



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CHILE

DISEÑO | UC

Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Diseño



# Micelas

Proyecto de investigación de paneles  
aislantes en base a micelio

Alumna  
**Carmen San Martín Quiroz**  
Profesor guía  
**Alvaro Sylleros Ellmen**

Tesis presentada a la Escuela de Diseño  
de la Pontificia Universidad Católica de  
Chile para optar al título de diseñador

Marzo 2021, Santiago de Chile







PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CHILE

DISEÑO | UC  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Diseño



# Micelas

Proyecto de investigación de paneles  
aislantes en base a micelio

Alumna

**Carmen San Martín Quiroz**

Profesor guía

**Alvaro Sylleros Ellmen**

Marzo 2021, Santiago de Chile

Tesis presentada a la Escuela de Diseño  
de la Pontificia Universidad Católica de  
Chile para optar al título de diseñador



# Agradecimientos

Gracias desde lo mas profundo de mi ser a todas las personas que fueron parte en la realización de este proyecto, que contribuyeron y me motivaron para llevarlo acabo. A mi familia y amigos, quienes me alentaron y apoyaron en el desarrollo de mi carrera, los que siempre tenían palabras de aliento. A las personas que me inspiraron y me ayudaron en los momentos mas intensos de este proceso.

# Índice de contenidos

## **[Capítulo 0] Introducción** 8

Introduccion

## **[Capítulo 1] Necesidad de un cambio** 10

- 1.1 Contexto
- 1.2 Bieconomía como alternativa
- 1.3 Nuevo modelo, nuevas materialidades

## **[Capítulo 2] Revolución material** 18

- 2.1 Biofabricación
- 2.2 Materiales cultivables
- 2.3 Reino Fungi
- 2.4 Micelio como materia
- 2.5 Compresión del material

## **[Capítulo 3] Relación con los materiales** 31

- 3.1 Refugio como necesidad humana
- 3.2 Confort térmico
- 3.3 Contexto en Chile

## **[Capítulo 4] Oportunidad de diseño** 38

- 4.1 Problematica
- 4.2 Oportunidad de diseno

## **[Capítulo 5] Formulación del proyecto** 42

- 5.1 Formulación
- 5.2 Objetivo general y especificos
- 5.3 Usuario
- 5.4 Estado del arte

## **[Capítulo 6] Desarrollo del material** 52

- 6.1 Sustratos
- 6.2 Cultivo y crecimiento
- 6.3 Estandarización de la materia

## **[Capítulo 7] Acercamiento del material** 64

- 7.1 Pruebas del material
- 7.2 Acercamientos a usuario

## **[Capítulo 8] Desarrollo de identidad** 69

- 8.1 Nombre
- 8.2 Logo

## **[Capítulo 9] Implementación** 72

- 9.1 Modo de uso
- 9.2 Costos de producción
- 9.3 Financiamiento

## **[Capítulo 10] Conclusiones** 76

- 10.1 Reflexión final
- 10.2 Proyecciones

## **[Referencias]** 80



## Introducción

Desde el inicio del tiempo los seres humanos hemos tenido la necesidad de crear objetos y buscar nuevos materiales para relacionarnos e interactuar con el entorno, acciones tan cotidianas como vestirnos, refugiarnos o comer se vuelven tan imprescindibles para nuestra día a día que dependemos de ellos para lograr nuestra rutina. Pero la gran diferencia entre nosotros y nuestros antepasados son los sistemas productivos con los cuales obtenemos los materiales para realizar dichos objetos. En un principio el impacto que generó el humano ha sido en menor escala, puesto que los desechos que se generaban eran asimilados por el ambiente debido a que vivían integrados al medio natural y solo tomaban lo necesario para vivir. Con la Revolución Industrial y el rápido aumento de la población y su desarrollo, la situación cambia a tal punto que hoy tenemos un crecimiento de “residuos humanos”, el que alcanza cifras alarmantes e insostenibles en el corto, mediano y largo plazo. Siendo esta situación en uno de los problemas más importantes y difíciles de resolver en la actualidad. (Quezada, 2014).

La economía está decreciendo y hay que buscar métodos para diversificarla, la alta cantidad de residuos generados por industrias como forestales, de la construcción y residuos urbanos, son considerados como un problema al terminar en vertederos o rellenos sanitarios. Bajo este contexto es vital la necesidad de buscar una alternativa para el uso de residuos compuestos por lignocelulosa, ya que estos son considerados valiosos para la creación de nuevas materias primas. (Imbert, 2017).

La bioeconomía, que considere el uso de estos residuos para el desarrollo de biomateriales y una producción consciente puede ser beneficioso por las características de país, aspirar a modelos como este es una alternativa estable y potente para Chile. wEs aquí donde la intervención del diseñador se convierte en un agente de cambio, ya que, al buscar valorizar residuos orgánicos, dando un uso que aporte con sus propiedades para el bienestar humano, con procesos de diseño llevado a cabo con responsabilidad por el medioambiente puede hacer





Fig.1 y 2-Elaboración propia

aportes significativos para minimizar residuos e impactos ambientales (Huerta, 2014).

La Biofabricación como una practica emergente del diseño, nos permite poner al material como punto de partida teniendo como guía a la naturaleza, con una serie de ingredientes abundantes y regenerativos presentes en el ecosistema, permite el desarrollo de una gama de materiales con un ciclo de vida eficiente, Además, nos propone el uso de organismos vivos como fuente de materia prima para la realización de objetos y/o productos para el uso diario. La naturaleza nos ha brindado soluciones para la reutilización y descomposición de la materia, por esto es fundamental incorporar esta guía a nuestros procesos de fabricación, replanteando la forma en que obtenemos y nos relacionamos con la materia de nuestro entorno.



## Capítulo 1

Marco Teórico de la investigación

# Necesidad de un cambio

Fig. 3-Desechos de demolición de construcción, recuperado <https://goinggreen.com.br/2019/08/09/qual-a-importancia-da-gestao-de-residuos-na-construcao/>

## 1.1 Contexto

Estamos en un escenario crítico a tal punto de que la humanidad se ha encontrado ante la posibilidad de autodestruirse y la inédita condición de tener conciencia de ello. Es decir, entender que la crisis ambiental que vivimos puede no tan solo desviar el camino de la historia y futuro, sino incluso representar el final de la propia historia, porque el mañana, el día después ya no habrá humanos que puedan explicarlo (Manzini, 2000).

Vivimos las consecuencias de nuestro sistema, la escasa preocupación por la generación de residuos ha puesto a la humanidad en una posición compleja, diversas alternativas se han desarrollado para apaciguar el daño que hemos creado. Conceptos como reducir, evitar, minimizar, sostener, limitar, detener, se han usado en la mayoría de las consideraciones ambientales de la industria actual (Braungart, McDonough, 2002). ¿Pero, será suficiente solo al incorporar estos conceptos para cambiar nuestra situación?

Comprender el escenario en el que vivimos y analizar de forma crítica este sistema capitalista, ósea la manera en que obtenemos las cosas, nuestra forma de producir, el consumo y los desechos generados ha originado discusión en gran parte de la sociedad sobre la continuidad de este sistema desechable. A raíz de esto se crea la oportunidad para replantearse el modelo actual, modificarlo para coexistir con el medio de manera más sostenible y eficiente, y así intentar frenar el impacto negativo que hemos generado tanto al ambiente como a la población, reformulando nuestro sistema económico, productivos y consumo.

Sin embargo, para generar algún cambio, se debe entender las oportunidades y limitantes de cada región, por ejemplo, América latina y el caribe presentan gran diversidad, por ende, son ricas en recursos naturales. Estos países se caracterizan por tener economías basada en la extracción y producción de materias primas. Si bien, este modelo económico en términos numéricos muestra crecimiento, a nivel social y ambiental no ha sido capaz de responder a las necesidades y problemáticas (Escobar, 2007).

En el caso de Chile, la base de la economía se centra en la exportación de cobre y la industria agropecuaria, pero ambas se encuentran en una situación compleja. En primer lugar, tenemos a las exportaciones del cobre que, siendo la gran ventaja comparativa del país, en donde las exportaciones de este mineral equivalen al resto de las exportaciones nacionales. Pero el cobre no es infinito, ni tampoco se regenera con el tiempo por esto algunos de los yacimientos se está agotando y en otros la calidad del mineral ha bajado considerablemente. (cita) En segundo lugar, la industria agropecuaria es muy susceptible a los cambios climáticos, de temperatura y la escasez del agua afectan a la calidad y cantidad de cultivos disponibles tanto para el consumo interno y la exportación (De Sostenibilidad et al., 2019).

Debido a estar circunstancias y lo susceptibles a los cambios externos de nuestro sistema productivo actual, la CEPAL propone una alternativa para crear una fuente económica estable, sostenible y diversa, basado en el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, ósea la biomasa local, llamado Bioeconomía





Fig. 4-Acumulación de uncel, recuperado en <https://www.24-horas.mx/2018/07/23/semanat-aprueba-plan-nacional-de-residuos-de-umice/>



## 1.2 Bioeconomía, como alternativa

“Más que un modelo económico es un proceso transformativo que como principio base incluye las necesidades cambiantes sociales, ambientales y tecnológicas de cada zona, con el fin de satisfacer el desarrollo humano presente y futuro”  
(Rodríguez, Rodrigues, & Sotomayor, 2019).

## interpretación de la bioeconomía con perspectiva de red

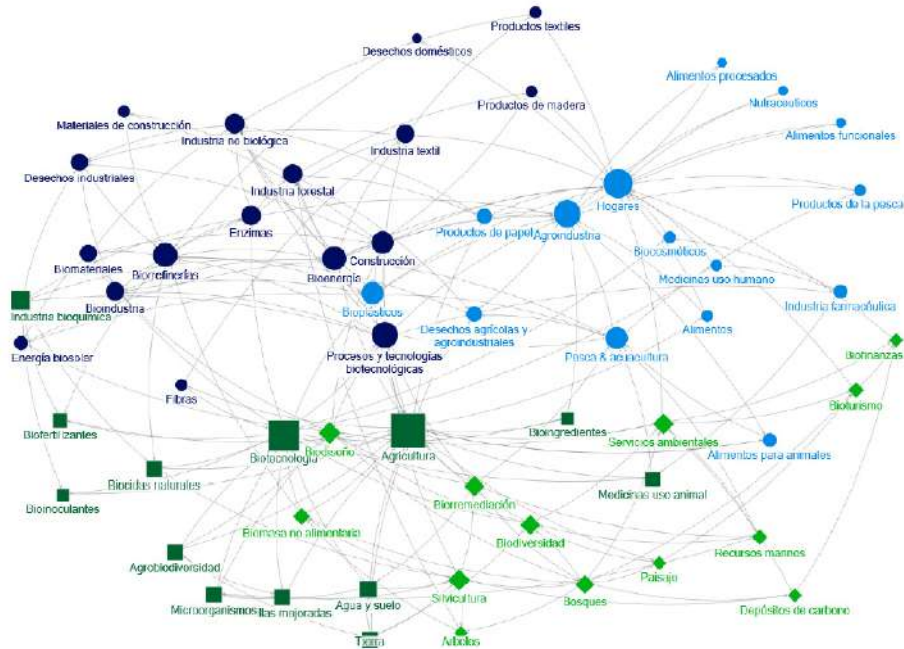


Fig.5 - La interpretación de la bioeconomía con perspectiva de red fuente bioeconomía en América Latina y el Caribe

Según los lineamientos de la cumbre global de bioeconomía realizada el 2018, se entiende por “la producción, utilización y conservación de recursos biológicos, incluidos los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación relacionados, para proporcionar información, productos, procesos y servicios en todos los sectores económicos, con el propósito de avanzar hacia una economía sostenible” (GBS, 2018).

La bioeconomía no solo es un nuevo modelo económico, sino que es un proceso transformativo, en el cual su eje central es el mejoramiento del medioambiente y en base a esto aplicarlo en diferentes áreas para el desarrollo humano.

Pero, no sólo busca la utilización de los recursos naturales también busca la reutilización si no ye tambien la valorización de estos mediante la innovación tecnológica buscando diversificar y promover la creación de nuevas cadenas de valor

con el fin de generar una economía estable a largo plazo no susceptible a los cambios internacionales (Rodríguez et al., 2019).

La bioeconomía toma como referente a la naturaleza para simular ciclos cerrados, debido a que esta ha podido desarrollar ciclos casi perfectos en donde los desechos son utilizados por otros organismos, este cierre de ciclo se consigue en parte usando los residuos de una industria como bien debe basarse en recursos renovables, garantizando además que estos se renueven y optimizando los recursos no renovables. (Cervantes,2007), ósea que los residuos generados por una industria sirvan de materia prima para la creación de otras.



