *Instalación Piscinas de Cultivo*. Autoría Propia.

Control Condiciones de Cultivo

Ya elaborados los cultivos dentro de piscinas, se debió desarrollar un método de control en torno a las condiciones de cultivo bajo las cuales este prolifera de manera eficiente; dichas condiciones hacen referencia al control de la temperatura, el nivel de acidez y la ausencia de luz, es por esto que el método bajo el cual se llevó a cabo se encuentra inspirado en la idea de un "Invernadero" el que fue capaz de mantener la temperatura dentro de un intervalo óptimo para el crecimiento del biofilm, además de aislar, en cierto grado, la contaminación por parte de agentes externos quienes pudieran generar cambios en el nivel de acidez, por otro lado para mantenerlo bajo la ausencia de luz se contempló que la materialidad de este evitará el paso de esta.

Para cumplir con estos requerimientos se decidió utilizar una manga de polietileno negro, la cual fuese capaz de ser montada sobre las piscinas a modo de cubierta protectora, bajo la misma lógica que cumple un invernadero.

Además de la aplicación de este método, a lo largo de la etapa de cultivo se realizaron mediciones periódicas en torno a su temperatura y pH, con el fin de identificar la presencia de anomalías que pudieran entorpecer el correcto desarrollo del cultivo.

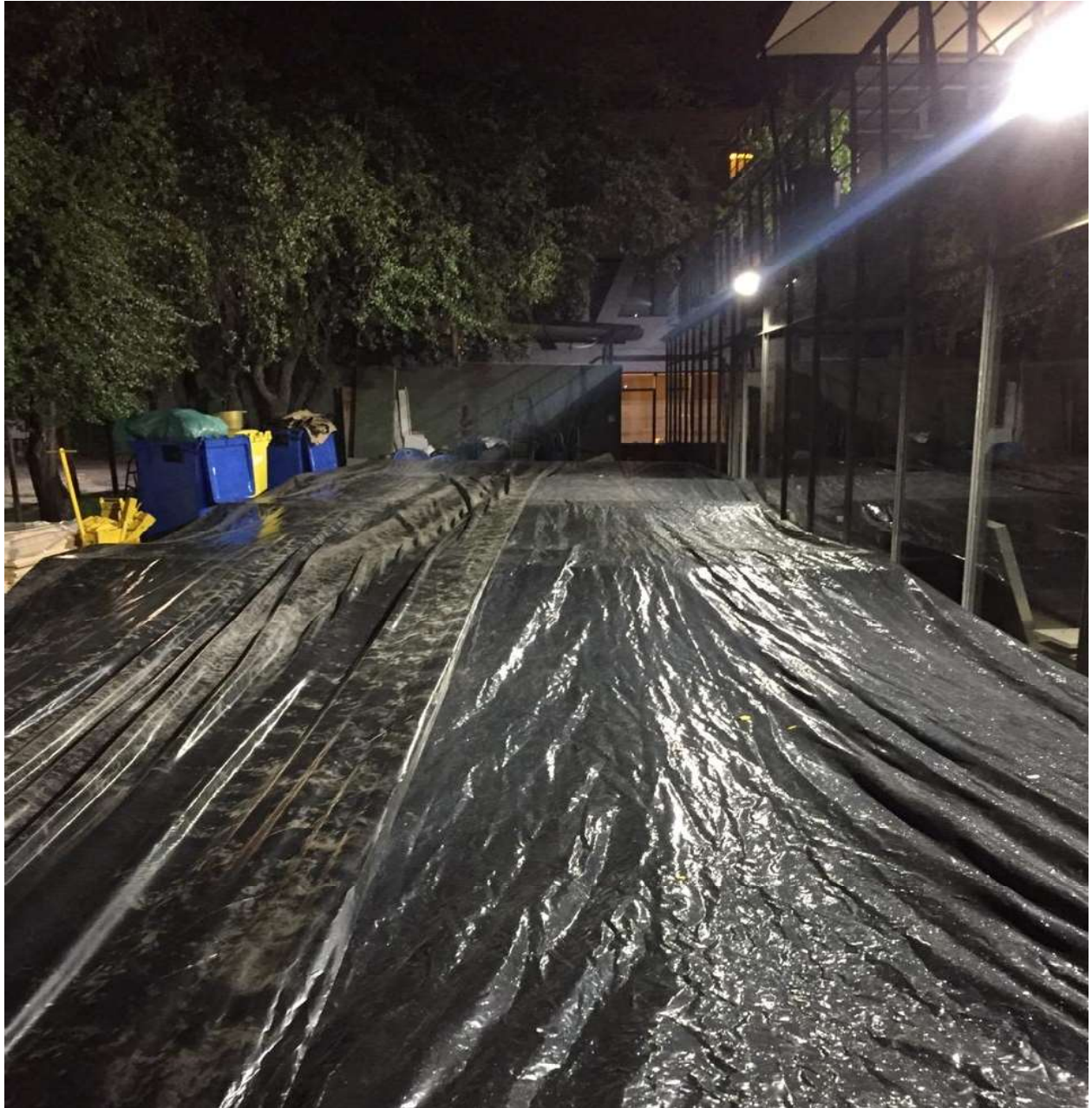


Figura 59. *Invernadero Improvisado para Cultivo*. Autoría Propia.



Figura 60. *Crecimiento Scoby de Kombucha en Piscinas.* Autoría Propia.

Alimentación

Para mantener el cultivo bajo un crecimiento constante, el cual sea capaz de producir un biofilm con el espesor ideal para el desarrollo de la obra, determinado por los resultados de las pruebas de secado; resulta de vital importancia mantener a la colonia de levaduras y bacterias alimentadas con los sustratos desde los cuales pueden obtener los nutrientes que las llevan a generar el biomaterial como resultado de sus procesos metabólicos

La alimentación se llevó a cabo de forma periódica a partir de un **intervalo de 2 semanas entre una y otra**, esto en base a lo planteado por la especialista en fermentados para el desarrollo del cultivo y con el objetivo de brindar un periodo de tiempo bajo el cual los microorganismos fuesen capaz de **absorber la totalidad de los nutrientes para la conformación de la biomasa**. Una vez que los microorganismos han sido capaces de conformar un biofilm con el espesor ideal para ser sometido a un proceso de secado se puede dar por finalizado el desarrollo del biomaterial en el medio acuoso, para así dar paso a las modificaciones en torno a su carácter visual y funcional.



