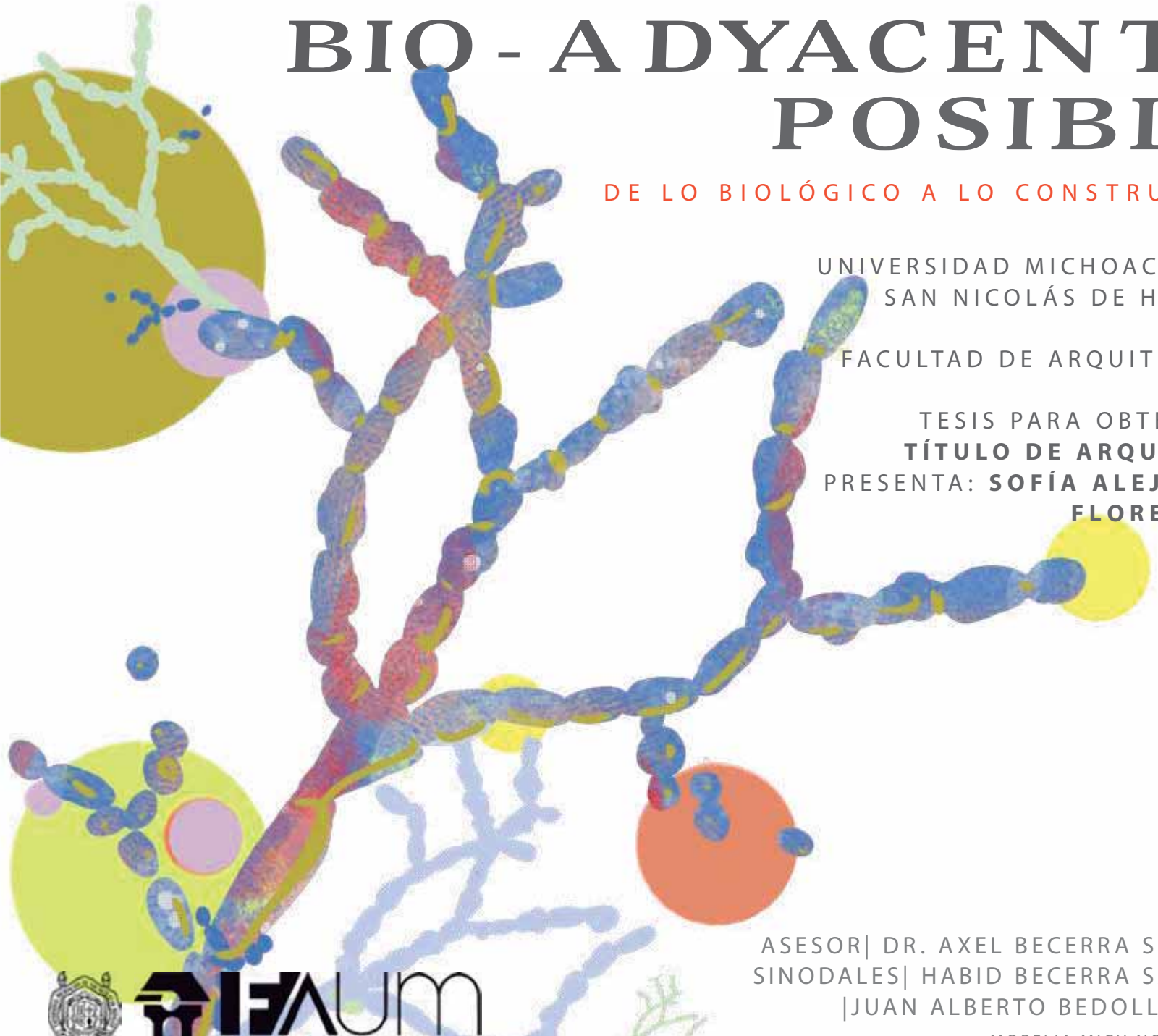




BIO - ADYACENTE POSIBLE

DE LO BIOLÓGICO A LO CONSTRUCTIVO

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO

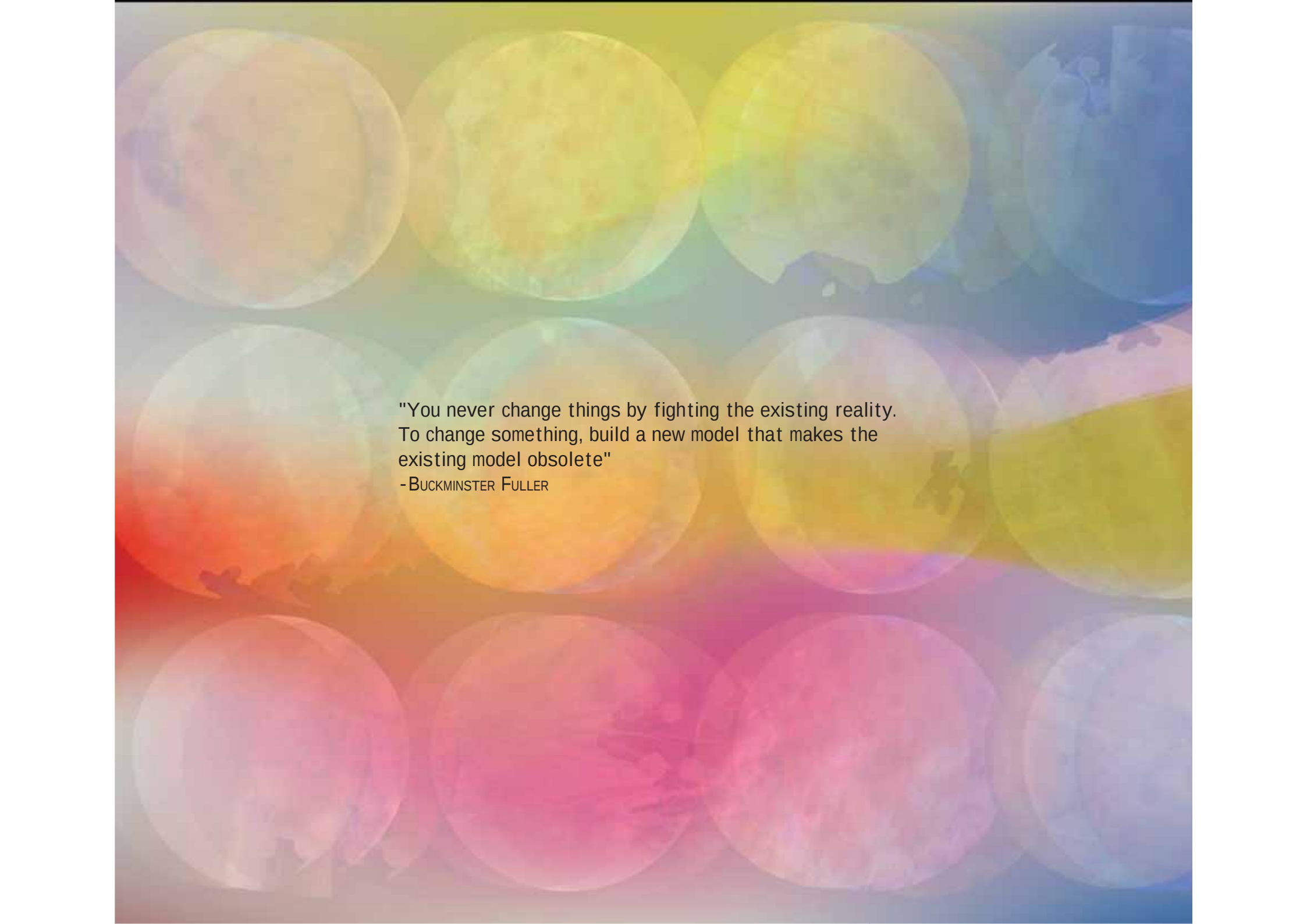
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS PARA OBTENER EL
TÍTULO DE ARQUITECTO
PRESENTA: **SOFÍA ALEJANDRA
FLORES DÍAZ**

ASESOR| DR. AXEL BECERRA SANTACRUZ
SINODALES| HABID BECERRA SANTACRUZ
|JUAN ALBERTO BEDOLLA ARROYO

MORELIA MICH. NOVIEMBRE 2022



The background of the slide is an abstract composition of numerous overlapping circles. These circles are semi-transparent and come in a variety of colors including shades of orange, yellow, green, blue, and pink. The circles are arranged in a somewhat grid-like pattern but overlap significantly, creating a complex, layered effect. The overall color palette transitions from warm tones (orange, yellow) on the left to cooler tones (blue, green) on the right, with pink and purple hues at the bottom.

"You never change things by fighting the existing reality.
To change something, build a new model that makes the
existing model obsolete"

-BUCKMINSTER FULLER





adyacente posible:

La idea de la innovación basada en el “posible adyacente”, una creación de algo nuevo basado o generado a partir de la combinación de cosas existentes, a la que siempre se le da un valor nuevo, posando la mirada hacia el futuro.

Es decir todo un abanico de posibilidades y nuevos desarrollos que propicia un determinado desarrollo, cada nueva combinación abre la posibilidad de otras combinaciones nuevas. Pensándolo como si se tratara de una casa que se amplía mágicamente con cada puerta que abres.



agradecimientos

Agradezco a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

A la facultad de Arquitectura.

A Axel y a todos esos profesores que me sumaron.

dedicatoria

Esta tesis se la dedico...
A mi mamá por la paciencia,
y a mi papá por su desesperación.

A Carmelita y Conchita, físicamente no están pero sé
que me apoyan.

Alejandro, Alba por demostrarme que el camino no es
fácil, pero acompañado es más llevadero.

Emma y Olivia, mi motivación a ser la persona que ellas
esperan.

A las amistades conservadas, ganadas y perdidas.
F, porque me has motivado a querer ser más, y querer
saber más.



resumen

El futuro siempre lo imaginamos como una gran innovación tecnológica, donde la vida es perfecta, las ciudades son un organismo bien estructurado y los medios con los que se satisfacen las necesidades humanas básicas rebasan nuestro límite de lo que se conoce actualmente. Mecanismos bien o mal organizados, somos al final desde un punto de vista reduccionista, una suma de decisiones tomadas a partir de la fabricación-consumo de bienes y servicios.

Hasta este punto evolutivo las consecuencias de nuestros modos y estilos de vidas nos han llevado a una crisis ambiental, y conforme avanzamos a nuestro objetivo evolutivo de ciudades perfectamente mecanizadas, hemos creamos una cadena de problemas que progresivamente se han agravado y que poco a poco empujamos más la balanza al punto en donde será irreversible.

Por consiguiente, nace la preocupación de utilizar los recursos existentes aprovechándolos de manera racional, con esa visión y desde el punto el diseño se requiere comenzar por cambiar la cultura material, en la forma que percibimos los materiales y en este caso en donde se incentive un modelo de economía circular a una escala barrial.

La nueva cultura material abraza la idea de que podemos cambiar la forma en que concebimos y percibimos las diferentes materialidades dependiendo de cómo aprovechamos el entorno con los recursos ya sean naturales u antrópicos, a partir de procesos químicos y biológicos, aglutinando o procesando residuos sólidos domésticos.

Por lo que este proyecto de tesis propone la investigación de un biomaterial, fabricado a partir del aprovechamiento de residuos orgánicos provenientes de la alimentación diaria dentro de los hogares, restaurantes, hoteles etc., utilizando como medio biológico de procesamiento al micelio procedente de hongos degradadores de madera que se pueden encontrar en las cercanías de la ciudad de Morelia.

Concretamente ideando, prototipando y experimentando con materiales bisbisados, con base a la ideología de una economía circular, fomentado el uso y cultura de nuevas materialidades que puedan crear conciencia de los modos de producción para la futura exploración de nuevas rutas de materiales.

PALABRAS CLAVE: | *Micelio* | *Hifas* | *Micotectura* | *Micología* | *Hongos* |

a b s t r a c t

We always imagine the future as a great technological innovation, where life is perfect, cities are a well-structured organism and the means with which basic human needs are satisfied exceed the limits of what is currently known. Well or badly organized mechanisms, we are in the end, from a reductionist point of view, a sum of decisions taken from the manufacture-consumption of goods and services.

Up to this evolutionary point, the consequences of our ways and lifestyles have led us to an environmental crisis, and as we advance to our evolutionary goal of perfectly mechanized cities, we have created a chain of problems that have progressively worsened and that little by little push the balance to the point where it will be irreversible.

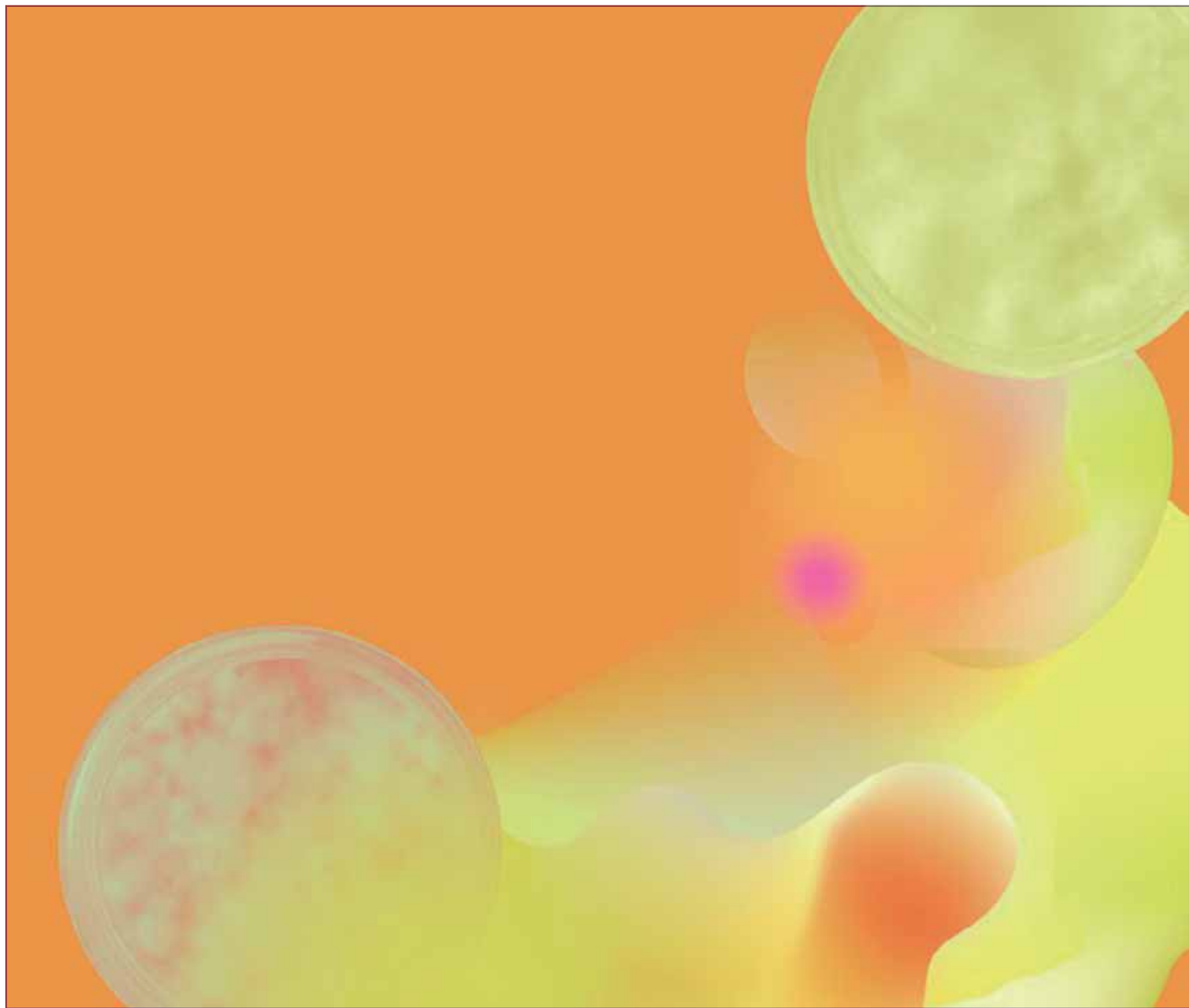
Therefore, the concern is born to use the existing resources taking advantage of them in a rational way, with this vision and from the point of view of design, it is required to start by changing the material culture, in the way we perceive the materials and in this case where a circular economy model is encouraged at a neighborhood scale.

The new material culture embraces the idea that we can change the way we conceive and perceive the different materialities depending on how we take advantage of the environment with natural or anthropic resources, from chemical and biological processes, agglutinating or processing domestic solid waste.

Therefore, this thesis project proposes the investigation of a biomaterial, manufactured from the use of organic waste from daily food in homes, restaurants, hotels, etc., using as a biological means of processing the mycelium from wood degrading fungi that can be found in the vicinity of the city of Morelia.

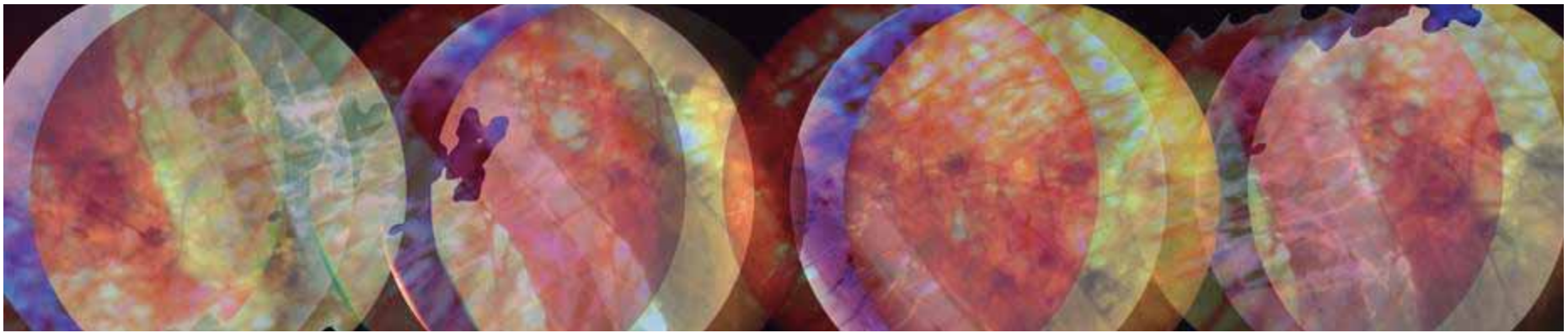
Concretely devising, prototyping and experimenting with bisbiscated materials, based on the ideology of a circular economy, encouraging the use and culture of new materialities that can create awareness of the modes of production for the future exploration of new routes of materials.

KEYWORDS: | *Mycelium* | *Hyphae* | *Mycotecture* | *Mushrooms* |



índice

capítulo 01	17	Planteamiento del problema	capítulo 03	62	Acciones concretas
	20	Justificación		63	Metodología
	22	Objetivos		64	Ciclo micelio
	23	Hipótesis		68	Clasificación de abundancias
	24	Definiciones		70	Identificación de abundancias
	25	Diagrama metodológico			
capítulo 02	27	Economía lineal vs Economía circular	capítulo 04	72	Primera experimentación
	30	Arquitectura biomaterial		77	Semana 01
	35	Reino fungí		88	Conclusiones primera etapa experimentación
	36	Características de los hongos		89	Diagrama 01. Protocolo de experimentación
	37	Hongos en Morelia			
	42	Ciclo de vida			
	43	Micelio			
	44	Biomateriales [Nuevas culturas materiales]			
	46	Casos análogos			
	58	Análisis del estado del arte			



capítulo 05

92

Segunda experimentación

96

Presentación de sustratos

98

Propiedades

99

Crecimiento |Semana 01-03|

102

Diagrama 02. Protocolo de experimentación

103

Uso de moldes

104

Moldes de acrílico

106

Moldes de solución

108

Diagrama 03. Protocolo de experimentación

109

Prueba |En prototipos|

115

Evaluación de la evolución

116

Tercera experimentación

118

Proceso de cultivo

120

Evolución cultivo

124

Nuevas formas de cultivar |Honey Tek|

128

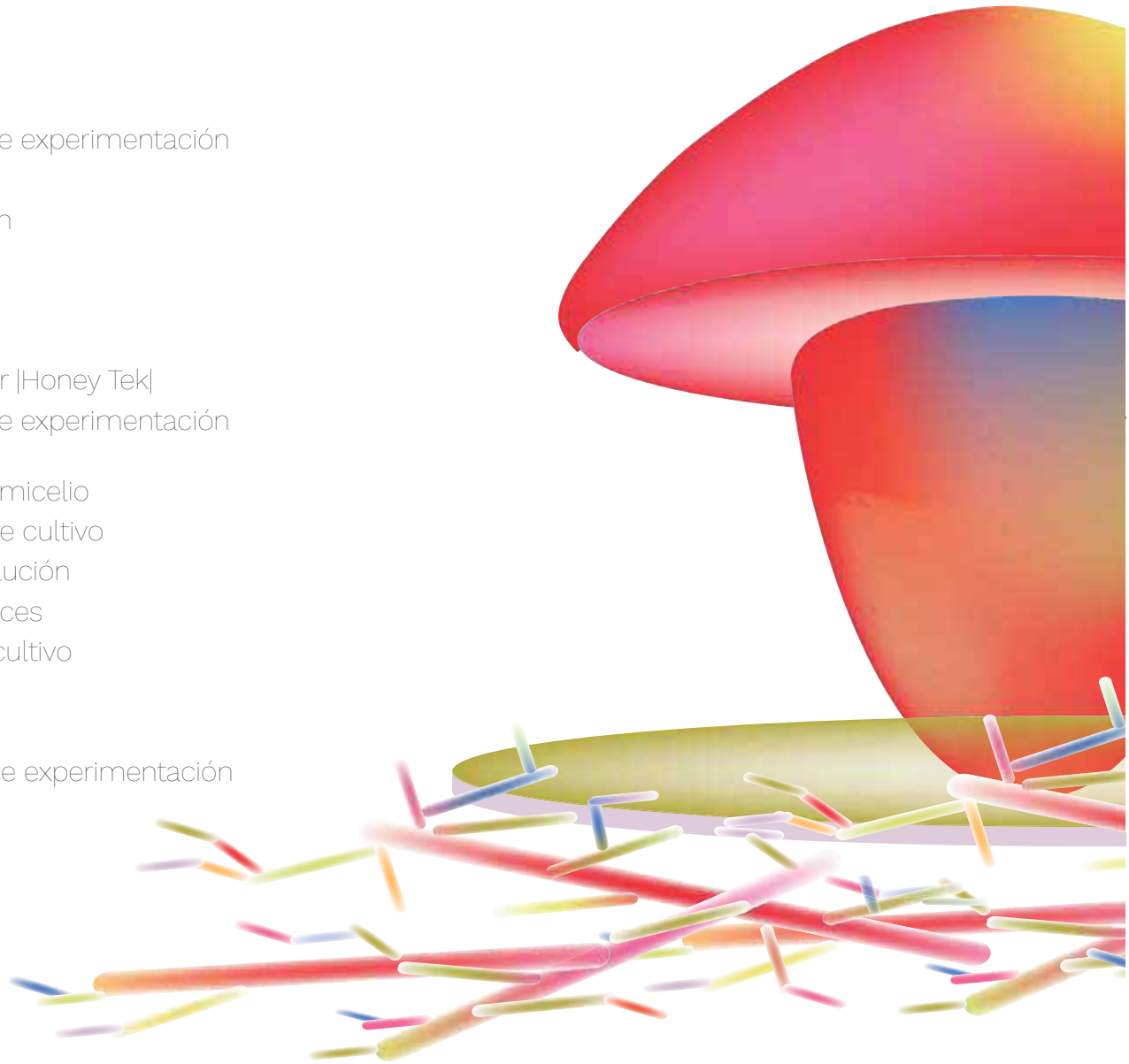
Diagrama 04. Protocolo de experimentación

capítulo 06	130	Otras materialidades del micelio
		Preparación de medios de cultivo
	132	PDA – Evolución
	134	PDB- Matrices
	136	Evolución de matrices y cultivo
	116	Textil micológico
	138	Tratamiento
	142	Diagrama 05. Protocolo de experimentación
	144	Especulación 01
	145	Especulación 02

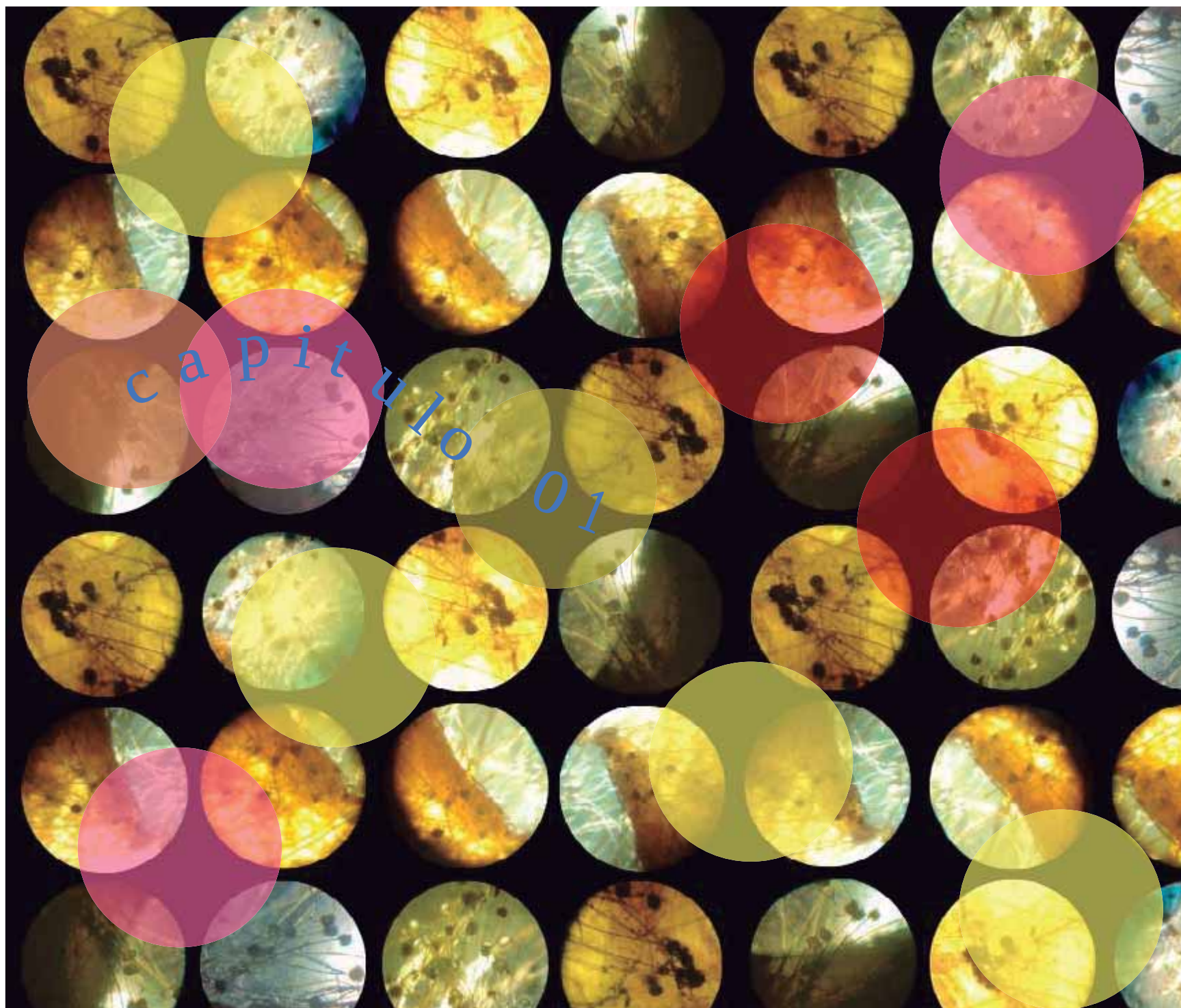
Conclusiones

Lista de referencias

Anexos



capitulo 01



PLANTEAMIENTO DEL problema

Con el inicio de la revolución industrial arribó un cambio rápido y profundo de la sociedad, y se aceleró el ritmo de las transformaciones de un nuevo tránsito de ideas, comenzó como un nuevo pensamiento de cómo se percibían los objetos, las cosas debían ser materializadas para poder ser tangibles, vistas y explotadas más allá de una simple elaboración artesanal, la competencia entre calidad y cantidad entre una economía agraria y artesanal a otra basada en la industria y la producción mecanizada. Con las bases para el crecimiento industrial y como consecuencia del mismo, las ciudades iban creciendo, nuevas necesidades, nuevos materiales y nuevas industrias; algunas que iban más allá de las necesidades básicas humanas, el mundo empezaba a experimentar los beneficios del camino de vida radical.

Sin embargo, el desarrollo de una sociedad económicamente bajo un modelo consumista implica una gran explotación de materias primas, así como una cantidad alarmante de producción de residuos sólidos, mismo que en algún punto de su ciclo terminan absorbiéndose y contaminando más el territorio. Desde la perspectiva del diseño, la vida útil de un producto o servicio termina cuando este se convierte en residuo práctico inútil para el usuario, que generalmente sucede después de un primer uso o de un tiempo relativamente corto de manejo. En la actualidad, el diseño de la mano junto con la tecnología han logrado un avance importante en la generación y producción en avances para la solución de problemas cotidianos y que ha llegado a implantarse en problemáticas complejas.

Los impactos ambientales están en función del modo en que se presentan los servicios y se producen y se consumen los bienes. El funcionamiento global del sistema de producción y consumo determina la calidad ambiental.

En datos y estadísticamente las consecuencias del aumento de productos a una escala de producción masiva, específicamente con el medio ambiente, tomando en cuenta desde la perspectiva más general tenemos la vida útil de un producto y que termina en residuo generalmente el 40% del plástico que se fabrica se desecha tras un solo uso, representando el 50% de los que se producen cada año (Consumidor, 2021), asimismo el fin de un servicio genera desperdicios, construir y edificar emite emisiones importantes de CO₂, según la ONU (2020), en 2019 el sector de la construcción produjo 38% de las emisiones globales de CO₂. El sector de la Construcción es responsable de consumir el 50% de los recursos naturales, el 40% de la energía y del 50% del total de los residuos generados. Paralelamente la generación de residuos de manejo especial provenientes de la construcción y demolición que en el periodo de 2006 a 2012 produjeron 6.11 millones de toneladas (Semarnat 2016).

Y a medida que desglosamos cada actividad en la que el campo de nuestro interés que es diseño la arquitectura se genera una lista de los efectos o impacto ambiental, en las que se replica y propaga el modelo de la economía lineal.

Del mismo modo la escasa cultura de reciclaje y el gasto energético de la producción de objetos, aunado al agotamiento y escasos recursos de reservas natura-

les, el crecimiento industrial exponencial y el débil funcionamiento de instituciones que hagan responsables a los actores principales, entre otros problemas que se han acentuado en los últimos años, repercutiendo en ámbitos ambientales, económicos, culturales e inclusive de salud. Si bien, en ámbitos de diseño, se generó una ruptura entre lo material y lo natural, y para poder tener algo material tenemos que destruir lo natural, cayendo en la línea argumental de “Extraer el recurso para poder producir, comprar y descartar”.

Pero aquí es donde la problemática llega a su pico aplicado a la actualidad, desechar ,es fácil, la modernidad nos hizo crear tipología de espacios específicos para tirar residuos y su acumulación, pero la combinación de estos residuos al momento de su descomposición anaerobia de los residuos orgánicos en estos sitios genera biogás que tiene serias implicaciones en el efecto invernadero. En suma, tenemos la producción de plásticos de un solo uso y el desaprovechamiento de RSU (residuos solidos urbanos), que se generan en una escala doméstica (residuos orgánicos), en donde el 52.4% de los residuos que se generan en México vienen a partir de desechos de comida, jardines y materiales orgánicos similares.