Fig.6 Experimentación con celulosa bacteriana, Fotografía de Nicolas Gil



Fig.7 Biocompuesto de cascaras de huevos y conchas de mejillones, Fotografía de Labva

## 1.3 Nuevo modelo, nuevas materialidades

La biomasa se puede clasificar de dos formas. La biomasa natural que se produce naturalmente sin intervención del humano en bosques, costa, praderas. Etc. Esta debe ser protegida ya que su uso puede provocar destrucción de ecosistemas. Por otro lado, tenemos la biomasa residual producida por subproducto de industrias como forestal, agrícola, ganadera, domiciliaria, entre otras. Este tipo de biomasa debe aprovecharse, bien con fines energéticos, bien con otros fines de valorización (reutilización y/o aprovechamiento), siendo su aprovechamiento muy positivo y aconsejable. (Hidalgo, A.,2007)

En Chile se producen grandes cantidades de biomasa y que en su mayoría son catalogados como desechos, esto en una visión lineal de la economía son considerados problemas de contaminación, pero que en su visión circular son recursos valiosos para nuevas cadenas de valor (Rodríguez, A., Rodrigues, M., & Sotomayor, O.2019).

Por ende, se buscan alternativas para el uso de la biomasa, ya que se presenta como un recurso valioso, poco explorado, pudiéndose innovar y crear productos que impulsen la economía de forma ecológica. La posibilidad de productos posibles a base de éstos son infinitas, desde producción energética hasta generación de Bioplásticos y Biomateriales (Rodríguez, A., Rodrigues, M., & Sotomayor, O.2019).

Lo que caracteriza y hace tan novedoso a los biomateriales es debido a su composición de origen natural, (recursos que hasta el momento son desechos como biomasas residuales de las industria o domiciliarias) son biodegradables, hidrosolubles, entre otras características de cada materia, además de ser capaces de cerrar su ciclo de vida volviendo al ambiente tanto en vertederos como en composteras.



Fig.8 Proyecto Micotextil. Micelio creciendo en matriz de fibra tejida y fibra trenzada, fotografía Biofab.uc



Fig.9 Aguahoja estructura diseñada digitalmente y construida robóticamente con los compuestos mas abundantes del planeta. Fotografía Neri Oxman

El uso de materiales sensibles con el medio ambiente, tales como bio plásticos y compuestos de origen natural, es uno de los medios de despliegue de diseño de productos sustentables más prominentes; cómo interactúan con el medio ambiente, la conveniencia como alternativa frente a los materiales comunes, el desarrollo de su estructura física, su costo y diversas aplicaciones (E. Karana, N. Nijkamp,2014).

Aunque los biomateriales se presentan como una alternativa para combatir el problema ambiental, el ingreso a la industria es escaso y son pocos los casos de éxito. Por ejemplo, cuando el plástico ingresó al mercado, lo hizo copiando las características del mármol, la madera o el vidrio con el fin de que los consumidores comprendieran de forma intuitiva las capacidades y posibilidades del material (Karana, 2012), se tardó más de 50 años en posicionarse y masificarse para tener la aceptación que hoy tiene.

Actualmente el proceso para ingresar al mercado toma alrededor de 20 años, se conforma por varias etapas siendo la adaptación la más importante. Para que los biomateriales ingresen al mercado también tendrá que imitar materiales existentes, para que los consumidores comprendan sus usos, no obstante, esta selección no puede ser aleatoria, sino que tiene que ser capaz de demostrar las posibilidades y beneficios de este nuevo material (Karana, 2012).



## Capítulo 2

Marco Teórico de la investigación

# Revolucion material

Diseño creativo a partir de la Biofabricación,  
fotografía Silvio Tinello. recuperada en [https://  
revistalima.com.ar/2018/02/01/silvio-tinello-dise-  
no-creativo-a-partir-de-la-biofabricacion/](https://revistalima.com.ar/2018/02/01/silvio-tinello-dise-no-creativo-a-partir-de-la-biofabricacion/)



## 2.1 Biofabricación

La Biofabricación presenta la oportunidad para reflexionar acerca de las formas en que utilizamos los recursos y permite generar nuevos modelos de producción para materiales de origen natural y biodegradables, en base a la bioeconomía, en donde no se generan residuos, sino que todo vuelve a utilizarse como materia prima. Este concepto estuvo mucho tiempo ligado al área de la medicina y la biotecnología definiéndose como "la producción de productos biológicos complejos (tejidos u órganos) que proceden de células, moléculas, matrices extracelulares o biomateriales" (Mironov et al., 2009).

Pero, en la última década se ha adaptado e incorporado procesos biológicos para el desarrollo de nuevas tecnologías, en donde ha aumentado la participación de personas de diferentes áreas, es decir la interdisciplinariedad, resignificando este concepto en donde el término "fabricación" significa hacer o construir algo a partir de un material en bruto o semiacabado o crear algo que sea diferente de sus componentes. En este contexto, la Biofabricación se ocupa de la ciencia, la ingeniería y la tecnología o la producción, basada en el uso de materia viva como materia prima. (Mironov et al., 2009).

Hoy en día, debido a la conciencia social y la identificación de las fallas de nuestro modelo actual, la Biofabricación se ha convertido en testigo de nuevas materialidades, permitiendo que el diseño industrial se convierta en un nuevo cuerpo de conocimiento biomaterial (Oxman, 2015) en el cual los diseñadores se han 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 tanto a como involucrasen la creación de nuevos materiales y sus procesos de producción. Dichas prácticas las podemos conocer comúnmente con el término de "Hazlo tu mismo" o "DIY", donde se lleva a cabo un proceso de manera autóctona y autosuficiente que muchas veces son de invención personal (Rognoli, Bianchini, Maffei & Karana, 2015).

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 21 (Mironov et al., 2009).



Fig.11 Desing for longevity por Suzanne Lee. recuperado en <https://designforlongevity.com/videos/how-to-grow-sustainable-clothing-in-a-cup-of-kombucha>

## 2.2 Materiales cultivables

Growing Desing, la cual se basa en el uso de organismos vivos para generar nuevas materialidades de manera interdisciplinaria en la cual se mezcla el diseño, la biología, el arte, la arquitectura e ingeniería.

La relación de distintas disciplinas y la naturaleza nos da lo opción de co-crear nuevas formas de expresión del material, establecer parámetros y guiar su crecimiento, con el objetivo de repensar nuevas formas de producción alejadas de los que nos rodea en pro de respuestas mas sostenibles.

La Biofabricación nos permite crear nuevas prácticas a la hora de fabricar materiales, una de estas es el Growing Desing, la cual se basa en el uso de organismos vivos para generar nuevas materialidades de manera interdisciplinaria en la cual se mezcla el diseño, la biología, el arte, la arquitectura e ingeniería.

La relación de distintas disciplinas y la naturaleza nos da lo opción de co-crear nuevas formas de expresión del material, establecer parámetros y guiar su crecimiento, con el objetivo de repensar nuevas formas de producción en pro de respuestas mas sostenibles.

Para esto autores como Collet describen un marco de referencia para diseñar a partir de lo viviente, en tres estrategias: 'Naturaleza como modelo', 'Naturaleza como cocreadora', y 'naturaleza como sistema Hackeable'. A partir de estas, la segunda categoría, propone la integración de organismo vivos en el proceso de diseño, donde el diseñador se convierte en un cultivador del material a medida que este crece y donde se desarrolla. (Collet, 2013)

De esta manera 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 relación con la lógica de Biofabricación. Dentro de este ámbito, y en relación con el desarrollo particular de biomateriales. Para casos de este estudio principalmente auto-generativos, existen 3 materias primas que actualmente generan gran foco de interés dentro de la Biofabricación, estas tienen relación con los hongos, las bacterias y las algas (Camera & Karana, 2018)

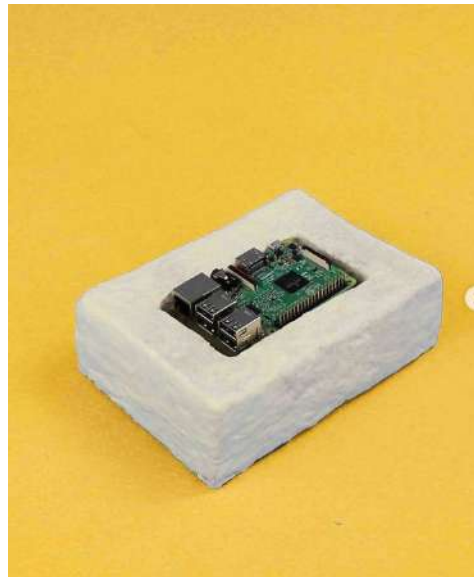


Fig.12, 13 y 14. Espumas para embalaje compuesta de micelio por Radial . Fotografías radial.bio



## El ciclo de vida de los hongos

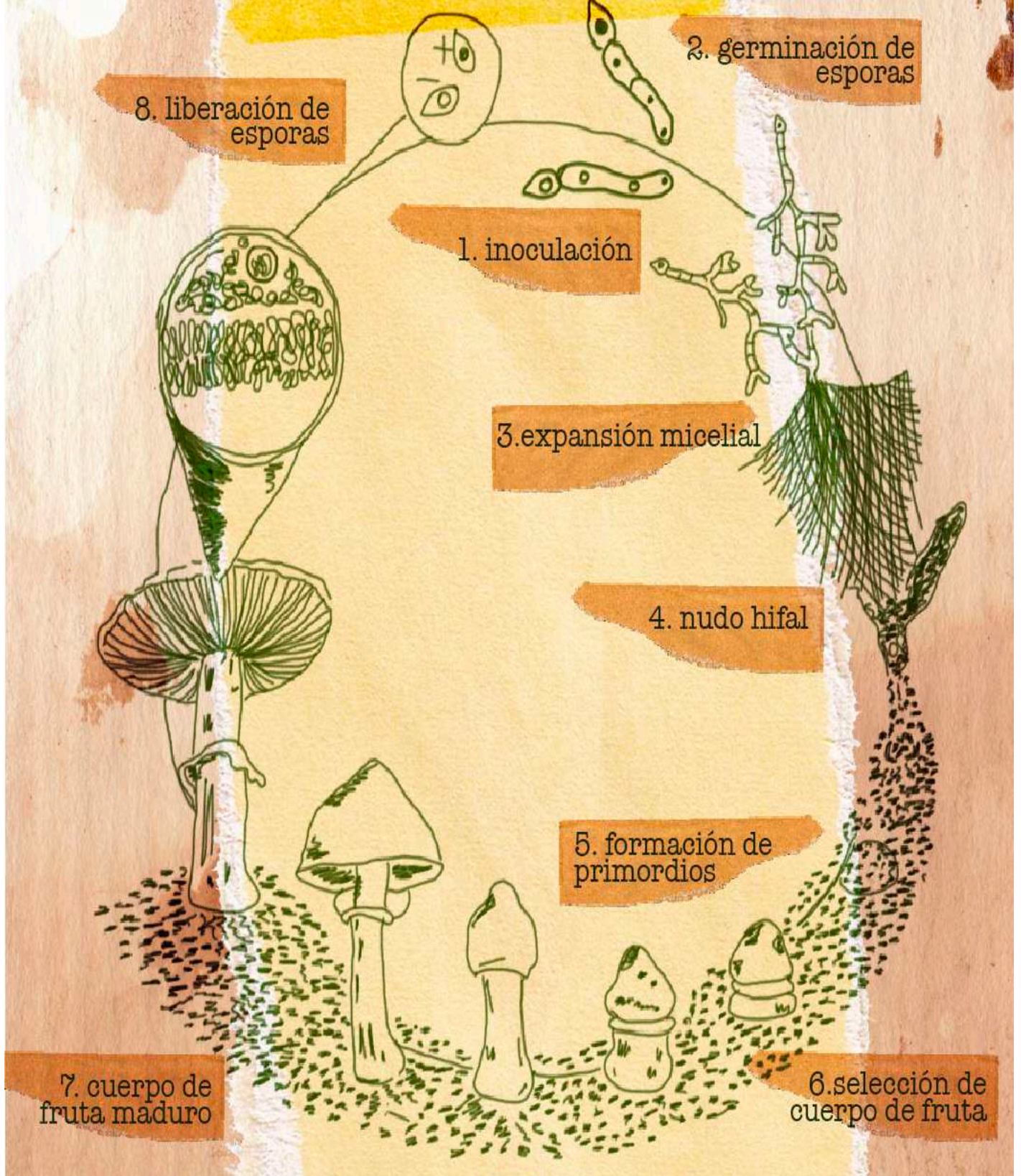


Fig.15. ciclo de vida de los hongos. Ilustración por Constanza Pavis

## 2.3 Reino Fungí

No es exagerado decir entonces que la vida que conocemos no podría existir sin los hongos (Furci, 2007). El reino Fungí es el tercer gran reino de vida en el planeta y tiene funciones cruciales en los ecosistemas globales, entre estas funciones está la degradación de restos orgánicos, por lo que son conocidos como grandes recicladores de la naturaleza. Ellos descomponen los residuos vegetales y animales dejando los nutrientes resultantes al servicio del crecimiento de nuevas plantas, de las que los animales, incluidos nosotros dependemos de ellos (Furci, 2013).

Los hongos son organismos eucariotas, compuesto por células con un núcleo definido similar a los animales y a las plantas. De hecho, en el pasado los hongos eran considerados parte del reino vegetal, pero con la diferencia de que no poseían clorofila por lo que no podían realizar fotosíntesis, por consiguiente, no podían sintetizar sus propios nutrientes. (García, M. C. C. de, Restrepo, S. R., Franco-Molano, A. E., Toquica, M. C., & Estupiñán, N. V., 2012).