Figura 61. *Nicolás Gil - Preparación de Té y Azúcar.* Autoría Propia.

Secado y Teñido


Esta etapa se encuentra orientada a ejecutar y aplicar aquellos parámetros de obra que fueron establecidos, como resultado de las pruebas realizadas en relación a esta temática. Dicha etapa considera la modificación del carácter visual que posee el biomaterial con el fin de adaptarlo a la propuesta de diseño que fue desarrollada, la cual se centra principalmente en la coloración y la textura final que el biofilm debe contemplar. Dicho trabajo fue realizado en gran medida por el equipo productivo y el equipo ejecutivo, quien se encargó de proveer los recursos y organizar los espacios de trabajo para ejecutar las tareas.

El orden de trabajo que se empleó para desarrollar la etapa productiva en torno al secado y teñido corresponde al siguiente; desde donde a partir de las pruebas realizadas por el equipo productivo se decidió emplear un proceso de sellado con el fin de evitar la pérdida total en relación al contenido de humedad que posee el biomaterial, ya que este estuvo bajo radiación solar directa debido a la época del año bajo la cual fue montada la obra

Secado

Este proceso considera aquellos resultados obtenidos por la pruebas realizadas en la etapa de exploración material, por lo cual se decidió aplicar los mismos métodos, **pero bajo la lógica de una escala productiva mayor**; desde esta perspectiva se llevó a cabo el secado simultáneo de los paños obtenidos del cultivo de Kombucha, con el fin de que todos estuviesen expuestos a las mismas condiciones por la misma cantidad de tiempo, para obtener los mismos resultados.

Para esto fue necesario el uso de una superficie regular sobre la cual



poder situar la cantidad total de m^2 del biofilm producido por los cultivos. Es por esto que desde el Laboratorio de Biofabricación FADEU **se solicitó el espacio definido por una cancha de baby fútbol** dentro de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos de la Universidad Católica.




Teñido

El proceso de teñido resulta de vital importancia dentro de esta etapa del proyecto, ya que se debe lograr replicar en cierto modo la paleta de colores levantada por la Directora Creativa para la propuesta de diseño.

Es de vital importancia mencionar que para este proceso se consideró el uso de pigmentos naturales obtenidos de la betarraga, curcuma, cascara de cebolla y zanahoria, tal como se experimentó previamente, **sin embargo al generarse bajo una escala mayor de producción, estos no tuvieron los mismos que a una escala menor, ya que por una parte el proceso de obtención fue bastante lento y sus costos de producción ascendieron exponencialmente**, debido a que si bien para una superficie de 20 cm^2 bastaban 100 gramos de betarraga, no se cumplió una relación de proporción directa para el teñido de una superficie de $2,5\text{ m}^2$ la cual corresponde al área de crecimiento de cada uno de los paños.

Esta relación no se cumplió debido a que en la etapa de exploración material para este proceso no se consideró la relación existente entre la superficie del biomaterial, su espesor y su contenido de humedad



bajo el cual se generaría la absorción de pigmentos. Es por la situación expuesta anteriormente que para efectos de la ejecución de la obra dentro de los plazos establecidos, fue necesario recurrir a otras alternativas de pigmentación. Para lograr colores similares a los propuestos en la paleta de colores, se decidió utilizar anilinas, empleadas en la tinción de textiles, esta elección se basa en los bajos costos que posee y su alto rendimiento de tinción por metro cuadrado.



Sellado del Biomaterial

Este proceso nace a raíz de un análisis productivo del biomaterial, en relación a las pruebas de secado desarrolladas en la etapa de exploración; si bien dichas pruebas estuvieron orientadas a desarrollar un método de secado eficaz, estas a su vez entregaron resultados paralelos en torno al contenido de humedad que posee el biomaterial. Es por esta razón que al desarrollarse dichas pruebas, el equipo productivo se percató de que este biofilm al estar expuesto a una radiación constante, se deterioraba perdiendo así su total contenido de humedad, por lo cual se propuso que era necesario aplicar un **método de sellado el cual evitara la pérdida de humedad interna una vez aplicado el proceso de secado.**

Para dar paso a este proceso fue necesario desarrollar una serie de pruebas con impermeabilizantes que cumplieran con la capacidad de no ser evaporados, pero que a su vez idealmente fuesen de origen natural o con una química de carácter simple y poco invasiva. Dentro de estas pruebas se utilizaron diversos aceites de origen natural, como

por ejemplo el aceite de coco, de almendra, de maravilla, entre otros, sin embargo ninguno de estos presentó un resultado esperado, por lo cual se decidió optar por la prueba de un componente básico utilizado en la confección de barnices y selladores de madera, como también de uso cosmético para el cuidado de la piel, y la preservación de elasticidad y suavidad de textiles, **este componente corresponde a la Glicerina**. Dicho compuesto presentó una gran afinidad con los resultados esperados, ya que tal como el etanol presente en la fermentación de los cultivos de Kombucha este corresponde a un tipo de alcohol y **posee un punto de ebullición a los 250° C** (Mariano-Torres, J. A., López-Marure, A., Domiguez-Sánchez, M. Á, 2015)

La Glicerina fue capaz de adherirse a la estructura del biofilm, manteniéndola hidratada, evitando así la evaporación de su contenido de humedad.



Figura 62. *Esperanza Álvarez y Carmen San Martín - Secado Paños de Scoby*. Autoría Propia.



Figura 63. Nicolás Gil y Esperanza Álvarez - Teñido y Sellado de Paños. Autoría Propia.

Montaje

Para la ejecución de este proceso se realizó una propuesta constructiva en paralelo al proceso de secado y teñido por parte del equipo creativo, con la colaboración del equipo ejecutivo, con el fin de optimizar los tiempos de ejecución para el montaje de la obra en el Museo Benjamín Vicuña Mackenna.