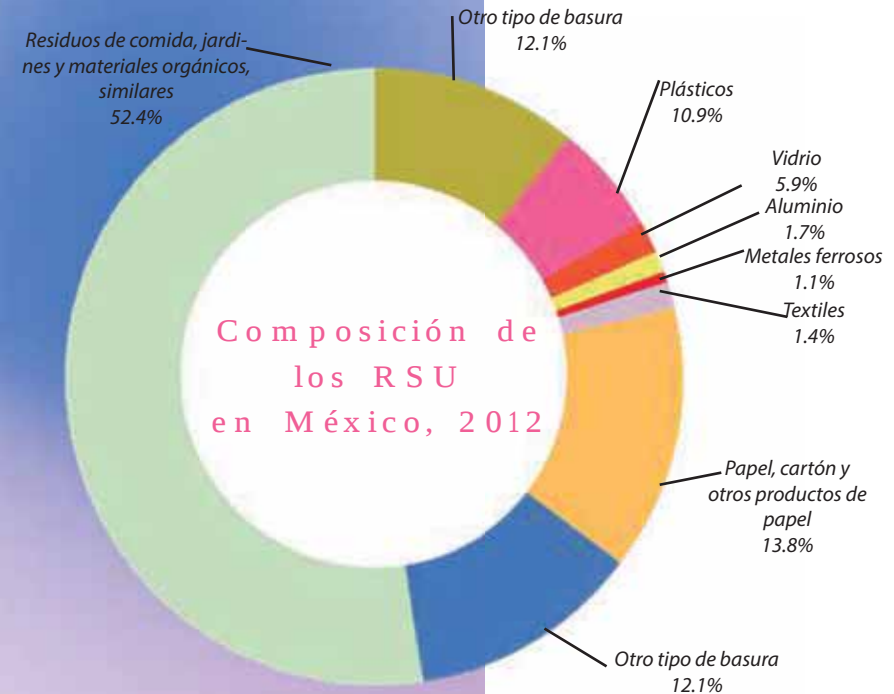


Figura 01, Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2013. Elaboración propia

En la ciudad de Morelia gracias a un estudio generado por el Laboratorio de Residuos Sólidos y Medio Ambiente y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, efectuado en el relleno de tierra clausurado (RTC) y en el relleno sanitario (RESA) de Morelia, Michoacán, llegaron a la conclusión gracias al muestreo de varios cuadrantes que más de del 50% de los residuos que llegan a parar al relleno pertenecen a materias orgánicas. (Alberto et al., 2012)

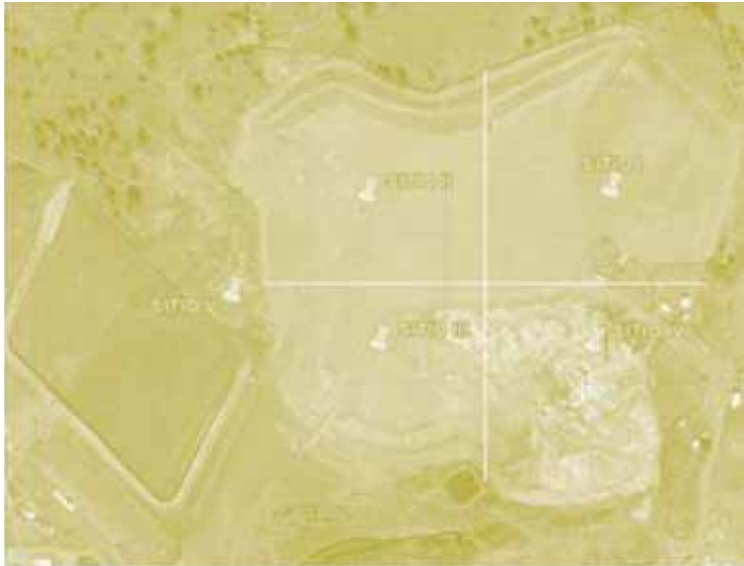


Figura 02, Fotografía de los cuadrantes.

Algunos de estos desechos orgánicos generan líquidos durante su proceso de descomposición llamados lixiviados, su composición y cantidad suele representar un riesgo de contaminación para el suelo y los cuerpos de agua adyacentes, tanto superficiales como subterráneos, y pueden provocar problemas de toxicidad, eutrofización y acidificación, por lo que evitar su flujo superficial e infiltración es de suma importancia (Allen, 2001; Torres et al., 2011).

Principales subproductos	Cuadrante				
	1	2	3	4	5
Materia organica	54.164	66.127	60.994	61.456	68.234
Loza y cerámica	4.499	0.363	0.263	0.9	0.101
Material de construcción	2.562	2.886	1.374	0.102	0.769
Material ferroso	1.041	0.101	0.061	1.799	0.02
Pañal desechable	6.365	8.04	8.65	1.783	12.284
Bolsa de película	12.768	9.647	8.731	7.36	5.483
Plástico rígido	6.29	4.48	4.628	2.862	5.624
Vidrio	4.145	3.613	5.032	2.862	1.275
Piedras	4.999	1.998	4.911	11.085	2.509
Otros	3.166	2.745	5.356	9.793	3.702

Tabla 01, Composición de de desechos de cada cuadrante

justificación

20



Tenemos que entender que el diseño en su quehacer creativo pone en marcha flujos de materiales y energías, los cuales provocan impactos ambientales.

La construcción, sus métodos y sistemas constructivos actuales dejan huella permanente en el terreno, y que la mayor parte de esos materiales tardan siglos en desintegrarse o incluso nunca lo llegan a su reincorporación con la naturaleza.

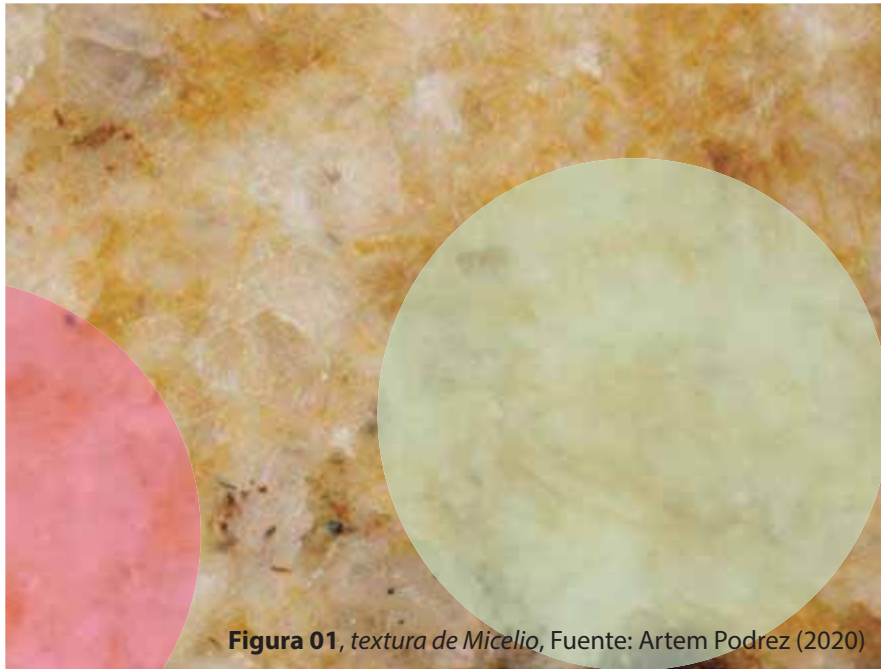
La preocupación por el impacto ambiental y la sostenibilidad se han hecho presentes en las nuevas tecnologías conocidas como “biomateriales” o “materiales vivos”, que puedan ser biodegradables y sustentables, regresando a la tierra una parte de lo que se ha extraído, este campo tecnológico ha cobrado cada vez más importancia y fuer-

za en la arquitectura contemporánea.

Las toneladas de residuos orgánicos que se generan anualmente en una escala domiciliaria pueden aprovecharse como materia prima para la producción de Micelio.

La contaminación, tiene muchas ramas que la abarca, sin embargo, esta tesis quiere lograr centrarse en la generación de residuos y desperdicios, siendo la situación que se hace más visible en la actualidad.

Si bien, se ha hablado de la economía lineal vigente hoy día, que consistente en “tomar, hacer, tirar”, que confía en la disposición de grandes cantidades baratas y fácilmente accesibles de materiales y energía, además de medios baratos para deshacerse de lo que ya no interesa, sin pre-



ocupación con lo que le pasará después a la materia. Sin embargo, el desarrollo de esta investigación se hará bajo los valores de la economía circular, para preservar y aumentar el capital natural, combinando la investigación y la innovación al utilizar los recursos abundantes que son desechados y que no se llegan a reutilizar (orgánicos). Justificado con el pensamiento de ciclo de vida que permite entender el producto desde la extracción de materias primas de la naturaleza hasta el retorno de sus materiales al medio ambiente y constituye un marco de referencia efectivo para el análisis de impactos ambientales y diseño para su solución. Hoy en día existen muchos métodos constructivos ya sea con materiales tradicionales de la arquitectura que han

sido utilizados durante siglos. Por tanto, la construcción con biomateriales trae una perspectiva con ideas nuevas a desarrollar para entender y generar nuevas materialidades que sean aplicadas en campos como la arquitectura y el diseño.

Los biomateriales en la construcción podrían significar una solución sustentable a las necesidades actuales, basándonos en una aproximación a la tecnología de los mismos aplicándolos al conocimiento arquitectónico.

Por lo tanto, al usar organismos vivos como los hongos que tienen funciones cruciales para el ecosistema, es que podemos atribuirle características similares al biomaterial. Los hongos tienen una variedad particularmente impresionante de enzimas que pueden usar para descomponer una amplia variedad de químicos para extraer la energía y las moléculas que necesitan para vivir, descomponen materia orgánica como residuos vegetales y animales dejando los nutrientes resultantes para el futuro crecimiento de nuevas plantas, animales e incluso permiten el desarrollo de la vida humana.

Por ejemplo, algunos contaminantes que los hongos degradan incluyen hidrocarburos policromáticos (como los que se encuentran en el petróleo crudo y la gasolina), metales pesados, herbicidas, pesticidas, cianotoxinas, productos farmacéuticos, antibióticos, ftalatos, tintes y detergentes. Hoff (2021).



objetivos

GENERAL

Esta investigación busca explorar los alcances y posibles aproximaciones al desarrollo de un material elaborado en base a micelio que tenga la capacidad de integrarse a un proyecto de arquitectura, que pueda conformarse con sustratos abundantes en la zona urbana de Morelia.

ESPECIFICOS

- Indagar y explorar respecto al espectro de posibilidades que presenta el micelio para ser un aporte favorable al funcionamiento de un proyecto.
- Comprobar el impacto que tienen los materiales vivos en la arquitectura y en el diseño, ya que el resultado formal de la arquitectura depende de los materiales y las limitaciones constructivas que existen.
- Producir un biomaterial capaz de moldearse y adaptarse a los diseños requeridos para auxiliar a la arquitectura en sus tareas.
- Entender y conocer la estrategia para un cultivo eficaz y pueda convertirse en una alternativa a plásticos y fibras utilizadas en la arquitectura.
- Reflexionar sobre la cultura material y como podemos modificar la forma en que producimos, disminuyendo el impacto en el ambiente.

hipótesis

SUPOSICIÓN DE DISEÑO

La presente investigación nos propone comprobar el uso de residuos domésticos, (residuos orgánicos urbanos) provenientes de la actividad alimentaria (cascara, bagazos y desperdicios), como insumos aptos para el desarrollo de un biomaterial, mediante la exploración de las posibilidades de trabajar con el micelio con diversos tratamientos para fabricar bloques sólidos y fibras con aplicaciones en diseño y que ayude a complementar los quehaceres de la arquitectura.

SUSTRATO



+

VARIABLES EN COSECHAS

MICELIO

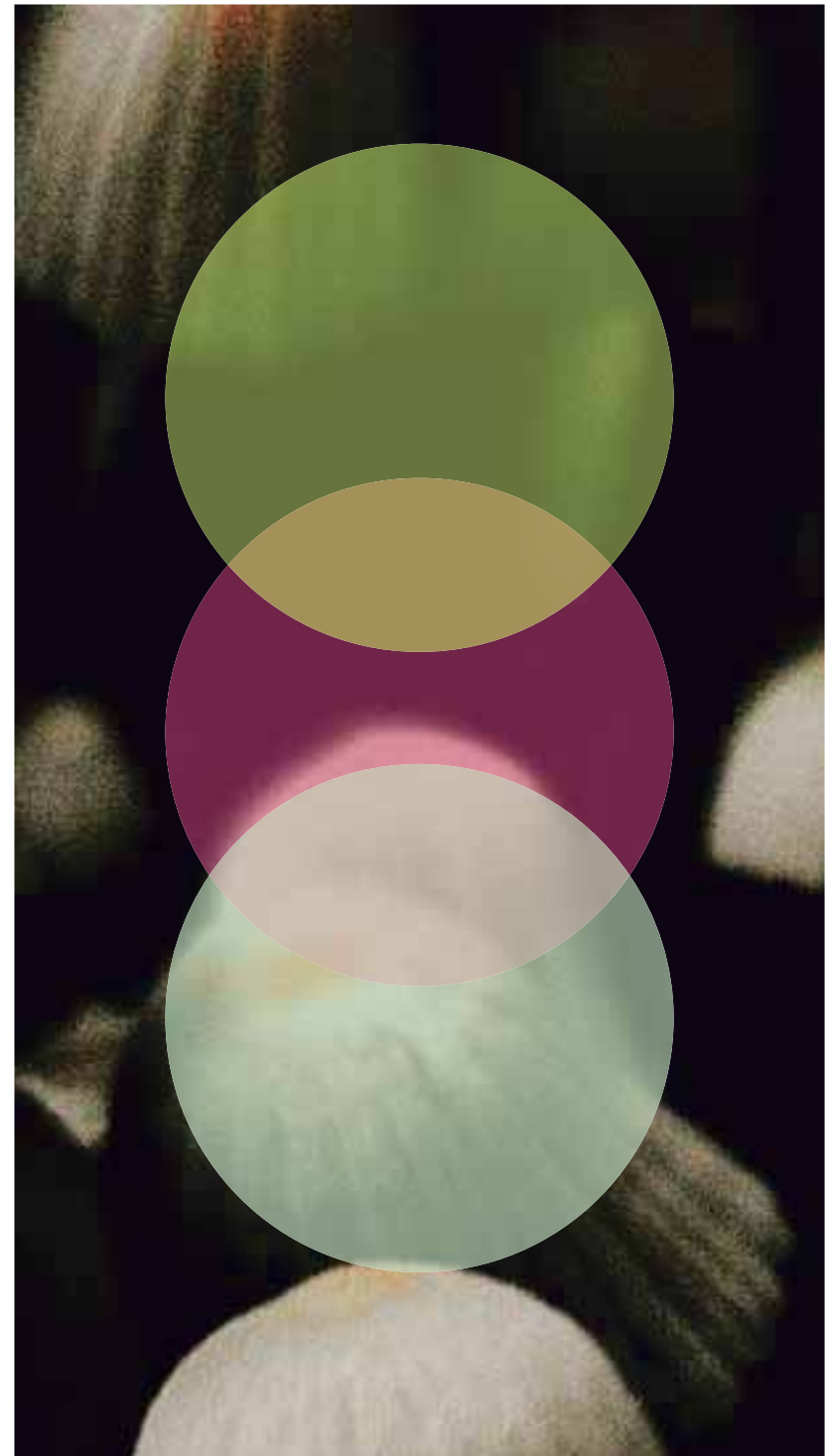


=

MATERIAL



LÁMINA
BLOQUE



definiciones

| Micelio |

Se le llama micelio a los hilos, filamentos o hifas, generalmente de color blanco, que salen como producto de la germinación de millones de esporas, constituyendo la parte vegetativa del hongo, creciendo de forma radial en torno al cuerpo frutífero.

| Hifas |

Son las unidades estructurales de la mayoría de los hongos, sobre todo en los filamentos.

| Micotectura |

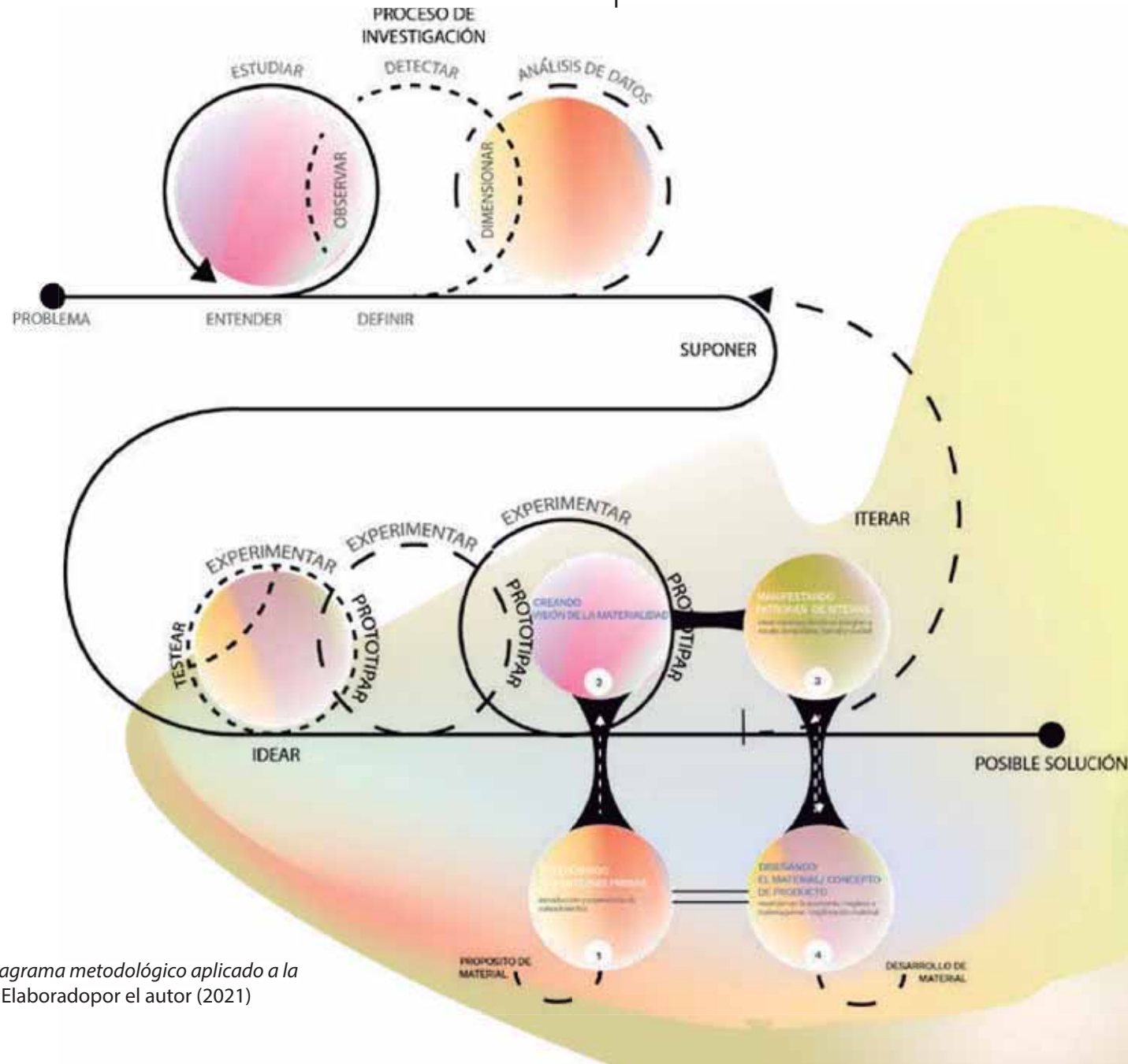
Es la aplicación de agentes biológicos como el micelio a la práctica de la arquitectura y el diseño, para la generación de espacios construidos de manera sostenible e incluso materialidades.

| Hongos |

Organismos que se alimentan de materia orgánica, capaz de descomponerlos, constituyendo uno de los mayores grupos de seres vivos, poseen diversidad de estructuras, funciones, formas de crecimiento y estilos de vida, impactando de forma positiva o negativa a todas las formas de vida existentes.

diagrama metodológico

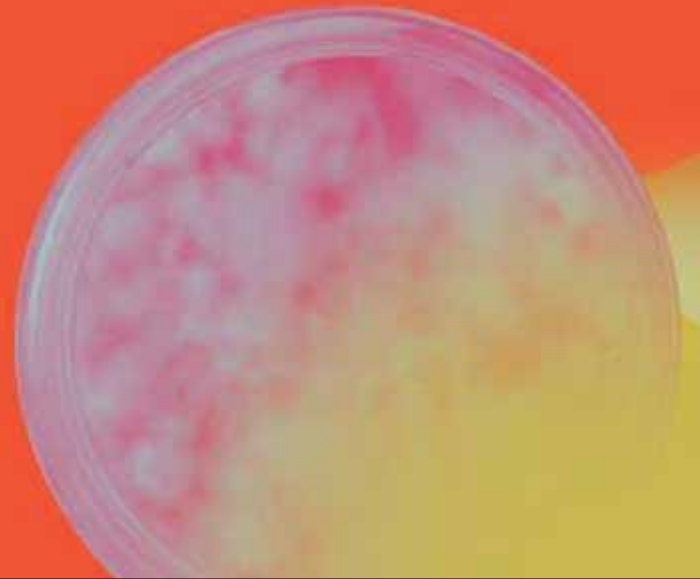
[DESIGN THINKING Y METODOLOGÍA PROYECTUAL]



25

Figura 02, diagrama metodológico aplicado a la tesis, Fuente: Elaborado por el autor (2021)

capitulo 02



Nuestro modelo económico actual se basa en prácticas empresariales y económicas, que han sido heredadas desde la era de la Revolución Industrial, el modelo económico que ha tenido lugar desde entonces, acompañando con la mentalidad y la cultura de “extraer-fabricar-desechar” conocido como el modelo económico lineal.

La expresión “Economía Lineal” designa un modelo económico que tiene como principio base el desecho de los productos tras su utilización y termino de su vida útil y que al momento de su desecho genera más contaminación. Si nos basamos con este modelo y lo aplicamos a nuestra vida diaria, casi todos los productos reproducen el modelo lineal, que es iniciado con la extracción de las materias primas para su fabricación, el procesamiento de estas materias en la transformación de productos o servicios para su futura distribución y por último en esta línea de fabricante, a su venta, para llegar a una utilización por parte del comprador y, finalmente, su generarse un residuo. Este sistema es como una línea con un principio y un fin.

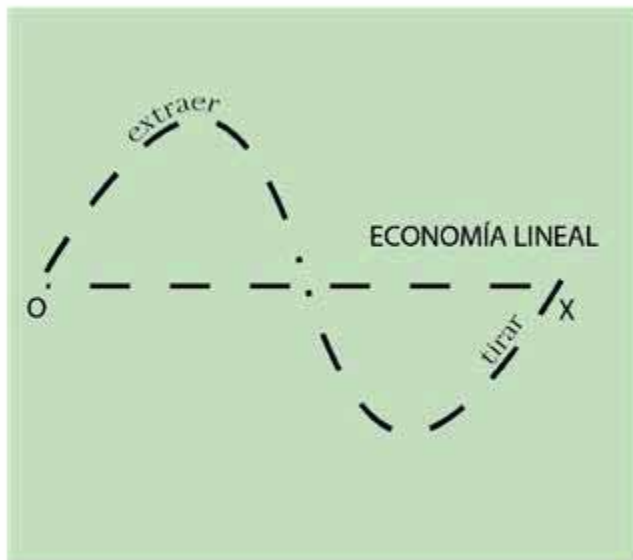


Figura 03, diagrama funcionamiento economía lineal, Fuente: Elaborado por el autor (2021)

economía lineal vs economía circular

27

Ritmos de consumos elevados, sociedades con una cultura que se ha establecido durante décadas, se trata de un modelo que responde rápidamente a las necesidades de la sociedad, pero que se ha vuelto poco sostenible para el planeta.

Kenneth Alston, asesor principal de la Plataforma de Economía Circular de las Américas y la Fundación para el Desarrollo Sostenible de las Américas, Sostiene que las personas deben cambiar el paradigma sobre cómo vivimos en el planeta y partir de pequeños detalles como el uso correcto de los conceptos: “hay que eliminar la palabra ‘consumir’ y cambiarla por ‘usar’” Contreras, A. (2018)

Actualmente se está trabajando en un modelo de economía cuyo objetivo es mantener en circulación durante el mayor tiempo posible.

La economía circular establece un modelo de producción y consumo más sostenible, en el que las materias primas se mantienen más tiempo en los ciclos productivos y pueden aprovecharse de forma recurrente, procurando con ello generar muchos menos residuos. Y como su propio nombre indica, la esencia de este modelo radica en que los recursos se mantengan en la economía el mayor tiempo posible, promoviendo que los residuos que generamos puedan servir de materia prima para otras industrias, y que cuando se llegue a su ciclo final de uso, se pueda regresar a la tierra una parte de lo que se extrajo.

28

La economía circular cobra importancia ya que pertenece a los principios de los biomateriales, contribuyendo a la reducción-reutilización de materiales que consideramos como desperdicio. Los biomateriales existentes consideran el uso de un o varios residuos provenientes de la economía existente.

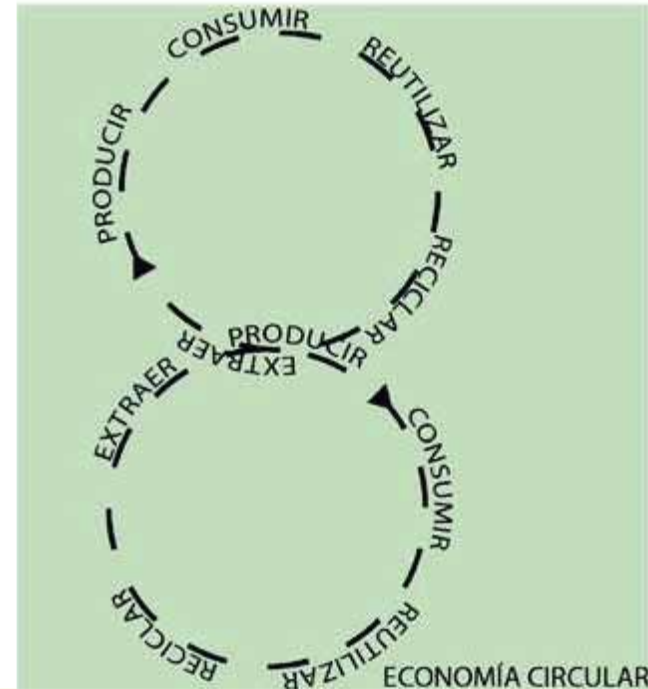


Figura 04, *diagrama funcionamiento economía circular,* Fuente: Elaborado por el autor (2021)

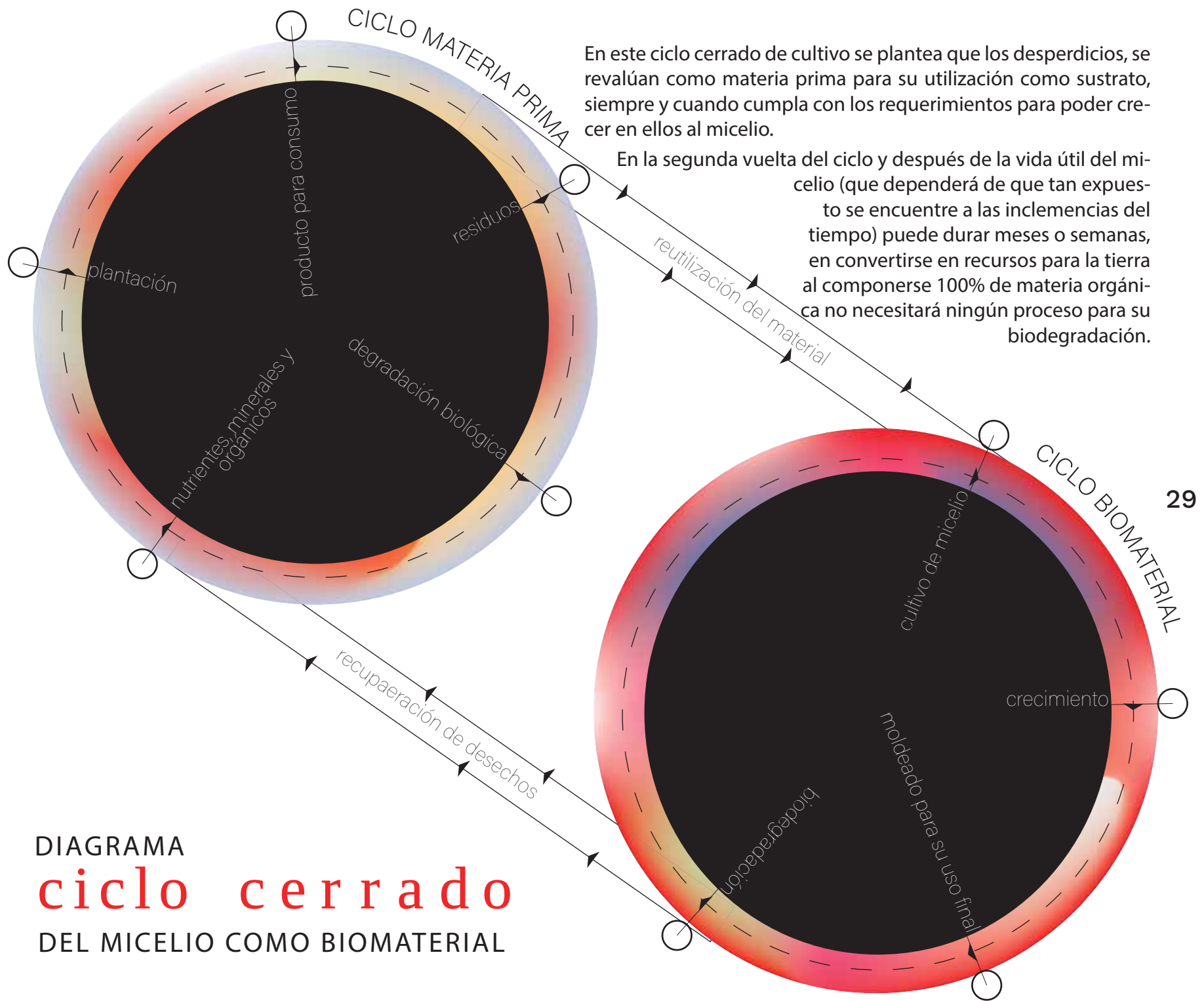


DIAGRAMA
ciclo cerrado
 DEL MICELIO COMO BIOMATERIAL

arquitectura biomaterial

La industria de la construcción es una de las que más materia prima usa y más residuos genera. En la actualidad la forma en que construimos y diseñamos no solo va por el aspecto funcional o inclusive estético y de producción, en el mundo de hoy esto parece inefficiente e inadecuado, nos hemos adaptado a una evolución necesaria de la arquitectura, nos deja ver que ahora nacen otras preocupaciones que hacen que aprendizajes del presente y el pasado, que aparentemente son opuestos, parecen converger.

- 30 Muchos de los materiales utilizados hoy día, son escogidos debido a sus propiedades como dureza, porosidad, maleabilidad, ductilidad, permeabilidad, resistencia a las distintas cargas aplicadas, capacidad de transferencia térmica, entre otros cientos de propiedades. Muchas de estas propiedades existentes en cualquiera de los grupos de materiales utilizados comúnmente en la arquitectura.

Por otro lado, las estrategias pasivas y los nuevos materiales orgánicos, apuntan a una lógica de procesos, donde convivir con el entorno es más equilibrado. Con este panorama, parece lógico pensar en innovar y desarrollar nuevos materiales biocompuestos para aprovechar, los residuos orgánicos secos procedentes de la agricultura o la industria alimenticia, además de ampliar el uso de la economía circular como son el uso de plásticos de un solo uso o incluso fibras textiles.

Asimismo, las preocupaciones relacionadas con la higiene e incluso con la salud sugieren la aparición de espa-



cios cada vez más antisépticos y limpios, mientras que las preocupaciones por la apropiación y la conexión emocional con nuestro entorno inmediato sugieren espacios más ricos, orgánicos y personalizables.

Los biomateriales han tenido un impacto significativo en el desarrollo de la exploración de nuevas formas e incluso nuevas técnicas constructivas. La mayoría de estos biomateriales al ser un campo aun de exploración solo se han utilizado para demostraciones de pabellones o pequeños proyectos para auxiliar a la arquitectura en su quehacer, creando espacios que mantengan una conexión directa con la naturaleza.



Escenario creado por Ecovative para la exposición de FUTURES, Micelio y Madera de Bambú



Artichair, la silla vegetal de Kizis Studio. Plástico de fibra de cardo

Escenario tipo



Silla Eames



Tabique común

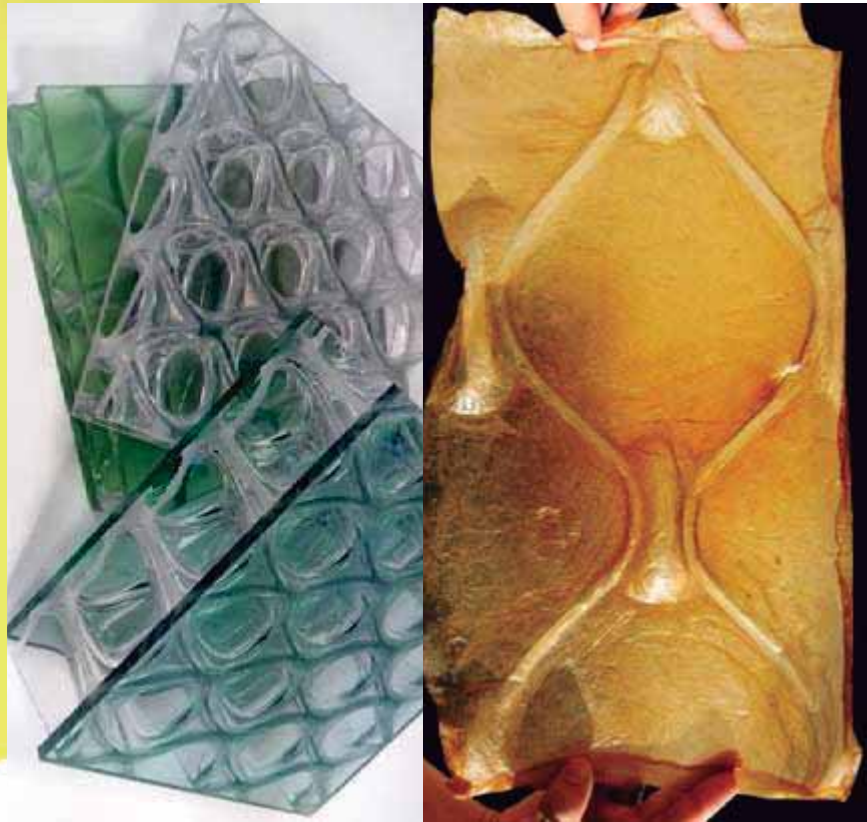


Escultura fabricada de acero por Blanca Muñoz



Ensamblaje estructural típico centrada en la fabricación de aditivos a base de agua y el diseño biológico en el MIT Media Lab.