En cambio, lo que genera la diferencia entre otros organismos es la presencia de quitina en su pared vegetal, este polisacárido, un polímero catiónico lineal, es biodegradable, de alto peso molecular y con una resistencia a la tracción superior a la de cualquier material natural (Sánchez, A., Sibaja, M., Veja-Baudrit, J., Madrigal, S. 2007)

Su presencia en la naturaleza es fundamental para la supervivencia de muchos seres vivos, uno de ellos son los insectos en lo que está presente en los exoesqueletos permitiendo que realicen funciones vitales ya que es muy eficiente y ligero. Por otro lado, en el reino de los hongos, la quitina es el componente principal de las estructuras de protección y resistencia proporcionando la rigidez necesaria al micelio (Franco-Chávez, K. G., Rodríguez-Navarro, S., Cervantes-Mayagoitia, J. F., Barranco-Florido, J.E. 2012).

El micelio es la parte de los hongos que sustenta a la presente investigación, se compone de hifas, filamentos que se entrelazan formando una capa densa similar a una telaraña (BioLab UC, 2019). Estas estructuras cilíndricas y filamentosas de 2 a 10 micrómetros de diámetro y hasta varios centímetros de longitud presentan un crecimiento de 1mm por hora (Pérez, B. 2013)..



Putrefacción	Efecto	Ejemplo de especies
Putrefacción marrón	Degradan celulosa, hemicelulosa y nada o poca lignina, cambiándole la estructura en su superficie	Piptoporus P. Karst Gloeophyllum P. Karst algunos Ascomycota
Putrefacción blanda	Degradan la celulosa y la hemicelulosa	Chaetomiun Kunze, Alternaria Nees, Phialophora Medlar, Ceratocystis Ellis & Halst., Doratomyces Corda
Putrefacción blanca	Degradan celulosa, hemicelulosa y lignina	Schizophyllum commune Fries Pleurotus ostreatus (Jacq.) P. Kumm. Letinula edodes (Berk.) Pegler Flammulina velutipes (Curtis) Singer Polyporus P. Micheli ex Adans Ganoderma P. Karst, Trametes Versicolor

Fig.16. Resumen de putrefacción de los hongos como degradadores de la madera. Fuente Biología de los Hongos, 2012

Existen más de cinco millones de especies de hongos por todo el mundo, se conocen y se han descrito alrededor de 70.000 especies (Blackwell, M, 2011).

En el caso de Chile la actividad económica mas fuerte esta relaciona con recursos naturales, pero nuestra cultura presenta limitaciones en el conocimiento de organismos vivos, relaciones y procesos que constituyen los bienes que la naturaleza nos proporciona (Furci, 2007). Somos uno de los países del mundo en tener una amplia variedad de climas favorecedores para la abundancia de hongos, las zonas central y sur presentan condiciones que benefician la vida y crecimiento de estos

Las setas y los hongos se dividen en tres grupos atendiendo a su modo de vida: setas simbióticas que viven en simbiosis con los árboles (micorrizas); las setas saprofitas, que descomponen la materia vegetal o animal muerta; y las setas parasitas, que atacan a las plantas vivas hasta que logren matarlas

El conocimiento de vida de las setas y hongos ayuda de maneras significativas a la distinción de la especie, ya que muchas especies aparecen solo debajo o cerca de ciertos árboles.

En concreto el hongo tipo saprofitos tipo lignícolas, son especies aptas para la Biofabricación por su capacidad de descomposición de sustratos lignocelulósicos. Los tipos saprofitos son descomponedores y se catalogan en 3 tipos. (Fig. 16)

Para llevar a cabo esta investigación se escogió el hongo Trametes Versicolor el cual crece en varias partes del mundo y una es Chile, presente en la zona centro sur de nuestro país. Por ende, la manera de cultivo se facilita ya que son fácilmente replicables en un laboratorio. Por otra parte, se alimenta de residuos lignocelulosos los cuales son un ciclo de residuo que se acumulan presentes en el territorio chileno.



Fig.17. Compuesto de micelio. Elaboración propia



Fig.18. Crecimiento de Micelio en sustrato.  
Elaboración propia

## 2.4 Micelio como Materia

El diseñador juega un rol fundamental al involucrarse en los procesos productivos del material, cambiar y buscar mejores alternativas de materiales que conversen con el medioambiente. Utilizar al material como punto de partida te abre infinitudes de posibilidades, plantear que nos puede ofrecer o que puede hacer en vez de condicionarlos a un área de aplicación es fundamental. Para llevar a cabo este proyecto se utilizó el método Material Driven Design (MDD), desarrollado por Elvin Karana.

En donde se establecen etapas para trabajar junto a los biomateriales. Partiendo desde las propiedades del material y sus cualidades experimentales, la visión de la experiencia de los materiales hasta las cualidades de la experiencia, y finalmente hasta los productos (Karana et al., 2015),

El método MDD pretende comprender a fondo el material y además entender las experiencias que tienen las personas en relación con este. Esta intención de comprender se forma de 3 tipos de experiencia para obtener la comprensión total de material, experiencia estética o sensorial, experiencia de significado y la experiencia emocional (Karana et al., 2008; Karana et al., 2015).

Son estas las que define el éxito o fracaso del material ya que, si no es entendido por el usuario, el producto no será usado. Como diseñador es fundamental realizar las conexiones entre usuario, producto y material, entendiéndolas como un todo para desarrollar productos y/o materiales que generen un impacto relevante tanto en el usuario como en el contexto.



## 2.5 Compresión del material

### Propiedades y cualidades del material

En el caso del micelio, se realizó una investigación de sus propiedades técnicas para entender como este se desarrolla y comporta una vez que está desarrollado el material. Los compuestos de micelio se producen mediante procesos de fabricación de baja energía consumiendo subproductos o desechos agrícolas o forestales lignocelulósicos de bajo costo, favoreciendo la valorización de residuos y manteniendo lineamientos que propone la bioeconomía.

Desafortunadamente no todos los residuos lignocelulosa son propicios para el crecimiento del hongo por su bajo índice nutricional e incluso a veces compromete las propiedades del material compuesto de micelio, debido a esto se usan sustratos de mayor índice nutricional para el micelio, en este caso que sean una fuente de lignina y carbono, además de celulosa. (Mycomaker, 2020).

El micelio de hongos es anastomosis, del griego *αναστόμωσις*, embocadura. Término usado en la Micología para referirse a la unión de elementos anatómicos con otros de la misma planta, animal o estructura mineral. (Fig.18) Este fenómeno biológico permite la unión de varias cepas de un hongo en un mismo sustrato, lo que permite la inoculación del micelio en diferentes partes del sustrato y así poder distribuir crecimiento de micelio hasta colmar el sustrato y poder engendrar un único organismo produciendo una cohesión total del sustrato. (Salazar, V.2016) Al unir residuos con el micelio podemos formar placas o planchas que pueden adaptarse a cualquier molde.

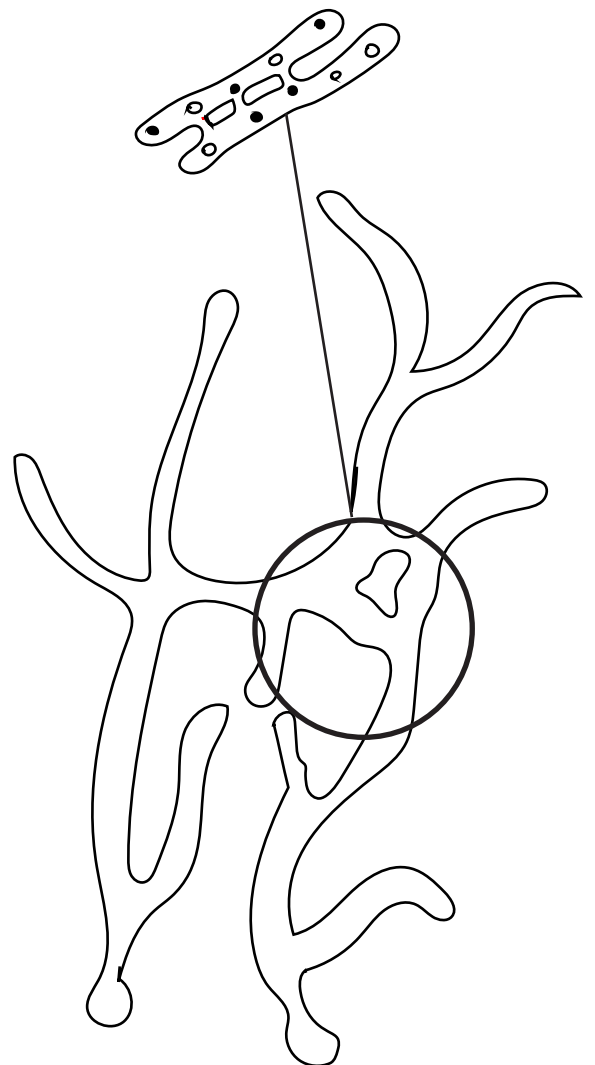


Fig.19 fusión de hifas e intercambio de núcleos. Elaboración propia



Fig.20. Crecimiento del micelio. Recuperado en <https://mycelior.com/1os-4-pasos-del-cultivo>

Entre las propiedades que se destacan de este material es ser ignifugo, las hifas de micelio actúan como una capa protectora ante el fuego, los restos de sustratos que podrías quedar de manera superficial se consume, pero el fuego al entrar en contacto con el micelio no consigue prenderse y propagar el fuego al resto del material, logrando que el material pueda aguantar hasta 800°C sin sufrir ningún cambio, logrando clase 1 de resistencia al fuego sin la necesidad de retardantes tóxicos. Además, no hay esporas o reacciones alérgicas asociadas a su uso, pudiéndose manipular sin ningún tipo de equipo de seguridad especial. (E. Rodríguez, 2012)

Además, este material es isótropo, por la forma radial del crecimiento del micelio al interior del sustrato, Lo que genera que sus propiedades se distribuyan uniformemente. también la cantidad de micelio presente en el material y su tiempo de crecimiento está fuertemente relacionada con la resistencia a la compresión simple, por lo que se estima que, a mayor densidad mayor resistencia (Ramos, J., Molina, F., Pérez, L.,2014).

Entre otras consideraciones técnicas relevantes de este material en base de micelio y residuos vegetales, encontramos que en una densidad entre 80 – 130 kg/m<sup>3</sup>, el material presenta una resistencia térmica de R3.6 per inch y conductividad térmica de 0,03 w/mk (valor U). (Ecovative, 2017).



Fig.21 y 22. Densidad del micelio. Recuperado en <https://haimaneltrouidi.com/el-micelio-de-hongos-revoluciona-la-construccion/>





## Experiencia de significados

Cuando hablamos de hongo, lo primero que se nos viene a la cabeza son champiñones que utilizamos comúnmente en la cocina, pero cuando preguntamos por el micelio nadie tiene idea, lo mismo con el moho, las levaduras y setas. Es una parte desconocida en la naturaleza del que no sabemos mucho y se prefiere mantener distancia de estos organismos.

Al conversar con diferentes personas sobre sus apreciaciones de los hongos, la gran mayoría lo asociaba a la descomposición, la cual no es errónea, pero se quedan solo con eso generando una impresión negativa a lo que este asociado a los hongos, "existe una percepción super negativa, como de suciedad o descomposición, pero al final la aparición de hongos en los ecosistemas indica que simplemente el ecosistema se está limpiando o renovando" (transcripción de entrevistas).

"para mi el hongo no son algo a lo que preste mucha atención usualmente, pero si logro identificar la importancia y creo que es un área poco investigada" (Transcripción d entrevistas). La micología, área que se centra en el estudio de los hongos. En Chile es investigación de nichos, en la educación superior se imparte pasajeramente en algunas carreras, según Giuliana Furci, micóloga chilena, "estamos unos cien años atrasados en su estudio". Debido a la poca investigación y conocimiento sobre el Reino Fungi se ha mantenido esta connotación negativa en el imaginario colectivo, pero como sabemos el lenguaje una iestá en constante evolución y conceptos que conocemos desde siempre van adquiriendo nuevos valores y significados.

## Experiencia estética y sensorial

Los materiales generados por el micelio presentan una versatilidad en su apariencia y formas. Según los procesos que se escojan varía el resultado estético entre acabados más artesanales mostrando la composición del sustrato o acabados mas uniformes, en donde el micelio cubre al sustrato por completo pudiendo confundir con otros materiales. Por otra parte, también presenta variación al tacto. Cuando el micelio envuelve por completo el sustrato se siente más suave que en caso de dejar expuesto, esto debido a que los diferentes tamaños generan texturas.