Dicha propuesta constructiva se basa en la utilización de materiales básicos con los cuales desarrollar una estructura modular y liviana sobre la cual se puedan montar los paños del biomaterial; junto con esto además la propuesta constructiva debió considerar un sistema de anclaje al techo del museo que fuese simple de anclar a la propia estructura soportante de la obra, esto a partir de un estudio en situ de las instalaciones del Museo.

Los materiales utilizados para la construcción de la estructura corresponden a **listones de madera de pino cepillado de 1 x 2 pulgadas, perfil de acero tipo canal de 50 x 25 x 3 mm y tornillos autoperforantes de 1,5 pulgadas.**

Por otro lado, para unir los paños de biofilm a la estructura fue necesario coserlos, con hilos de color similares a la paleta de colores establecida anteriormente, a un **bastidor hecho de alambre el cual poseía la misma forma modular de los paños**, esto con el fin de generar mayor rigidez y tensión a estos mismos. A continuación se utilizó hilo de pescar para unir estos bastidores a la estructura de madera, el cual al ser transparente y poseer una gran resistencia a la tensión logró pasar desapercibido desde una distancia lejana.



Figura 64. *Anclaje superior fachada del Museo BVM.* Autoría Propia

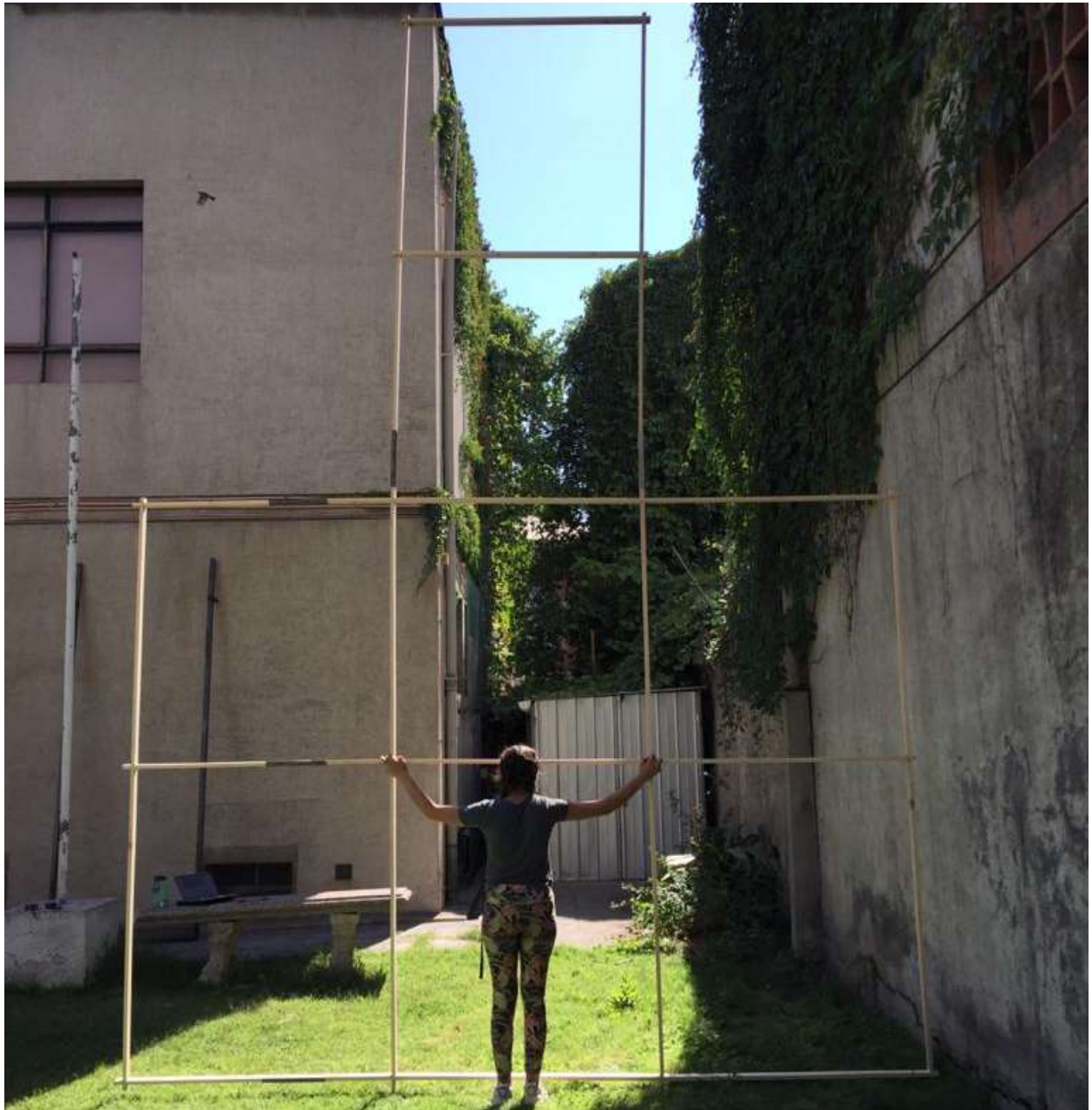


Figura 65. *Mariana Boubet - Estructura Soportante de Paños.* Autoría Propia



Figura 66. *Nicolás Gil y Esteban Lagos - Proceso Coseadura de Paños en Bastidores.* Autoría Propia



Figura 67. *Equipo de Proyecto - Anclaje de Bastidores y Paños a la Estructura.* Autoría Propia