Debido a esta plasticidad y posibilidad de controlar las propiedades del micelio mientras éste crece, la obtención de nuevos biomateriales basados en el uso de hongos ha aumentado de forma exponencial durante los últimos años. A pesar de este crecimiento, casi la totalidad de los proyectos de materiales basados en el uso de hongos no han revelado sus protocolos y procedimientos para la obtención de sus desarrollos debido a razones comerciales de propiedad intelectual.



Panel decorativo de acrílico

Biofilm moldeado por UIA



Arthur Mamou-Mani estructura de 700 ladrillos bioplásticos instalación de la semana del diseño de Milán para la marca de moda COS.



Pabellón Serpentine de Bjarke Ingels, construida a partir de 1.800 cubos de fibra de vidrio apilados

Al estar compuesto por desechos orgánicos y un organismo vivo, el biomaterial obtenido es completamente biodegradable y compostable, por lo que una vez cumplida su función en el tiempo puede volver al medio en forma de abono, cerrando la cadena circular y volviendo al inicio para nutrir la tierra y dar nuevamente vida. (Dejtiar, 2021)

El micelio como material ha empezado a formar parte de la idea de cómo se podría construir en un futuro, gracias a la micotectura (micología + arquitectura) que se aplica principalmente en creación de objetos de diseño de mobiliario y diseño de interiores, inclusive en intervenciones de crear pequeños pabellones para exposición; que tienden a ser arquitectura efímera y que al ser materiales plásticos, aluminio, acero o cristal y que en su mayoría no se llegan a reciclar para darles un segundo uso generando un gran impacto ambiental.

Llegando a la idea de que es posible generar una técnica que nos permita asociar conocimientos asociados a la biología y a la arquitectura. El vínculo generado por la biología sintética es solo el detonante de lo que eventualmente podría ser la especulación inmobiliaria en base a las tasas metabólicas del micelio.

Es importante conocer la composición los requerimientos y las necesidades que necesitan el micelio, dependiendo no solo de la especie de hongo, sino también del tipo de sustrato y su composición, las estructuras fibrosas finales pueden contener determinado contenido de polisacáridos, lípidos, proteína y quitina, afectando las propiedades mecánicas del material.

reino fungí

SIN HONGOS, TODOS
LOS ECOSISTEMAS
FALLARÍAN

El reino fungí por lo tanto los hongos, reúnen algunos atributos de plantas, bacterias y animales, pero forman su propio reino. Estos organismos se diferenciaron de otras formas de vida hace aproximadamente 1500 millones de años, aunque comenzaron a colonizar plenamente la tierra entre hace seiscientos a cuatrocientos millones de años (Brun-drett, 2002)

El término "fungí" significa hongos en latín, por lo que este conjunto de organismos se agrupa en el denominado Reino Fungí, formado por especies uni y pluricelulares, heterótrofas y que en algunos casos pueden formar setas (cuerpos fructíferos).

Los hongos son seres fascinantes que pueden colonizar cualquier tipo de ambiente en condiciones favorables para su desarrollo, cumplen

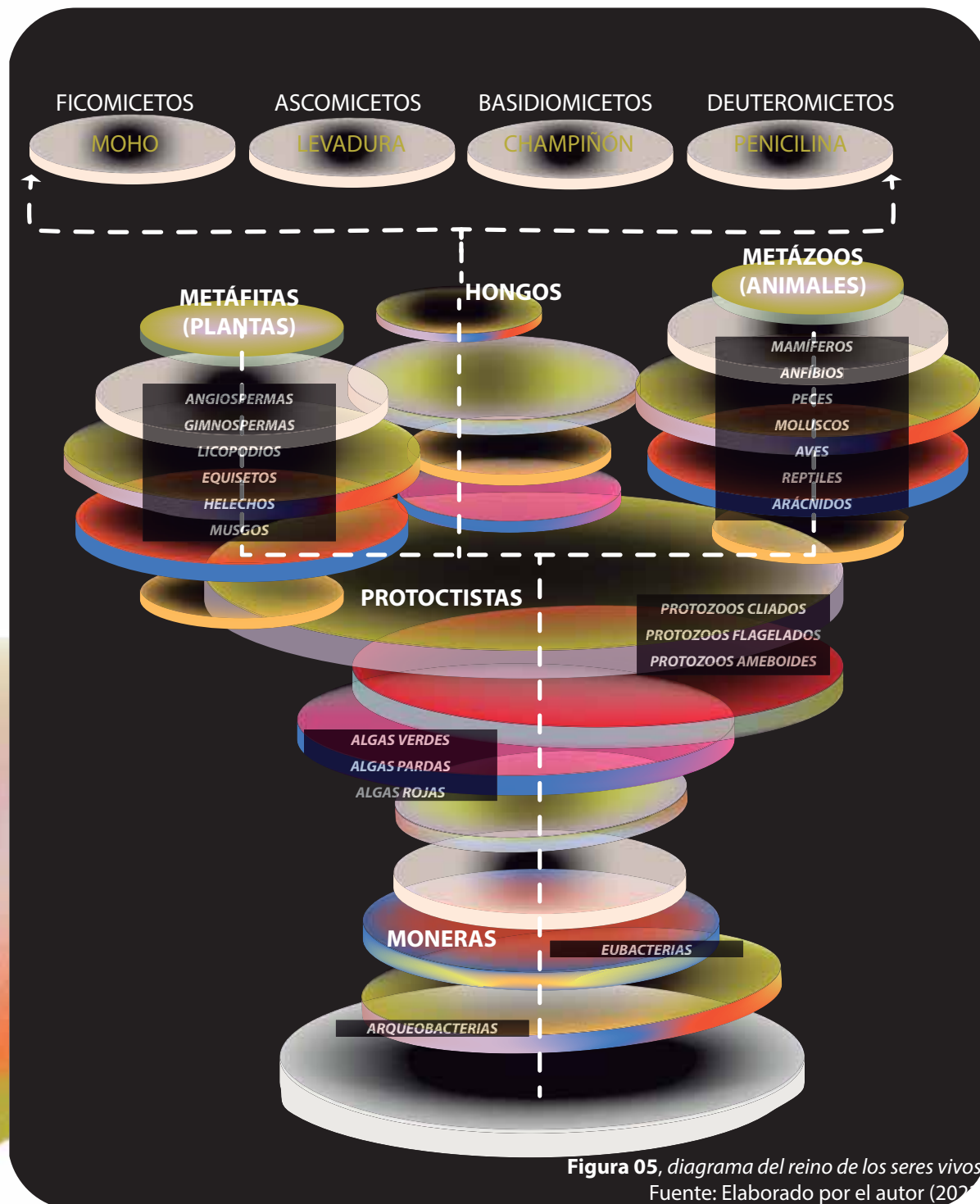


Figura 05, diagrama del reino de los seres vivos
Fuente: Elaborado por el autor (2021)

diversos roles en el ecosistema y pueden tomar diversas formas (Kendrick 2000).

Valorados o infravalorados según los conocimientos culturales, creencias históricas e incluso aunado a rituales ceremoniales, usos medicinales o su integración en la alimentación, los hongos han formado parte de la historia universal, cumpliendo funciones de su papel asignado por la naturaleza, como los grandes transformadores de materia, descomponedores y creadores de vida.

36



características de los hongos

- Sus células poseen pared celular al igual que la de las plantas, pero en vez de ser de celulosa, es de quitina.
- Aunque pueden encontrarse en todo tipo de hábitats, proliferan con más éxito en los húmedos y acuáticos.
- Como los animales, son seres heterótrofos que necesitan alimentarse de materia orgánica elaborada por otros organismos.
- Son incapaces de realizar el proceso de fotosíntesis.
- Pueden alimentarse de 3 formas: si consumen restos de organismos en descomposición son saprofitos, si consumen la materia orgánica de los seres sobre los que viven son parásitos y si se asocian con plantas de manera que ambos obtengan beneficios, son simbioses.
- La digestión de los hongos es externa en tanto secretan al exterior enzimas que convierten las macromoléculas de los alimentos en otras más sencillas. Éstas son consumidas mediante fagocitosis o pinocitosis.
- Se reproducen mediante esporas que se originan sexual o asexualmente.



37

hongos en Morelia

En los alrededores de la ciudad de Morelia se tiene un registro de una existencia de una variedad de 122 especies distintas de hongos, encontrados principalmente en bosques de pino y encino.

Gracias al libro “Guía de Hongos de los Alrededores de Morelia”, que sirvió de conducto para el reconocimiento e identificación estas especies, así como sus características principales ANEXO TABLA 1, conociendo y entendiendo la amplia variedad de especies fúngicas con la que se puede trabajar en este proyecto de diseño experimental.

Remarcando en otro color los hongos procesadores de manera, que en base a conocimientos previos se sabe que permiten tener un micelio más estable por el número de hifas que lo componen.



Agaricus Campestris



Ammillariella Polymyces



Cortinarius Alboidolaceus



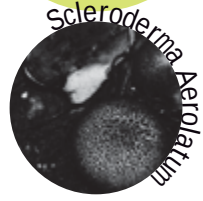
Humaria Hemisphaerica



Leotica Lubrica



Polyporus Tricholoma



Scleroderma Aserolatum



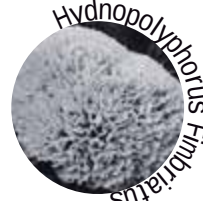
Agaricus silvaticus



Auriscalpium Vulgare



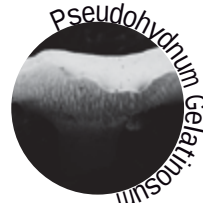
Cortinarius Violaceus



Hydnopolyporus Fimbriatus



Lepiota Clypeolaria



Pseudohydnum Gelatinosum



Sparrassia Crispa



Agaricus sylvicola



Boletellus Coeruleus



Crepidotus Variabilis



Hydnopolyporus Palmatus



Lepista Nuda



Ramari Flavipellatosa



Strobilomyces Floccopus



Aleuria Aurantia



Boletellus Aestivalis



Cyathus Striatus



Hydrocybe Coerulea



Lycoperdon Perlatum



Ramari Formosa



Suillus Cothurnatus



Amanita Basii



Boletus Separens



Dacrymyces



Hydrocybe Conica



Lycoperdon Perlatum



Ramari Rubiginosa



Suillus Granulatus



Amanita Caesaria



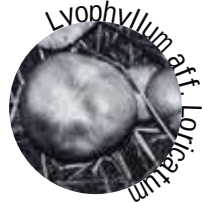
Boletus Variipes



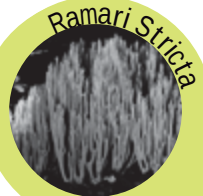
Dantium Repandum



Hydrophoropsis Aurantiaca



Lyophyllum aff. Loricatum



Ramaria Stricta



Suillus Tomentosus



Amanita Fulva



Boletus Frosti



Fistulina Guzmanii



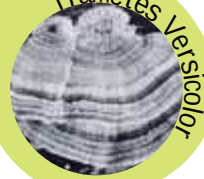
Hydrophorus Russula



Lyophyllum Connatum



Ramaria Fenica



Trametes Versicolor



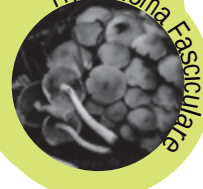
Amanita Gemmata



Calostoma Cinabarinum



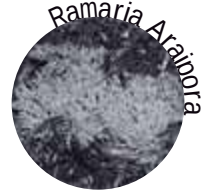
Fistulina Hepatica



Hypholoma Fasciculare



Lyophyllum Decastes



Ramaria Arabola



Tremella Folioacea



Amanita Hemibapha



Calvatia Cyathiformis



Ganoderma Lucidum



Hypomyces Lactifluorum



Macrolepiota Procera



Ramaria Botrytis



Tremella Reticulata

HONGOS DEGRADADORES DE MADERA

Figura 06, diagrama de hongos en los alrededores de Morelia , Fuente: Martinez Solorzano (2009) Elaborado por el autor



Amanita Muscaria



Cantherellus Cibarius



Geastrum Saccatum



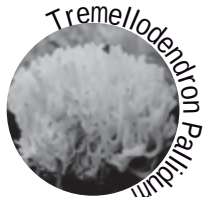
Laccaria Amethystina



Marasmius Spadizinus



Ramaria Fenica



Tremellodendron Pallidum



Amanita Tecomate



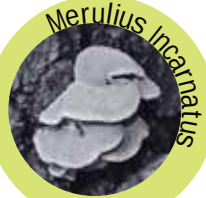
Cardiceps Capitata



Geastrum Triplex



Laccaria Lacata



Merulius Incarnatus



Ramaria Flava



Tricholoma Flavovirens



Amanita Tuza



Clavaria Vermicularis



Gomphus Clavatus



Laccaria Proxima



Morchella Elata



Russula Brevipes



Tricholoma Magnivelare



Amanita Vaginata



Clavariadelphus Pisillaris



Gomphus Floccosus



Lactarius Deliciosus



Morchella Esculetta



Russula Brevipes



Ustilago Maydis



Amanita Virosa



Clitocybe Gibba



Gyromitra Infula



Lactarius Indigo



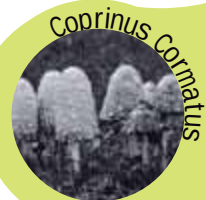
Omphalotus Mexicanus



Russula Emetica



Xylaria Hypoxylon



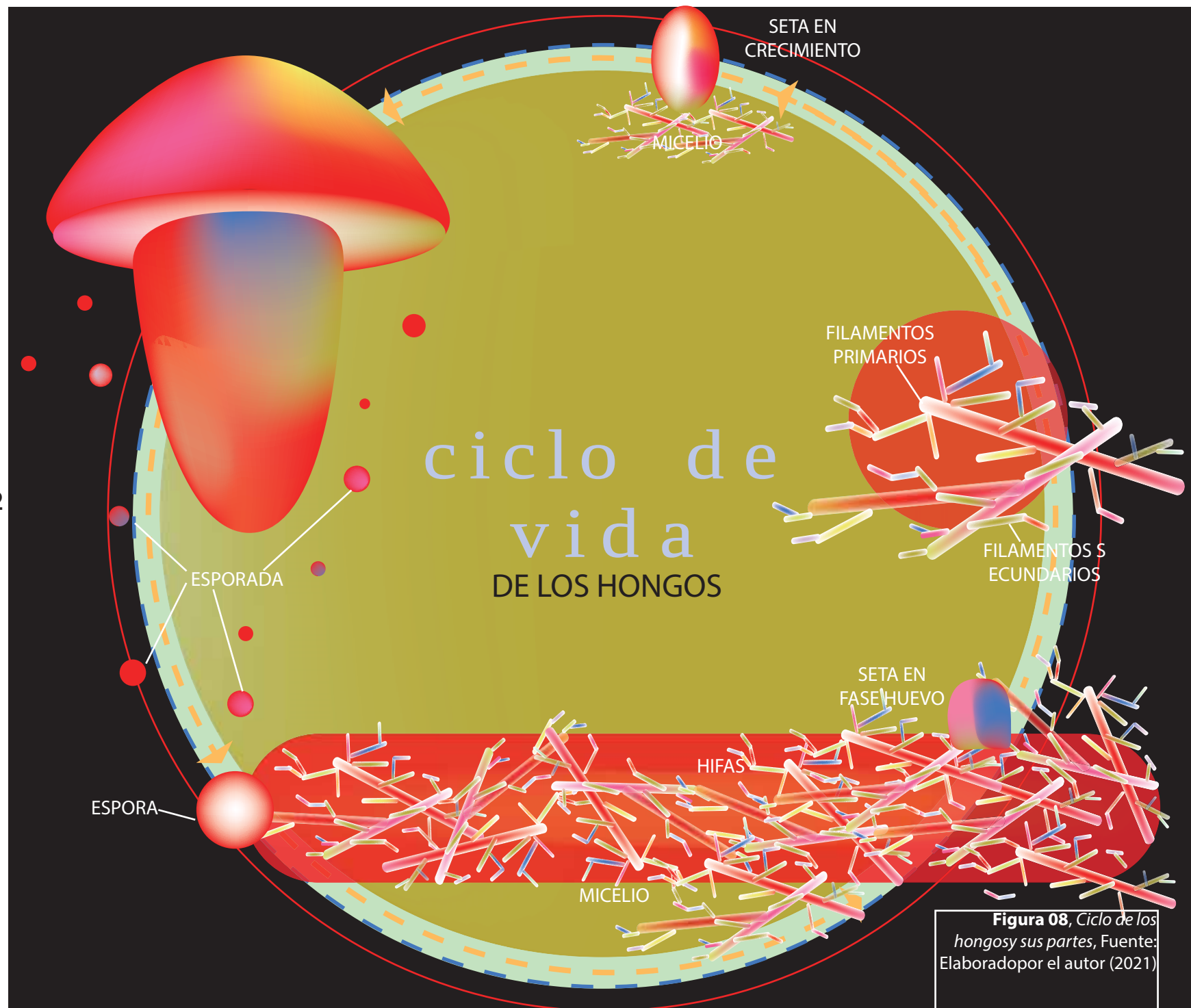


Figura 08, Ciclo de los hongos y sus partes, Fuente: Elaborado por el autor (2021)

micelio

Los hongos al ser organismos no móviles, utilizan el micelio para moverse a través del sustrato, expandiéndose por medio de sus hilos (hifas) y crecer por diferentes direcciones y alimentarse de lo que encuentren a su paso.

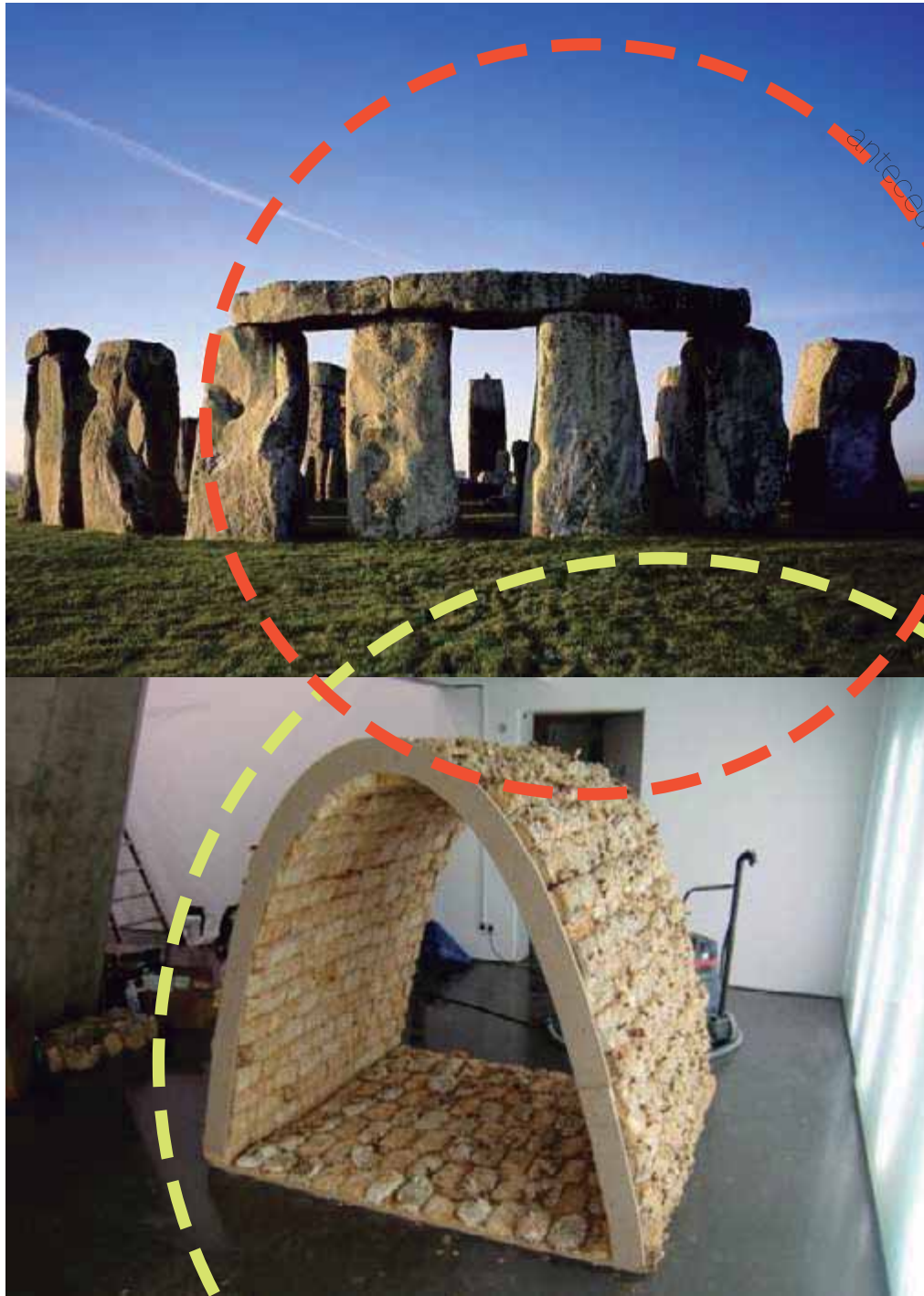
El micelio se puede transformar en un biomaterial con distintas aplicaciones, se adapta a distintas formas y posee características extraordinarias para su aplicación en distintos campos.

SIMBOLOGÍA

- ALIMENTACIÓN
- MICOTECTURA
- DISEÑO INDUSTRIAL
- INDUSTRIA TEXTIL



evolución



ARQUITECT

antecedentes |

/ssn/

URA

evolución | Heydar Aliyev Center, Zaha Hadid



evolución | Hy-fi, the living



micotectura, Philip Ross

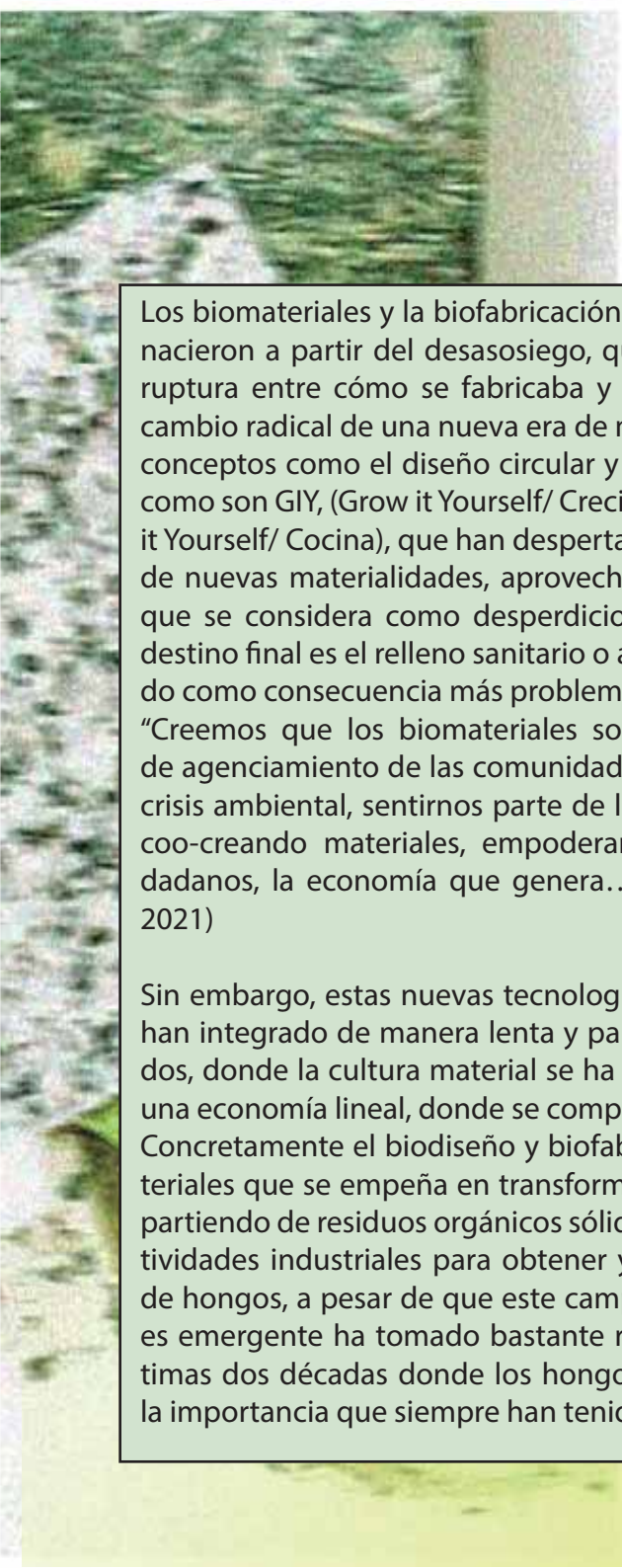
MICOTECTURA

biomateriales

NUEVAS CULTURAS MATERIALES

Los biomateriales son elementos que han tomado importancia en los últimos años, materiales creados a partir de materia prima biológica, generalmente desprendiéndose de procesos biológicos a través de organismos vivos. Estos biomateriales se basan en la ideología de la economía circular, manteniendo durante más tiempo el flujo de la materia extraída y al final de su vida útil regresándole al planeta una pequeña parte de lo que se extrajo. Haciendo que estos materiales respeten y no compitan con el suelo enfocado al alimento, además de ser biodegradables, que el ACV (análisis del ciclo de vida), sea más bajo contra otros materiales utilizados actualmente.

Figura 10, Fotografía de paleta de biomaterial, Fuente: Madera de Corma (2021)



casos análogos

Los biomateriales y la biofabricación son conceptos que nacieron a partir del desasosiego, que va a marcar una ruptura entre cómo se fabricaba y se construía, a un cambio radical de una nueva era de materialización bajo conceptos como el diseño circular y términos utilizados como son GIY, (Grow it Yourself/ Crecimiento) y CIY (Cook it Yourself/ Cocina), que han despertado como un revival de nuevas materialidades, aprovechando esos recursos que se considera como desperdicios, basura y que su destino final es el relleno sanitario o al vertedero, trayendo como consecuencia más problemas ambientales.

“Creemos que los biomateriales son una herramienta de agenciamiento de las comunidades frente a la actual crisis ambiental, sentirnos parte de la misma naturaleza coo-creando materiales, empoderamiento de los ciudadanos, la economía que genera...” (Alejandro Weiss, 2021)

Sin embargo, estas nuevas tecnologías en materiales se han integrado de manera lenta y paulatina a los mercados, donde la cultura material se ha empeñado a seguir una economía lineal, donde se compra, se usa y se tira. Concretamente el biodiseño y biofabricación de biomateriales que se empeña en transformar, crecer, y cultivar partiendo de residuos orgánicos sólidos, producto de actividades industriales para obtener y cultivar el micelio de hongos, a pesar de que este campo de investigación es emergente ha tomado bastante relevancia en las últimas dos décadas donde los hongos están retomando la importancia que siempre han tenido en el ecosistema.

Los hongos son organismos agrupados en el reino conocido como Reino Fungi que es el tercer gran Reino de Vida, junto a los Reinos Animalia y Reino Plantae y se estima que existen alrededor de 50 mil especies. Rodríguez Jara S. (2017)

Y son considerados como uno de los mayores transformadores de material del planeta, son los principales recicladores. “En México existen un alrededor de 200 000 especies de hongos y de los cuales solo se tiene el conocimiento aproximado del 5%”. Aguirre-Acosta (2014).

A continuación, se presentan proyectos y casos de estudio que han experimentado y desarrollado un biomaterial con crecimiento de micelio, para su uso aplicado en el diseño industrial o para la micotectura.

radial

Radial se autodenomina una empresa de biotecnología en México, que se dedica a la producción, fabricación y diseño de piezas de embalaje e interiorismo, el sustrato de micelio que Radial implementa son los residuos agroindustriales locales de Jalisco, principalmente el bagazo de agave de la industria tequilera y el tallo del maíz.

Su creador, Ricardo Muttio, director ejecutivo de Radial Biomateriales, ha explicado que el biomaterial, es un sustituto de unisel que se puede usar en paquetes y embalajes. La clave detrás de este nuevo material está en usar hongos poliporales (con muchos poros), que proporcionan la resistencia adecuada al sustituto del poliestireno, lo que puede darle una vida útil de hasta 20 años.



Figura 11, Fotografía de lampara de Micelio, Fuente: Radial Bio (2020)

48



Figura 12, Fotografía de packaging de micelio, Fuente: Radial Bio (2020)

MycoMaker

Organización originaria de Ecuador, fundada por Nelson Dueñas a inicios del 2017, una empresa pionera en micología aplicada que investiga, desarrolla y produce biomateriales a partir de hongos, en congruencia con la sostenibilidad ambiental y el bienestar de la comunidad. Valoran y aprovechan la Bio-Diversidad, es por eso que además de su tarea de exploración y experimentación, educan y colaboran con la comunidad. Con mercados de marcas locales e internacionales. Usando como materia prima los residuos agrícolas, y los principales recursos como lo son los recursos biológicos y la comunidad. Su principal tarea es la educación sobre el reino fungí y como el micelio se usa y aplica por medio de talleres revaloriza el papel de los hongos en la aportación de diseño y arquitectura.



Figura 13, Fotografía de micelio Fuente: Mycomaker(2021)



Figura 14, Fotografía de cuencos de micelio Fuente: Mycomaker(2020)



Figura 15, Fotografía de paneles de Micelio. Fuente: Mogu.com(2019)

Mogu radical by Nature

Es una empresa dedicada al diseño dedicada al desarrollo y comercialización de productos innovadores y responsables para el diseño de interiores basados en la tecnología del micelio.

Las prácticas y procesos de Mogu se basan firmemente en los principios de la Economía Circular. Como parte de estos, implementan fibras desechadas que no pueden encontrar otras aplicaciones después de su principal uso, principalmente sus sustratos que utilizan son fibras provenientes de la fabricación textil.

☒ Gracias a su tecnología crea matrices diversas derivadas de la combinación entre fibras textiles y micelio fúngico, este último actuando como refuerzo de la estructura de la matriz. Esto da como resultados materiales de compuestos naturales con excelentes propiedades técnicas para aplicaciones de diseño de interiores.



Ecovative designng

En Ecovative, es una industria establecida en Nueva York, fundada por Gavin Mc Intyre y Eben Bayer, con el principal propósito de luchar con dos grandes industrias que son la producción de plásticos y carne, que la gran parte de esta industria al fabricar estos dos elementos generan un mayor impacto ambiental.

La principal misión de Ecovative es crecer hongos que sustituyan elementos de plástico o como ciertos tipos de carne, ciertamente están logrando un avance tecnológico significativo en la producción y crecimiento de hongos para este fin, sin embargo, creo que industrias como Ecovative vuelven a caer en el mismo prototipo de industria capitalista, donde se desvía un poco la búsqueda de que estos materiales puedan ser explotados para un bien común y que cumplan los ideales que las empresas venden de un futuro verde.



51

Figura 16, *Laboratorio de Ecovative.* Fuente: Ecovative(2020)

Figura 17, *Producción de micelio en masa por Ecovative.* Fuente: Ecovative (2021)



casos APLICADOS EN EL DISEÑO

micotectura

Philip Ross es un arquitecto y diseñador que se ha especializado en la micología desde hace más de dos décadas, los ha cosechado, secado y manipulado hasta llegar a tener características físicas parecidas a las del concreto.

Así, Ross ha sentado las bases del proyecto Mycotecture (Micotectura), o arquitectura con hongos, desde su laboratorio en la ciudad de San Francisco, Estados Unidos. Ross trabajó con una granja que cultiva hongos exóticos como el reishi (Ganoderma) y el hongo ostra, los cuales desarrollan micelios muy densos y que cuentan con las



Figura 18, Usos y aplicaciones del micelio en la actualidad por Philip Ross



Figura 19, Usos y aplicaciones del micelio en la actualidad por Philip Ross

Es así que al experimentar con un cultivo logro darle forma de ladrillo, los cuales fueron apilados en forma de arco, resultando sorprendentemente fuertes.

Dando el primer paso de un proyecto más ambicioso que el autor describe como “Mycotectural Alfa”, estructura de ensayo que es parte de un proyecto más grande, en el que se proyecta cultivando un edificio completamente de material fúngico.

mycotree

El arquitecto Dirk Hebel y el ingeniero Philippe Block diseñaron MycoTree, que fue pieza central de la exposición Beyond Mining - Urban Growth en la Bienal de Arquitectura y Urbanismo de Seúl 2017 en Corea, es una estructura de ramificación espacial, y que como su nombre lo explica es inspirada en la forma de un árbol, hecha de componentes de micelio creando los bloques autoportantes, en los cuales se combinan esporas de hongos con una mezcla de aserrín y caña de azúcar.

Su geometría se diseñó utilizando un modelado 3D, en la cual solo micelio y bambú intervienen, la estructura representa una visión provocativa de cómo uno puede ir más allá de la extracción de nuestros materiales de construcción desde la corteza terrestre hasta su cultivo; se trató no solo de cómo lograr la estabilidad a través de la geometría en lugar de la resistencia del material, y que abre posibilidades para utilizar materiales más débiles de manera estructural y segura.