Fig. 23 y 24. Comparación de texturas arriba terminación uniforme y abajo terminación exponiendo el sustrato. Elaboración propia



## Capítulo 3

Marco Teórico de la investigación

# Relación con los materiales

Fig. 25. composición de muros romanos. Recuperado en <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/933421/como-se-construyeron-los-muros-de-los-edificios-romanos>



## 3.1 Refugio como necesidad humana

Buscar un refugio que brinde protección de las condiciones climáticas, tanto de altas y bajas temperaturas, ha sido una necesidad del ser humano que se remonta desde sus primeras apariciones en este mundo. En un principio se utilizaban el fuego dentro de las cuevas o en tiendas nómadas cubiertas en piel para mantener el calor. A pesar de esto, las construcciones protegían a duras penas del rigor del clima y, con el paso de los siglos, fueron evolucionando para ser más acogedoras y confortables. (Stephen,2014).

Con la llegada del sedentarismo y las creaciones de las primeras ciudades, los egipcios se convirtieron en los pioneros al incrementar el grosor de sus paredes exteriores, hechas de adobe o piedra y así mantener condiciones agradables para habitar. Los romanos por su parte crearon los muros de tres hojas, compuesto por una capa de concreto (Piedra caliza, agua y ceniza volcánica) entre dos muros de ladrillos o piedras.

Después en la época medieval para mantener temperatura de las viviendas se optó por incorporar a los animales en la planta baja de las construcciones, lo cual sirvió para prevenir las pestes en estos y además los animales más el fuego en la misma planta irradiaban calor a la planta superior de las viviendas.

En los años posteriores se volvieron a utilizar materiales como el adobe o muros de tierras los cuales además de funcionar estructuralmente en las construcciones daban confort térmico a estas. Pero es a finales del siglo XIX en donde aparece un nuevo sistema constructivo para aislar, junto con materiales del pasado, se apostó por dejar un espacio entre los muros permitiendo la circulación de aire, confiando más en la capacidad aislante de una lámina que al inmenso grosor de los muros de piedra. (Stephen,2014)



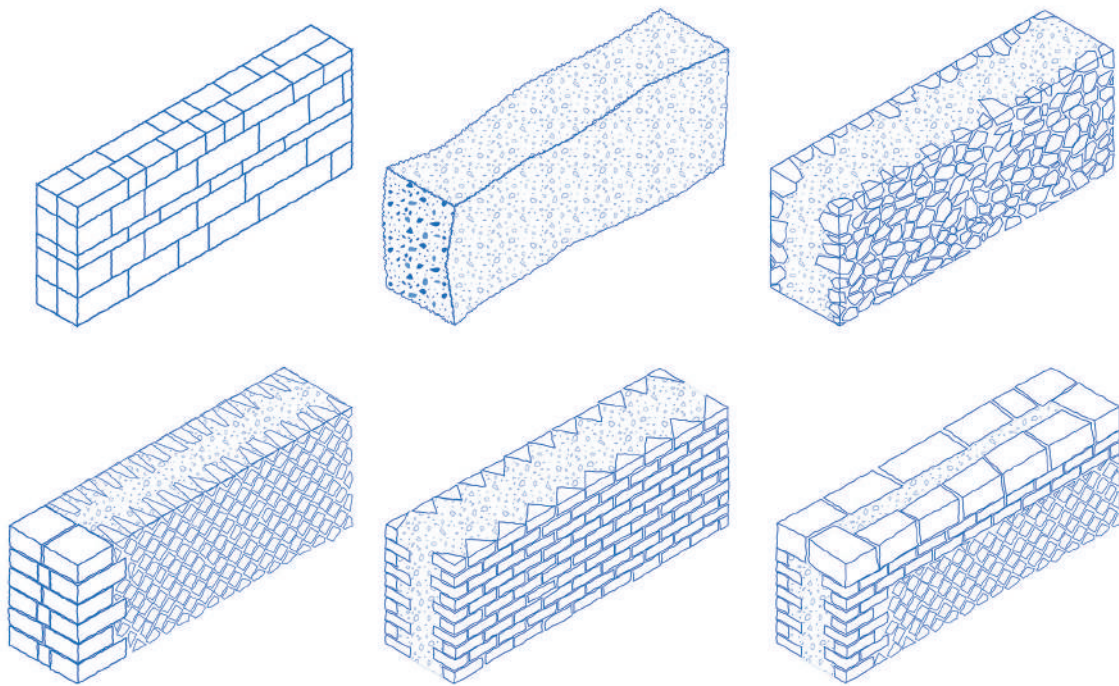


Fig.26. estructura de diferentes muros, arriba muros gruesos solo de cemento, abajo muros de 3 hojas de los romanos <https://www.archdaily.com/935423/how-were-the-walls-of-roman-buildings-constructed/5e68dae8b357658efb000509-how-were-the-walls-of-roman-buildings-constructed-photo>

Sin embargo, con la llegada de la revolución industrial y el dominio de la tecnología para que, con el despertar del siglo XX, apareciese la idea del aislamiento térmico, como tal. (Stephen,2014). Desde entonces y como sucede en la historia del ser humano, este confort térmico al que siempre se ha intentado llegar ha evolucionado y se ha desarrollado a través de nuevas técnicas y materialidades.

## 3.2 Confort térmico

Entre los principales desafíos que se presentan para mejorar las viviendas se encuentra en crear un confort térmico, ósea crear y mantener las condiciones necesarias para que las viviendas sean cómodas y agradables para habitar. El intercambio térmico entre las personas y el entorno se produce debido a que el cuerpo humano se encuentra a una mayor temperatura (36 a 37 grados), por lo que se produce una constante pérdida de calor. Cuando nuestro cuerpo pierde calor a una velocidad adecuada estamos bajo la condición de confort térmico. Por el contrario, sentimos frío cuando lo perdemos aceleradamente, y calor, cuando no logramos disiparlo o perderlo con suficiente rapidez. (CDT-CCHC,2016).

Debido a esto estamos en una constante búsqueda del equilibrio térmico con nuestro entorno, estas condiciones deben mantenerse el mayor tiempo posible y con el mínimo consumo de energía, idealmente. Al referirnos al bienestar dentro del hogar es necesario mencionar la envolvente térmica, la que está compuesta por todos los cerramientos que limitan la vivienda del exterior, los que pueden ser pisos, muros o ventanas y techumbre, además de adaptarse a las distintas condiciones diarias y estacionales. La envolvente térmica es esencial para lograr el bienestar interior, ya que es la principal barrera que protege a los habitantes del clima "adverso" exterior. (CDT-CCHC,2016).

Las diferentes materialidades utilizadas para generar la envolvente térmica toman gran importancia en la actualidad para garantizar el confort térmico en las viviendas, por esto se está en constante búsqueda para hallar con materiales y soluciones que sean adecuados tanto para generar bienestar en los habitantes de las viviendas y con el ambiente, es decir, que además de no generar algún tipo de contaminación y/o residuo no sea perjudicial para la salud humana durante su interacción con estos.

Debido a esto es necesario hacer una transición hacia el uso de energías más limpias, ya que actualmente los materiales usados poseen un 10% de pegamentos y resinas sintéticas, por lo que su proceso de fabricación y descomposición es poco sostenible a largo plazo. La presencia de aglutinantes de origen sintético alarga el tiempo de descomposición hasta décadas, incluso en algunos casos llega a ser siglos. Por otra parte, tanto en su proceso de fabricación como descarte generar gases contaminantes como dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre, los cuales son perjudiciales para el ambiente

A raíz de esto nace la interrogante si es necesario el gran uso de materiales sintéticos en el sector de la construcción como el poliestireno, poliuretano y resina fenólica (diferentes tipos de espumas sintéticas).

### 3.3 Contexto en Chile

Al pensar en una vivienda, se visualiza un sitio confortable, que protege y entrega una cierta calidad ambiental, ya que una de las exigencias primarias del ser humano es la de mantenerse caliente en invierno y fresco en verano. (Gonzalo, C, 1988).

Nuestro país se caracteriza por tener una gran variedad de climas al largo del territorio. Estas condiciones climáticas se deben a la posición geográfica del país, la gran extensión en latitud, los cordones montañosos presentes en gran parte del territorio, sumada a la influencia marítima del pacífico, entre otras, proporcionan las variaciones de climas de norte a sur.

Los climas presentes en Chile se dividen en 14 tipologías. (Fig.27). Dado lo anterior y lo especial del clima en el país, es que este se divide en diferentes zonas climáticas, lo que hace que las medidas de calefacción y aislación de las viviendas cambien a lo largo del mismo.

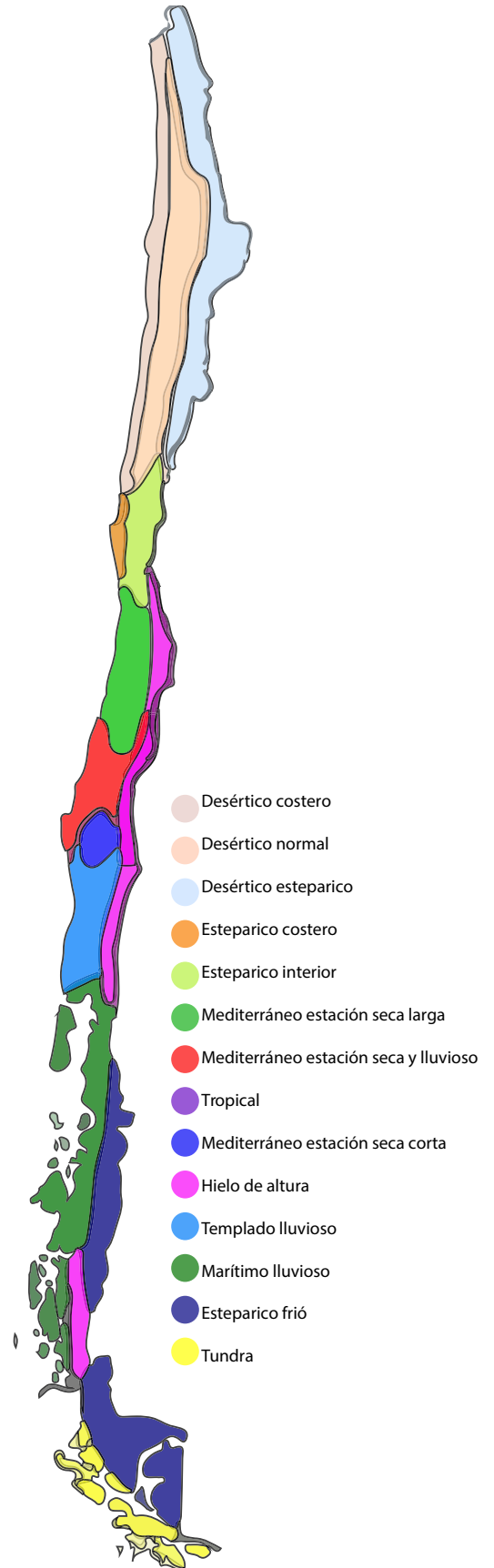


Fig.27. Climas de Chile. Elaboración propia a partir de la fuente guía de apoyo docente cambio climático, ministerio del medio ambiente, 2017

Estas características climáticas tan distintivas de nuestro país presentan grandes desafíos a la hora de proporcionar un buen confort térmico. Uno de los grandes desafíos pendientes en el mercado de la construcción, tiene que ver con el acondicionamiento térmico de las viviendas. Si bien la reglamentación actual, establece los parámetros mínimos que debe cumplir una construcción nueva, existe un parque de viviendas existentes, construidas antes del 2001, año de entrada en vigor de esta reglamentación, que cuentan con condiciones deficientes, afectando la calidad de vida de sus ocupantes, y generando una mayor demanda energética en calefacción. (CCHC. 2015).

Aun así, existiendo un reglamento para el cumplimiento de la exigencia mínima, actualmente existe una gran cantidad de viviendas que se encuentran fuera de esta, por lo que es importante buscar nuevos métodos y materiales para crear soluciones que genere un mejor confort térmico, ahorro energético y económico en las viviendas.

En Chile en el año 2000 se implementó la primera reglamentación térmica de viviendas, mediante una modificación de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (O.G.U.C.), que reglamentó la aislación en el complejo de techumbre. En el año 2007 se implementó una segunda etapa, que reglamentaba el resto de la envolvente (pisos ventilados, muros y ventanas).

Además, se considera una tercera etapa en los años venideros respecto a la calificación energética de viviendas que actualmente es voluntaria. Este proceso de mejoramiento de la reglamentación se hace necesario, ya que antes del año 2000 no existía ninguna obligatoriedad de acondicionamiento térmico en viviendas, por lo que aquellas viviendas son las más afectadas y se debe poner especial énfasis en su acondicionamiento térmico.

Actualmente MINVU y MINERGA han implementado desde 2013 la Calificación y Etiquetado Energético de Viviendas Nuevas, que indica el desempeño y eficiencia energética de una vivienda calificándola en 7 niveles que van desde la letra A (mayor eficiencia) hasta la G (menor eficiencia). Prontamente se implementará para viviendas existentes y se espera que sea obligatoria en un corto tiempo para viviendas nuevas, como lo es en los países de la Unión Europea desde el año 2006. Con esto se facilitará a los compradores el análisis de las opciones disponibles y podrán comparar viviendas sabiendo cuál tiene un mejor comportamiento energético y por tanto menor gasto.