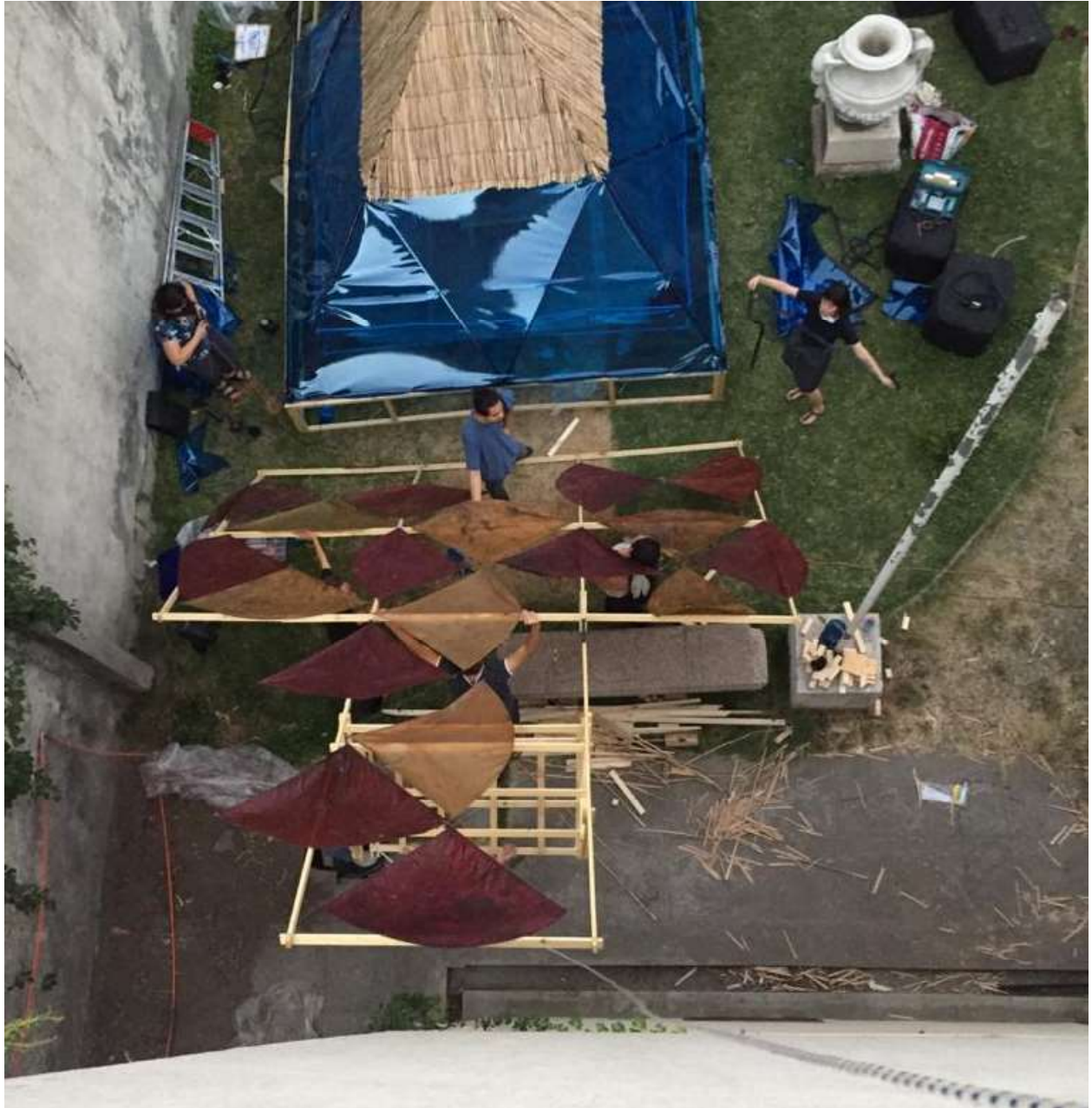


Figura 68. *Montaje de Obra.* Autoría Propia



Figura 69. *Obra Biofachada*. Autoría Propia



Figura 70. *Obra Biofachada*. Autoría Propia



Figura 71. *Equipo de Proyecto*. Autoría Propia

**CONCLUSIONES Y
PROYECCIONES**


Conclusiones

El impacto del proyecto se encuentra determinado por el contexto del Bienal de Artes Mediales, junto con la diversidad de exposiciones y colaboradores que sitúa su trabajo y reflexión en torno a la narrativa que este propone; es por esto que uno de los responsables del impacto generado por la obra corresponde al Museo del Hongo, quien integró dicha intervención a su curatoría, integrandola a todas sus redes mediante el registro fotográfico y elaboración de contenido digital para integrarlo a todas sus plataformas, logrando una llegada a artículos de revista, tales como "Artishock: Revista de Arte Contemporáneo" o "Culturizarte"; además de poseer una recepción por parte de la Fundación Fungi, una organización sin fines de lucros, abocada al estudio de los hongos, fundada por la reconocida micóloga, Giuliana Furci.

Por otro lado el impacto del proyecto está determinado por la utilización del espacio perteneciente al Museo Benjamín Vicuña Mackenna, quien a través de sus plataformas elaboró una invitación a ver las obras pertenecientes a la curaduría del Museo del Hongo.

Tal como se expuso en esta memoria, el proyecto se presentó como una oportunidad de exploración y experimentación en torno al desarrollo y aplicación de un biomaterial obtenido como producto del cultivo de Kombucha. Dicho enfoque experimental se centró en el desarrollo de una obra de intervención arquitectónica la cual propuso una serie de desafíos en relación a la producción del biomaterial, siendo una de las más importante la sistematización de esta, logrando situarla a una escala productiva de mayor tamaño.


Si bien el desarrollo del proyecto presentó una cantidad importante de desafíos, modificaciones y adaptaciones en torno al contexto temporal bajo el cual se ejecutó, es posible determinar que se logró de manera



efectiva el objetivo de este, gracias a la conformación de un equipo con gran compromiso, el cual fue capaz de llevar a cabo un trabajo transdisciplinar de manera óptima por medio de la asesoría profesional en cada una de las áreas requeridas.

Los desafíos planteados por la obra, en conjunto con el trabajo en equipo, permitieron llevar a cabo un estudio, conocimiento y comprensión de las lógicas productivas para la obtención del biomaterial en torno al cultivo de Kombucha; identificando de esta manera su desarrollo cronológico, basado en el metabolismo de los microorganismos, y la simbiosis que estos generan a partir de la transformación de azúcares para el desarrollo del biofilm, además de identificar y establecer cada una de las etapas relevantes para la producción del biomaterial, tales como la producción de starter, la alimentación del cultivo y el control de este en torno a las condiciones ambientales mínimas para su supervivencia.