Figura 20, Exposición de Mycotree en Seúl (2017)

the growing pavilion

54

The Growing Pavilion construido en el 2019 en Eindhoven, Alemania, que fue creado para la Semana del diseño holandés está construido con paneles de micelio fue diseñado en el transcurso de tres años por Pascal Leboucq y el estudio de diseño biológico de Erik Klarenbeek Diseño Krown. El micelio es colocado sobre un marco de madera, los paneles se cultivan a partir de hongos y luego se cubren con un sellador orgánico desarrollado originalmente por el pueblo Inca. Las cañas de totora comprenden el piso y los bancos interiores y exteriores están hechos con desechos agrícolas., para una estructura totalmente ecológica.

De acuerdo con Cristine Padilla Lituma (2019), con el uso de residuos, biomateriales y la construcción responsable, se reduce el impacto al medio ambiente, mientras se exploran distintas alternativas para el futuro. Primium que es una consultora de sustentabilidad, especializada en el cálculo del impacto medioambiental de proyectos de construcción, realizó el cálculo de cuánto CO2 emitió "The Growing Pavilion", los cálculos arrojaron una emisión total para su producción y asentamiento final de 15.943 kg contra 40.710 Kg de CO2 que hubiera emitido al ser construido de manera convencional.

Figura 21, *The growing Pavilion exposición, fachada (2019)*



Por otro lado, su captación de CO₂ atmosférico es mayor que las emisiones totales. Es decir, con la producción del pabellón se capturaron y almacenaron más de 26.000 Kg de CO₂ en los materiales de construcción, logrando tener un balance de CO₂ negativo de más de 10.000 Kg de CO₂. Finalmente, el análisis de Primum muestra que la estructura es circular en un 95%. Cuando el pabellón ya no se utilice, los materiales podrán descomponerse de forma natural. Por lo tanto, el pabellón tiene un impacto positivo en el medio ambiente.

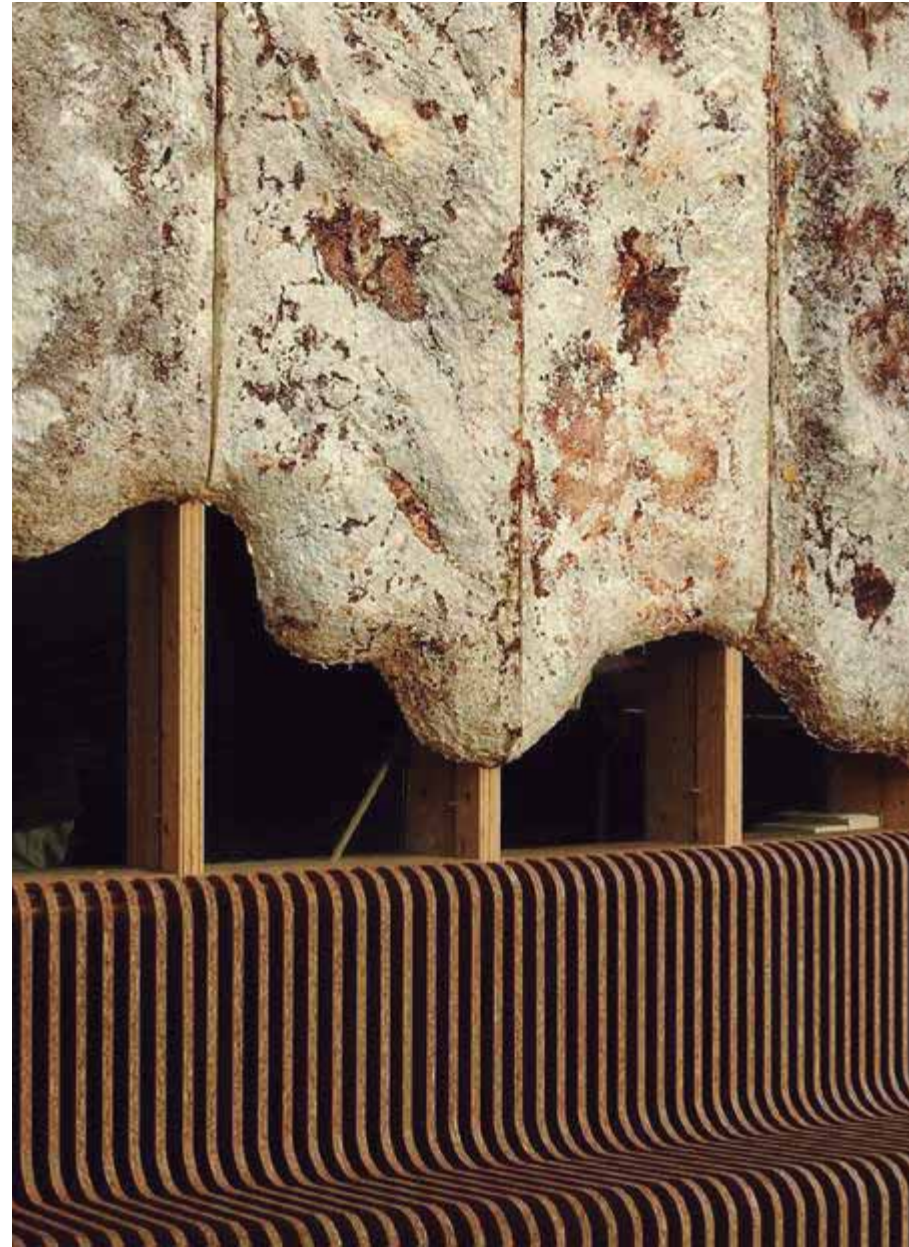


Figura 22, *The growing Pavilion exposición, fachada (2019)*

breeding space

Breeding Space es el resultado de un interesante proyecto realizado por la arquitecta María Mallo dirigiendo un equipo cuyos resultados fueron expuestos en la Bienal de arte y arquitectura de Rabat.

El proyecto crea un espacio generado por algoritmos generativos de micelio y la kombucha como materiales de construcción y se materializa en un habitáculo que finalmente en enero de 2020 fue donado al Museo Mohamed VI de Rabat y actualmente espera en sus jardines a su biodegradación.

“La instalación, que mide 3,7 m de diámetro y 2,5 m de alto, deja ver desde el interior los elementos auxiliares necesarios para su construcción: un esqueleto de varilla de hierro soldado y un encofrado perdido de tableros de madera. Finalmente, el espacio se completa con un suelo blanco compuesto por telas tradicionales marroquíes rellenas y una proyección audiovisual a cargo de la productora espirituescalera que narra otros mundos posibles. Ha sido construido en varias fases y en distintos ambientes: en una empresa de fabricación digital, un taller artesanal y un garaje convertido en laboratorio”. María Mallo.



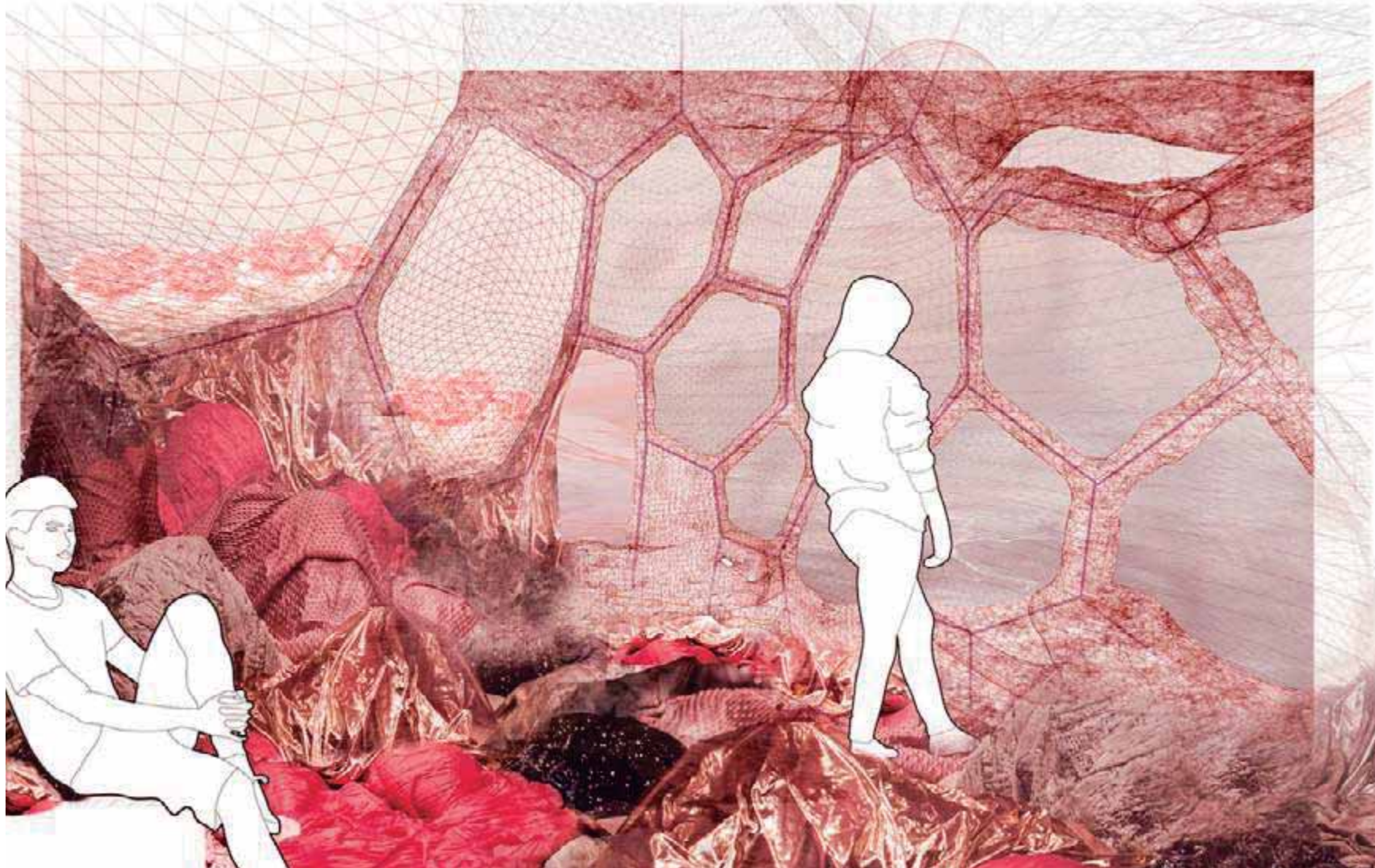
Las fases de construcción se llevaron a cabo en una organización de 3 etapas:

Etapa 1: Diseño de la estructura en varilla de acero, sobre paneles de madera costados por láser.

Etapa 2: Encofrados diseñados digitalmente plásticos

Etapa 3: Fase de cultivo, relleno con micelio de paja.

Tanto en la forma como en la materia se diseña un espacio biomimético, el cual al ser fabricado con materiales vivos podíamos criarlo hasta que floreciese y produjese cuerpos fructíferos capaces de producir esporas, todo en un ciclo vital.



análisis

ESTADO DEL
ARTE

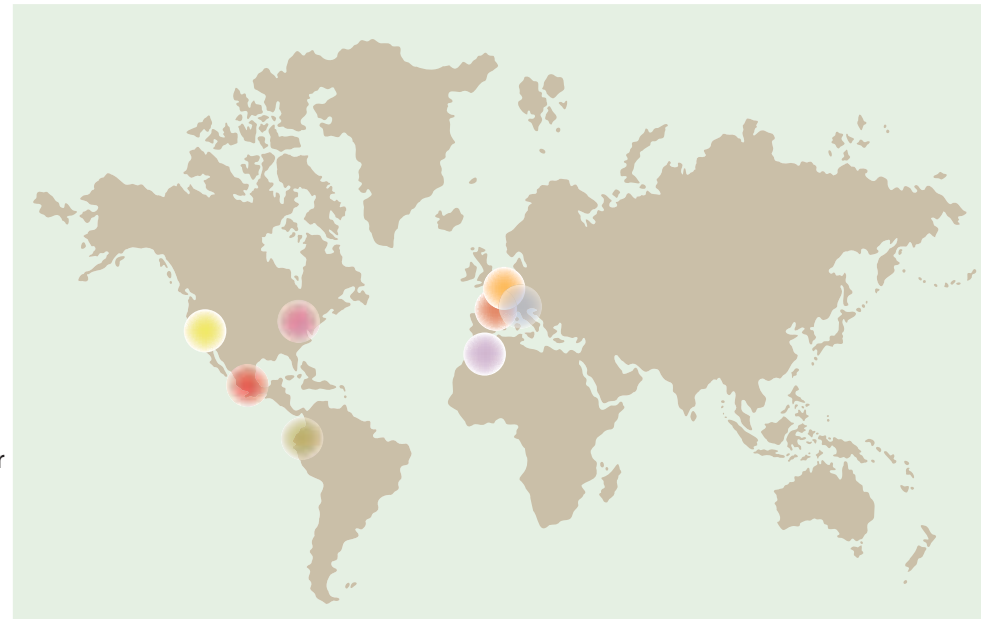
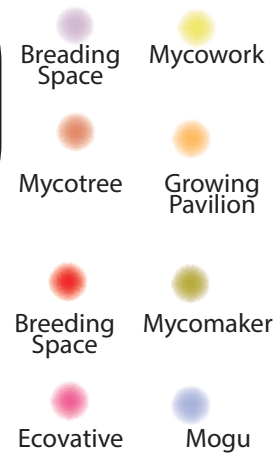


Figura 06, Mapa de localización de laboratorios y aplicaciones

58

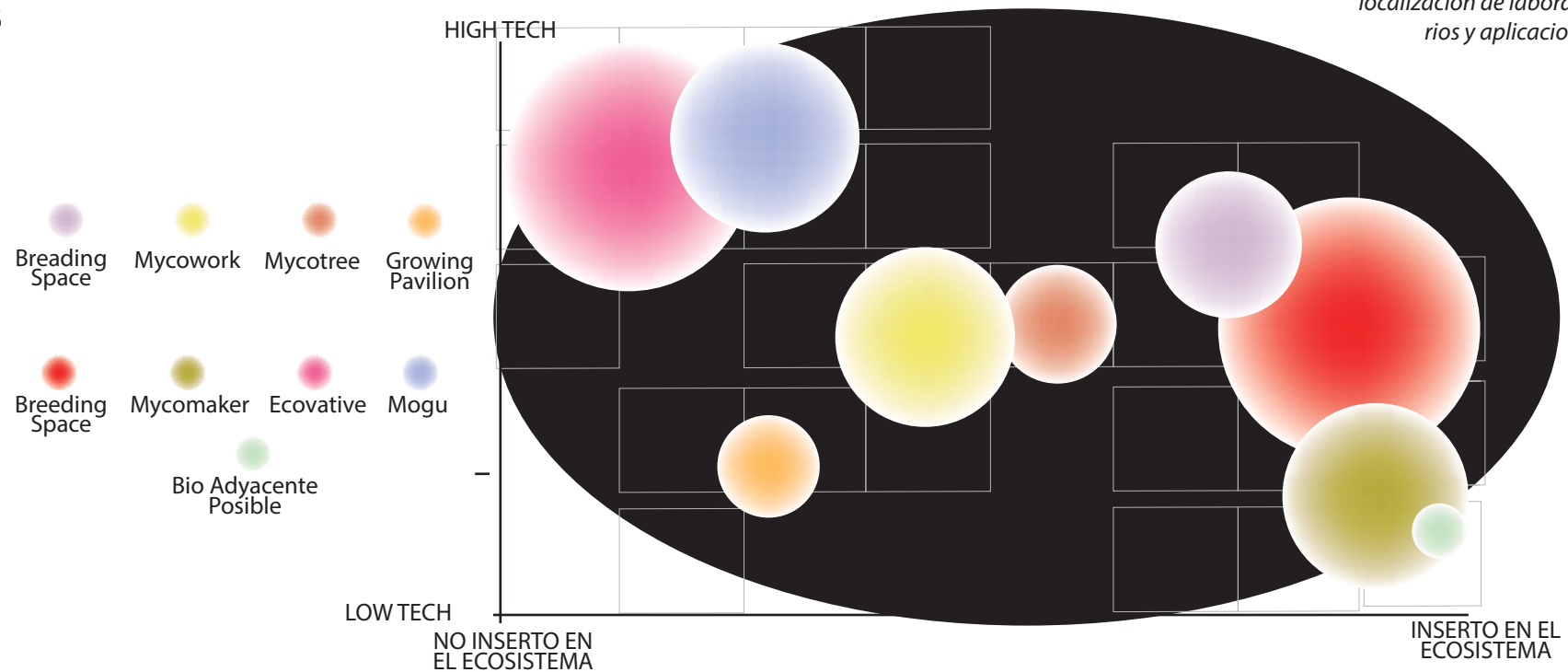


Figura 06, Análisis de casos de estudio.

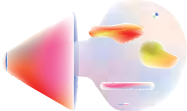
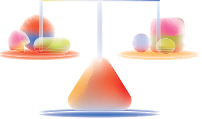
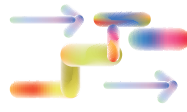
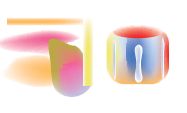
		radial	Myco Maker	Mogu	Ecovative	Myco works	Mycotree	Breeding Space	the growing pavilion
Cultura Material									
Activismo Material									
Filosofía DIY, CIY, GIY									
Diseño Basado en la Biodiver-									
Democra- tización del									
Bio- fabricación									
Futuros Materiales									
Material Driven Design									
Ecología Material									



Figura 06, Cuadro comparati-
vo entre distintos proyectos.

La hacienda de San Mateo, en el Estado de México, es un ejemplo de la labor que nos queda por hacer. El crecimiento de la agricultura en el país ha sido lento, pero es necesario que se realicen proyectos de desarrollo y que se realicen estudios de campo. Por lo tanto, es de considerarse que cada uno de los proyectos de desarrollo que se han realizado en el país, en los últimos años, ha sido un ejemplo de la labor que nos queda por hacer.

El desarrollo de la agricultura en el país ha sido lento, pero es necesario que se realicen proyectos de desarrollo y que se realicen estudios de campo. Por lo tanto, es de considerarse que cada uno de los proyectos de desarrollo que se han realizado en el país, en los últimos años, ha sido un ejemplo de la labor que nos queda por hacer.

capitulo 03

acciones

CONCRETAS DE TESIS

Durante el curso tomado con Alejandro Weiss fundador de Labva, explicó que es importante conocer la zona en que se va a trabajar, y con esto da entender la importancia en sistemas y mecanismo, el cómo funcionan las estructuras económicas, entender las abundancias naturales, antrópicas, ecosistémicas y las que aparentan encajar en alguna de las tres categorías.

En las primeras clases de biomateriales se realizó un levantamiento de dichas abundancias en Morelia, lo que ayudó a ampliar el panorama de todo lo que se podría aplicar no solo para el taller de Alejandro, sino las posibles aplicaciones a esta tesis.

Los hongos son devoradores y degradadores de materia orgánica e incluso inorgánica, a lo que nos lleva a pensar que cualquier residuo podría funcionar como sustrato, y que este sustrato le otorgará características específicas al compositivo.

Desde borlas de café hasta cartón, son sustratos funcionales para el crecimiento y desarrollo de micelio, es por eso que a continuación se hace nuevamente el diagrama de levantamiento de abundancias y que se puede insertar y pensar en un futuro como un sistema de recolección, procesamiento y desarrollo de una nueva microeconomía que se insertaría a una escala más barrial.



Figura 15, Taller en MDA por Alejandro Weiss. Fuente: Elaborado por el autor(2021)

metodología

DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE LA METODOLOGÍA DE LABVA

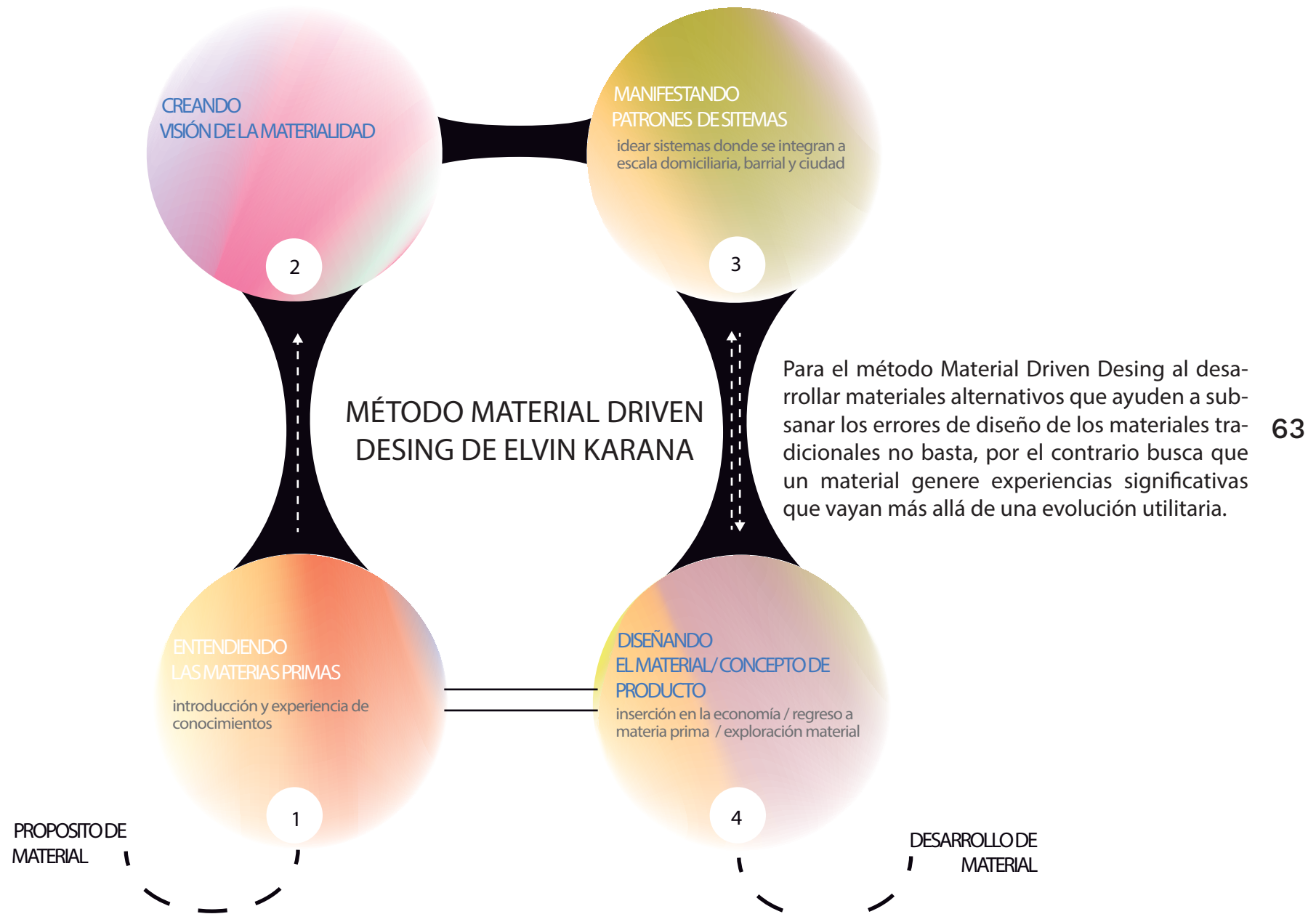


Figura 16, Diagrama metodológico aprendido durante el taller en MDA. Fuente: Elaborado por el autor(2021)

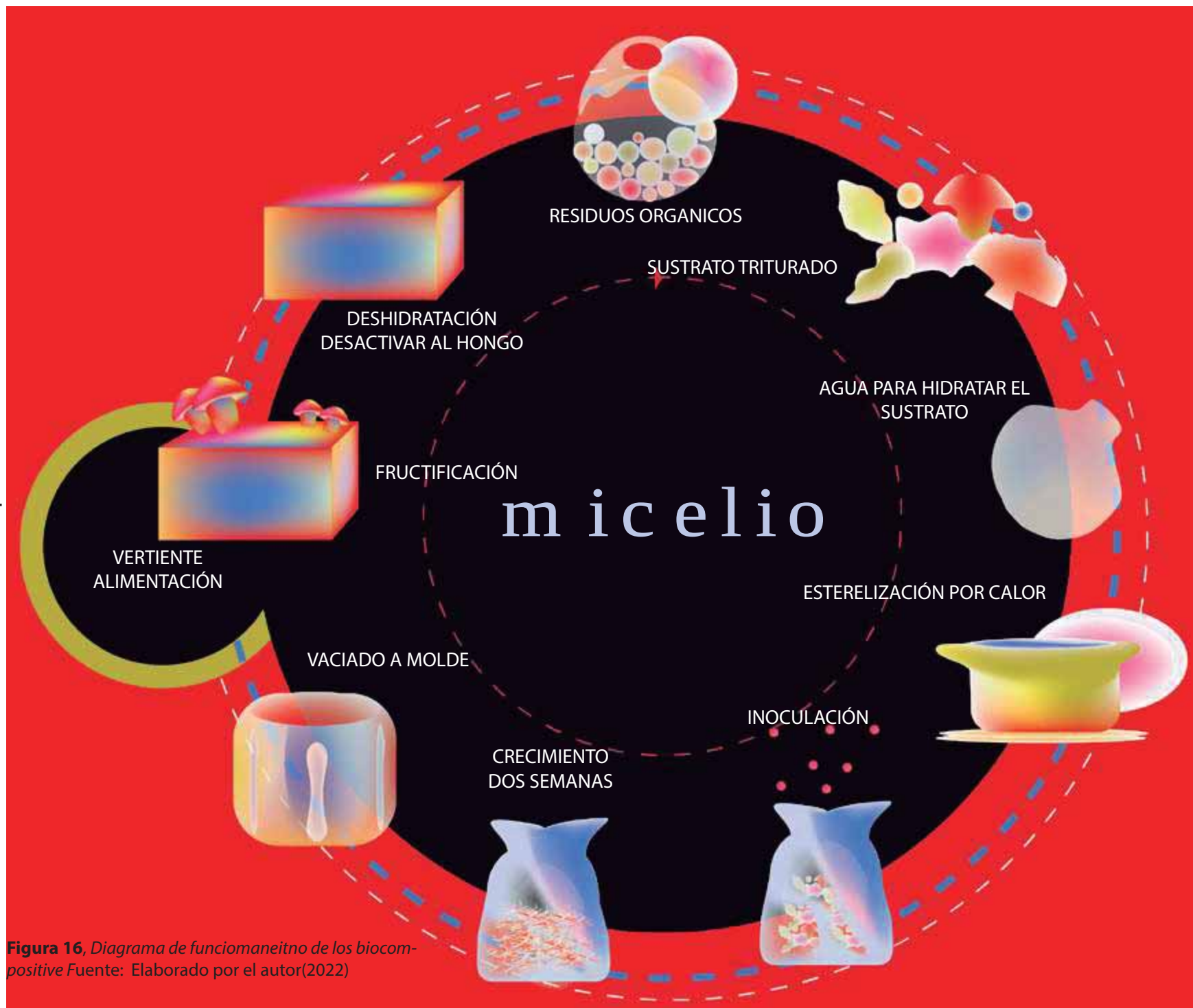


Figura 16, Diagrama de funcionamiento de los biocompositivos Fuente: Elaborado por el autor(2022)

IDENTIFICACIÓN DE abundancias EN LA ZONA URBANA DE MORELIA

El porcentaje de PDA de los residuos de los mercados públicos se considera del 70%, esto tomando como base un estudio realizado en Morelia en el cual se estima que aproximadamente el 80% de los residuos de los mercados públicos son orgánicos (pero no realiza diferencia entre maderables y alimenticios, por lo que se le resta un 10% considerado que estos fueran orgánicos diferentes a la PDA). Considerando los datos anteriormente mencionados la PDA en mercados públicos es de 42,072 ton/año.

Según lo anterior, se puede observar que existe gran cantidad de biomasa aprovechable procedente de las distintas actividades urbanas del rubro alimenticio practicadas en la ciudad de Morelia, siendo las cascaras y bagazos de frutas, resulta importante pues significa que existe disponibilidad suficiente de materia prima para su utilización en diversos usos, incluyendo la fabricación de materiales biológicos, que pueden beneficiar al ambiente, impactando positivamente en el ámbito económico y social.



IMPACTO EN LAS CARACTERISITCAS

MÉTODO DE PRODUCCIÓN

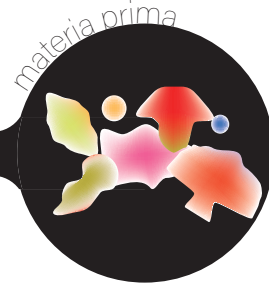
FACTORES DE ENTRADA

reconexión
espesor del filamento
tasa de crecimiento
biomasa destino de hongos
integridad estructural
rigidez



ecología
estilo de vida
respuesta local
composición de la pared celular
secretando enzimas redox activas

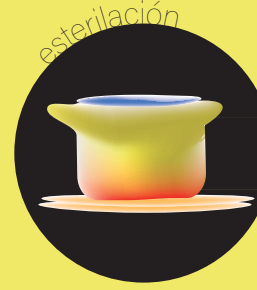
flamabilidad
agrietamiento de la superficie
compresión
reforzamiento



viabilidad
composición química
condiciones del ambiente
durante el crecimiento

COMPONENTES

estabilidad térmica
fibras
taza de crecimiento



autoclavado
pasteurización
tratamientos químicos
agentes microbianos

estabilidad
módulo de flexibilidad
compresión



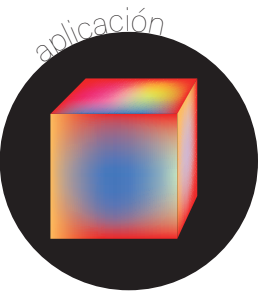
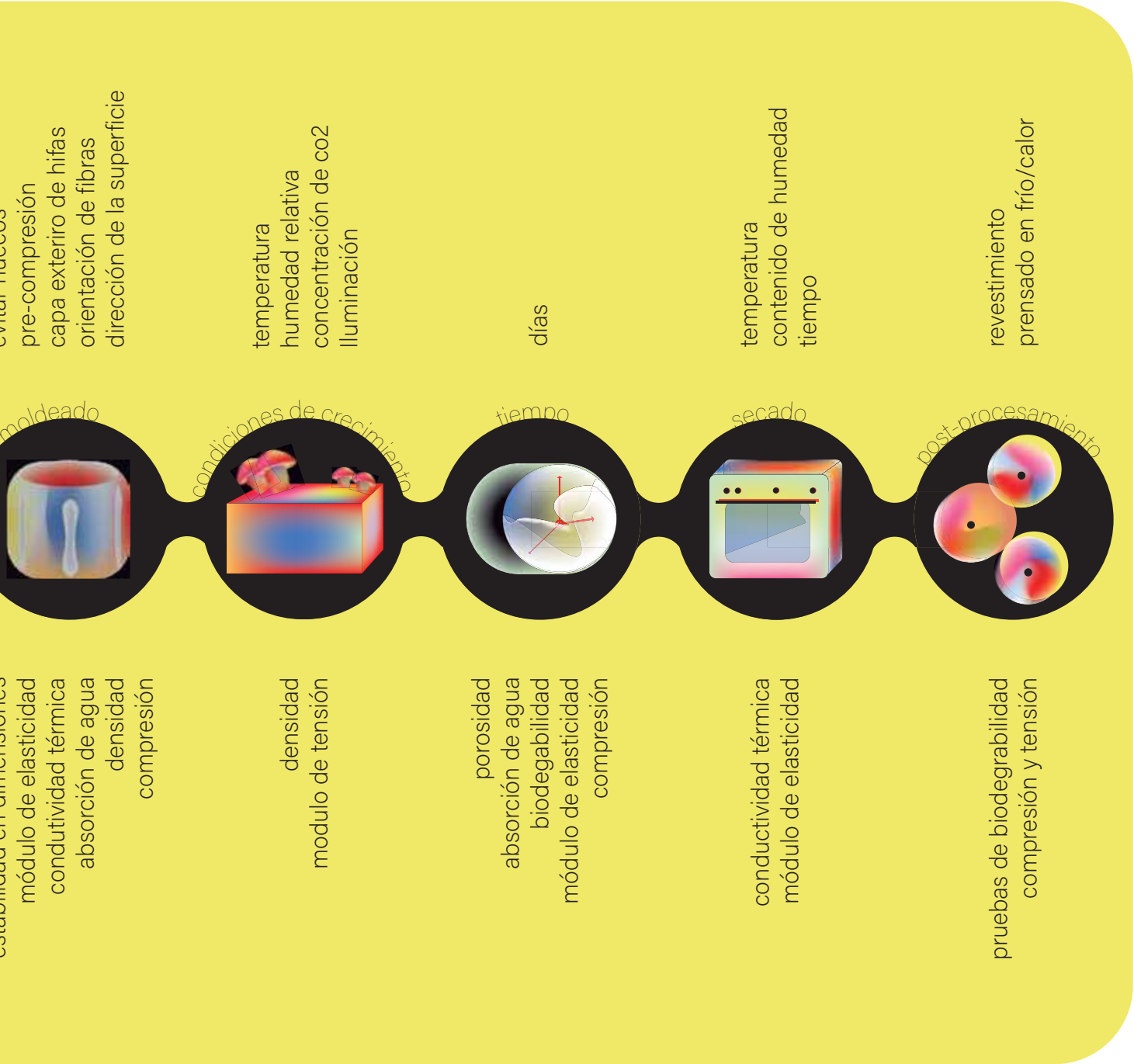
sustrato inoculado
grano inoculado
medio líquido

estabilidad en dimensiones

evitar huecos

VARIABLES

APLICACIÓN



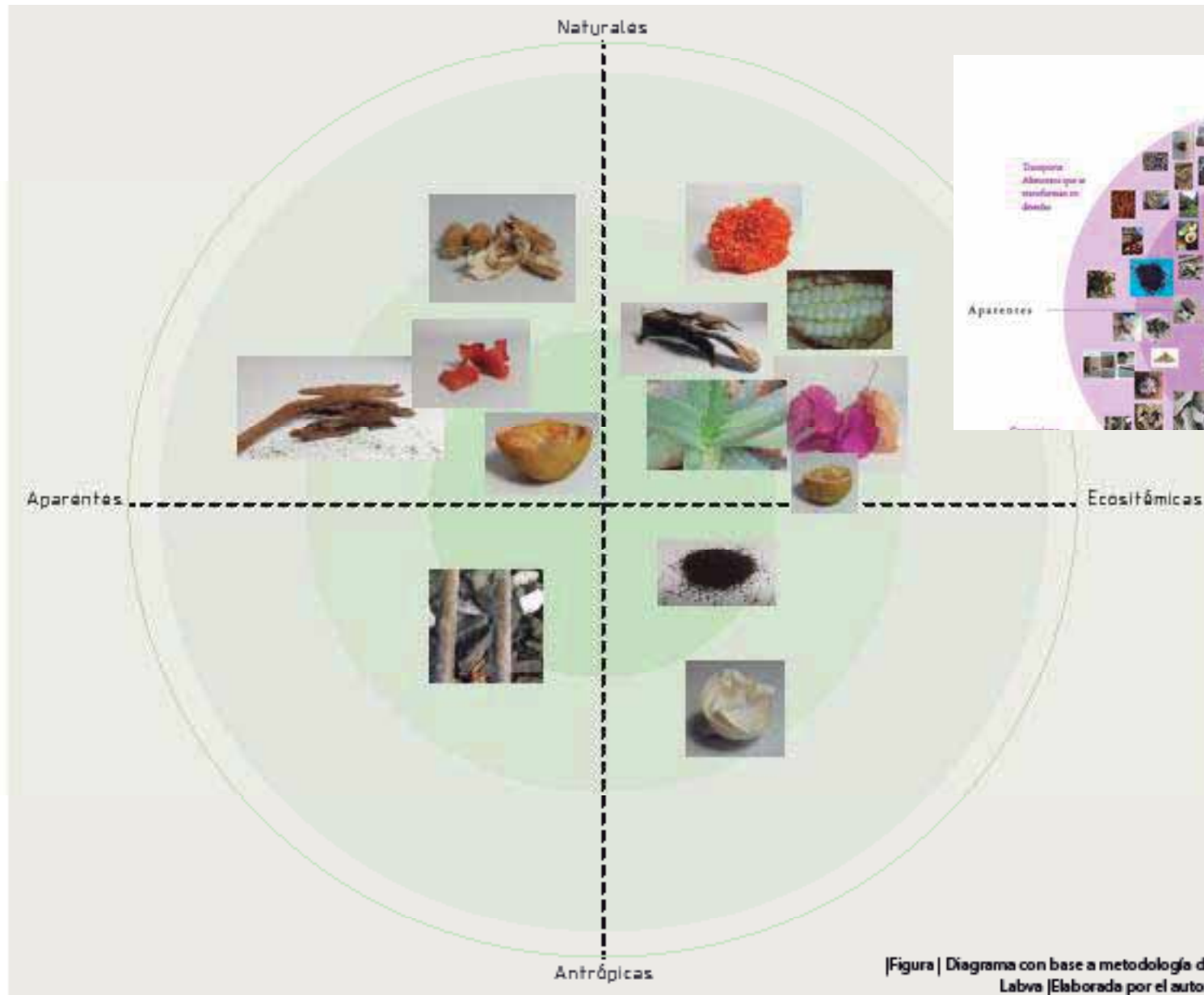
aplicación

packaging
paneles divisorios
paneles aislantes
bloques de construcción
elementos autoportantes
textiles

clasificación abundancias

INSERTADAS EN LA
ECONOMÍA DE MORELIA

68



[Figura] Diagrama con base a metodología de Labva [Elaborada por el autor]

De acuerdo a lo visto en el taller de Labva, existen distintas abundancias y se pueden clasificar dentro de una gráfica de cuadrantes, estos cuatro cuadrantes corresponden a conceptos como:

- Naturales
- Aparentes
- Ecosistémicas
- Antrópicas

Con esto nos damos una idea de cuan disponible es ese recurso en la zona o sector a trabajar. Es por eso que es importante conocer e incluso mapear el lugar en el que se desarrollara el biomaterial.