Para lograr buenos resultados de acondicionamiento térmico, es importante formar a los diferentes actores involucrados en los distintos procesos que se presentan a continuación.



Etapa	actores	descripción
● Planificación	Diseñadores:	son quienes se encargan de ver el estado actual de la vivienda y las medidas de acondicionamiento que se le realizarán, diseñando las mejoras para hacer la vivienda más eficiente energéticamente.
● Ejecución	Constructores, instaladores y técnicos	son los encargados de realizar en forma correcta la aislación de la envolvente y la instalación de los sistemas de calefacción. De ellos depende que se logre el comportamiento óptimo de la vivienda.
● interacción en uso	Usuarios de las viviendas	son los principales responsables del óptimo uso de ellas. Es por esto que deben ser los primeros fiscalizadores al realizar el reacondicionamiento y deben realizar las mantenciones necesarias una vez finalizado éste
● Evaluador	Evaluadores energéticos	son quienes revisan la vivienda para su calificación. Los evaluadores trabajan bajo ciertos criterios de acuerdo con el "Manual de Procedimiento para la Calificación Energética de Viviendas en Chile





Capítulo 4

Oportunidad de Diseño

# Oportunidad de Diseño

Fig. 28. micelio creciendo en sustrato.  
Elaboración propia



## 4.1 Problemática

El aislamiento en Chile es una gran preocupación, debido a los cambios de temperatura entre estación se debe mantener el confort y la eficiencia energética, los materiales usados tradicionalmente en la construcción generan un gran impacto para la sociedad, siendo nocivos tanto para el ambiente como para las personas que interactúan con estos.

Los impactos que ha generado los procesos de manufacturación de los materiales han tenido un costo invisible durante este tiempo, al analizar los procesos actuales de la fabricación, muchos materiales no contemplan al momento de producción la huella socioambiental, ni mucho menos se considera esto al momento de descarte. El resultado es una fuerte desvinculación entre el costo real de los materiales y el uso masivo de los mismos promovidos por la industria, materiales que bajo este análisis hoy debieran ser considerados un lujo. (Besoain, M. 2020)

La gran mayoría de los materiales que se acumulan en vertederos corresponden a residuos sintéticos como revestimientos, materiales de aislación y los packaging de estos materiales utilizados comúnmente en la construcción, siendo los principales responsables de la generación de gas metano en los vertederos, emanación tóxica que tiene un potencial de calentamiento global 25 veces mayor que el generado por el CO<sub>2</sub>. El desafío para la industria será, por tanto, determinar cómo afrontar este impacto tanto desde una perspectiva regulatoria como desde la misma práctica constructiva. (Besoain, M. 2020).

Desde las acciones gubernamentales, países como Inglaterra o Alemania han desarrollado la implementación de requerimientos como "Whole life Carbon Assessment" para desarrollar proyectos que imponen restricciones de uso a materiales que tengan cadenas de carbono intensiva en sus procesos de producción. (RICS, 2017) En el caso de Chile, el MINVU creó la iniciativa de "Construcción Sustentable" en donde se establecen los primeros lineamientos técnico para buenas prácticas de forma voluntaria, los cuales son un antecedente para establecer nuevos marcos regulatorios.





Fig.29. Hongo Trametes Versicolor en habiente natural. Recuperado en <https://antibioticosnaturales.com/trametes/>

## 4.2 Oportunidad

La necesidad de búsqueda de nuevos materiales y la oportunidad que otorga la valorización de biomasa residual generada en grandes cantidades, rescatando como materia prima y dándole un nuevo uso a lo antes considerado desecho.

El diseño, en el más amplio sentido de la palabra, debe potenciarse y posicionarse como herramienta de “innovación y creación de valor” con enfoque aplicando. Bajo esta premisa, los materiales compuestos y sus técnicas y metodologías de diseño y fabricación son un eslabón relevante para crear valor, siendo clave la simbiosis diseño-industria-mercado-sociedad (Pasten. Vega, 2014) con esto me refiero a la generación de micro-industrias para formar un nuevo sistema de reutilización residuos de otras industrias para generar materia prima para fabrican materiales de origen natural.

La biofabricación a partir de hongos saprofitos, brinda la oportunidad para el desarrollo de procesos industriales, desde paneles aislantes hasta muebles. Los materiales compuestos por hongos presentan una versatilidad que es posible ajustar sus propiedades según los requerimientos necesarios para cada aplicación, este biomaterial responde a dos características extremadamente importantes para la construcción, una baja conductividad térmica y además de ser ignífugo.



Fig. 30. Hongo *Trametes versicolor* descomponiendo un árbol. Recuperado en <https://hi.fasdataerra.com/blog/hongos/cola-de-pavo-coriolus-versicolor/>

Necesitamos con urgencia diversificar la economía y dar paso a trabajar en conjunto de la naturaleza, usando el crecimiento biológico en vez de procesos productivos costosos y con altos requerimientos energético. Necesitamos una transición a procesos de fabricación de materiales más sustentables. Junto con esto es el momento de reflexionar y comprender que los procesos actuales no son viables y buscar una alternativa para mitigar el impacto ambiental se presenta como una oportunidad de involucramos en los procesos de fabricación, diseñar con nuevos materiales que sean capaces de componerse biológicamente y que sus ingredientes sean capaces de regenerarse además de que cumplan su ciclo sirviendo como nutrientes para el territorio.



A microscopic image showing a dense network of hyphae. The hyphae are thin, thread-like structures that branch out and expand across the field of view. The color is a mix of brown and grey, with some areas appearing more translucent or lighter. The overall texture is fibrous and complex.

Capítulo 5

Formulación del proyecto

# Formulación del proyecto



## QUÉ:

Micelas es una Investigación aplicada de paneles hechos de micelio y biomasa local, aplicable como aislante térmico resistente al fuego

## POR QUÉ:

En Chile se generan grandes cantidades de biomasa residuales que no son valorizados, además gracias a las condiciones climáticas se crea un ambiente favorable para el crecimiento de los hongos. Por otro lado, la alta incompatibilidad de materiales derivados del petróleo con la ambiente crea la necesidad de buscar alternativas sustentables y resistentes al fuego.

## PARA QUÉ:

Encontrar una alternativa a los aislantes convencionales, ya que tanto su producción y desechos son altamente contaminantes, demostrando que biomateriales a partir del micelio son una alternativa para aislar, además de generar valor por sus cualidades ecológicas y relación con el entorno.

## Objetivo general

Demostrar que biomateriales en base a micelio son una alternativa para la industria de la construcción, Y también mostrar las ventajas ambientales sobre otros materiales empleado por su proceso de producción.

## Objetivos específicos

1. Valorizar el biomaterial demostrando que es capaz de responder a las necesidades de la industria chilena, y así incrementar la aceptación de los biomateriales en estas.

IOV: preparación del material potenciando las propiedades ignifugas y de conductividad térmica

2. Mejorar el entendimiento de biomaterial a partir del micelio, mediante la experimentación y comparación, así cambiar la connotación negativa de los hongos.

IOV: Pruebas de acercamiento al material y fomentar su uso en la industria de la construcción

3. Optimizar la producción del material a través de investigación y testeos para la factibilidad de su producción a mediana escala.

IOV: Registro de experimentación mediante fotografías de recetas y porcentajes de muestras, realizar estandarización para su producción mostrando su ciclo de producción

4. Desarrollo de una alternativa sustentable de los aislantes convencionales, mediante investigación y testeos, que mejoren la eficiencia energética y resistencia al fuego.

IOV: Pruebas realizada a escala de conductividad térmica, y resistencia al fuego. Generar fichas de comparación con otros materiales.

## 5.3 Usuario

el comportamiento de compra de las personas está cambiando, un estudio revela que las empresas que muestra compromiso con el medio ambiente aumentan un 4% al año, y las que no solo crecieron un 1%, (acción empresas,2019). Con esto se evidencia un incentivo para que diferentes empresas generen un cambio, replanteándose su manera de fabricar para generar una transición hacia una producción mas consciente.

De esta forma se muestra que el 66% de la población está dispuesta a pagar por un producto que sea sostenible (Curtin, M 2018). Esto no es solo una tendencia a nivel mundial, a nivel local, los consumidores chilenos están optando por patrones de consumo más conscientes, esto comprendiendo en que cada decisión de compra hay un rasgo de identidad y en marco de la crisis climática actual existe un gran numero de personas que sienten la necesidad, por más mínimo que sea de ayudar y generar un cambio .(Klein, 2015) Para llevar a cabo este proyecto se identificaron dos principales usuarios

### **Usuario 1: consumidor consciente**

En su mayoría jóvenes, preocupados por el ambiente, son personas que buscan soluciones con verdadero impacto por busca e investiga activamente sobre los objetos que consumen. Se preocupan por los lugares en que habitan. Buscan salir de lo común, se animan a utilizar cosas nuevas y buscar un ambiente grato, pero siempre manteniendo optimas las condiciones para su bienestar.

### **Usuario 2: Empresas adscritas a la construcción sustentables.**

Son empresas que comenzaron a cuestionarse su impacto ambiental, y están en la búsqueda de soluciones que mitiguen el daño que esta industria en particular genera. Por esto buscan materiales o sistemas productivos que estén acorde a una construcción sustentable, pero sin dejar de lado mantener los estándares de calidad, logrando el confort y eficiencia térmica para las viviendas

## 5.4 Estado del arte

La selección de referentes a continuación fue dividida en dos grupos, primero los proyectos donde utilizan como materia prima el micelio, para realizar una exploración del material mostrando las posibilidades que nos ofrece, pero sin una aplicación concreta para el mercado, estos para identificar la estética, y su forma de producción. Por otro lado, se presentan biomateriales utilizados para generar productos y/o objetos con intención de entrar al mercado de forma competitiva, esto para analizar la propuesta estética, de valor, además del modelo de desarrollo que se utilizaron para su fabricación.



## Exploración de formas, estéticas y propiedades



Biomaterial en base de cascara de naranjas, quitosano y cáñamo por ecokichin, material fabricado que se puede ligar y moldear con herramientas como taladro y la cierra de banda. Según las autoras “crear un material nos trae una relación con nuestros materiales y ecosistema en los que existen, andes de estos siempre nos retiramos de los materiales de diseño industrial, nos dieron un bloque de plástico, pero nunca la receta para entender de donde proviene y el daño que causa”. La experimentación para formar materiales como este fomenta el uso de algún ciclo de desechos, pero también forma nuevas ideas sobre el aspecto del biomaterial



En este caso se utiliza un desecho producido en el territorio característico de esa ciudad. El sur de Chile se caracteriza por ser lluvioso y frío por lo que la lena es el principal medio de calefacción. En este caso existen un trasfondo, no es utilizar cualquier desecho, es uno con el que esta presenta en el día a día de las personas, por lo que los objetos y/o materia que surjan formas un vínculo



The growing Pavillon, diseñada por Pascal Leboucq, con cada materia de base biológica que se utilizó para el pabellón, se muestra una estética lo más natural posible de la materia prima. De esta manera se generaron texturas y colores únicos.



El diseñador Eric Klarenbeek imprimió una silla en 3D con hongos vivos que luego crecerían dentro de su estructura. La silla es un resultado de la colaboración entre el diseñador y científicos, con el fin de desarrollar nuevos procesos con materiales vivos.

## Biomateriales desarrollados para entrar al mercado, propuesta de valor y estética



La colección MOGU Acoustic consta de 4 modelos con diferentes formas y texturas, adaptados a cada necesidad. Los paneles desarrollados incorporan la funcionalidad y una estética natural. El proceso de desarrollo promovido por MOGU basado en la Biofabricación y la economía circular pretende ser una solución del futuro para la fabricación responsable.



Paneles para embalaje desarrollados por Radial. En donde se busca una alternativa para el poliestireno que brinde protección a los objetos guardados en su interior, el desarrollo de estos paneles tiene un foco ambiental con la generación de materia biodegradable.





Grow Lamp por Danielle Trofe, en donde cada lampara está hecha a mano, en todo su proceso, de moldeo crecimiento y secado. El objetivo de estos objetos es desafiar y cambiar las ideas de que están hechos los productos y en última instancia donde terminan. con este proyecto se pretende interrumpir no solo la forma en que se fabrican los bienes si no que también como los consumidores utilizan estos productos.



Musroom house es un proyecto desarrollado por la empresa Ecovative. utiliza bloques compuesto por micelio que funcionan como aislamiento térmico de una vivienda, el foco de este proyecto es ofrecer a los consumidores una solución definitiva para la construcción ecológica y de bajo consumo a un precio menos costoso para la salud humana y el medio ambiente.

## Capítulo 6

Desarrollo del material

# Desarrollo del material



Fig. 41. inoculación de sustrato. Elaboración propia



## 6.1 Sustratos

En este capítulo se centra en la creación de materiales de micelio, el cual se forma por dos elementos principalmente, el hongo y el sustrato.