A partir de lo anterior, fue posible además, identificar deficiencias, problemáticas y desafíos en torno al desarrollo y producción del biomaterial y la utilización de este, ya sea en su etapa de cultivo, como en su etapa final ligada a la funcionalidad y aplicación que puede presentar, como también para aquellos procesos de modificación visual. Desde esta perspectiva es posible determinar que el mayor desafío para la producción del biomaterial se encuentra en el control de las condiciones ambientales bajo las que se debe desarrollar el cultivo, esto debido a la escala de producción bajo la cual se trabajó, lo que tradujo en la improvisación de un sistema inspirado en la idea de un invernadero; por otro lado la mayor problemática en torno a la funcionalidad del biofilm radica en la incapacidad de poder establecer parámetros asertivos para visualizar el resultado final del biomaterial previo al proceso de secado, es por esto que dicha problemática se



presenta como una oportunidad de investigación exploratoria y experimental, bajo la cual se podría determinar parámetros que ayuden a visualizar el resultado final del biomaterial de manera más óptima, sin caer en la dinámica de la aleatoriedad experimental. Uno de los parámetros de estudio que puede ayudar a determinar el resultado final tiene relación con la variación en el contenido de humedad que este posee antes y después de ser sometido al proceso de secado, ya que el resultado final del biomaterial y la funcionalidad de este dependen de dicho factor, el cual a partir de un mismo cultivo le permite generar una variedad de productos con distintas funciones de aplicación, ya sean similares a un papel, a un cartón, a un textil o bien al cuero.

Esta identificación de problemáticas y desafíos permitió proponer y desarrollar métodos productivos que ayuden a mejorar el cultivo y obtención final del biomaterial en aquellos aspectos bajo los cuales presenta deficiencias. Uno de los métodos productivos propuestos para mejorar la característica funcional del biomaterial, tiene relación con el sellado de este, posterior a los procesos de secado y/o teñido, mediante la aplicación de glicerina, la cual al ser un producto de la fermentación alcohólica, tal como el etanol producido por el cultivo de Kombucha, es capaz de unirse a la estructura del biofilm, manteniéndolo hidratado y evitando a su vez la evaporación de su contenido de humedad debido al alto punto de ebullición (evaporación) de la glicerina. Este método productivo ayuda a determinar controlar el resultado final bajo el cual se pretende definir la capacidad funcional del biomaterial.

Por otro lado a su vez, dicha identificación de problemáticas y desafíos, junto con el desarrollo de métodos productivos que ayuden a mejorar y potenciar aquellas deficiencias del biomaterial, permitieron elaborar una sistematización del cultivo y obtención del biomaterial a partir de la identificación de las etapas relevantes dentro de estos, con el fin



de escalar la producción a un nivel mayor y fuera de laboratorio, lo cual fue posible demostrar a través de una propuesta de diseño para la creación de una obra de intervención arquitectónica, basada en el estudio, análisis y experimentación del marco teórico, junto con el trabajo desarrollado por cada uno de los integrantes del equipo.

Es por esto, que en base a lo planteado por la hipótesis de este proyecto, es posible afirmar que el diseño industrial posee la capacidad de identificar, establecer y definir problemáticas, metodologías y procesos productivos mediante la exploración y experimentación métodos productivos a diferentes escalas, lo cual a su vez permite generar avances en torno al desarrollo, en este caso, de biomateriales, particularmente desde el enfoque de la biofabricación, avances los cuales permiten establecer características y parámetros de estudio relevantes para establecer su carácter funcional y posibles aplicaciones

Proyecciones

Las proyecciones de este proyecto se basan en el desarrollo y producción del biomaterial, particularmente en el mejoramiento, de la sistematización del proceso productivo, con el fin de optimizar los tiempos, recursos e implementos necesarios para lograr escalar dicha producción a niveles mayores con el fin de ampliar las posibilidades de aplicación; por otra parte dichas aplicaciones deben analizadas, testeadas y cuantificadas, con el fin de tener certezas de los resultados a esperar, convirtiendo de esta manera al biomaterial en una potencial materia prima para el desarrollo de productos, que logren cumplir a cabalidad con los criterios de una economía circular.

Dicho esto resulta de gran relevancia proponer una continuidad en torno al estudio, empírico, exploratorio y experimental de este proyecto, con el fin de analizar las posibilidades de aplicación y las propiedades del biomaterial que lo convierten en una gran competencia para otros materiales convencionales como el papel, los textiles o inclusive el cuero. Dicho estudio debe contemplar una cuantificación de aquellos parámetros relevantes dentro de la producción del biomaterial, con el fin de lograr establecer metodologías de diseño proyectuales en torno a la utilización de biomateriales como recurso primordial para el desarrollo de productos


Comentarios

Resulta impresionante vivenciar que el avance de la tecnología nos ha llevado a adaptarnos a tiempos acelerados del vivir, donde es esta quien nos marca el ritmo bajo el cual podemos vivir realmente, logrando que se nos olvide que somos seres vivientes con ritmos y ciclos dictados por la naturaleza, tal como todo lo que hay dentro de ella, y que solo por el hecho de no respetarlos, la humanidad como ser viviente se está deshumanizando, guiando su existencia hacia un avance tecnológico e industrial impropio de la naturaleza, pavimentando de esta forma su camino hacia la extinción, la única ley natural que los seres humanos no han podido evadir.

Si realmente queremos aportar en el avance y evolución de la humanidad, sin tener que derribar barreras naturales que nos hagan avanzar por el camino equivocado, debemos considerar al Diseño Industrial como una herramienta más dentro de nuestra evolución humana, tal como lo son la Ingeniería, la Medicina o inclusive la Psicología, ya que esta herramienta es capaz de romper paradigmas disciplinares en su relación con otras áreas, gracias a su carácter trans y multidisciplinar, el cual le otorga el papel, muchas veces, de mediador entre estas.

Si bien el diseño no es arte, este a su vez gracias al carácter que posee, es capaz de replicar el proceso creativo de este campo, pudiendo desarrollar obras y productos que lleven la mente humana hacia el campo de la reflexión, algo tan inherente al ser humano y herramienta trascendental que nos heredó nuestra evolución natural. Por otro lado las metodologías de diseño nos permiten materializar esta reflexión desde un campo tan opuesto como lo es la ciencia, y convocar a la meditación colectiva en torno a los caminos a seguir, para generar un avance de la humanidad sin arriesgar nuestro futuro a la extinción.