Para mi y para este proyecto es importante que este biomaterial se encuentre inserto en el ecosistema, para que genere el menor impacto posible en su fabricación. Morelia es una gran ciudad con ricas bellezas culturales y gastronómicas por lo que no se puede desarrollar un biomaterial/biocompositivo basado en desechos agroindustriales, porque esos desechos se encuentran en periferias o lugares retirados del centro de la ciudad.

En nuestro entorno encontramos que Morelia es una ciudad urbanizada que produce grandes toneladas de desechos solidos urbanos, provenientes de una actividad turística, restaurantera, escolar y de escala domiciliaria.

Manipulación del micelio

En el estudio de Chang y Miles (2004) la temperatura óptima de incubación ronda entre los 25°C y los 28°C, siendo su crecimiento más acelerado según se acerque esta temperatura al rango superior. Las condiciones de luz para el crecimiento del micelio son nulas, sin embargo, si se desea permitir que el hongo produzca cuerpos fructíferos, se requiere de una intensidad lumínica de entre 50 y 500 lux por 12 horas diarias, humedad relativa óptima de aproximadamente el 80% y concentraciones altas de CO₂.

Los materiales cultivados en celulosa tienden a tener más quitina, un módulo de Young más alto y un alargamiento menor que los materiales cultivados en sustratos que contienen dextrosa (azúcares más simples y fáciles de digerir), por lo que se ha concluido que los materiales del micelio se vuelven más rígidos conforme más difícil son de digerir los sustratos por el hongo. (Haneef et al., 2017)

Los nutrientes requeridos por el hongo para crecer suelen ser algunas fuentes de carbono como lo son el almidón, glucosa, fructosa, maltosa, manosa, sacarosa, pectina, celulosa y lignina. Además, requiere de fuentes de nitrógeno como lo son la peptona, licor de maíz, proteína de soya, polvo de levadura, sulfato de amonio, asparagina, serina, alanina y glicina (Chang & Miles, 2004). De modo que cualquier sustrato que le provea algunas de estas sustancias, le permitirá al hongo alimentarse, reproducirse y crecer, siempre y cuando también se favorezca sus condiciones de temperatura y humedad relativa adecuadas.





abundancias

LOCALIZADAS GEOGRÁFICAMENTE
CON LA ECONOMÍA DE CU

Para este proyecto se tomará en cuenta a la facultad de Arquitectura de la UMSNH como el punto donde se concentrará la recolección de abundancias, los puntos azules se localizaron los posibles lugares que generaría uno o más sustratos utilizados en la experimentación.

Ya que Ciudad Universitaria es un punto de concurrencia en el que las necesidades de alimentación en gran porcentaje se satisfacen al exterior de las instalaciones, por lo que en el radio aproximado de dos cuadras a la redonda de CU, se pueden encontrar suficientes abundancias para generar un biomaterial.





capitulo 04
capitulo 04
capitulo 04

primera experimentación

La hipótesis de esta primera etapa de implantación experimental, es la de conocer las características en las que el micelio se puede desarrollar y a partir de que sustratos provenientes de residuos domésticos se podrían emplear para comenzar una cosecha-crecimiento de un biomaterial (biocomposite).

Para comenzar se conoce que el micelio debe crecer en características de total oscuridad y deber inoculado en ambientes estériles. Por lo que se adapto un espacio específico para poder realizar la experimentación. Como segundo paso se necesita la espora, en este caso por cuestiones de tiempo, se utilizo semilla ya colonizada de cuatro distintos hongos: Ganoderma, Pleurutus Ostreatus (blanca, rosa y gris)

Distintos micólogos y precursores en el uso de micelio como biomaterial, tienen el conocimiento de ciertos sustratos, al ser un campo que no se ha experimentado en su totalidad aun quedan muchas variantes que quedan al aire, ya sea por el tipo de sustrato o inclusive la proporción en la que se debe de cosechar para que pueda ser empleado de alguna manera.

Así que con pequeñas aproximaciones al conocimiento de lo que necesita y apodyada de la descripción anteriormente sobre los hongos como los grande devoradores de materia, se opoto por los siguientes sustratos.

74

Clave	Hongo	Fecha	Sustrato	Proporción	Nota*	Estabilización
ENG-H/PA	Ganoderma	21-mar	Arroz y Avena	2 a 1		Solito estabilizado con color
ENG-H/PA	Ganoderma	21-mar	Arroz, Cacao de Mani y Cacao de Miltom	1 a 1 a 1		Solito estabilizado con color
HOG-H/PA	Seta Rosa	21-mar	Arroz, Avena y Café	2 a 1 a 1/4	Mismo sustrato	Solito estabilizado con color
HOG-H/PA	Seta Gris	21-mar	Arroz, Avena y Café	3 a 1 a 1/4	Mismo sustrato	Solito estabilizado con color
HOG-H/PA	Seta Blanca	21-mar	Arroz, Avena y Café	4 a 1 a 1/4	Mismo sustrato	Solito estabilizado con color

Tabla 02. Cultivo de Micelio. Fuente: Elaborado por el autor (2021)

Dos tipos de especies de hongos medicinales comestibles, *Ganoderma lucidum* (G. lucidum) y *Pleurotus ostreatus* (P. ostreatus), fueron usados. Pertenecen al grupo de los hongos de pudrición blanca y tienen la posibilidad de excretar una variedad de enzimas, algunas de las cuales también son capaces de degradar componentes vegetales difíciles de hidrolizar, como la lignina. Existe un gran interés científico en estas dos especies debido a los importantes fitoquímicos que contienen, pero en este trabajo el aspecto más importante para su elección es que pueden secretar enzimas similares, por lo que son capaces de descomponer los mismos sustratos, desarrollando estructuras filamentosas entretrejidadas.

PRIME-
RA
CO-
SE-
CHA

SUSTRATOS



Naranja | Plátano | Aserrín



Aserrín | Arroz | Café



Aserrín | Arroz

Figura 16. Sustratos de cultivo
Fuente: Elaborado por el autor(2021)

Para esta primera experimentación se harán cosechas en frascos de cristal y tapa de aluminio ya que se someterán a altas temperaturas para la esterilización del sustrato, evitando contaminaciones exteriores que el sustrato contenga.

CONDICIONES

ambientales | espaciales |



Temperatura
13°-20°



Ambiente
Oscuridad total

especificas | cultivo |



Humedad

Según el cultivo necesita de 20% a 30% de humedad en relación al porcentaje de sustrato.



Oxigenación

En las primeras semanas no hubo intercambio de gases.



semana 01

Figura 17.Diagrama explicativo de cultivo
Fuente: Elaborado por el autor(2021)

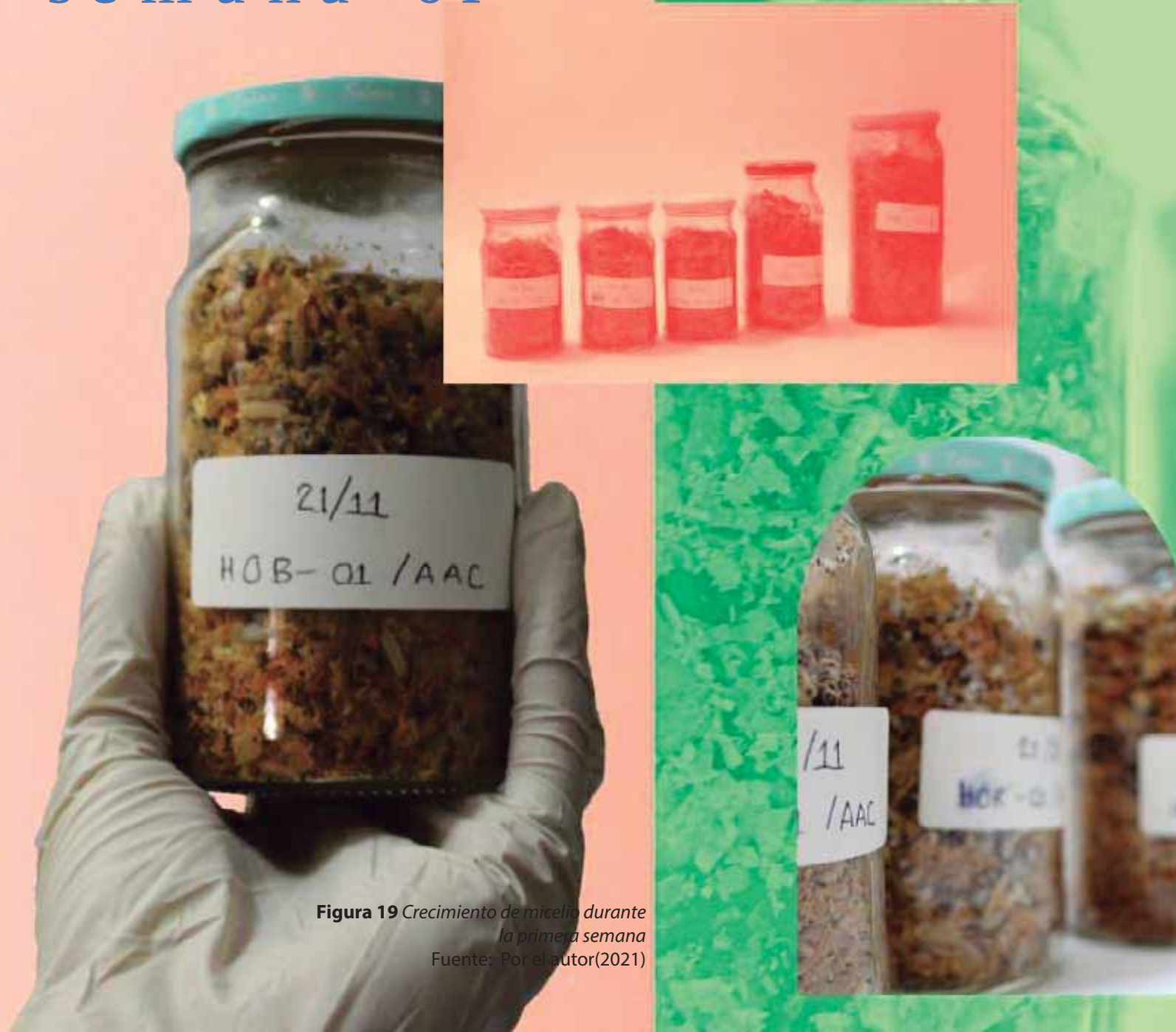


Figura 19 Crecimiento de micelio durante la primera semana
Fuente: Por el autor(2021)

semana 02

Figura 18. Crecimiento de micelio durante
la segunda semana
Fuente: Por el autor (2021)



semana 03

Figura 20 Crecimiento de micelio durante la primera semana
Fuente: Por el autor(2021)



FICHAS DE EVALUACIÓN SEMANA 1-3

HOG-01/AAC	
Sustrato	Aserrin Café Arroz
Condiciones	Total oscuridad
Crecimiento	60%
Olor	Dulce
Color	Blanco, no muestra contaminación de otro hongo



HOB-01/AAC	
Sustrato	Aserrin Café Arroz Platano
Condiciones	Total oscuridad
Crecimiento	50%
Olor	Dulce
Color	Blanco, no muestra contaminación de otro hongo



HOR-01/AAC	
Sustrato	Aserrin Café Arroz Platano
Condiciones	Total oscuridad
Crecimiento	20%
Olor	Dulce
Color	Blanco, no muestra contaminación de otro hongo

corte experimental de evolución



FICHAS DE EVALUACIÓN SEMANA 1-3

	GND-01/ANP
Sustrato	Aserrin Naranja Platano Café
Condiciones	Total oscuridad
Crecimiento	0%
Olor	Humedad
Color	No mostro cambio de color

	GND-02/ANP
Sustrato	Aserrin Naranja Platano
Condiciones	Total oscuridad
Crecimiento	0%
Olor	Acido
Color	No mostro cambio de color

nueva evolución

82



SEMANA 3



SEMANA 9



SEMANA 3



SEMANA 9



Crecimiento después de 6 semanas desde el último registro, se reconocen factores del porque el crecimiento se consiguió en aquellos frascos que se tenían clasificados como "fracaso".

nueva evolución

83

SEMANA 3



SEMANA 9



SEMANA 3



SEMANA 9



SEMANA 3



SEMANA 9





En esta observación se puede denotar que el micelio solo creció en la parte superior del frasco, debido a que las partículas de sustrato se encuentran demasiado unidas que el micelio no logro inocularlo.



Mientras que en el frasco donde las partículas se encuentran más separadas, el micelio logró inocular al 100% del sustrato.

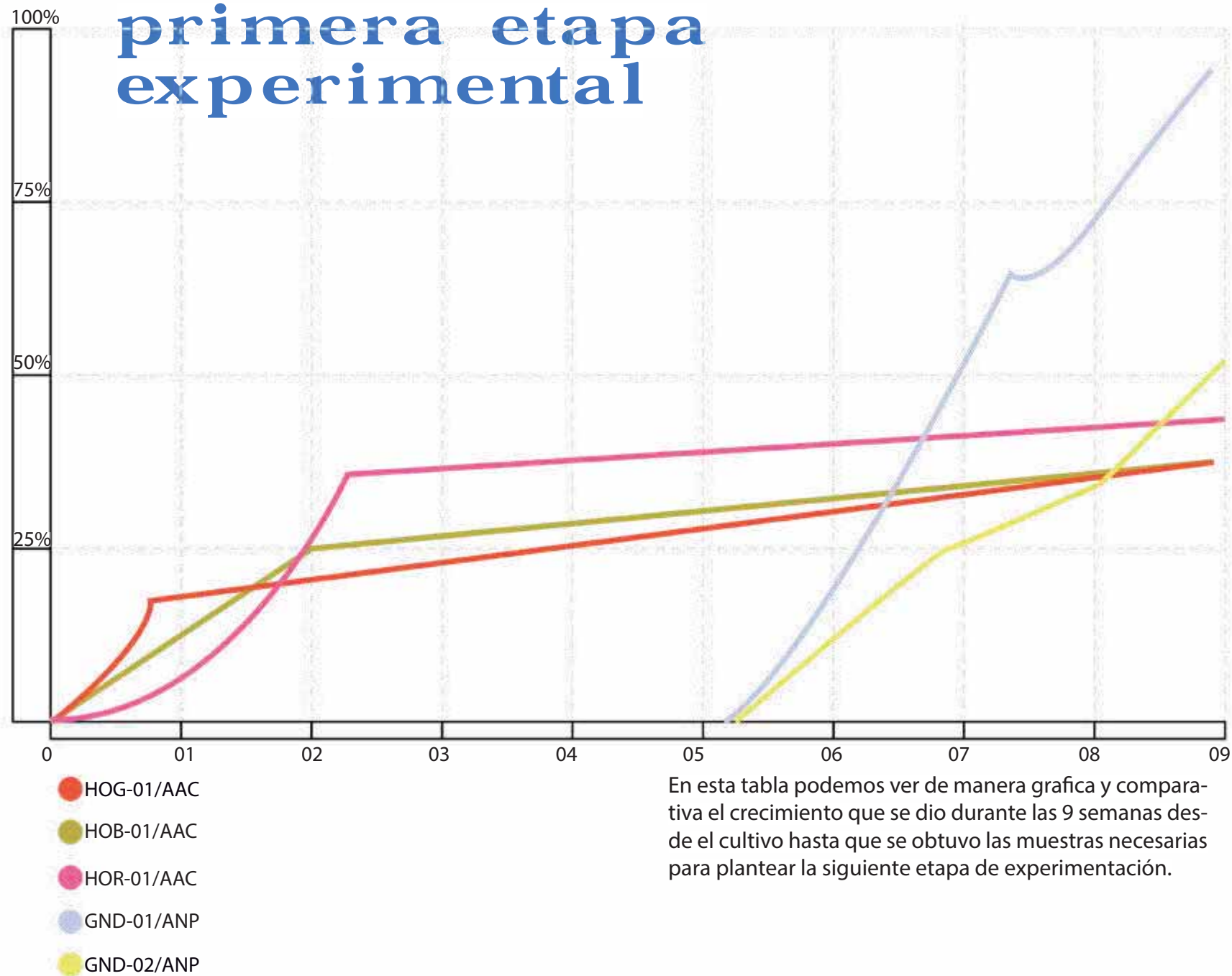
85



86



primera etapa experimental



En esta tabla podemos ver de manera grafica y comparativa el crecimiento que se dio durante las 9 semanas desde el cultivo hasta que se obtuvo las muestras necesarias para plantear la siguiente etapa de experimentación.

conclusiones primera etapa experimentación

Finalmente, al experimentar con micelio ha dejado la experiencia de que ciertamente la idea de crear materiales con características como las que otorga el material a partir de residuos, permite imaginar el futuro que nos depara en las nuevas visiones de materialidad, donde absolutamente todo se usa y se regresa al planeta de manera que el impacto disminuye.

Sin embargo, hay que entender que trabajar con agentes biológicos tiene un alto grado de complejidad, ya que se desconocen muchas variables con las cuales se pueden jugar y que le otorga diferentes cualidades o que inniven el crecimiento del material.

Además, al ser un campo de baja exploración la manera de producción no es la suficiente para competir con materiales que se han producido durante décadas e incluso siglos y que se fabrican de manera optimizada, a pesar de eso es necesario tener una línea de dirección y comenzar a reflexionar sobre lo que queremos crear y diseñamos.

diagrama protocolo de experimentación

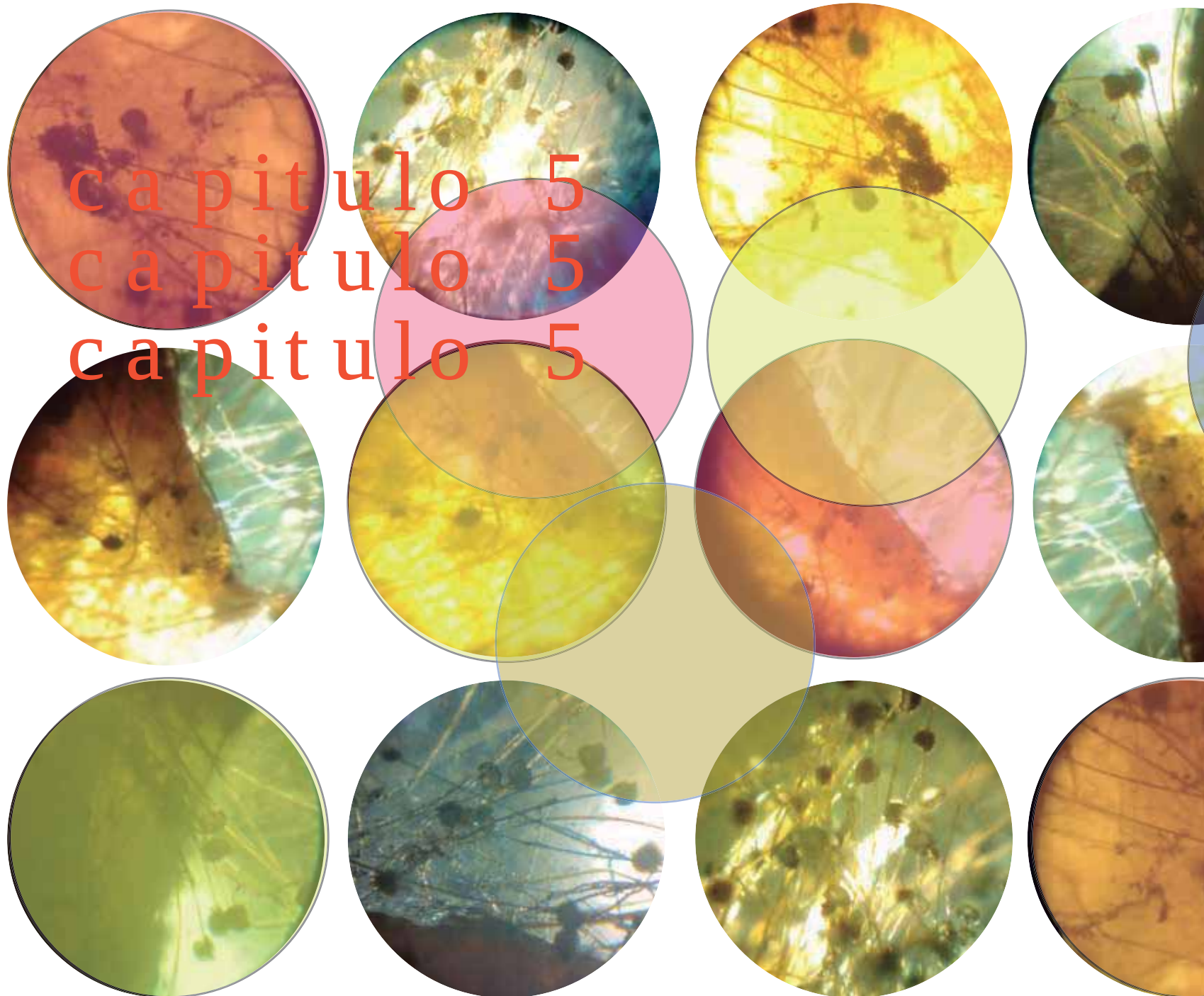
HONGO
GANODERMA
ASERRIN Y CAFÉ
ASERRIN, CAFÉ
ARROZ
HONGO OSTRÁ
NARANJA
ASERRIN
NARANJA
ASERRIN/CAFÉ
PLATANO
ASERRIN/CAFÉ

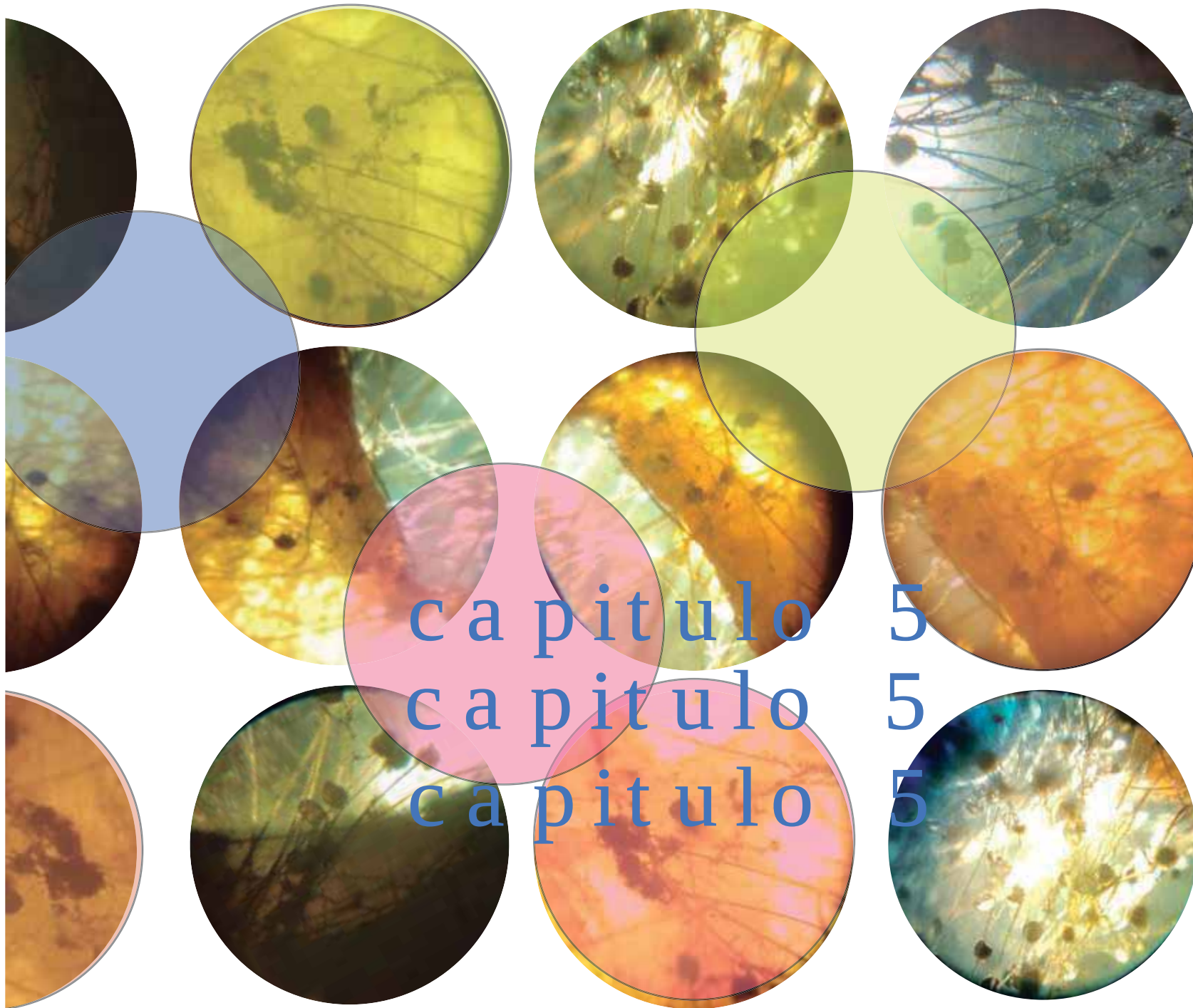
MEJOR/RÁPIDO
CRECIMIENTO

HONGO
GANODERMA
NARANJA
ASERRIN
NARANJA
ASERRIN/CAFÉ
PLATANO
ASERRIN/CAFÉ

SIN EMBARGO,
FUE LENTO SE
NECESITA
ANALIZAR QUE
DETONE EL
CRECIMIENTO
POR LO QUE SE
OPTA POR
EXPERIMENTAR
CON LOS
SUSTRATOS POR
SEPARADO

SUSTRATO
BOLSA DE TÉ
BORLA CAFÉ
CANELA
BAGAZO LIMÓN
BAGAZO
NARANJA
CASCARA
AGUACATE
CASCARA DE AJO
CASCARA
CACAHUATE
CASCARA DE
HUEVO
MANDARINA
MANGO
MELÓN
PAPAYA
PIÑA
PLATANO
TOMATE
CEBOLLA
FIBRA DE COCO
HOJA DE
MAZORCA
HOJA DE FRESA
JICAMA
PASTO
LECHUGA
MANZANA
PAN
PAPA
PEPINO
RESIDUOS FLORES
TORTILLA
ZANAHORIA









segunda experimentación

93



para metros segunda experimentación

Continuando con las experimentaciones y con base a los resultados arrojados previamente, se decide realizar esta nueva iteración, con el fin de conocer que residuos alimenticios provenientes de una escala domiciliaria a barrial son más factibles a utilizar para un bioembasado, ya sea por tiempo o incluso por características que el sustrato por los componentes que cada uno le aporte al micelio.

94

(SELECCIÓN EMPÍRICA)

Se utilizará 30 residuos más comunes que se generan en una casa habitación, restaurantes, cafeterías o en lugares que se realicen actividades que generen este tipo de desperdicios.

Para este experimento se utilizarán 30 frascos con una capacidad de 120 mililitros, semillas inoculadas previamente de hongo ostra (*Ganoderma*).

CONDICIONES

ambientales | espaciales |



Temperatura
20°-25°



Ambiente
Oscuridad total



Humedad

Según el cultivo necesita de 20% a 30% de humedad en relación al porcentaje de sustrato.



Oxigenación

Intercambio de gases por medio de la tapa

específicas | cultivo |





sustratos residuos solidos

| Manzana | Cebolla | Ajo |



| Coco | Mango | Zanahoria |



| Papa | Limón | Flores |



| Lechuga | Pepino | Papaya |



| Café | Platano | Huevo |



domiciliaria- barrial escala

97



| Aguacate | Jicama | Pan |

| Piña | Pasto | Melón |

| Fresa | Hoja de Maíz | Tortilla |

| Mandarina | Canela | Cacahuete |

| Tomate | Té | Naranja |

sustratos residuos sólidos

En los parámetros de experimentación, se había hecho la aclaración de que los 30 sustratos fueron seleccionados de manera empírica, teniendo poca noción de como se encontraban químicamente compuestos y que es lo que le aportaría cada sustrato al hongo, posteriormente se realizó una investigación de cada sustrato para honrar y dar una conclusión más química, en el listado contiene los sustratos y sus respectivos elemento químicos que ayudan o que dan características ya sea para densidad, crecimiento rápido o flexibilidad.

Todos y cada uno de los sustratos contienen elementos químicos que podrían consolidar crecimiento de micelio, sin embargo, la cantidad y proporción de esos elementos varía de sustrato a sustrato, haciendo difícil poder formular y proporcionar cantidades de cada sustrato y poder realizar combinaciones.