En esta etapa se investiga los procesos dentro del trabajo del cultivo de hongos comestibles adaptándolos para la biofabricación y la composición de los sustratos en el cual se prioriza los que entregan nutrientes en beneficio del crecimiento del material. además de entender que procesos biológicos se producen durante el crecimiento del micelio

El hongo *Trametes versicolor*, conocido comúnmente como cola de pavo, de tipo saprofito, de pudrición blanca, las condiciones que necesita para su crecimiento en un ambiente natural como las consideraciones ambientales (temperatura), tiempos de cuidados pueden ser replicados en un laboratorio o un ambiente controlado como es el caso de esta investigación. Además, el micelio que genera este tipo de hongo se considera un micelio denso y rápido crecimiento y relativamente fácil de cultivar. Siendo una de las cepas, junto con *Pleurotus ostreatus*, las mejores cepas para cultivar materiales de esta índole (Lelivelt, R. 2015)

Para la formulación del sustrato se consideró la composición química y estructura. En primer lugar, el sustrato elegido debe ser una fuente de celulosa, hemicelulosa y lignina, debido a que el hongo transforma estos componentes en glucosa con el fin de desarrollarse. El uso de la lignocelulosa se presenta como una ventaja, debido a la gran disponibilidad de biomásas residuales en el territorio. además, el sustrato elegido debe ser una fuente rica de nitrógeno y carbono componentes fundamentales

para mejorar el crecimiento del micelio (mycomaker, 202)

Por otra parte, la estructura del sustrato debe estar compuesto de diferentes tamaños o grosores para que el micelio pueda expandirse en todo el molde, también permite que el micelio reciba oxígeno. además, momento de colocarlos en moldes se debe considerar pequeñas filtraciones para que el micelio respire. Logrando que no se estanque y que no se ahogue.

Teniendo estas consideraciones, la elección del sustrato se basó en encontrar un residuo que presentara mayor valor nutricional y la alta disponibilidad en el territorio, en un principio se buscó la opción en trabajar con una cadena de residuos de la industria agrícola directamente, pero debido al contexto COVID y los confinamientos, este proceso se adaptó y se buscaron residuos de con alto valor nutricional en un contexto urbano y local.

Los aserraderos o taller mueblería presente en diferentes barrios de la comuna de Santiago generar grandes cantidades de aserrín y virutas de diferentes maderas nacionales, la acumulación de este residuo tiene una búsqueda constante en que hacer con estos, lo aprovechan para hacer tableros aglutinados, otros para secar pisos mojados con agua, aceite o pintura o simplemente lo desechan, El aserrín es un desecho local compuesto principalmente por lignina, y al ser derivado de la madera es una fuente abundante de nitrógeno y carbono.



Fig.42. Desechos de aserrín y papeles varias. Elaboración propia

Por otra parte, el reciclaje del papel ha ido en aumento, pero los que están manchados (con aceites u otras sustancias) no es posible su reciclaje, por esto para el proyecto se utilizo diferentes tipos de papel o cartones que no sea posible su reciclaje. Este desecho es una fuente rica en celulosa, debido a que su composición es a partir de esta, además los diferentes formatos como pápale blanco, cartones y cajas de huevo, entre otros. además de aporte de celulosa, es lo que proporciona la estructura al sustrato y también la humedad para que el micelio pueda crecer.



Fig.44. Acondicionamiento de espacio.  
Elaboración propia

## 6.2 cultivo y crecimiento

El cultivo y desarrollo del material se dividen en 4 etapas principales, pre-cultivo o incubación, crecimiento del micelio, post procesos y secado. (Fig.43).

Para llevar a cabo este proceso se acondiciono un espacio en la casa, se consideraron aspectos como la accesibilidad y protección, se colocaron en cajas plásticas de 50 litros para proteger a las muestras de cualquier agente externo, como bichos que pudieran afectar el crecimiento o contaminarlo, también de golpes o caídas. La temperatura, al tenerlos en la una caja cerrada con algunas filtraciones permite crear un ambiente cálido, además de tener la circulación de oxígeno y también La luz, para crecer los hongos no necesitan una fuente de luz, por lo que la caja fue puesta en un lugar oscuro y cubierta creando una caja oscura para el crecimiento optimo del micelio. (Fig.44)

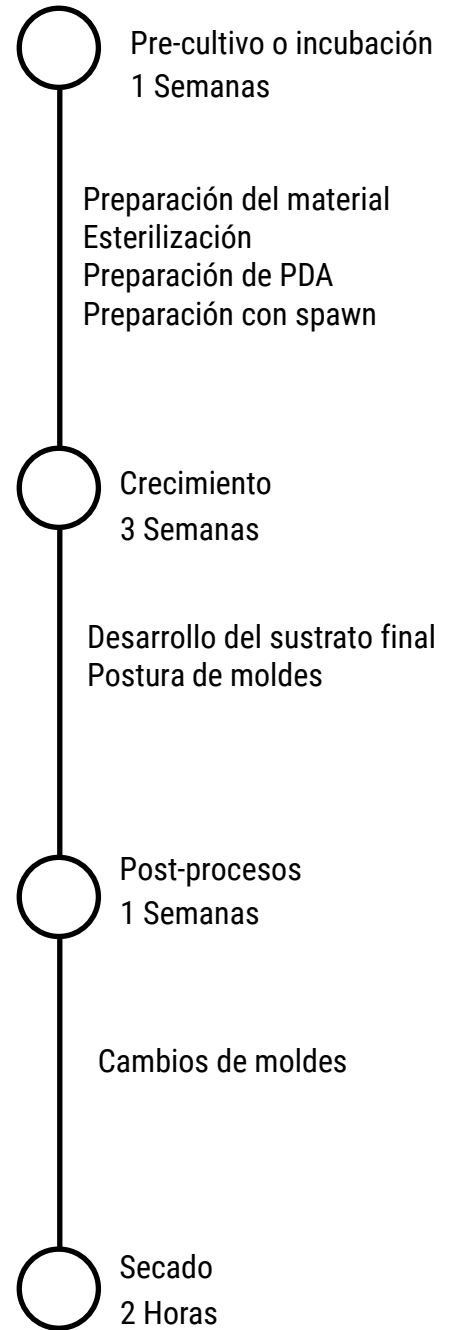


Fig.43. Proceso de cultivo y crecimiento.  
Elaboración propia



## Pre-cultivo

Las etapas que se describen a continuación fueron guiadas por el protocolo que realizó el manual de Biofabricación con micelio, desarrollado por el laboratorio de Biofabricación FADEU. Complementando con los protocolos de cultivo de Micosecha para el desarrollo de hongos comestibles.

El micelio en placa madre fue facilitado por el laboratorio, de la especie *Trametes Versicolor*, la cual estaba lista para replicarla y continuar con la expansión del micelio.

### A-Preparación del material

El sustrato para utilizar fue picado y luego puesto en un contenedor para su hidratación, al menos 8 horas. Transcurrido ese tiempo se retira el agua. El sustrato debe estar húmedo, pero al apretarlo no debe escurrir agua. Cuando se retira el exceso de agua se coloca en frasco para su esterilización.

### B- Esterilización

Luego de que se rellenen los frascos con el sustrato se colocan dentro de la olla a presión, esta debe tener entre 2 o 3 centímetros de agua, dependiendo del tamaño, pero no deben tocar los frascos introducidos ya que el agua se calentará y si entra en contacto con el vidrio podría romperse. Después de asegurarse que la olla está bien cerrada, se coloca al fuego por 1 hora y 20 minutos. Transcurrido el tiempo se apaga y se espera 2 horas aproximadas para que se enfríe o hasta que se pueda manipular sin riesgo de quemarse por el vapor.



Fig. 45 y 46. Arriba, Hidratación del sustrato. Abajo esterilización del sustrato



Fig. 47. Espacio de trabajo. Elaboración propia

### **C-Preparación de PDA**

Este paso, solo es necesario si se necesita crear mas micelio para futuras creaciones. El PDA (en inglés Potato Dextrose Agar) es una fuente rica en nutrientes para que el micelio tenga su primera expansión. Este se puede comprar o se puede hacer con 500ml de agua de papa, 5 gramos de azúcar, 2 gramos de agar y 5 gramos de levadura, se mezclan todos los ingredientes en un recipiente y se mezclan hasta que se tenga una mezcla homogénea, esta se vierte en frasco o placas Petri y luego se esteriliza de la misma manera que el paso anterior. para su uso nos debemos asegurar que este a temperatura ambiente el frasco y su contenido, ya que si esta muy caliente podría matar al micelio.

### **D-Preparación del primer inculo (spawn)**

Cuando los frascos con sustrato están a temperatura ambiente, se puede mezclar con el micelio, por cada frasco es necesario  $\frac{1}{4}$  de la placa madre, este proceso se debe hacer en un espacio de trabajo limpio y cerrado para evitar algún tipo de contaminación. De esta misma se utilizó mascarillas y guantes. El micelio debe quedar al interior y cubierto por el sustrato, si es necesario se puede agitar suavemente para que no quede en la superficie. El tiempo de incubación es alrededor de una semana, o hasta que el micelio cubra por completo el sustrato



Fig.48. Sustrato inoculado para ponerlo en moldes. Elaboración propia

## Crecimiento del biomaterial

En primera instancia se realizó este proceso con moldes más pequeños que el prototipo final, para evaluar las condiciones y tiempos de cultivo y luego replicarlas. Cabe destacar que las primeras aproximaciones se descartaron varias muestras, a pesar de que se contaba con una guía muchas muestras no resultaron, debido a contaminaciones o errores que se cometieron en la producción del sustrato. Esta etapa fue crucial para aprender a como trabajar con organismos vivos, como mencione a pesar de tener el proceso teóricamente, en la práctica se presentan más variables.

### A-Desarrollo del sustrato final

Para preparar el sustrato para el cultivo del material se deben repetir los pasos A y B de la etapa anterior. El spawn preparado con anterioridad se mezcla con el sustrato preparado en esta etapa en una proporción del 10 o 15% del peso total, es decir, si el sustrato para fabricar el material pesa 100 gramos se añaden 10 gramos del spawn.





Fig. 49. Moldes en incubadora.  
Elaboración propia

### **B-Postura de moldes**

Los moldes que se escogen para la fabricación del material deben ser rígidos, fácil de limpiar, inoxidable, fáciles de llenar con el sustrato y fácil de desmoldar. En la primera instancia se utilizaron contenedores plásticos de alimentos, pero para el prototipo final se crearon moldes a medida con pvc, los cuales al momento de sacar se desarma. Otro factor que considerar para la creación del molde fue el espacio para que crezca el sustrato y el tamaño del horno para el secado. Por esto para el prototipo final se utilizó una dimensión de 300x150x50 mm. Luego de que el molde es llenado, se tapa herméticamente el material, envolviéndolo con film plástico haciendo pequeños hoyitos para un intercambio gaseoso, así el micelio puede respirar y no se estanque. Ya finalizado este proceso el contenedor es puesto en el lugar que se acondiciono para que comience su crecimiento, este debe mantenerse a una temperatura de 25 grados idealmente, se permite una variación de 23 a 27 grados para que el crecimiento no se vea afectado, esto hasta que el micelio se expanda por totalidad en la superficie.

## Post proceso para la fabricación

### **Cambios de moldes.**

Para lograr que el micelio colme todo el sustrato, este es retirado de su molde y colocado en una más grande, así tiene mas espacio y oxígeno para su crecimiento, este proceso se realiza para lograr un acabado más uniforme y al tacto sea suave. Después de una semana se pueden ver los resultados o se debe esperar hasta que se tenga la apariencia deseada. El cambio de molde se debe realizar con cuidado para evitar que el material se rompa porque en este momento es delicado.



Fig. 50, 51 y 52. Evolución del panel en los postprocesos. Elaboración propia





Fig. 53. Secado del material.  
Elaboración propia

## Secado del material

En una última etapa la pieza se cura en un horno convencional (eléctrico o de gas) y se deja a 170°C por 20 minutos y después se le dan otros 40 minutos a 100°C, esto es para que el hongo muera y no siga creciendo y para que la pieza pierda humedad. Otra opción para el curado es poner la pieza en una deshidratadora durante 8 horas a 60°C. Luego de este proceso el bloque queda terminado.

## 6.3 Estandarización de producción

Para llevar a cabo la estandarización en la producción del material, la etapa que se realizaron anteriormente para la fabricación se considera la incorporación de mas actores para lograr de manera eficiente el proceso. Cuando se realiza el pre-cultivo se incorpora a los productores de hongos comestibles que actualmente ellos tienen los espacios e implementos adecuados para la expansión de micelio.

Luego en el proceso de crecimiento se debe incorporar una industria que se haga cargo de la recolección del desecho y su tratamiento para el sustrato, además de contar con el espacio e implementos para la realización del material y postprocesos y secados correspondiente. Para la producción en mediana escala se necesita una inversión inicial para la adquisición de implementos como una autoclave para realizar la esterilización, espacio para la incubación del material y Hornos o deshidratadores del tamaño adecuado para realizar los paneles.

## Capítulo 7

Validación del material

# Acercamiento del material

Fig. 54. Panel de micelio. Elaboración propia



## 7.1 Pruebas del material

Al material realizado se pruebas para verificar su uso como aislante. Debido al contexto de pandemia, estas pruebas se modificaron para obtener un acercamiento del comportamiento del material frente al calor y si lo traslada o no.