Entender nuestro origen natural, estudiarlo y convivir con él, tal como



lo hace la biocelulosa bacteriana en un cultivo de Kombucha, y no naturalizar un avance tecnológico e industrial de la humanidad basado en la dominación de lo natural por medio de la autodestrucción de nuestro habitar, es algo que el Diseño Industrial puede lograr, mediante su trabajo inspirado en la naturaleza para crear naturaleza inspirada en el diseño, tal como lo plantea una gran referente en el mundo de la biofabricación, como lo es Neri Oxman, Bio Arquitecta, Diseñadora y profesora del MIT.

A top-down view of a petri dish containing a bacterial culture. The agar surface is a uniform light beige color. A distinct line of small, white, circular colonies is visible along the top edge of the agar. The petri dish is made of clear plastic, and the background is a light, neutral color.

**REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**

Ashjarian, A., Yazdanshenas, M. E., Rashidi, A., Khajavi, R., & Rezaee, A. (2013). Overview of bio nanofabric from bacterial cellulose. *Journal of the Textile Institute*, 104(2), 121–131. doi:10.1080/00405000.2012.703796

Boullousa, N. (2013). Biodiseño: La era de los productos con organismos integrados. <<https://faircompanies.com/articles/biodiseno-la-era-de-los-productos-con-organismos-integrados/>> [Consulta: Agosto 2019].

Calafat, M. E. (1999). *Materiales Biológicos y Biomateriales*. <<http://www.rac.es/ficheros/doc/00330.pdf>> [Consulta: Julio 2019].

Camere, S., & Karana, E. (2017). Growing materials for product design. <https://www.researchgate.net/publication/319355171_Growing_materials_for_product_design> [Consulta: Julio 2019].

Camere, S., & Karana, E. (2018). Fabricating materials from living organisms: An emerging design practice. *Journal of Cleaner Production*, 186, 570–584.

CCHV. (2019). *Bienal de Artes mediales de Santiago, Edición n° 14 "Cuarto Mundo"*.

Collet, C. (2013). *Alive: New Design Frontiers*. <<http://thisisalive.com/>> [Consulta: Septiembre 2019].

Collet, C., & Gaskill, K. (2015). *BioSalon*. <<http://www.arts.ac.uk/media/arts/colleges/csm/csm-public/images/Biosalon.pdf>> [Consulta: Septiembre 2019].

Desvallées, A; Mairesse, F. (2010). *Conceptos Clave de Museología*. <https://icom.museum/wp-content/uploads/2018/07/Museologie_Espagnol_BD.pdf> [Consulta: Septiembre 2019].

Dufresne, C y Farnworth, E. (2000). Tea, Kombucha, and health: a review. *Food Res. Int.* 33: 409-421

Greenwalt, C; Steinkraus, K; Ledford, R. (2000). Kombucha, the Fermented Tea: Microbiology, Composition, and Claimed Health Effects. *Journal of food protection*, 63: 976-981.

Gómez, L. Breve introducción al Land Art. [en línea] Revista de Claseshistoria. 29 de Septiembre 2009. N° 47 <<http://www.claseshistoria.com/revista/2009/articulos/gomez-landart.html>> [Consulta: Febrero 2020]

Hatakeyama H., Asano Y., Hatakeyama T. (2003) Bio Based Polymeric Materials. In: Chiellini E., Solaro R. (eds) Biodegradable Polymers and Plastics. Springer, Boston, MA.

Hoitink, A. (2016). Del Hongo a la Fibra: El desarrollo y uso de hongos para fabricar textiles. <<https://www.slowfashionnext.com/blog/2017/01/23/del-hongo-la-fibra-desarrollo-uso-hongos-fabricar-textiles/>> [Consulta: Septiembre 2019].

Illana, C. (2007). El hongo Kombucha. Bol. Soc. Micol. Madrid 31: 269-272. <<https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/7991/1.%20El%20hongo%20Kombucha.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [Consulta: Octubre 2019].

López, M. (2016). Manual de Producción de Micelio de Hongos Comestibles. <https://www.academia.edu/29077689/MANUAL_DE_Producci%C3%B3n_de_Micelio_de_Hongos_Comestibles_EDICI%C3%93N_2016_> [Consulta: Octubre 2019].

Lopitz, F; Rementería, A; Elguezabal, N y Garaizar, J. (2006). Kefir: a symbiotic yeasts - bacteria community with alleged healthy capabilities. Revista Iberoamericana. Microbiología. 23: 67-74.

Magdiel, I; Liang-Jung, C & Cheng-Kang, L. (2009). Self-immobilized recombinant *Acetobacter xylinum* for biotransformation. Biochemical Engineering Journal, Volume 43, Issue 1, pages 78 -84. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2008.09.002>. [Consulta Agosto 2019]

Mariano-Torres, J. A., López-Marure, A., & Domiguez-Sánchez, M. Á. (2015). Synthesis and characterization of polymers based on citric acid and glycerol: Its application in non-biodegradable polymers. DYNA, 82(190), 53–59. doi:10.15446/dyna.v82n190.42718

Maulen, D. 2017. Carlos Ortúzar y el arte serializado de integración cívica. <https://www.researchgate.net/publication/316920567_Carlos_Ortuzar_y_el_arte_serializado_de_integracion_civica> [Consulta: Diciembre 2019].

Melgarejo, P. "Biofabricación, la revolución industrial de la economía circular". Diario de noticias positivas, Moda y Diseño. (2017). <<https://noticiaspositivas.org/biofabricacion-la-revolucion-de-la-economia-circular/>> [Consulta: Noviembre 2019].

Meyers, M. A., Chen, P. Y., Lin, A. Y. M., & Seki, Y. (2008). Biological materials: Structure and mechanical properties. *Progress in Materials Science*, 53(1), 1–206.

Mironov, V., Trusk, T., Kasyanov, V., Little, S., Swaja, R., & Markwald, R. (2009). Biofabrication: A 21st century manufacturing paradigm. *Biofabrication*, 1(2).

Mohanty, A.K., Misra, M. & Drzal, L.T. (2002). *Journal of Polymers and the Environment*.