N/N No Necesario

Número de frasco	Clave	Residuo / Sustrato	Proceso de estabilización	Tiempo de estabilización	Temporal o Permanente	Propiedades
1	01/BC/HO	Bolsa de té	Secado	2 días	Permanente	Celulosa
2	02/CF/HO	Borla de café	Secado	1 día	Permanente	Sacarosa, taninos, lignanos, celulosa, potasio, calcio
3	03/CN/HO	Canela	Secado	1 día	Permanente	Hierro, zinc, potasio, zinc, calcio
4	04/BL/HO	Cascara / Bagazo de limón	Secado	4 días	Estacional	Pectina, herperidina, málico y fórmico
5	05/BN/HO	Cascara / Bagazo de naranja	Secado	3 días	Estacional	Pectina, celulosa, hemicelulosa
6	06/CA/HO	Cascara de aguacate	Secado	2 días	Estacional	Prociandinas, catequina, epicatequina
7	07/AO/HO	Cascara de ajo	N/N	-	Permanente	Fenilpropanoides
8	08/CC/HO	Cascara de cacahuete	N/N	-	Permanente	Celulosa, lignina, polisacáridos, sacarosa
9	09/CH/HO	Cascara de huevo	Lavado	1 día	Permanente	Calcio, carbonato de manganeso, fosfato tricálcico
10	10/MA/HO	Cascara de mandarina	Secado	3 días	Estacional	Magnésio, carotenoides
11	11/MO/HO	Cascara de mango	Secado	2 días	Estacional	Pectina, celulosa y hemicelulosa, sacarosa
12	12/CM/HO	Cascara de melón	Horneado	1 día	Estacional	Celulosa, maltodextrina
13	13/CP/HO	Cascara de papaya	Secado	2 días	Estacional	Celulosa
14	14/PA/HO	Cascara de piña	Horneado	2 días	Estacional	Celulosa
15	15/PL/HO	Cascara de plátano	Secado	4 días	Permanente	Ácido cítrico, ácido salicílico, manganeso, magnesio, potasio
16	16/CT/HO	Cascara de tomate	N/N	-	Estacional	Dextrosa
17	17/CL/HO	Cebolla	Secado	1 día	Permanente	Hierro, Calcio, Potasio, Sodio
18	18/FC/HO	Fibra de coco	Secado	2 días	Estacional	Celulosa
19	19/HE/HO	Hoja de mazorca	Secado	6 días	Permanente	Celulosa, lignina, cenizas
20	20/HP/HO	Hoja de fresa	Secado	2 días	Estacional	Sacarosa, taninos, lignanos, celulosa, potasio, calcio
21	21/JC/HO	Jicama	Secado	5 días	Estacional	Celulosa
22	22/JT/HO	Pasto	Secado	4 días	Estacional	Celulosa
23	23/LC/HO	Lechuga	Secado	4 días	Permanente	Calcio, potasio
24	24/MN/HO	Manzana	Secado	7 días	Estacional	Fructosa, glucosa y sacarosa
25	25/PA/HO	Pan	Limpieza	2 días	Estacional	Sodio, potasio y magnesio
26	26/PA/HO	Papa	Secado	2 días	Estacional	Potasio, fósforo, almidón, niacina, hierro
27	27/PN/HO	Pepino	Secado	2 días	Estacional	Celulosa
28	28/RF/HO	Residuos de flores	Secado	4 días	Permanente	Celulosa
29	29/TT/HO	Tortilla	Limpieza	1 día	Permanente	Magnesio, fósforo, potasio
30	30/ZA/HO	Zanahoria	Secado	1 día	Estacional	Celulosa

crecimiento

SUSTRATO

SEMANA

01

02

03

01

02

03

Bolsa de té

Borla de café

Canela

Limón

Naranja

Aguacate

Ajo

Cacahuete

Huevo

Mandarina

Bolsa de té

Borla de café

Canela

Limón

Naranja

Aguacate

Ajo

Cacahuete

Huevo

Mandarina

99

crecimiento

creci-
mien-
to

SEMANA

01

02

03

01

02

03

Mango



Mango

Melón



Melón

Papaya



Papaya

Piña



Piña

Platano



Platano

Tomate



Tomate

Cebolla



Cebolla

Coco



Coco

Hoja de maíz



Hoja de maíz

Fresa



Fresa

creci-
mien-
to

crecimiento

SEMANA

01

02

03

Jicama

Pasto

Lechuga

Manzana

Pan

Papa

Pepino

Tortilla

Residuos flor

Zanahoria

01

02

03

Jicama

Pasto

Lechuga

Manzana

Pan

Papa

Pepino

Tortilla

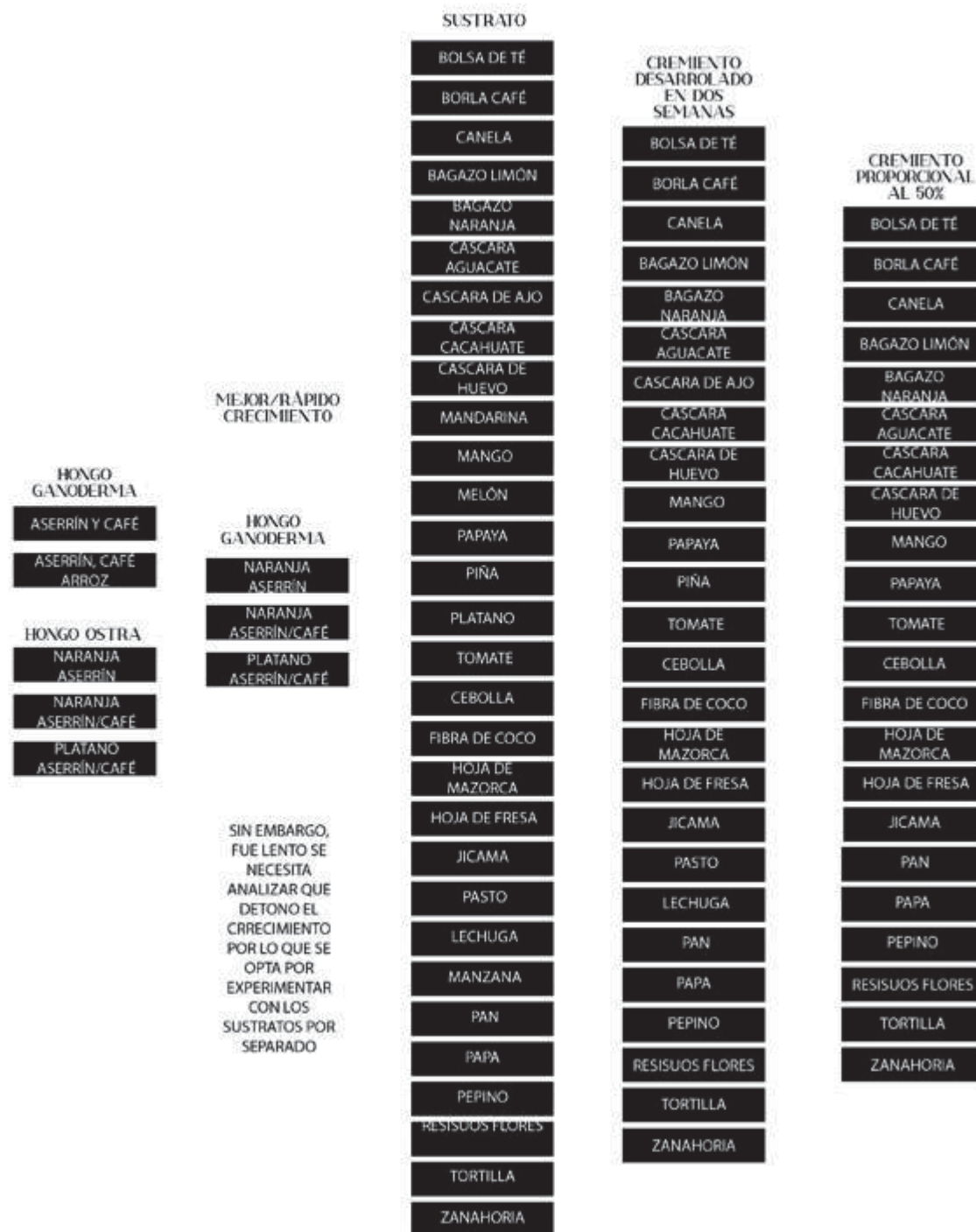
Residuos flor

Zanahoria

101

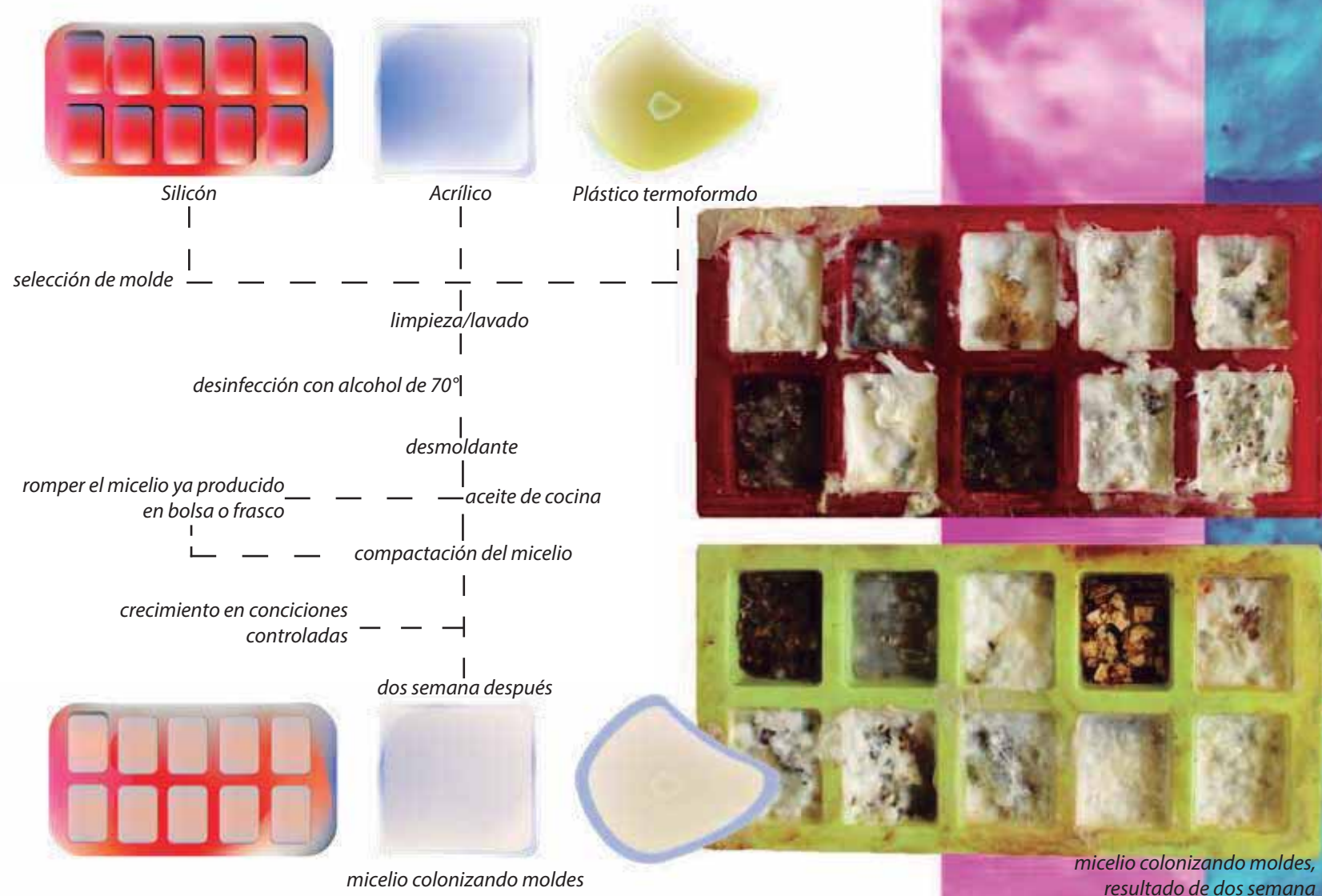
crecimiento

diagrama protocolo de experimentación



Uso de moldes

Los moldes para bioembasar micelio de acuerdo a fuentes que han experimentado con este biocompositivo, deben de ser materiales resistentes a la humedad en este caso, plásticos, plásticos no rígidos en su totalidad.



Moldeado deacrílico

Se utilizó un molde de acrílico con una sección 10x10 cm.,

Condiciones:

Inhibición del micelio: De forma natural con las condiciones del ambiente.

No se dio oportunidad de que el micelio colonizara por completo el molde, cuando se comenzó la inhibición,





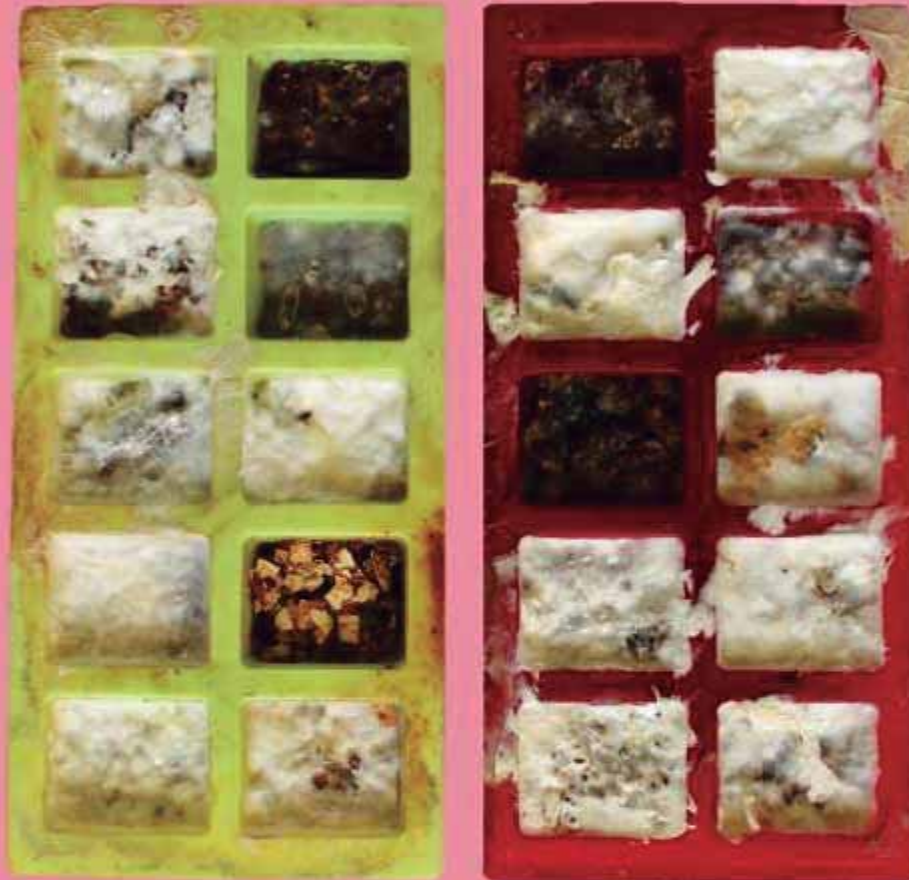
*micelio colonizando moldes,
resultado de dos semana*



*micelio secado a temperatura
ambiente*



La resistecia de la pieza es muy poca, tiene un procesos de disgre-gación muy natural, cabe destacar que no se pudo denotar una gran diferencia de tamaño entre la pieza final y el molde.



[tratamiento durante esta etapa]: los moldes se conservaron en un bolsa plástica para manetener la humedad mientras se expande el micelo en los moldes



MUESTRAS RECIÉN EXTRÍADAS DEL MOLDE



Piña



Plátano



Jicama



Manzana



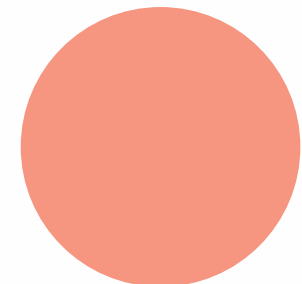
Bolsa de té



Borla de café



Ajo



moldeado en silicón



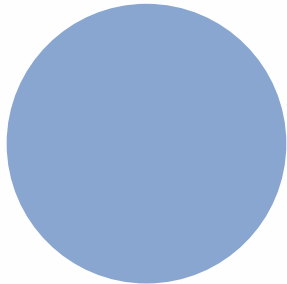
*Cascara de
tomate*



Hoja de mazorca



Fresa



Residuos florales



Tortilla



Canela



Limón



Aguacate



Mango



Papa



El moldeado en silicón es mucho más sencillo ya que permite colocar y extraer el micelio de una manera más sencilla y práctica, en la que la pieza puede tomar la forma que se desea.

Los moldes silicón son piezas muy versátiles, prácticas y muy variadas, además son fáciles de adquirir ya sea por su precio o por su disponibilidad.

Para esta experimentación se utilizaron moldes comúnmente utilizados para hielos, esta característica trapezoidal fue elegida ya que se comenzarán a probar sus capacidades físicas de las distintas piezas.

Los hongos se mantuvieron dos semanas en total oscuridad dentro de una bolsa de plástico, lo que ayudó a conservar la humedad y una colonización por completo, de un total de 20 pruebas en 17 se logró el crecimiento esperado,

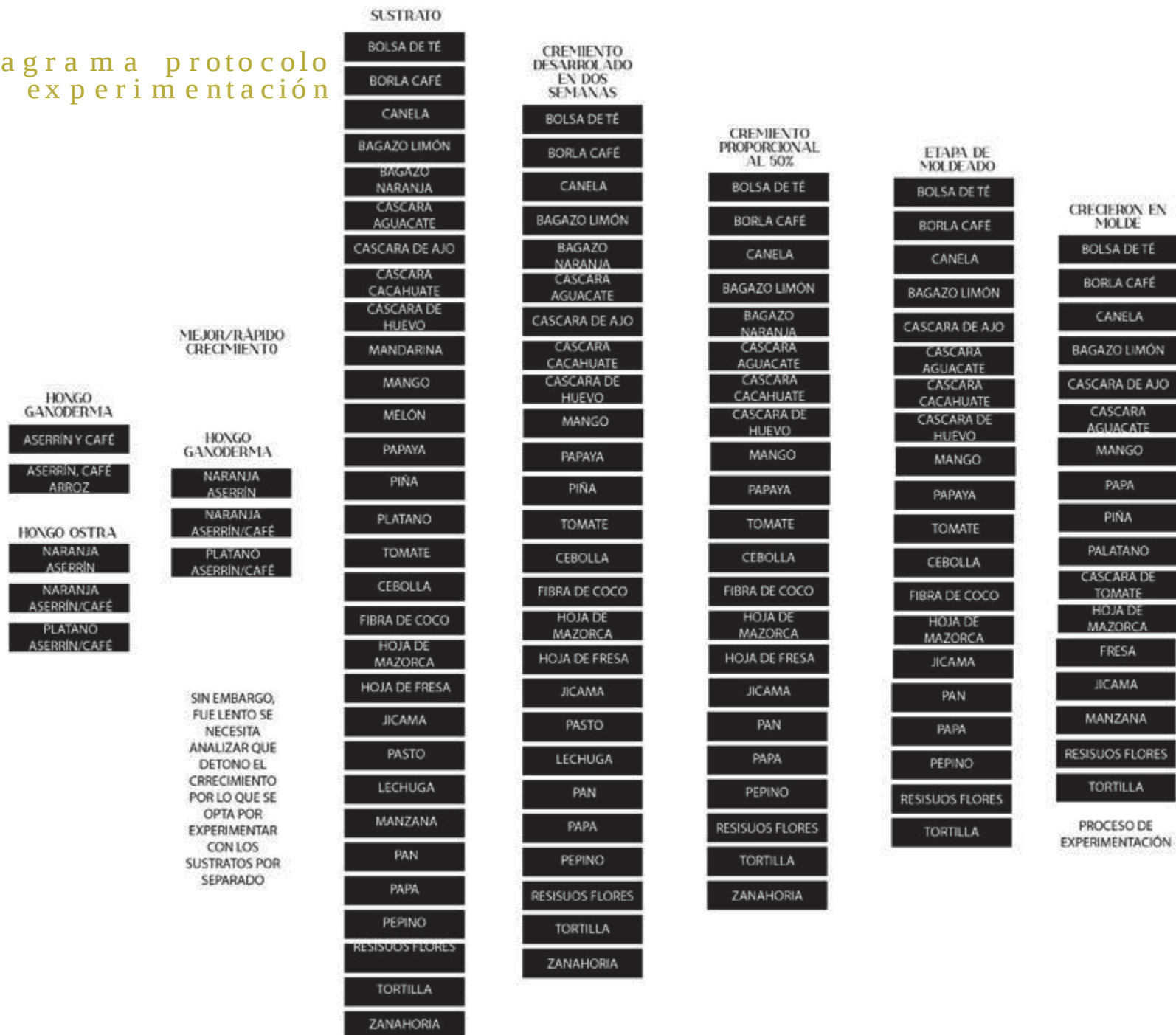
Condiciones:

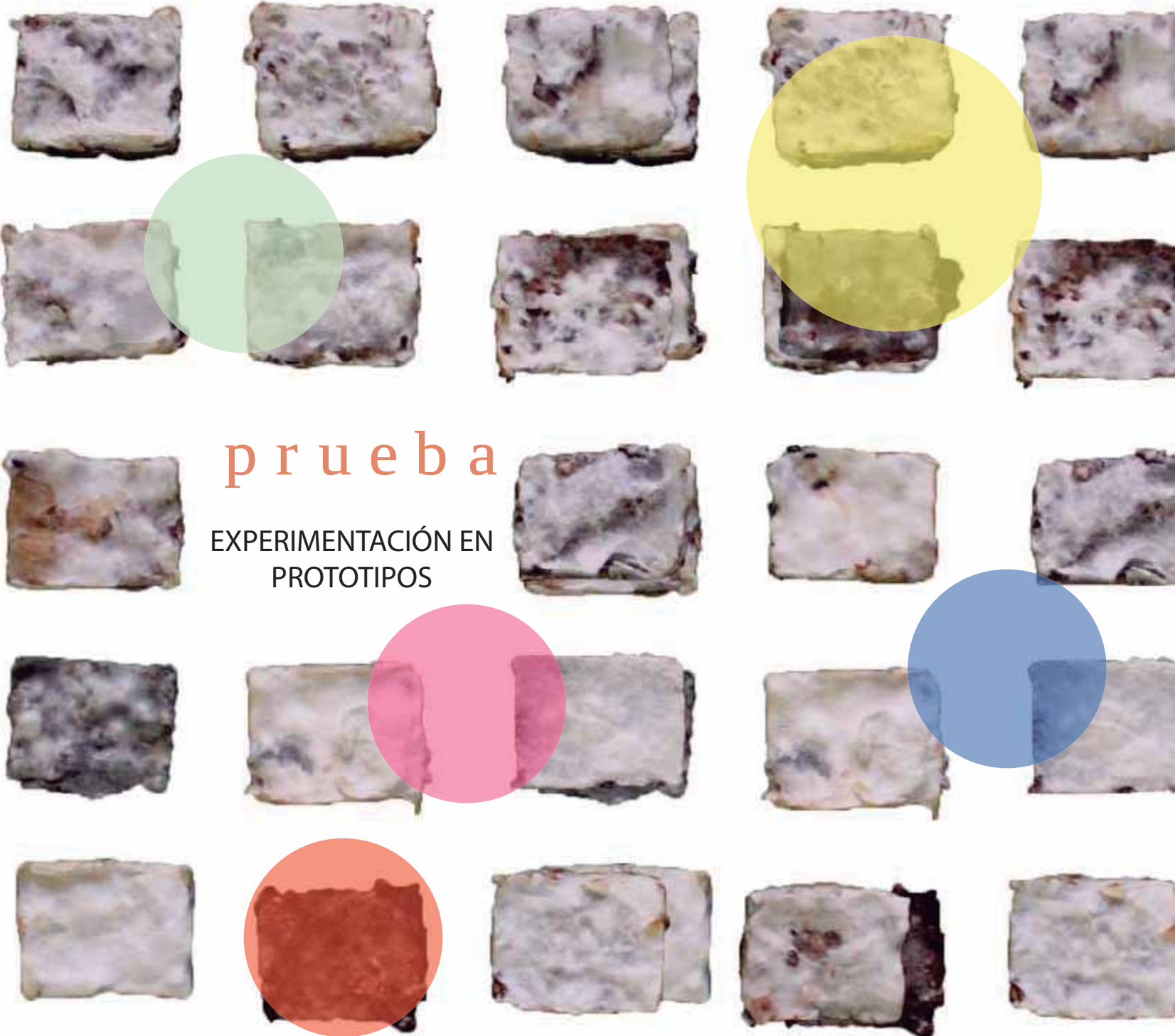
Inhibición del micelio: El hongo se inhibió con ayuda de un horno de convección, se metió por 20 minutos a 230° C. Al terminar el tiempo dentro del horno se seguía manteniendo la humedad, considerando que había reducido su tamaño y peso.

Se optó por dejarlos dos días a la temperatura y exposición solar.

diagrama protocolo de experimentación

108

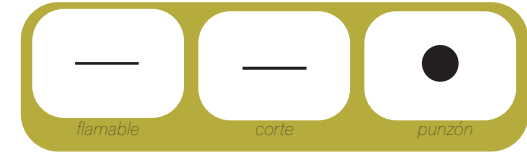
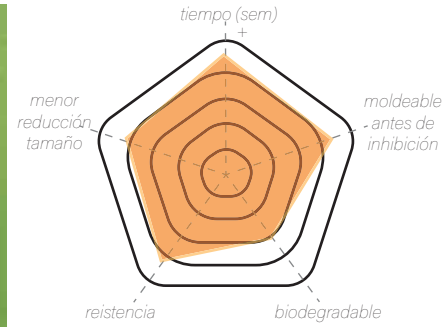




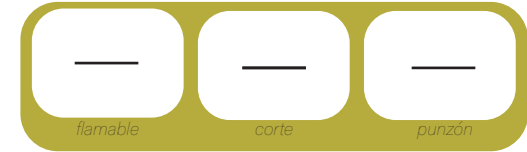
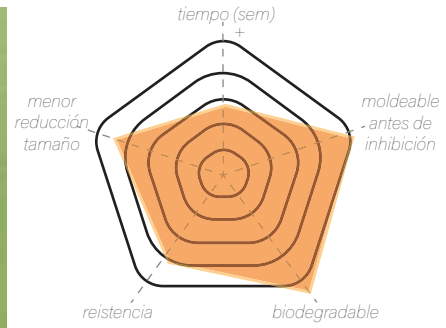
prueba

EXPERIMENTACIÓN EN
PROTOTIPOS

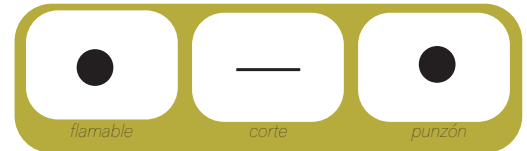
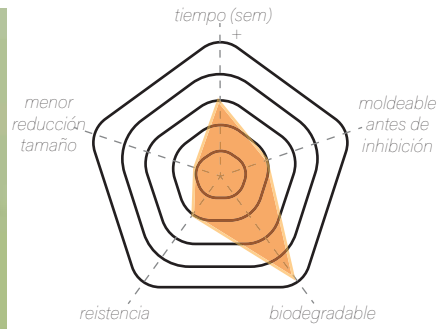
BOLSA DE TÉ



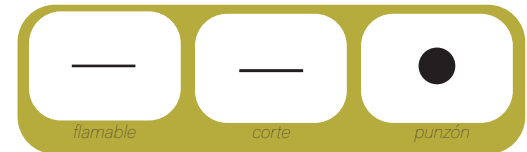
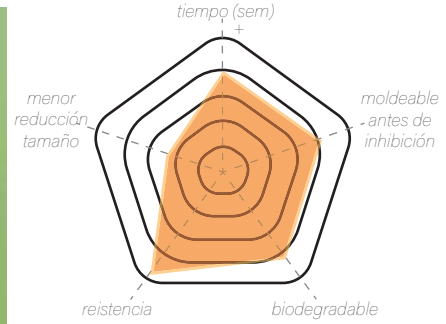
CAFÉ



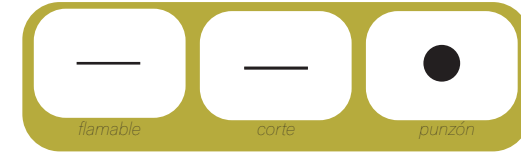
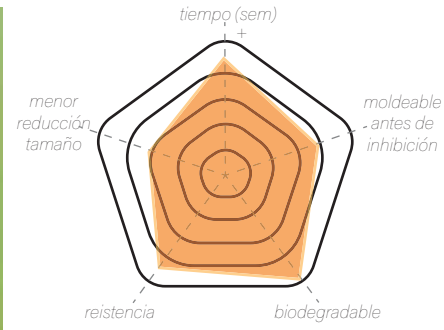
CANELA



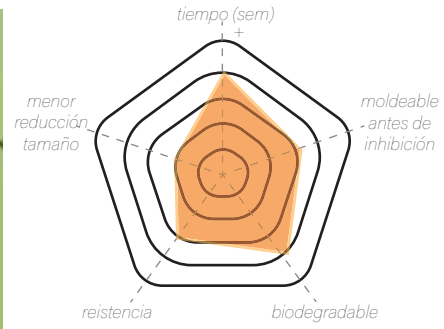
LIMÓN



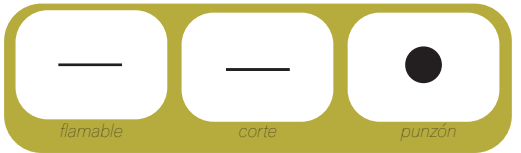
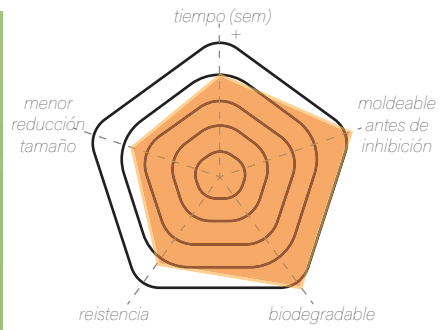
AGUACATE



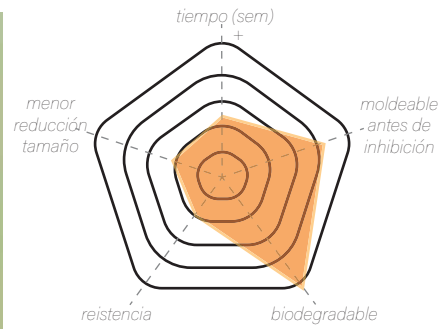
AJO



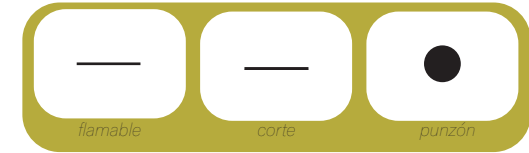
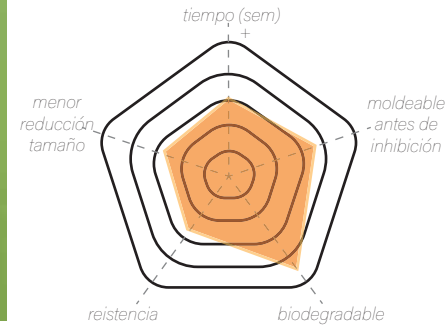
MANGO



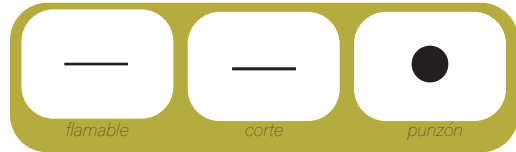
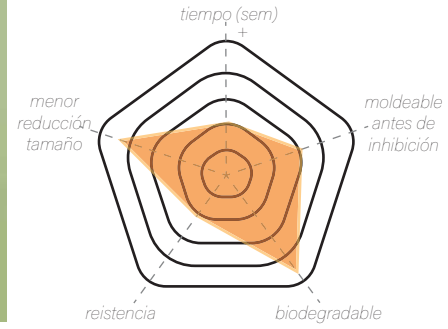
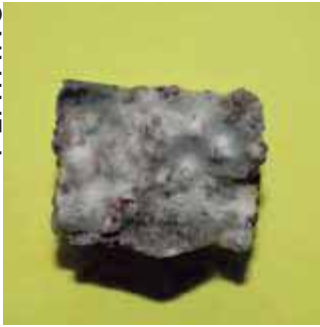
PAPA



PIÑA

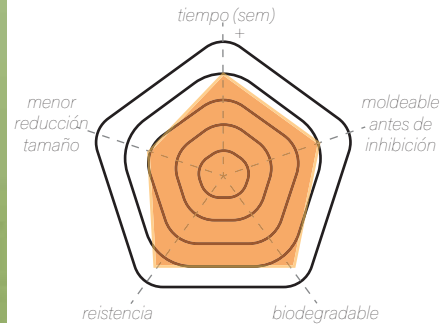


PLÁTANO

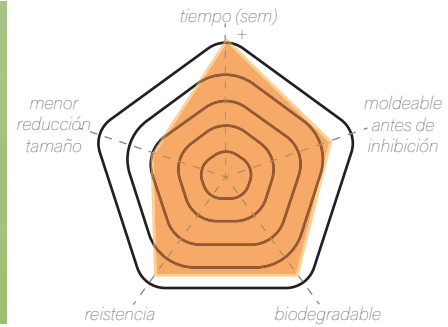


112

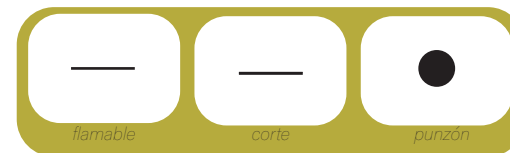
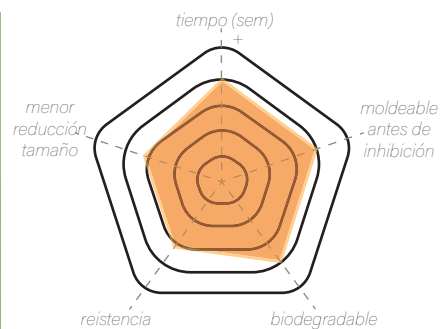
TOMATE