Para este experimento adapto la prueba que se emplean para conocer la conductividad térmica a un experimento casero, en donde se coloca una plancha de metal sobre una fuente de calor constante, por alrededor de 20 minutos, se toma la temperatura de la plancha y se registra como (T1). Luego se coloca el panel, con cuidado para no quemarse y se coloca otra plancha de metal sobre el panel, formando una especie de sándwich con el panel y ambas placas. Transcurridos 20 minutos se toma la temperatura a la placa que esta sobre el panel y se registra como (T2).

A través de esta forma se puede tener una primera impresión de cuanto es el calor que el material puede transmitir.



Fig.55 y 56. Variación de temperatura de las pruebas de transmisión de calor. Elaboración Propia

## 7.2 Acercamiento del usuario

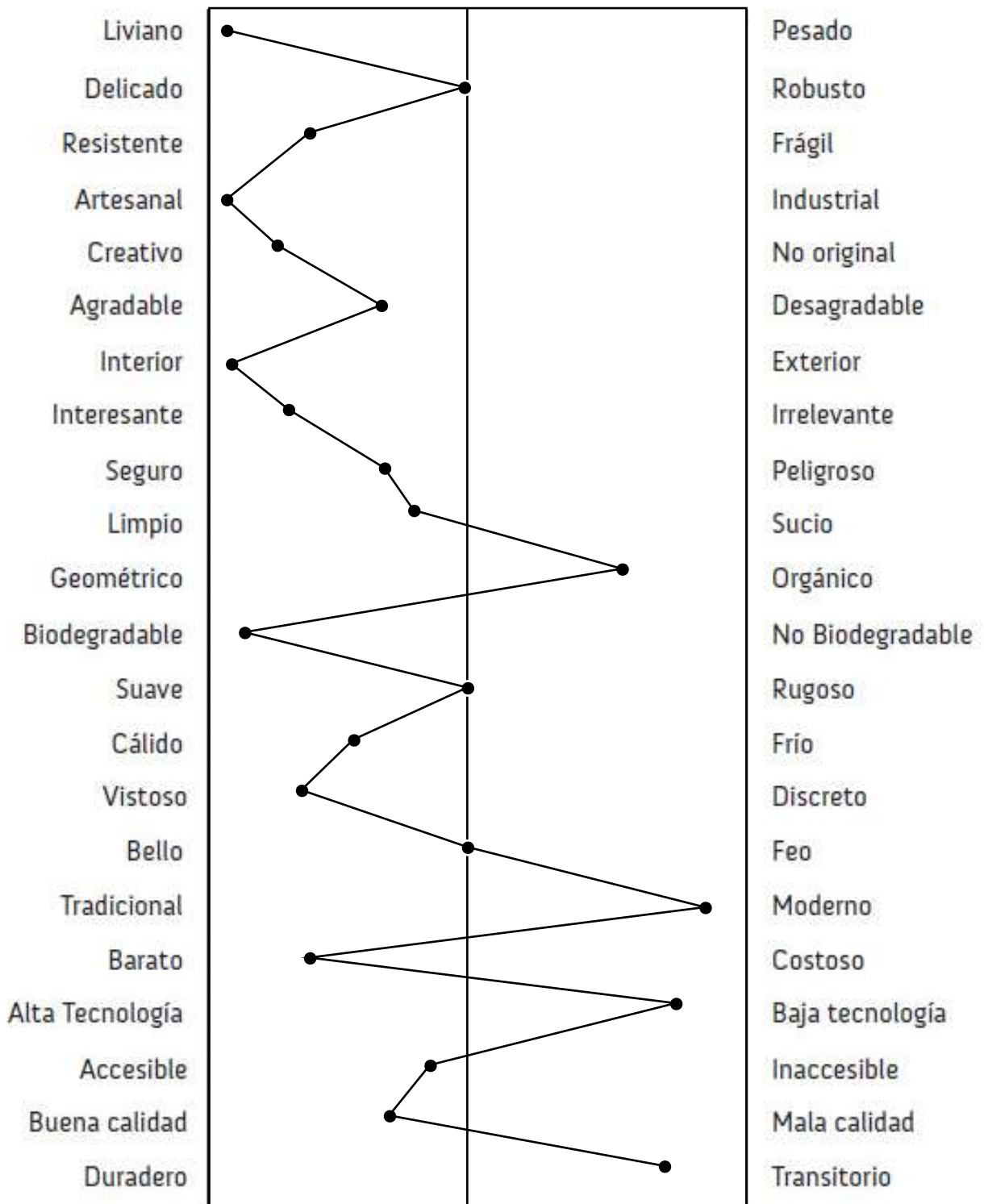
Por otra parte, para entender como las personas perciben a los materiales a partir de micelio, se consulto con una persona relaciona con el mundo de la construcción. Se escogió a una persona de esta área, ya que son ellos quien se relacionan directamente con los materiales de aislantes.

Al principio se le entrego una de las muestras, sin decirle la composición del material, para que la analizara y nos comentara su impresión respeto al material. Lo que más llamo la atención del material fue liviano que es y la textura presente en el material, pensando que era un material para colocarlo en las murallas como decoración. Cuando se comenta la composición y los ingredientes surgió y en que área se pensaba utilizar, le surgió desconfianza en cuanto a la retención de humedad que podría tener la materia y su durabilidad al pasar los anos.

Por último, para tener un espectro mayor de apreciaciones del material se le pidió rellenar según su preferencia y lo apreciado del material, en donde cataloga según dos atributos y se le pide que marque el que más les parece según su interacción con el material.



**[Capítulo 8] Desarrollo de identidad**





Capítulo 8

Identidad visual

# Desarrollo de identidad

## 8.1 Nombre

Para brindar al proyecto una identidad visual y carácter que lo identifique, se busca un nombre por medio de palabras y conceptos que tengan relación con la materialidad y su función. Logrando un reconocimiento fácilmente de que se trata el proyecto.

Se realiza una lluvia de ideas de conceptos relacionados, al analizar las posibilidades se crea la conjugación de las palabras micelio y aislantes, creando el nombre Micelas.

En un principio se consideró la opción de agregar un punto que divida los dos conceptos, Micel.as, pero se optó por la formación de una palabra continua para no dificultar la lectura. Para elección de Tipografía se prefirió las de aspecto más redondo ya que dan la sensación de algo más orgánico.

Hifas  
 Aislamiento Fungi Union  
 Micelio  
 Organismo Radial  
 Refugio

---

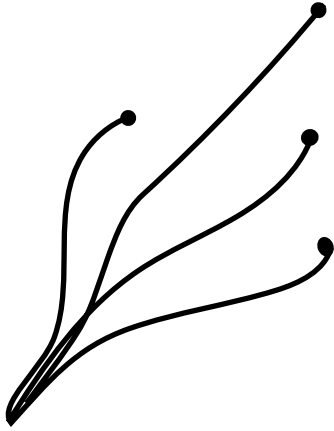
**Micelas**

**Micelar**

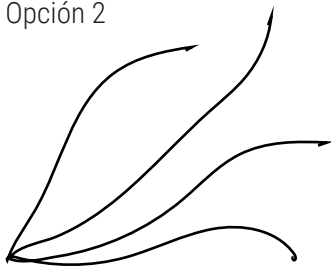
**Micel.as**

Tipografía Signika

Opción 1



Opción 2



## 8.2 Logo

El desarrollo del logo que acompaña al nombre se inspira en el crecimiento de las hifas realizando una abstracción y sinterización de estas. Se desarrolla con trazos curvos y continuos para reforzar la impresión de que es un material de origen natural.

El logo se desarrolla con la idea de poder aplicarlo en futuras realización del material.



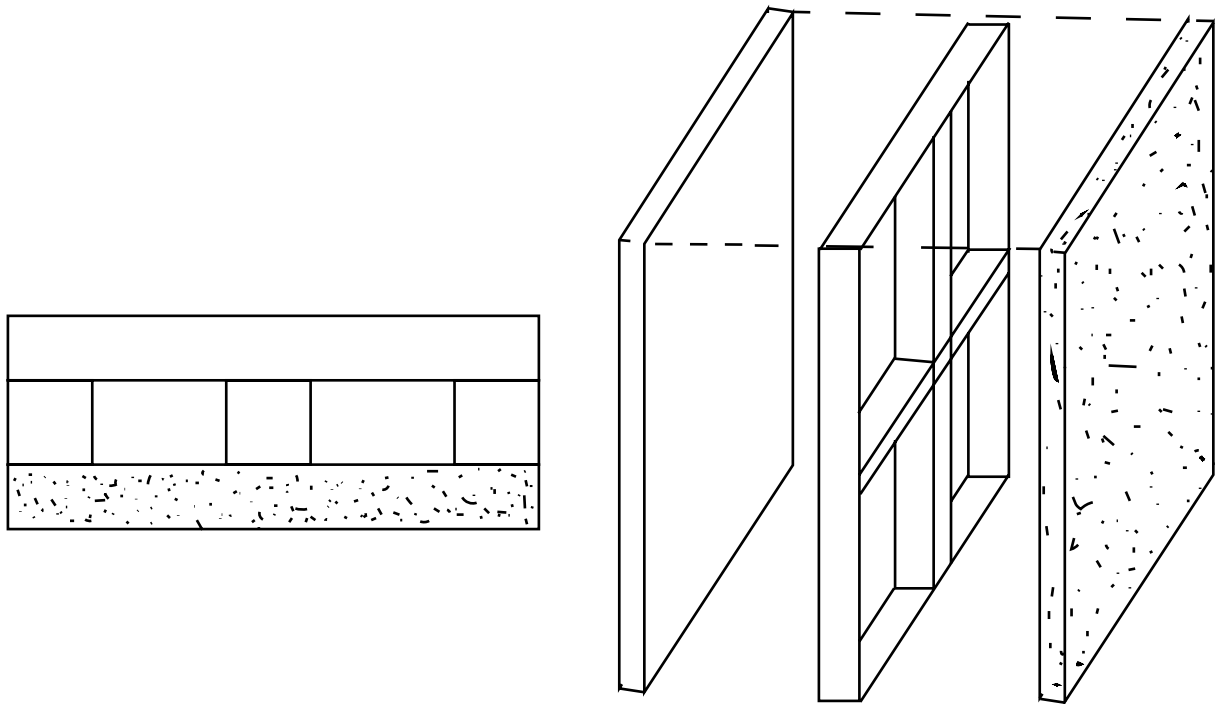


Capítulo 9

Implementación

# Implementación





## 9.1 Modo de uso

Una de las ventajas comparativas del material creado sobre otros utilizados para la aislación, es que, al no tener ningún componente sintético, su aplicación e interacción con este no genera ningún peligro para la salud humana. Pudiéndose manipular en su instalación sin un gran implemento de seguridad.

Para su aplicación, se estudio un sistema constructivo que brinde la estructura y lo protege del exterior. Esto debido a que el material absorbe una gran cantidad de agua cuando le llega de forma directa. Siendo mejor su uso en interior de la vivienda.

Para su instalación puede ser de dos formas, una es que se realice un panel con una plancha hacia el exterior y el material quede expuesto al interior, o que el material desarrollado quede entremedio de dos planchas, cerradas herméticamente por sus costados.

## 9.2 Costos de producción

Para desarrollar el micelio a mediana escala se necesita de una inversión inicial, de implementos mas que nada, ya que la materia prima utilizada no tiene un valor significativo para la industria actual. Se necesita hacer una red de actores que participen en la creación de materiales pudiendo crear nuevas micro industria, en donde se cultive el material para su producción, otra para la recolección de los desechos, y otras para la fabricación de los paneles



¡Ya abrió!

CONVOCATORIA  
**Jóvenes Innovadores 2021**

Te invitamos a postular tus iniciativas que aborden alguno de estos 3 desafíos:

- EFICIENCIA HÍBRIDA Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
- DESARROLLO DE MERCADOS INNOVADORES
- PROCESOS INNOVADORES

La Fundación para la Innovación Agraria (FIA), del Ministerio de Agricultura, te invita a postular en la Convocatoria Jóvenes Innovadores 2021, orientada a fomentar el desarrollo de emprendimientos innovadores liderados por jóvenes de distintos ámbitos del conocimiento, que contribuyan a la solución eficiente de los desafíos estratégicos de FIA que están vinculados con el sector silvoagropecuario nacional y/o de la cadena agroalimentaria asociada.