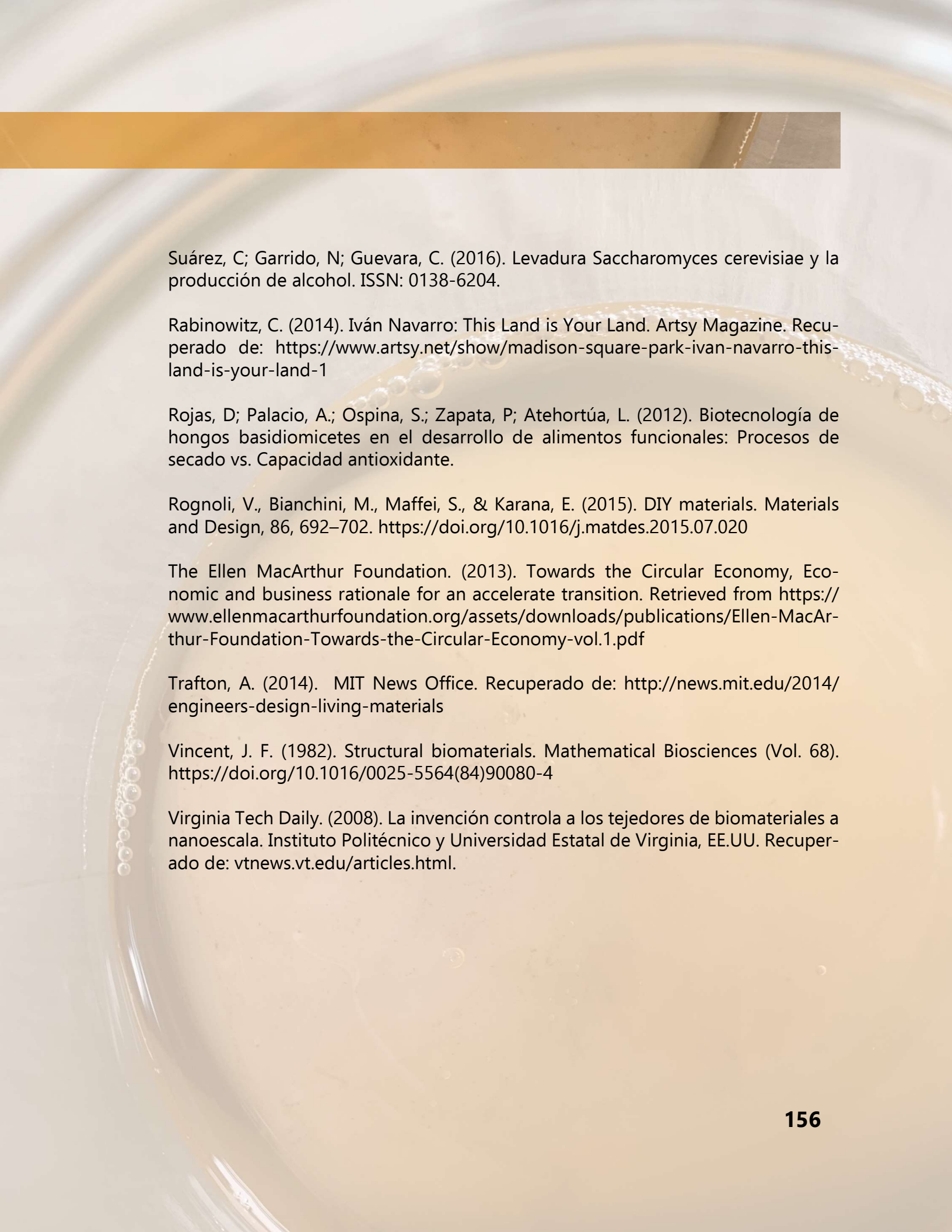
Myers, W. (2012). BIO DESIGN, Nature, Science, Creativity. <https://www.moma.org/momaorg/shared//pdfs/docs/publication_pdf/3167/BioDesign_PREVIEW.pdf?1349967238> [Consulta: Julio 2019].

Nazar, J (2007). Biofilms Bacterianos, Revisión Otorrinolaringología. *Cirugía Cabeza Cuello*, 67, 61-72.

Oxman, N. (2015). Material Ecology. <https://neri.media.mit.edu/assets/pdf/Publications_ME.pdf> [Consulta: Enero 2020].

Oxman, N. (2010). Material-Based Design Computation. Ph. D. thesis Mit. <<https://pdfs.semanticscholar.org/1a75/9a42a2a97de350566fc139146fec8a764259.pdf>> [Consulta: Enero 2019].

Podolich, O., Zaets, I., Kukhareno, O., Orlovska, I., Reva, O., Khirunen, L., ... de Vera, J.-P. (2017). Kombucha Multimicrobial Community under Simulated Spaceflight and Martian Conditions. *Astrobiology*, 17(5), 459–469. doi:10.1089/ast.2016.1480

A close-up photograph of a petri dish containing a yeast culture. The surface is covered with a thick, white, foamy layer of yeast, with numerous small bubbles visible. The background is a soft, out-of-focus light brown color.

Suárez, C; Garrido, N; Guevara, C. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. ISSN: 0138-6204.

Rabinowitz, C. (2014). Iván Navarro: This Land is Your Land. Artsy Magazine. Recuperado de: <https://www.artsy.net/show/madison-square-park-ivan-navarro-this-land-is-your-land-1>

Rojas, D; Palacio, A.; Ospina, S.; Zapata, P; Atehortúa, L. (2012). Biotecnología de hongos basidiomicetes en el desarrollo de alimentos funcionales: Procesos de secado vs. Capacidad antioxidante.

Rognoli, V., Bianchini, M., Maffei, S., & Karana, E. (2015). DIY materials. *Materials and Design*, 86, 692–702. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.07.020>

The Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the Circular Economy, Economic and business rationale for an accelerate transition. Retrieved from <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>

Trafton, A. (2014). MIT News Office. Recuperado de: <http://news.mit.edu/2014/engineers-design-living-materials>

Vincent, J. F. (1982). Structural biomaterials. *Mathematical Biosciences* (Vol. 68). [https://doi.org/10.1016/0025-5564\(84\)90080-4](https://doi.org/10.1016/0025-5564(84)90080-4)

Virginia Tech Daily. (2008). La invención controla a los tejedores de biomateriales a nanoescala. Instituto Politécnico y Universidad Estatal de Virginia, EE.UU. Recuperado de: vtnews.vt.edu/articles.html.