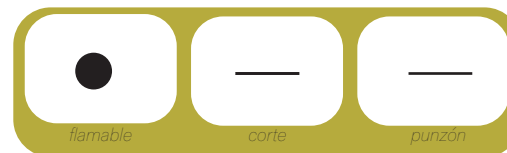
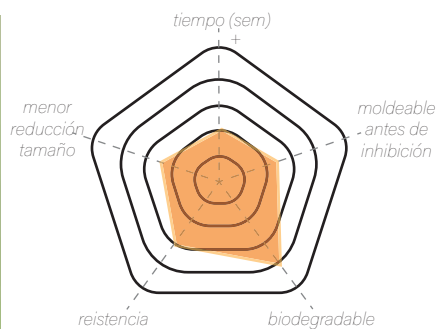
MAZORCA



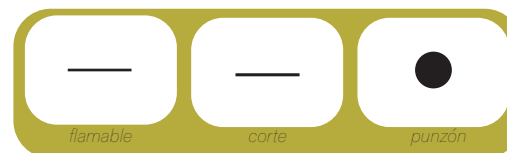
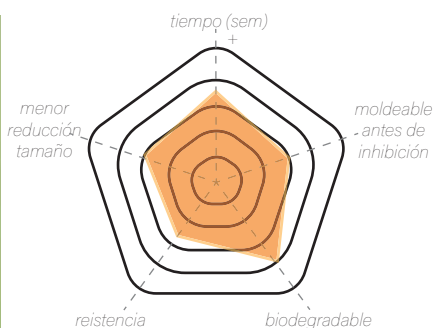
FRESA



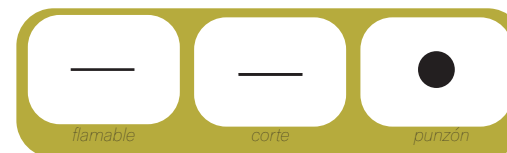
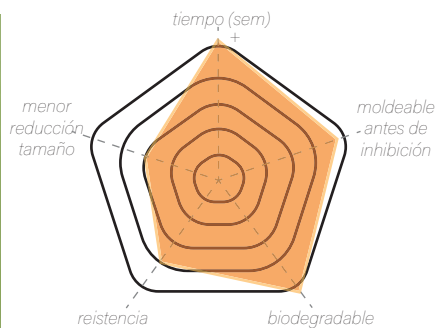
JICAMA



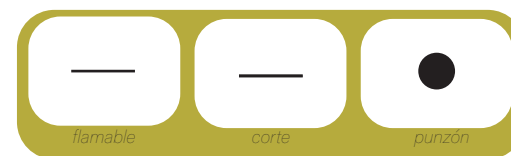
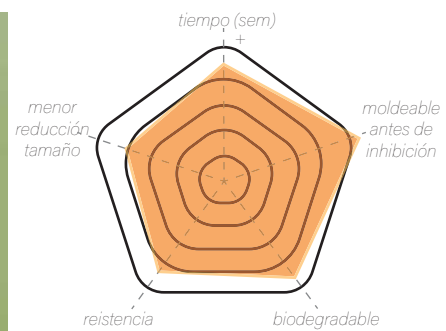
MANZANA



FLORES

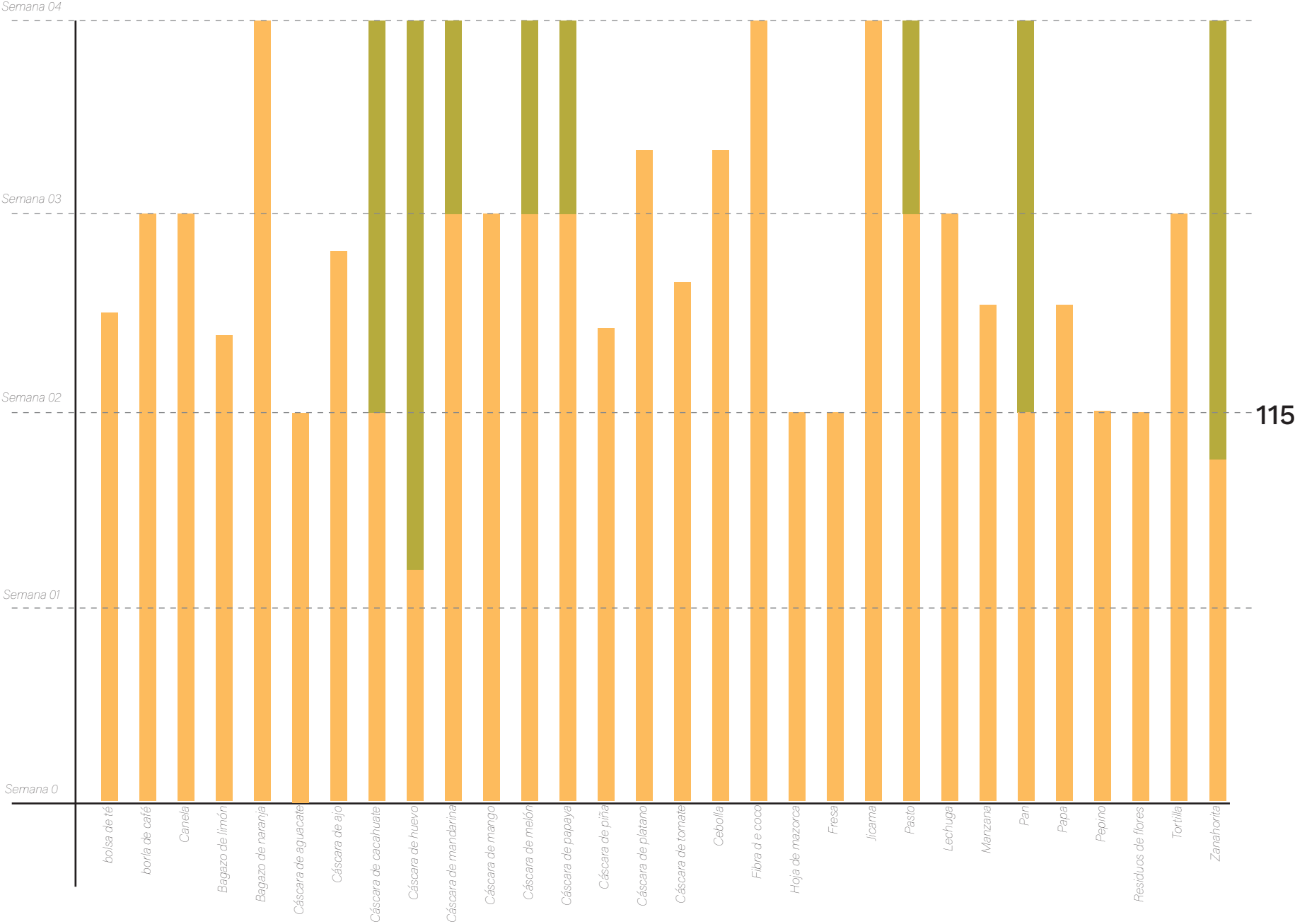


TORTILLA



EMPERIMENTACIÓN EN
PROTOTIPOS

evolución



CONDICIONES

ambientales | espaciales |



Temperatura

25°-32°



Ambiente

Oscuridad total*

específicas | cultivo



Humedad

Según el cultivo necesita de 20% a 30% de humedad en relación al porcentaje de sustrato.



Oxigenación

Intercambio de gases por medio de valvula de algodón



tercera
experimentación

TERCERA EXPERIMENTACIÓN para metros

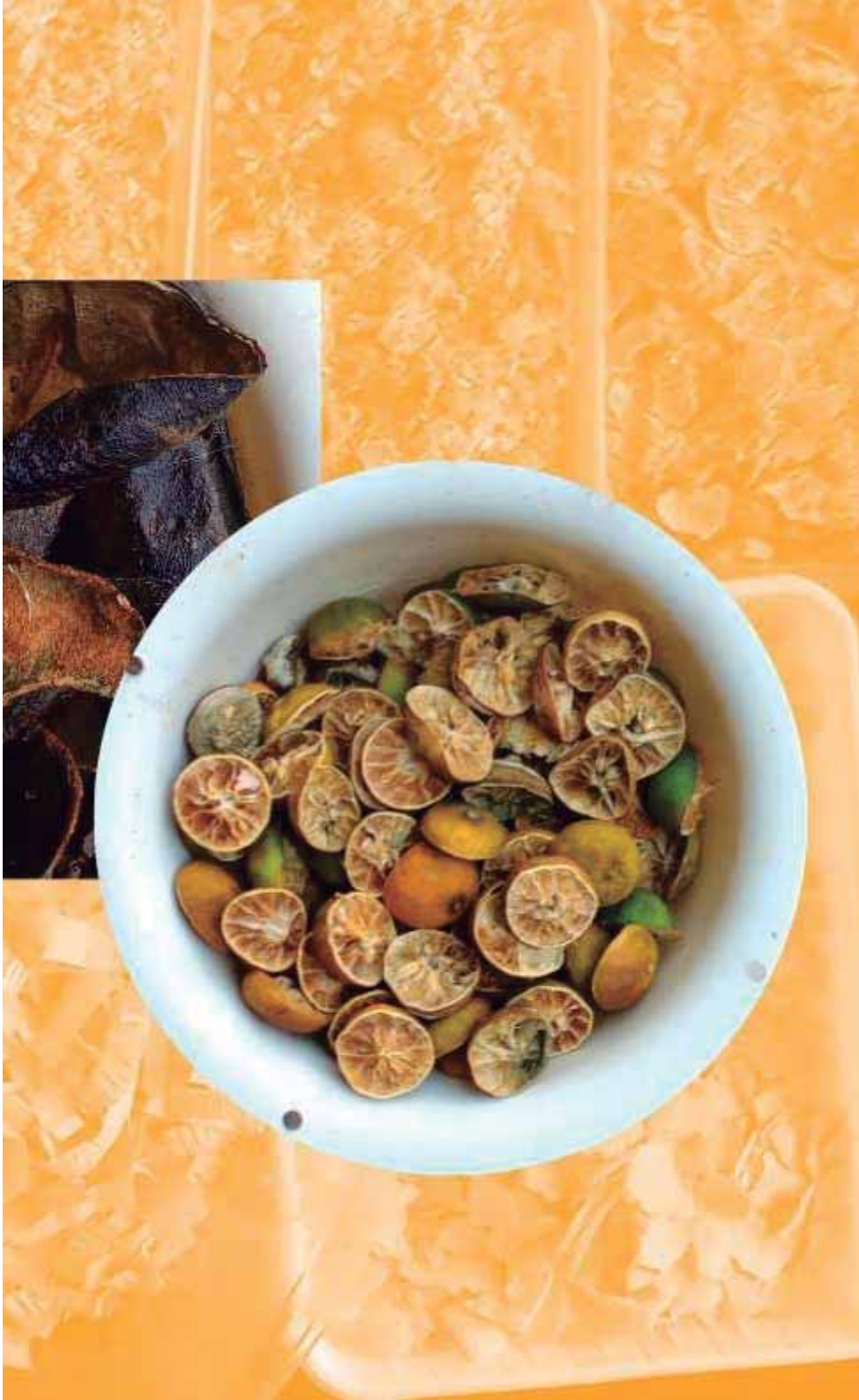
Continuando con las experimentaciones y con base a los resultados arrojados previamente, se decide realizar esta nueva iteración, en donde se planea realizar una cosecha a mayor escala.

Se utilizará un kilo de cada residuo en peso seco, el cual se inoculará de manera individual.

Los residuos a utilizar son:

- Cascara y bagazo de limón
- Cascara de aguacate
- Tortilla
- Borla de café
- Residuos de flores
- Hoja de mazorca
- Combinación de: Cascara de tomate, cebolla, lechuga y mango

Para este experimento se utilizarán bolsas que soporten grandes temperaturas, semillas compradas, previamente inoculadas con el hongo ostra (Ganoderma).



proceso de cultivo



corrientes de aire

Paso 7: Desinfectar superficies, evitar



ambiente para poder inocular

Paso 3: Dejar enfriar a temperatura



preparación

Paso 1: selección del sustrato



a colonizar el sustrato



SEMANA 01

Paso 3: Llevarlo a temperaturas altas



por prolongado tiempo para matar cualquier bacteria o hongo (60 minutos 200°C)

Paso 6: Romper el micelio



Paso 9: Agregar válvula de algodón



para permitir intercambio de gases, finalmente resguardar al espécimen

Paso 2: Agregar agua al



substrato 20% de humedad

Paso 5: Desinfectar toda superficie



(uso de guantes) para poder romper el micelio par

Paso 8: Agregar la semilla de micelio a



substrato

TERCERA EXPERIMENTACIÓN

evolución cultivo

120

SEMANA 04





En este tercer cultivo que se realizó a una escala mayor, los resultados no fueron alentadores para el proceso experimental, ya que las condiciones físicas del espacio donde se desarrollaron los especímenes sufrieron de condiciones adversas para el desarrollo del micelio.

La primera condición que se salía totalmente de las condiciones controladas fueron las altas temperaturas registradas durante una semana sobrepasando la temperatura de 30° C. que se recomiendan para el crecimiento del micelio. La segunda condición propiciada por un descuido donde se expusieron los hongos a altas exposiciones de luz por prolongados por largos periodos de tiempo.

Lo que en conjunto en algunos sustratos generó una putrefacción del sustrato, en otros casos el sustrato simplemente se deshidrató, generando grandes colonizaciones de moho.

122

El cambiar a una gran escala como esta para colonizar requiere de un espacio mucho mayor que se encuentre con las condiciones y adaptado para ese uso, inclusive el cambio de material en el que se cultiva en este caso bolsas de poliestireno resistentes al calor al cristal que podía retener más la humedad, es un cambio bastante significativo.



TEMPERATURAS ELEVADAS MAYORES
DE 31°C

+

EXPOSICIÓN PROLONGADA AL SOL

=

INOCULACIÓN FALLIDA

=

PUTREFACCIÓN
MOHOS
DESHIDRATACIÓN

resumen

DE LAS ESTAPAS DE CULTIVO

	CULTIVO 1	CULTIVO 2	CULTIVO 3
	Noviembre - Enero 12°-20° C	Marzo-Mayo 20°-25° C	Mayo-Junio 25°- 32° C.
	5 frasco	30 frascos	7 bolsas
	Hongo ganoderma Hongo ostra gris Hongo ostra blanco Hongo ostra rosa	Hongo ganoderma	Hongo ganoderma
	Principalmente aserrín Arroz 3 desechos de escala domiciliaria	30 sustratos provenientes escala domiciliaria	1 kilogramo de sustratos escala domicilaiiria
	3/5 60% de efectividad	20/30 66.67% de efectividad	0/7 0% de efectividad

Nuevas formas de cultivar

Economizar costos de producción

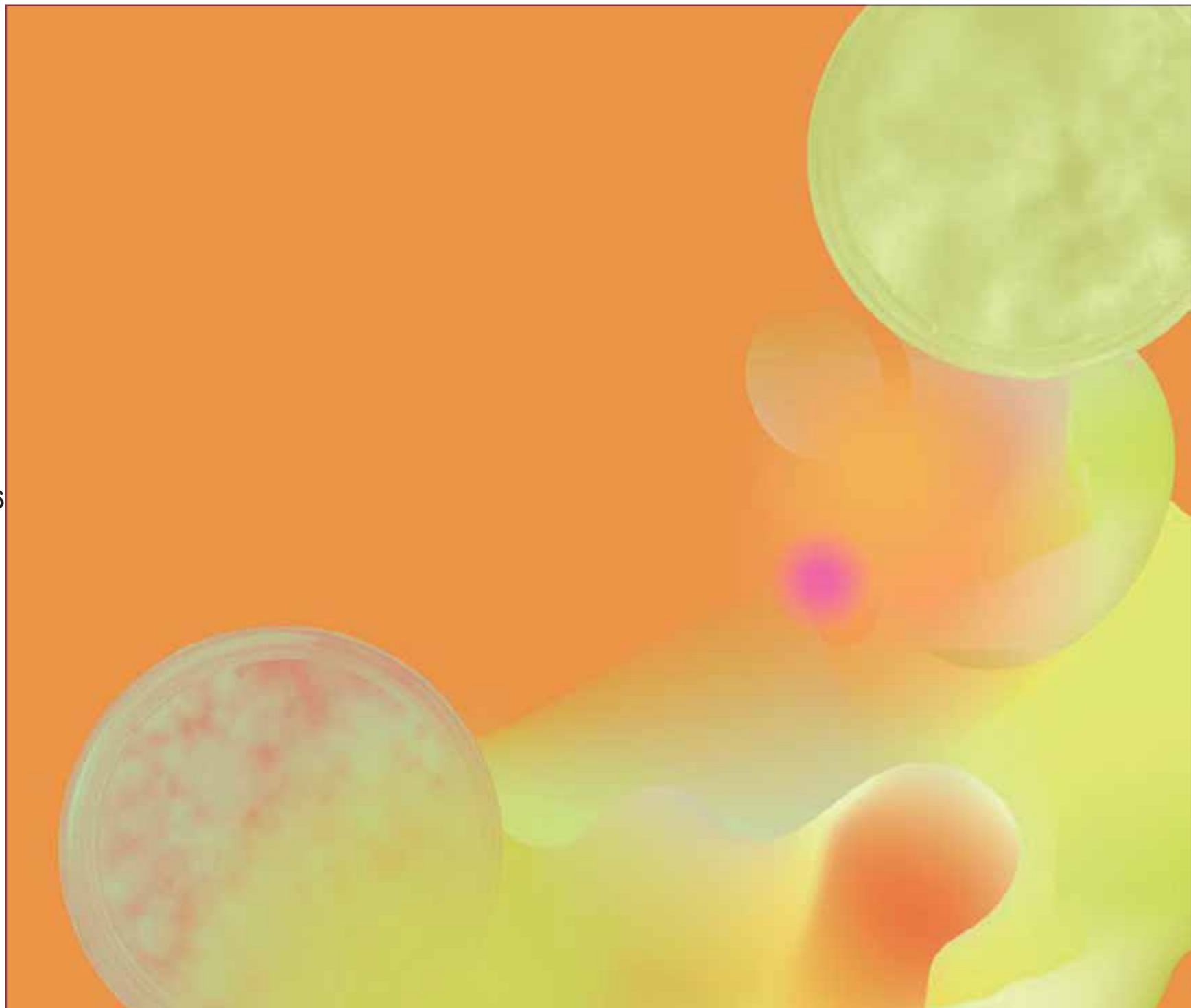


h o n e y t e k

funciona miento del Honey tek

PREPARACIÓN CASERA





resumen

| RECURSOS | VIABILIDAD |

| RECURSOS HUMANOS | COSTOS |

	CULTIVO 1 ELECCIÓN DE CEPA	CULTIVO 2 ELECCIÓN SUSTRATO	CULTIVO 3 REPLICAR	CULTIVO HONEY TEK
ABUNDANCIA 	Desechos urbanos \$0	Desechos urbanos \$0	Desechos urbanos \$0	Desechos urbanos \$0
RECURSOS HUMANOS 	Procesamiento de los residuos: 30 min. Inoculación: 3 horas Observación: 30 min./sem.	Procesamiento de los residuos: 2 horas Inoculación: 4 horas Observación: 1 hora/sem.	Procesamiento de los residuos: 5 horas. Inoculación: 4 horas Observación: 1 hora/sem	Procesamiento de los residuos: 2 horas Cultivo en honey tek: 4 horas
COSTOS 	Gas (esterilización): \$18.36 Semilla colonizada: \$300 Semilla utilizada: \$50	Gas (esterilización): 18.36 Semilla colonizada: \$25	Gas (esterilización): \$28.08 Semilla colonizada: \$300 Semilla utilizada: \$250	Gas (esterilización): \$9.36 Semilla colonizada: \$20
VIABILIDAD 	Porcentaje para replicarse de manera casera: 100%	Porcentaje para replicarse de manera casera: 60%	Porcentaje para replicarse de manera casera: 30%	Porcentaje para replicarse de manera casera: 60%
OTROS RECURSOS 	agua: 1 litro frascos: reutilizados	agua: 1 litro frascos: reutilizados	agua: 4 litros bolsas resistentes a altas temperaturas. \$30	agua: 3 litros frascos: reutilizados
TOTALES	Tiempo: 9 horas Inversión: \$318 Vol. esperado: 2.50 kg.	Tiempo: 11 horas Inversión: \$43 Vol. esperado: 3.60 kg	Tiempo: 12 horas Inversión: \$308.08 Vol. esperado: 7 kg	Tiempo: 9 horas Inversión: \$29.36 Vol. esperado: (sn)

HONGO
GANODERMA

ASERRÍN Y CAFÉ

ASERRÍN, CAFÉ
ARROZ

HONGO OSTRA

NARANJA
ASERRÍN

NARANJA
ASERRÍN/CAFÉ

PLATANO
ASERRÍN/CAFÉ

MEJOR
CRECIMIENTO

HONGO
GANODERMA

NARANJA
ASERRÍN

NARANJA
ASERRÍN/CAFÉ

PLATANO
ASERRÍN/CAFÉ

SIN EMBARGO,
FUE LENTO SE
NECESITA
ANALIZAR QUE
DETONO EL
CRECIMIENTO
POR LO QUE SE
OPTA POR
EXPERIMENTAR
CON LOS
SUSTRATOS POR
SEPARADO

SUSTRATO

BOLSA DE TÉ

BORLA CAFÉ

CANELA

BAGAZO LIMÓN

BAGAZO
NARANJA

CASCARA

AGUACATE

CASCARA DE AJO

CASCARA

CACAHUATE

CASCARA DE

HUEVO

MANDARINA

MANGO

MELÓN

PAPAYA

PIÑA

PLATANO

TOMATE

CEBOLLA

FIBRA DE COCO

HOJA DE

MAZORCA

HOJA DE FRESA

JICAMA

PASTO

LECHUGA

MANZANA

PAN

PAPA

PEPINO

RESISUOS FLORES

TORTILLA

ZANAHORIA

SUSTRATO
CREMIENTO
DESARROLADO
EN DOS SEMANAS

BOLSA DE TÉ

BORLA CAFÉ

CANELA

BAGAZO LIMÓN

BAGAZO
NARANJA

CASCARA

AGUACATE

CASCARA DE AJO

CASCARA

CACAHUATE

CASCARA DE

HUEVO

MANGO

PAPAYA

PIÑA

TOMATE

CEBOLLA

FIBRA DE COCO

HOJA DE

MAZORCA

HOJA DE FRESA

JICAMA

PASTO

LECHUGA

PAN

PAPA

PEPINO

RESISUOS FLORES

TORTILLA

ZANAHORIA

CREMIENTO
PROPORCIONAL
AL 50%

BOLSA DE TÉ

BORLA CAFÉ

CANELA

BAGAZO LIMÓN

BAGAZO
NARANJA

CASCARA

AGUACATE

CASCARA

CACAHUATE

CASCARA DE

HUEVO

MANGO

PAPAYA

TOMATE

CEBOLLA

FIBRA DE COCO

HOJA DE

MAZORCA

HOJA DE FRESA

LECHUGA

PAN

PAPA

PEPINO

RESISUOS FLORES

TORTILLA

ZANAHORIA

ETAPA DE
MOLDEADO

BOLSA DE TÉ

BORLA CAFÉ

CANELA

BAGAZO LIMÓN

CASCARA DE AJO

CASCARA

AGUACATE

CASCARA

CACAHUATE

CASCARA DE

HUEVO

MANGO

PAPAYA

TOMATE

CEBOLLA

FIBRA DE COCO

HOJA DE

MAZORCA

LECHUGA

PAN

PAPA

PEPINO

RESISUOS FLORES

TORTILLA

CRECIERON EN
MOLDE

BOLSA DE TÉ

BORLA CAFÉ

CANELA

BAGAZO LIMÓN

CASCARA DE AJO

CASCARA

AGUACATE

MANGO

PAPA

PIÑA

CEBOLLA

CASCARA DE

TOMATE

HOJA DE

MAZORCA

FRESA

LECHUGA

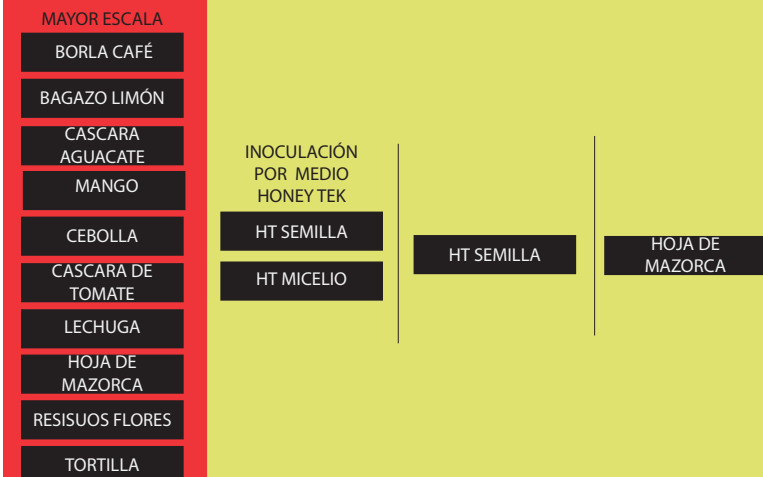
MANZANA

RESISUOS FLORES

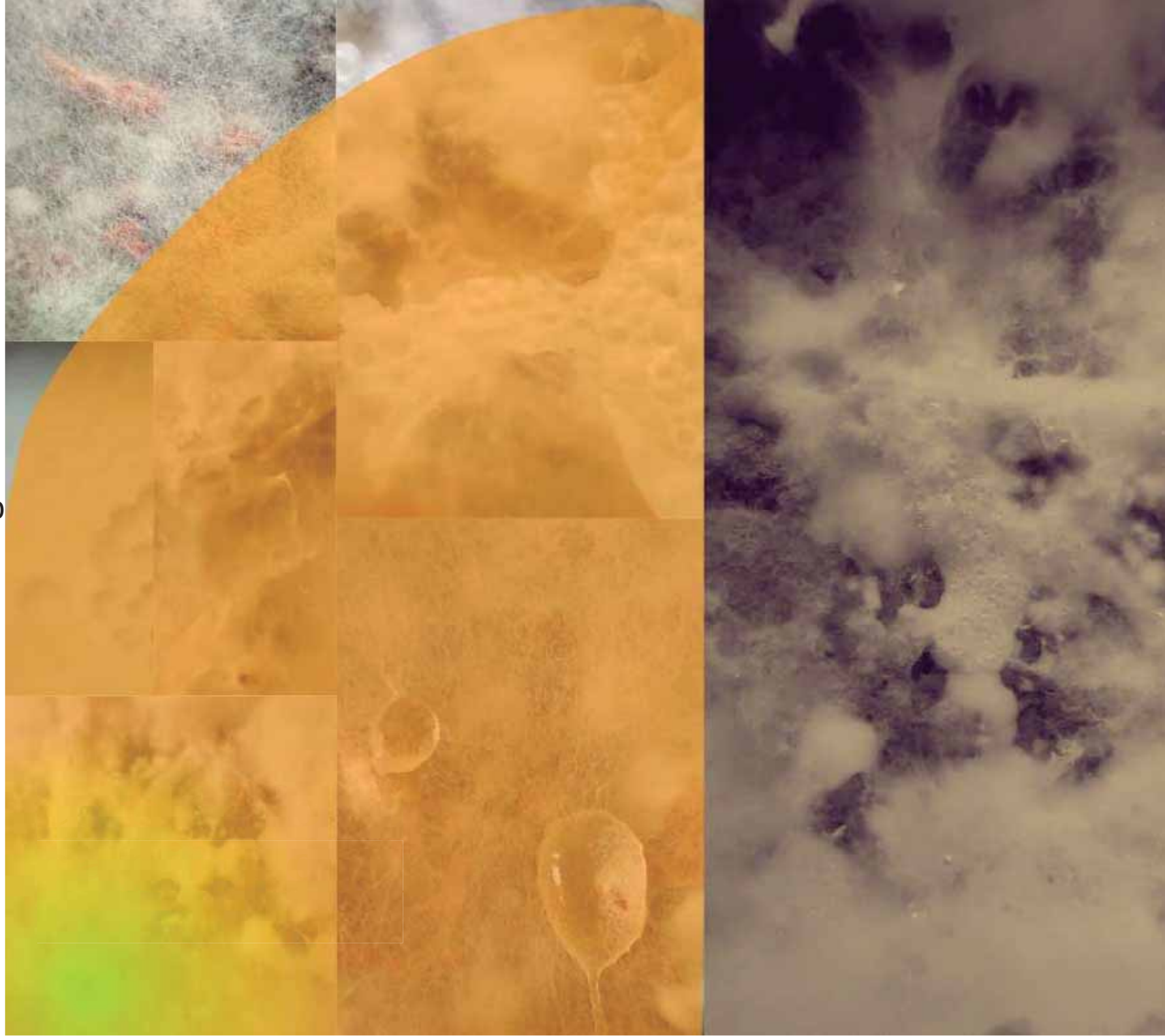
TORTILLA

PROCESO DE
EXPERIMENTACIÓN

protocolo experimental



¿Cómo hacerlo más maleable?
íDEA "CORTINAS"



OTRAS FORMAS DE MATERIALIDAD del micelio

La experimentación es la mayor forma de aproximación a un desarrollo de un biomaterial más aplicable a la arquitectura, durante la primera etapa de experimentación se desarrollaba la idea de utilización del micelio como un medio sólido, rígido, pero con peso ligero, parecido al poliestireno.

En segunda instancia y con base a conclusiones realizadas durante la investigación y experimentación que los sustratos le dan al hongo para ser más rígido o incluso crecer de manera más rápida en un plazo corto de tiempo.

No obstante, durante la experimentación no se había manejado la idea de manipular el inóculo, para darle otras características, resultando que si se dan las condiciones necesarias y agregando aditivos se podría generar un biomaterial con características de poder ser laminas flexibles, simulando algún textil.

Para el proceso experimental de esta etapa se utilizaron dos apoyos bibliográficos uno que ayudó a preparar los medios de cultivo de forma casera y otro que sirvió de apoyo durante toda la experimentación.

Según el Manual de Micotextil, que es una guía de libre uso para el crecimiento, desarrollo y experimentación de biotextiles, explica que se necesitan ciertos elementos y cuidados que deben existir desde el cultivo de la espora hasta la alimentación que se le da al micelio.

ETAPAS DE DESARROLLO



El primer paso es cultivar el micelio en un medio PDA (Agar Dextrosa y Papa). Un medio que comercialmente ya se vende para su preparación, sin embargo, su costo es muy elevado y de venta en volúmenes grandes de producto, por lo que se dispuso el generar uno de manera casera.

medio de cultivo

PREPARACIÓN CASERA



|PDA| (PAPA DEXTROSA AGAR)



PARA 1000 ml

Placas de Petri
Frasco
Colador
Agua oxigenada

Agua 1000 ml.
Papas 250 gr.
Agar Agar 15 gr.
Miel 15 gr.

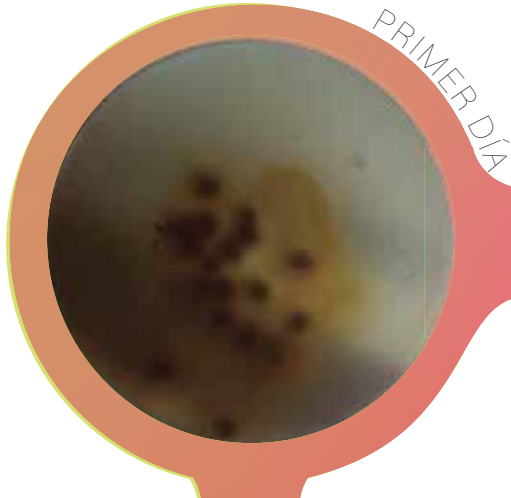


Receta extraída de Vargas Flores, M. E. (2003). Caracterización de tres cepas de *Beauveria Brongniartii* (Saccardo) Petch y su virulencia en *Phthorimaea Operculella* (Zeller) y *Symmetrischema Tangolias* (Gyen)

EVOLUCIÓN DEL medio de cultivo

La espora del micelio reaccionó muy bien, al estar alimentado con glucosa (miel) el crecimiento se comenzó a percibir desde el primer día, si embargo es importante como en todo el proceso que se ha llevado a cabo hasta el momento limpiar correctamente el espacio, los utensilios y esterilizar todo medio con el que el micelio tendrá contacto.
en esta etapa ya se encuentra listo para inocular los medios y se alimentado con el PDB casero.

PRIMER DÍA



FORMA DE CULTIVO Y CONCERCIÓN



TERCER DÍA



QUINTO DÍA



SEXTO DÍA



En este proceso se usaron tapaderas plásticas previamente desinfectadas y sellando con cinta masking que permita un intercambio de gases y a la vez impida el paso a partículas contaminantes.