Postula hasta el 6 de abril 2021 | 17:00 hrs

Revisa las bases en

[www.fia.cl](http://www.fia.cl)

Dudas y preguntas hasta el 1 de abril al correo  
[jovenesinnovadores@fia.cl](mailto:jovenesinnovadores@fia.cl)

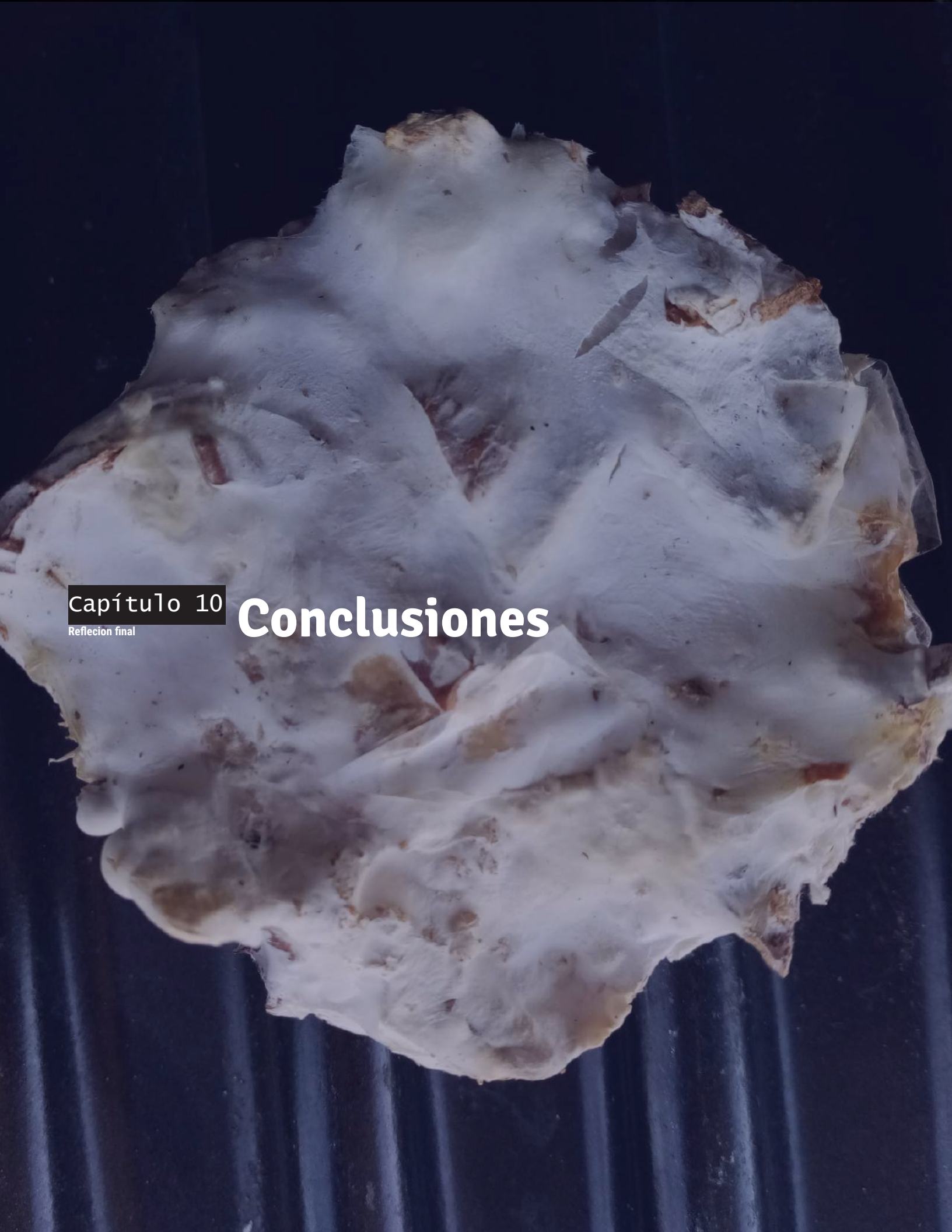
#FIATEMUEVE

## 9.4 financiamiento

Para la continuación en el desarrollo de este proyecto y debido a sus bases en la valorización de desechos, Micelas puede postular a fondos de innovación de CORFO Chile o a fondos de innovación en ecodiseño, que cuentan con programas para financiar ideas y/o apoyo para producir.

Se está en proceso de postulación en el fondo de la fundación innova agraria (FIA) del ministerio de agricultura, en la categoría de desarrollo de mercados innovadores, enfocado a contribuir con soluciones eficientes para el sector agropecuario.





Capítulo 10

Reflexión final

# Conclusiones

## 10.1 Proyecciones

Durante el desarrollo del biomaterial a partir del micelio aparecieron varias dificultades, una por ejemplo fueron los tiempos de cultivo, en la cual se extendieron cuando se trabajaba a mayor escala, se espera a que tener los implementos, en cuando a un control de temperatura y humedad en una incubadora, u hornos para trabajar el secado en piezas mas grandes. Se espera que con la implementación necesaria el ciclo de producción del material se mas eficiente, en donde el micelio tenga un optimo crecimiento y los paneles se cubran en su totalidad.

Por otro lado, se espera que cuando el contexto de pandemia mejore, se pueda trabajar en conjunto de laboratorios para realizar la estandarización del material con las maquinarias necesaria, pudiendo tener los datos específicos del material a pruebas como conducción térmica, tensión, compresión, resistencia al fuego entre otras. Para así formar fichas técnicas del material que demuestren sus propiedades físico-mecánicas

Si bien, las pruebas del material se basaron en un contexto de conocer el comportamiento del micelio, presenta una alternativa para que este material entre a al comercio como un aislante, teniendo la posibilidad de revertir el impacto negativo que generan materiales sintéticos aplicadas en esta área. Pero para que esto suceda se necesita de un cambio cultural en nuestra manera de producción y consumo.

## 10.2 reflexión de cierre

Estamos en un momento crucial para nuestra historia y los cambios negativos que se han generado en el ambiente no los podemos pasar por alto, el objetivo de esta investigación es acercar los biomateriales al mercado, demostrando que los ingredientes de los materiales que nos rodean son importantes, depender del petróleo no es viable, por lo que la exploración del uso de componentes abundantes y regenerativos en el planeta, podría ser una solución.

El proyecto Micelas no se presenta como una solución milagrosa, es necesario la incorporación de nuevos modelos económicos, aspirar a la bioeconomía sería lo ideal. Con este proyecto se pretende generar una transición a la fabricación de manera más sustentable, con bajos costos energéticos, pero buscando la comodidad y el bienestar humano.

Desde el inicio de nuestra existencia hemos buscado un buen confort térmico, la búsqueda de diferentes materiales para generar bienestar se presenta como una oportunidad para generar un cambio al introducir materiales que nosotros mismo podamos fabricar, forjando un vínculo con la materia.





## Referencias

Acción Empresas. (2019). El 66% de los chilenos asegura ser un consumidor consciente. Recuperado 17 de febrero de 2020, recuperado <http://accionempresas.cl/noticia/>

BioLab, UC (2019) Manual de biofabricación con hongos.

Blackwell, M. (2011). The Fungi: 1, 2, 3 ... 5.1 million species? *American Journal of Botany*, 98(3), 426–438

Besoain, M,J. (2020). La industria de la construcción como un ecosistema, publicación madera 21.

Braungart M., McDonough W. (2002). *Cradle to Cradle*. Editorial McGraw-Hill. Madrid, España

Cameras., & Karana, E. (2018). Fabrication materials from living organisms: An emerging design practice. *Journal of Cleaner Production*, 186, 570– 584. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.03.081>

Cervantes G. 2007. *Ecología Industrial: innovación y desarrollo sostenible en sistemas industriales*. México

CCHC. (2015) *MANUAL ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO*. 1a Edición, septiembre 2015.  
CDT-CCHC (2016). *Manual de (re) acondicionamiento térmico de viviendas en uso*.

Collet, Carole (2013) *this is alive*. <http://thisisalive.com>

Curtin, M. (2018). 73 Percent of Millennials are Willing to Spend More Money on This 1 Type of Product. Recuperado 17 de febrero de 2020

De Sostenibilidad, O., Facultad, A. D., Economía, D. E., De, Y. N., Universidad, L. A., & Chile, D. E. (2019). Segundo Informe de Sostenibilidad "CHILE Y SUS REGIONES".

Ecovative (2017) Myco Make. Recuperado de [http:// www.ecovatedesign.com/myco-make](http://www.ecovatedesign.com/myco-make)

Escobar, A. (2007). La invención del 3er mundo

Franco-Chávez, K. G., Rodríguez-Navarro, S., Cervantes-Mayagoitia, J. F., Barranco-Florido, J.E. (2012). Enzimas y toxinas de hongos entomopatógenos, su aplicación potencial como insecticidas y fungicidas. Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente

Furci George-Nascimento, G. (2007). Fungi Austral: Guía de campo de los hongos más vistosos de Chile

Furci George-Nascimento, G. (2013). Guía de Campo Hongos de Chile (2nd ed., Vol. 1). Santiago:FundaciónFungi.

Instituto de la Construcción. (2006). Manual de aplicación reglamentación térmica, Ordenanza general de urbanismo y construcciones artículo 4.1.10.

García, M. C. C. de, Restrepo, S. R., Franco-Molano, A. E., Toquica, M. C., & Estupiñán, N. V. (2012). Biología de Hongos (Primera Ed, Vol. 0). (14,21, 69).

Global Bioeconomy Summit. (2018). Global Bioeconomy Summit Conference Report. Innovation in the Global Bioeconomy for Sustainable and Inclusive Transformation and Wellbeing, 108.

Gonzalo, C. (1988) Conceptos básicos sobre aislación térmica de viviendas. Revista de Ingeniería de Construcción, N° 5, Julio

Hidalgo, A. (2007). Valoración de los residuos de biomasa en la industria de la Construcción. Situación de La Industria de La Construcción

Karana, E. (2012). Characterization of “natural” and “high-quality” materials to improve perception of bioplastics. *Journal of Cleaner Production*, 37, 316–325.

Karana E. y Nijkamp N.. (2014). Fiberness, reflectiveness and roughness in the characterization of natural and high quality materials. En Klemeš J. J., Villas Bôas de Almeida C. M., Wang Y. (Ed.), *Journal of Cleaner Production*, 68, pp. 252-260.

Karana E., Barati B., Rognoli V. y Zeeuw Van der Laan A. (2015). Diseño impulsado por materiales (MDD): un método para diseñar experiencias de materiales. En *International Journal of Design*, Vol 9 N°2, pp. 35-54.

Karana, E., Hekkert, P. y Kandachar, P. (2008). Experiencia en materiales: categorías descriptivas en evaluaciones de materiales. En *Actas de la Conferencia sobre Herramientas y Métodos en Ingeniería Competitiva*, pp. 399-412. Delft, Países Bajos: Delft University of Technology

Klein, N. (2015). *This changes everything: Capitalism vs. the Climate (first)*. New York, NY: Simon & Schuster paperbacks

Manzini E., Biguez J. (2000). *Ecología y Democracia, De la injusticia ecológica a la democracia ambiental*. Editorial Icaria, páginas 95. Barcelona, España.



- Ministerio de Energía, Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT). (septiembre 2010). Estudio de usos finales y curvas de oferta de conservación de la energía en el sector residencial de Chile. (29)
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU). (2013). Manual de procedimiento para la calificación energética de viviendas en Chile. Santiago.
- Mironov, V., Trusk, T., Kasyanov, V., Little, S., Swaja, R., & Markwald, R. (2009). Biofabrication: A 21st century manufacturing paradigm. *Biofabrication*, 1(2).
- Mycomaker (2020) generación de sustratos, podcast
- Oxman, Neri (2015). *Material Ecology catalogue*, volume 60
- Pasten, P, Vega, A. (2014). La crisis de los residuos: una crisis del diseño. *Revista Diseña*, 7, p.56-65
- Pérez, B. (2013). Identificación de hongos filamentosos con importancia fitopatógena. En Primer Congreso Internacional de Biotecnología UPAEP.
- Quezada, C. (2014). Materiales compuestos: generando valor con residuos. *Revista Diseña* 7, p. 88-97
- Rognoli V., Bianchini M., Maffei S. y Karana E. (2015). DIY Materials. En A. M. Korsunsky (Ed.) *Materials an Design*, 86, pp. 692-702. UK, University of Oxford Department of Engineering Science: Elsevier

Rodríguez, A., Rodrigues, M., & Sotomayor, O. (2019). Hacia una bioeconomía sostenible en América Latina y el Caribe: elementos para una visión regional. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), (Serie Recursos Naturales y Desarrollo, N° 191)

Román-Ramos, J. D., Luna-Molina, F. J., Bailón-Pérez, L. J. (2014). Encofrado perdido constituido por paja cohesionada con micelio como sustituto del poliestireno expandido. Informes de la Construcción.

Rodríguez. E. (2013) Hongos y desechos agrícolas en la construcción

Salazar. (2016) Manual de micología básica. Primera edición, publicado universidad de concepción y ONG micofilos

Sánchez, A., Sibaja, M., Veja-Baudrit, J., Madrigal, S. (2007). Síntesis y caracterización de hidrogeles de quitosano obtenido a partir del camarón langostino con potenciales aplicaciones biomédicas. Revista iberoamericana de Polímeros

Stephen, A. (2014). Breve historia del aislamiento térmico [ Blog] recuperado de <https://aislamientoysostenibilidad.es/del-homo-habilis-al-homo-sapiens-breve-historia-del-aislamiento-termico/>







# Micelas

Proyecto de investigación de paneles  
aislantes en base a micelio