**LISTADO FIGURAS
Y TABLAS**

Listado de Figuras

Figura 1. Tetraedro de Conceptos. Autoría Propia.	18
Figura 2. Biomateriales y Materiales Biobasados. Autoría Propia.	25
Figura 3. Recipiente de Scoby de Kombucha. Fuente: homecrux.com	28
Figura 4. Biodiseño. Autoría Propia.	29
Figura 5. Reino Fungi. Autoría Propia.	32
Figura 6. Levaduras bajo Microscópio. Fuente: plantasyhongos.es	34
Figura 7. Acetobacter Xynilum bajo Microscópio. Fuente: Virginia Tech Daily.	37
Figura 8. Cultivo de Kombucha. Autoría Propia.	39
Figura 9. Scoby de Kombucha seco. Autoría Propia.	40
Figura 10. Simbiosis de Kombucha. Autoría Propia.	42
Figura 11. Zoom textura Scoby de Kombucha. Autoría Propia.	45
Figura 12. Ingredientes Cultivo para 1 litro de Kombucha. Autoría Propia.	46
Figura 13. Ingredientes Cultivo de Kombucha. Autoría Propia.	47
Figura 14. Condiciones de Cultivo. Autoría Propia.	49
Figura 15. Campo Museal. Autoría Propia.	55
Figura 16. Áreas abarcadas por el Bienal de Artes Mediales. Autoría Propia	57
Figura 17. Carlos Ortuzar “El Cuarto Mundo”. Fuente: Bienal de Artes Mediales.	59
Figura 18. Frontis Museo BVM. Autoría Propia.	63
Figura 19. Montaje “Prototipo para un Museo del Hongo”. Fuente: Museo del Hongo.	65
Figura 20. Metodología de Diseño Proyecto. Autoría Propia.	68
Figura 21. Christo & Jeanne Claude.	70
Figura 22. Obra Reichstag de Berlín. Fuente: christojeanneclaude.net	71
Figura 23. Iván Navarro.	72
Figura 24. Obra This Land is Your Land. Fuente: artistasvisualeschilenos.cl	73
Figura 25. Emma Sicher.	75
Figura 26. From Peel to Peel. Fuente: homecrux.com	76

Figura 27. Suzanne Lee.	77
Figura 28. Biocouture. Fuente: culturacolectiva.com	78
Figura 29. Adrienn Ujhazi.	79
Figura 30. Cultivo Kombucha Obra Biophilia. Fuente: behance.net	80
Figura 31. Obra Biophilia. Fuente: behance.net	81
Figura 32. Sammy Jobbins Wells.	82
Figura 33. Obra Skin. Fuente: sammyjobbinswells.com	83
Figura 34. Neri Oxman.	84
Figura 35. Obra Aquahoja. Fuente: designwanted.com	85
Figura 36. Proceso Obra Aquahoja. Fuente: designwanted.com	86
Figura 37. Metodología de Trabajo. Autoría Propia.	89
Figura 38. Frontis Museo BVM. Autoría Propia.	92
Figura 39. Estudio de Caso. Autoría Propia.	93
Figura 40. Idea Previa. Autoría Propia.	95
Figura 41. Convocatoría Equipo. Autoría: Eperanza Álvarez.	96
Figura 42. Organigrama Equipo. Autoría Propia.	97
Figura 43. Croquis Propuesta de Modulos. Autoría: Mariana Boubet.	99
Figura 44. Croquis Propuesta Montaje. Autoría Propia.	100
Figura 45. Paleta de Colores. Autoría Propia.	101
Figura 46. Propuesta Montaje Piscinas. Autoría Propia.	103
Figura 47. Desarrollo Modular 3D. Autoría Propia.	104
Figura 48. Previzualización Modelado 3D. Autoría Propia.	106
Figura 49. Croquis Modificación Propuesta. Autoría Propia.	107
Figura 50. Modificación Modelo 3D. Autoría Propia.	108
Figura 51. Ejecución del Proyecto. Autoría Propia.	111
Figura 52. Pruebas de Cultivo. Autoría Propia.	114
Figura 53. Pruebas de Secado. Autoría Propia.	116
Figura 54. Pruebas de Teñido. Autoría Propia.	118
Figura 55. Etapas Producción a Mediana Escala. Autoría Propia.	120
Figura 56. Multiplicación Starter. Autoría propia.	121
Figura 57. Producción y Multiplicación Starter. Autoría Propia.	122
Figura 58. Instalación Piscinas de Cultivo. Autoría Propia.	124
Figura 59. Invernadero Improvisado para Cultivo. Autoría Propia.	126
Figura 60. Crecimiento Scoby de Kombucha en Piscinas. Autoría Propia.	127
Figura 61. Nicolás Gil - Preparación de Té y Azúcar. Autoría Propia.	129

Figura 62. Esperanza Álvarez y Carmen San Martín - Secado Paños de Soby. Autoría Propia.	133
Figura 63. Nicolás Gil y Esperanza Álvarez - Teñido y Sellado de Paños. Autoría Propia.	134
Figura 64. Anclaje superior fachada Museo BVM. Autoría Propia.	136
Figura 65. Mariana Boubet - Estructura Soportante de Paños. Autoría Propia.	137
Figura 66. Nicolás Gil y Esteban Lagos - Proceso Cosedura de Paños en Bastidores. Autoría Propia	138
Figura 67. Equipo de Proyecto - Anclaje de Bastidores y Paños a la Estructura. Autoría Propia	139
Figura 68. Montaje de Obra. Autoría Propia.	140
Figura 69. Obra Biofachada. Autoría Propia.	141
Figura 70. Obra Biofachada. Autoría Propia.	142
Figura 71. Equipo de Proyecto. Autoría Propia.	143

Listado de Tablas

Tabla 1. Pruebas de cultivo. Autoría propia.	114
Tabla 2. Prueba de secado. Autoría propia.	116



Proyecto Título "Biofachada"

Junio 2019 - Febrero 2020

Memoria de Título

Diciembre 2020