CULTIVO CONTAMINADO



[etapa 2]: INOCULACIÓN DEL SUSTRATO E INCUBACIÓN

medio de cultivo

PREPARACIÓN CASERA

|PDB| (PAPA CALDO DEXTROSA)

PARA 1000 ml

Frasco
Colador
Agua 1000 ml.
Papas 250 gr.
Miel 20 gr.



134



Este medio de cultivo, es utilizado como forma de alimento para el crecimiento de micelio que se cultivo con anterioridad en el medio PDA.

Para utilizar este medio se optó por experimentar en cuatro diferentes matrices para generar este biotextil. Líquida, tela de algodón, cascara de melón, y sustrato de flores ya colonizado.

Receta extraída de Vargas Flores, M. E. (2003). Caracterización de tres cepas de Beauveria Brongniartii (Saccardo) Petch y su virulencia en Phthorimaea Operculella (Zeller) y Symmetrischema Tangolias (Gyen)

[etapa 2]: INOCULACIÓN DEL SUSTRATO E INCUBACIÓN

matriz de cultivo

En la segunda etapa que hemos tomado como referente del manual del laboratorio de Biofabricación FADEU, se pueden utilizar distintas matrices de cultivo (que serán el medio en el que insertaremos nuestro micelio crecido en el medio PDA), estas pueden ser tanto líquidas, como sustrato seco triturado, de los cuales ya se han manejado con anterioridad en el proyecto, así como matrices provenientes de textiles, preferentemente de fibras orgánicas, como el algodón, el yute o el lino.

Para desarrollar este nuevo protocolo fueron seleccionadas 4 matrices totalmente distintas, en las cuales se cultivará el micelio que será alimentado por el PDB.

Dos en medio líquido: [medio PDB (casero)] [tela de algodón]

Dos es matriz sólida: [cascara de melón] [residuos de flores]

A continuación, se explica el tratamiento y proceso que se le dio a cada matriz, ya sea para estabilizar o esterilizar.

MATRICES Y TRATAMIENTO



|etapa 3|: ALIMENTACIÓN E INCUBACIÓN

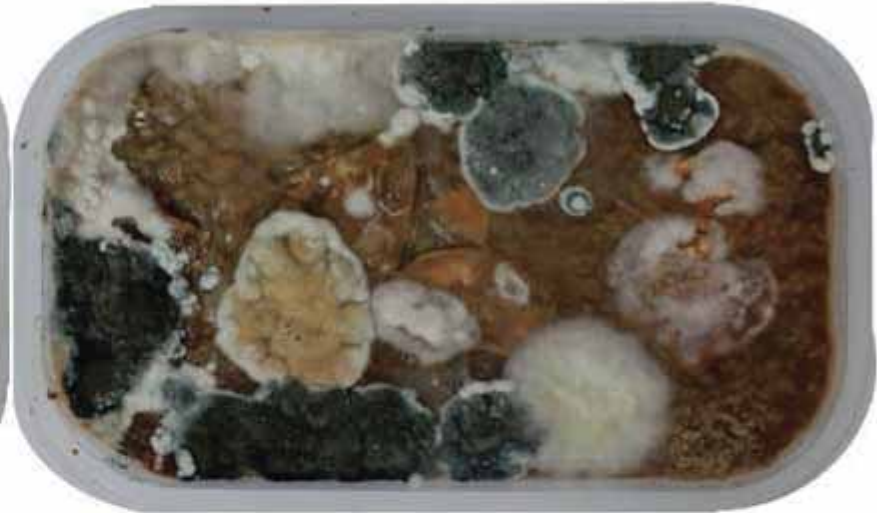
matrices de cultivo

PROCESO EVOLUTIVO

CASCARA DE MELÓN



SEMANA 01



SEMANA 03

PETALOS DE FLOR INOCULIZADA



SEMANA 01



SEMANA 03

La tercera etapa de alimentación se realizó con el medio de cultivo PDB, tanto para matrices líquidas como sólidas, sin embargo, es importante tener en cuenta que el cultivo tiene que estar siempre húmedo, pero sin exceder la alimentación es por eso que se hará

cada 3 días.

El tiempo de crecimiento que se dio para la colonización fueron aproximadamente entre 3 semanas, considerando que el tiempo óptimo es de un mes (4 semanas).

MEDIO DE CULTIVO LÍQUIDO



SEMANA 01



SEMANA 03

137

TELA DE ALGODÓN



SEMANA 01



SEMANA 03

[etapa 3]: ALIMENTACIÓN E INCUBACIÓN



TELA DE ALGODÓN ALIMENTADA CON PDB

Analizando los errores, el primero que se realizó fue el momento de colocar el micelio en las matrices debía de ser solo la piel micológica y no el agar, ya que generó imperfecciones e irregularidades de la superficie. Además, de la cantidad de micelio que se colocó pen relativa a la superficie a colonizar no fue la correcta, ya que deberían de ser más centímetros de micelio.

CASCARA DE MELÓN



textil mi- cológico





etapa 4|: TRATAMIENTO (RECUBRIMIENTO)

INCUBACIÓN

trata m i e n t o

En la última etapa, se retira la muestra a tratar de la zona en donde se estuvo encubando y de su respectivo recipiente, para la aplicación de una capa de glicerina con ayuda de un pincel para poder penetrar todas las superficies de la laminilla, dejando secar a temperatura ambiente, idealmente colgada, durante aproximadamente 15 horas.



140

Glicerina
=
Mantener %
de humedad

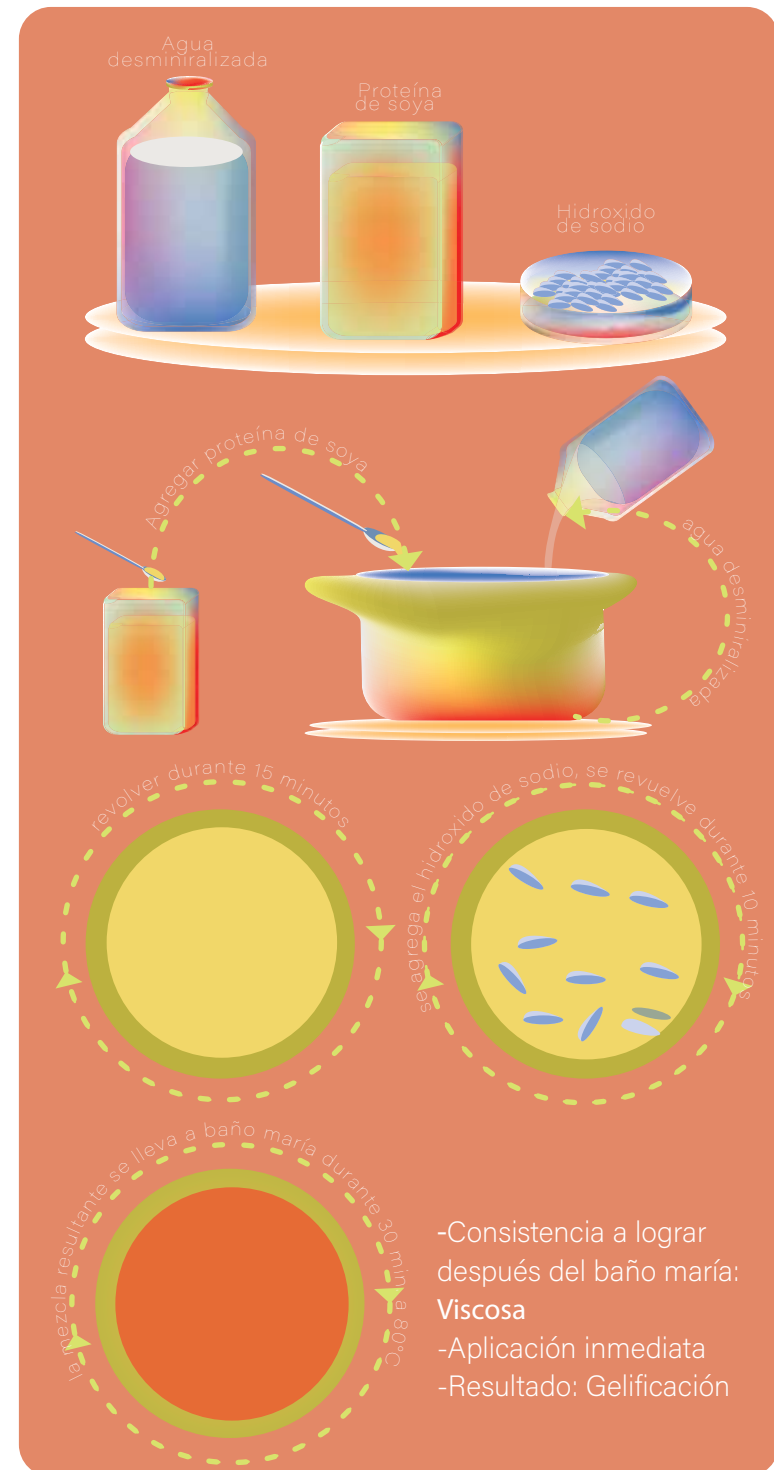


PREPARACIÓN CASERA

Proteína de Soya 10 gr.
Hidróxido de Sodio 2.5M (80 gr)
Agua Desmineralizada 90 gr.

PARA 106 gr.

Proteína de soya	Hidróxido de sodio	Agua desmineralizada
=	=	=
Flexibilidad	Plastificante	Homogeneidad



|etapa 4|: TRATAMIENTO (RECUBRIMIENTO) INCUBACIÓN

recubrimiento

TELA DE ALGODÓN RECUBRIMIENTO DE GLICERINA



TELA DE ALGODÓN CON LOS DOS TRATAMIENTOS



CASCARA DE MELÓN CON DOS TRATAMIENTOS

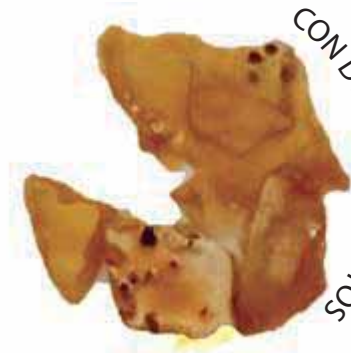


medio
PDA



CON GLICERINA

CON DOS TRATAMIENTOS



HONGO
GANODERMA
ASERRÍN Y CAFÉ

ASERRÍN, CAFÉ
ARROZ

HONGO OSTRA
NARANJA
ASERRÍN

NARANJA
ASERRÍN/CAFÉ

PLATANO
ASERRÍN/CAFÉ

MEJOR
CRECIMIENTO

HONGO
GANODERMA
NARANJA
ASERRÍN

NARANJA
ASERRÍN/CAFÉ

PLATANO
ASERRÍN/CAFÉ

SIN EMBARGO,
FUE LENTO SE
NECESITA
ANALIZAR QUE
DETONO EL
CRECIMIENTO
POR LO QUE SE
OPTA POR
EXPERIMENTAR
CON LOS
SUSTRATOS POR
SEPARADO

SUSTRATO

BOLSA DE TÉ

BORLA CAFÉ

CANELA

BAGAZO LIMÓN

BAGAZO
NARANJA

CASCARA
AGUACATE

CASCARA DE AJO

CASCARA
CACAHUATE

CASCARA DE
HUEVO

MANDARINA

MANGO

MELÓN

PAPAYA

PIÑA

PLATANO

TOMATE

CEBOLLA

FIBRA DE COCO

HOJA DE
MAZORCA

HOJA DE FRESA

JICAMA

PASTO

LECHUGA

MANZANA

PAN

PAPA

PEPINO

RESISUOS FLORES

TORTILLA

ZANAHORIA

SUSTRATO
CREMIENTO
DESARROLADO
EN DOS SEMANAS

BOLSA DE TÉ

BORLA CAFÉ

CANELA

BAGAZO LIMÓN

BAGAZO
NARANJA

CASCARA
AGUACATE

CASCARA DE AJO

CASCARA
CACAHUATE

CASCARA DE
HUEVO

MANGO

PAPAYA

PIÑA

TOMATE

CEBOLLA

FIBRA DE COCO

HOJA DE
MAZORCA

HOJA DE FRESA

JICAMA

PASTO

LECHUGA

PAN

PAPA

PEPINO

RESISUOS FLORES

TORTILLA

ZANAHORIA

CREMIENTO
PROPORCIONAL
AL 50%

BOLSA DE TÉ

BORLA CAFÉ

CANELA

BAGAZO LIMÓN

BAGAZO
NARANJA

CASCARA
AGUACATE

CASCARA
CACAHUATE

CASCARA DE
HUEVO

MANGO

PAPAYA

TOMATE

CEBOLLA

FIBRA DE COCO

HOJA DE
MAZORCA

HOJA DE FRESA

LECHUGA

PAN

PAPA

PEPINO

RESISUOS FLORES

TORTILLA

ZANAHORIA

ETAPA DE
MOLDEADO

BOLSA DE TÉ

BORLA CAFÉ

CANELA

BAGAZO LIMÓN

CASCARA DE AJO

CASCARA
AGUACATE

CASCARA
CACAHUATE

CASCARA DE
HUEVO

MANGO

PAPAYA

TOMATE

CEBOLLA

FIBRA DE COCO

HOJA DE
MAZORCA

LECHUGA

PAN

PAPA

PEPINO

RESISUOS FLORES

TORTILLA

CRECIERON EN
MOLDE

BOLSA DE TÉ

BORLA CAFÉ

CANELA

BAGAZO LIMÓN

CASCARA DE AJO

CASCARA
AGUACATE

MANGO

PAPA

PIÑA

CEBOLLA

CASCARA DE
TOMATE

HOJA DE
MAZORCA

FRESA

LECHUGA

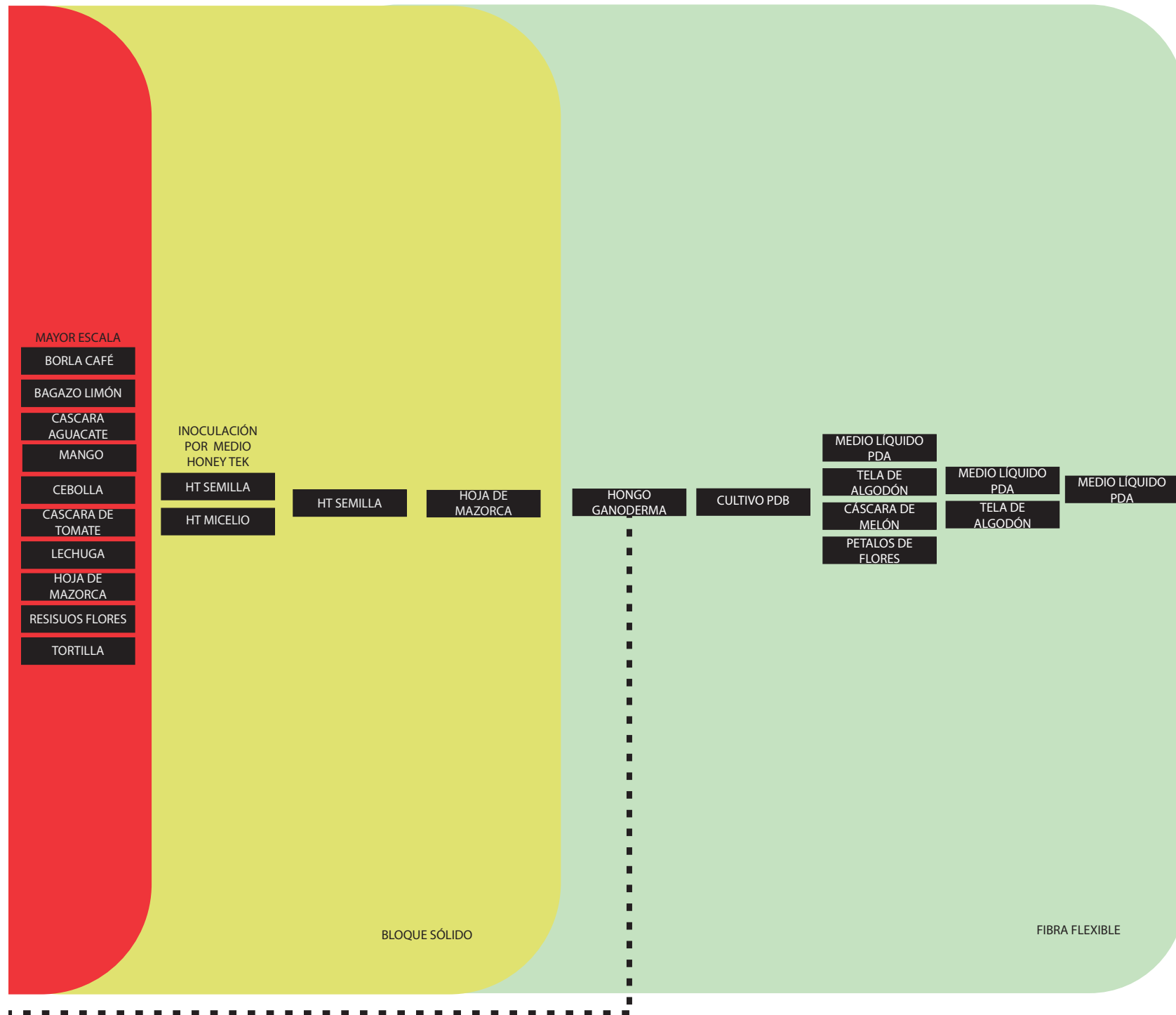
MANZANA

RESISUOS FLORES

TORTILLA

PROCESO DE
EXPERIMENTACIÓN

BLOQUE SÓLIDO



especulación 01

Las siguientes especulaciones parten del alcance al que se llegó en esta tesis, conociendo de que el micelio puede funcionar como estructura autoportante que podría funcionar para generar muros divisorios y que colocando las fibras de micelio se podrían agregar transparencias.



ESPECULACIÓN. MURO DIVISORIO EN CASA HABITACIÓN PERMITIENDO EL PASO DE LUZ
ELABORACIÓN PROPIA

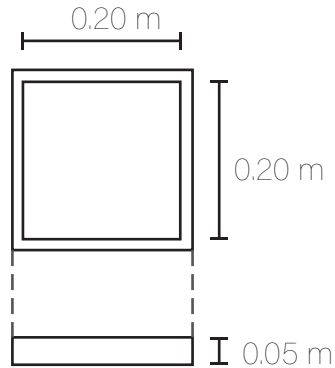
especulación 02



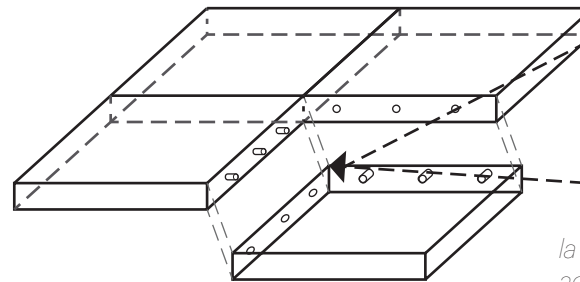
ESPECULACIÓN. MUROS DIVISORIOS INTEGRÁNDOSE AL ESPACIO CREANDO FORMAS Y TEXTURAS TRANSLUCIDAS Y OPACAS, INCLUSIVE UTILIZÁNDOLO COMO PANELES DE CORCHO. ELABORACIÓN PROPIA

especulación moldeado

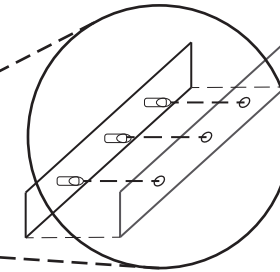
MOLDE BASE PANEL



UNIÓN PANELES



detalle de unión de los paneles de micelio

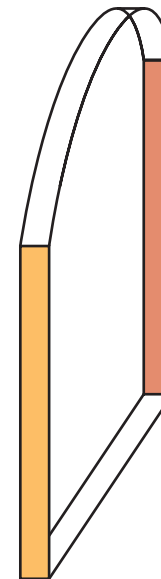
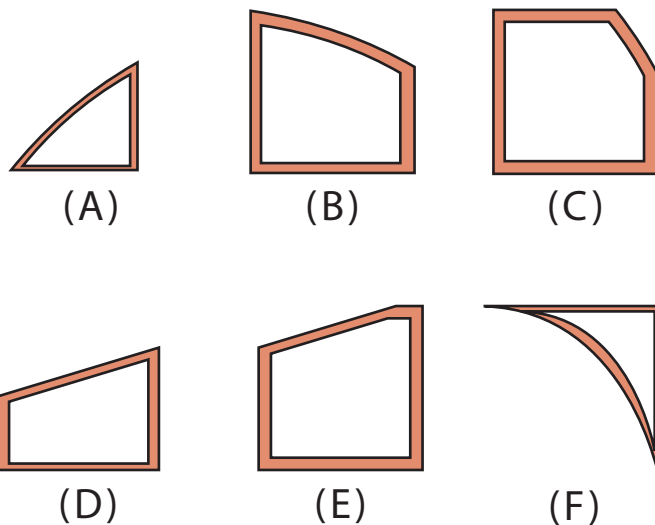


la unión se plantea realizar por medio de huecos y agregar pernos de madera para conectar los paneles, estos elementos se deberán realizar en el momento del moldeado para que la pieza se genere sin fracturas y se consolide de manera correcta.

146

PIEZAS PARA MOLDES

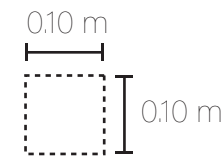
para el proceso de moldeado se optara por realizar moldes de plástico termoformado, que permitira darle la forma deseada y exacta además de la posibilidad de reutilizarlo.



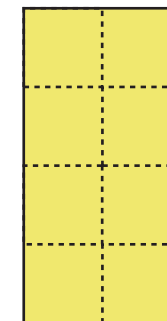
MARCO PARA ESTRUCTURA

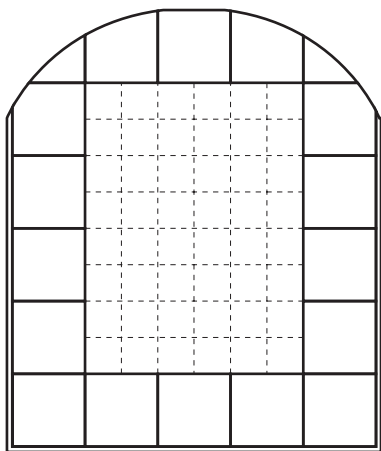
MICOTEXTIL

la unión se podría realizar por medio de un pegamento a base agar agar o por confección de maquina para coser

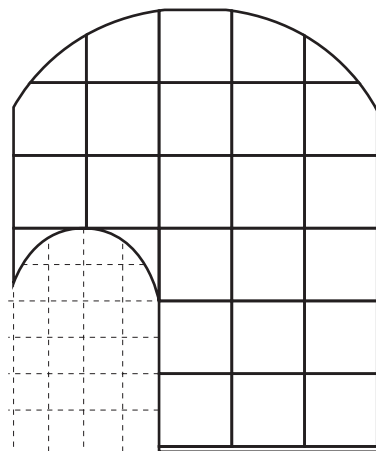


moldeado en membranas de 10x10 cm.

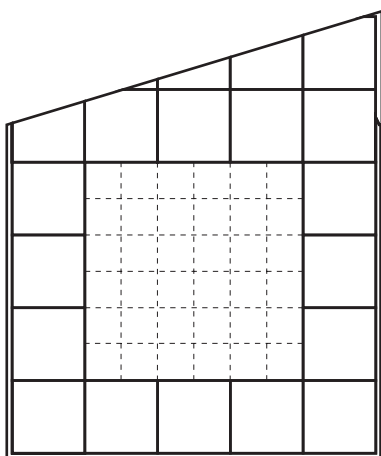




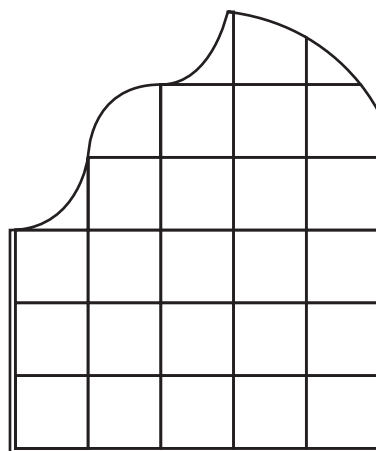
(A)



(C)



(B)



(D)

posibles configuraciones

147

PANEL MICELIO 20X20 CM
MICOTEXTIL 10X10CM

conclusión

Para esta conclusión se parte de dos lugares, en el que existen suficientes recursos - abundancias para explorar e incluso explotar, y el segundo donde recae la parte tecnológica, en la que las herramientas con las que se necesita contar y el espacio apto para realizar estas prácticas salen naturalmente de las manos sino se tiene un laboratorio o apoyo económico.

No descarto la idea de los procesos tropicalizados para la creación de un bioembasado sin embargo, a lo largo de este proyecto pude notar las diferencias y el impacto que sea crea a partir de tener las condiciones necesarias por ejemplo,

El tiempo de cosecha podría ser más corto, si se tuvieran espacios como incubadoras que permitiera mantenerlos en una temperatura constante

El volumen de fabricación, el volumen de fabricación puede aumentar teniendo en cuenta el espacio para preparar el sustrato en el secado o deshidratación del mismo, así como en el procesamiento de cortar y darle las dimensiones necesarias para convertirse en sustrato

Por otro lado, el proceso de esterilización tendría que llevarse de manera industrial utilizando tambos en lugar de ollas de presión.

Disminución de contaminantes, si bien es cierto que con la ayuda de la incubadora podría disminuir el porcentaje de contaminación de una muestra, también la inoculación en una cámara de flujo podría disminuir por completo el peligro de contaminantes.

Sin embargo, esta primera exploración deja entender que los biomateriales por procesos tropicalizados están latentes y comienzan a facilitar el acceso y manipulación a las nuevas materialidades.

Cuando el proceso de cosecha se aprendió y ha sido reproducido de manera correcta, se realizan observaciones para poder realizar otros tratamientos y así otorgarles otras características y propiedades al material.

Esta tesis, deja abiertas las puertas a próximas investigaciones a partir del diseño del experimento y un primer acercamiento al posible desarrollo de materiales biofabricados en base a micelio





lista de referencias

150

- ADESPER. (2021). *Biodiversidad Fúngica*. Adesper.com. <http://www.adesper.com/projects/biodiversidadfungica/contact.php>
- Aguirre-Acosta, E., Ulloa, M., Aguilar, S., Cifuentes, J., & Valenzuela, R. (2014). *Biodiversidad de hongos en México*. Revista mexicana de biodiversidad, 85, 76-81.
- Brundrett, M. C. (2002). *Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants*. New Phytologist, 154(2), 275-304. doi: 10.1046/j.1469-8137.2002.00397.x
- Casas Godoy, L., & Barrera Martínez, I. (2021). *Revalorización de residuos agroindustriales: Caso Jalisco*. Ciatej.mx. <https://ciatej.mx/el-ciatej/comunicacion/Noticias/Revalorizacion-de-residuos-agroindustriales--Caso-Jalisco/194>
- Contreras, A. (2018). *¿Qué es la economía circular? Tres expertos mundiales exponen su mirada en Chile* - País Circular. Retrieved 20 October 2021, from <https://www.paiscircular.cl/consumo-y-produccion/que-es-la-economia-circular-tres-expertos-mundiales-reunidos-hoy-en-santiago-entrena-su-mirada/>
- Cornejo-Tenorio, G., Sánchez-García, E., Flores-Tolentino, M., Santana-Michel, F. J., & Ibarra-Manríquez, G. (2013). *Flora y vegetación del cerro El Águila, Michoacán, México*. Botanical Sciences, 91(2), 155–180.
- Fichas Micológicas*, <https://www.fichasmicologicas.com>
- Guía de Hongos de los Alrededores de Morelia / Morelia, Mich., México*: UMSNH, Museo de Historia Natural Manuel Martínez Solórzano, c 2009 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo 378 pp.
- Hoff, M. (2021). *How Fungi Can Clean Up Pollution — Biological Strategy* — AskNature. Asknature.org. <https://asknature.org/strategy/the-fungi-that-clean-up-pollution/>
- Kendrick, B. 2000. *The Fifth Kingdom*. Third Edition. Focus Publishing, Newburyport, MA.
- Kuhar, J. F., Castiglia, V. C., & Papinutti, V. L. (2013). *Reino Fungí: morfologías y estructuras de los hongos*.
- ONU. (2020). *Emisiones del sector de los edificios alcanzaron nivel récord en 2019: informe de la ONU*. UN Environment. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/emisiones-del-sector-de-los-edificios-alcanzaron-nivel>
- Rodríguez Jara, S. (2017) *Material biobasado compuesto por el micelio de hongos descomponedores de madera y residuos agroindustriales*. RChD: creación y pensamiento, 3(5), 1-15

Saval, S. (2012). *Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro*. Revista Facultad de Ciencias Básicas, 16(02), 14–46. https://www.academia.edu/23775116/Aprovechamiento_de_Residuos_Agroindustriales_Pasado_Presente_y_Futuro

Secretaria de Desarrollo Rural y Medio Ambiente. (2021). *Atlas Agroalimentario Morelia 2021* (1.a ed.). <https://en15dias.com/wp-content/uploads/2021/07/ATLAS-AGROALIMENTARIO-2021-SEDRUMA.pdf>

Singh, J., Sung, K., Cooper, T., West, K., & Mont, O. (2019). *Challenges and opportunities for scaling up upcycling businesses – The case of textile and wood upcycling businesses in the UK*. *Resources, Conservation And Recycling*, 150, 104439. doi: 10.1016/j.resconrec.2019.104439

ViSci. (2018). *CLASIFICACIÓN DE LOS HONGOS: Reino fungi* [YouTube Video]. In YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=udQLiwEk2tU>

Cristine Padilla Lituma. (2019). *The Growing Pavilion: la belleza y el poder de los bio materiales*. Mycomaker. <https://mycomaker.club/the-growing-pavilion-la-belleza-y-el-poder-de-los-bio-materiales/>

Consumidor. (2021). Contaminación por plástico. Gob. mx. <https://www.gob.mx/profeco/es/articulos/contaminacion-por-plastico?idiom=es#:~:text=Pl%C3%A1stico%20en%20n%C3%BAmeros,desechan%20tras%20un%20solo%20uso.>

Saval, S. (2012). *Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro*. Revista Facultad de Ciencias Básicas, 16(02), 14–46. https://www.academia.edu/23775116/Aprovechamiento_de_Residuos_Agroindustriales_Pasado_Presente_y_Futuro

Semarnat (2016). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. Edición 2015. Semarnat. México. 2016.

Alberto, C., Razo, G., & Delgado, O. (2012). COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN DOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 28 Sup, 1, 13–18. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v28s1/v28s1a3.pdf>

Dejtari, F. (2021, October 27). Construyendo con hongos en Argentina: El Refugio Fúngico a base de micelio en Bariloche. ArchDaily México. https://www.archdaily.mx/mx/970923/construyendo-con-hongos-en-argentina-el-refugio-fungico-a-base-de-micelio-en-bariloche?ad_source=search&ad_medium=projects_tab&ad_source=search&ad_medium=search_result_all

Haneef, M., Ceseracciu, L., Canale, C., Bayer, I. S., Heredia-Guerrero, J. A., & Athanassiou, A. (2017). Advanced Materials From Fungal Mycelium: Fabrication and Tuning of Physical Properties. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/srep41292>

Chang, S. T., & Miles, P. (2004). MUSHROOMS Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and

Environmental Impact (2.a ed.). CRC Press. <https://sayedmaulana.files.wordpress.com/2011/02/mushrooms.pdf>

Vargas Flores, M. E. (2003). Caracterización de tres cepas de *Beauveria Brongniartii* (Saccardo) Petch y su virulencia en *Phthorimaea Operculella* (Zeller) y *Symmetrischema Tangolias* (Gyen) (Título profesional de Biólogo). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	SUSTRATO	CRECIMIENTO	FRUCTIFICA	TIPO
Agaricus Campestris	Hongo de llano	Materia orgánica	Lugares abiertos	Mayo-Junio	Comestible
Agaricus silvaticus	Godorniz	Materia orgánica	Hojarasca del bosque	Agosto-Octubre	Comestible
Agaricus silvicola	Llanerito	Materia orgánica	Hojarasca del bosque	Agosto-Octubre	Comestible
Amanita Basii	Amarillo	Materia orgánica	Hojarasca del bosque (encino, pino y oyamel)	Junio-Julio	Comestible
Amanita Caesarea	Sanrtiago	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Junio-Julio	Comestible
Amanita Fulva	Pollita	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Agosto-Septiembre	Comestible
Amanita Gemmata	Hongo loco	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Julio-Agosto	Tóxico
Amanita Hemibapha	Amarillo	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Junio-Julio	Comestible
Amanita Muscaria	Mosquero	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Junio-Septiembre	Comestible
Amanita Pantherina	Falso Mosquero	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Julio-Septiembre	Tóxico
Amanita Rubescens	-	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Julio-Septiembre	Comestible
Amanita Tecomate	Tecomate	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Junio-Julio	Comestible
Amanita Tuza	Hongo Tuza	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Julio-Septiembre	Comestible
Amanita Vaginata	Hongo de venado	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Julio-Septiembre	Comestible
Amanita Virosa	Hongo Blanco	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Julio-Agosto	Tóxico
Armillaria Luteovirens	Amarillo	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Julio-Octubre	Comestible
Armillariella Mellea	-	Materia orgánica	Madera en descomposiciór	Julio-Octubre	Comestible
Armillariella Polymyces	Clavito	Materia orgánica	Madera en descomposiciór	Julio-Octubre	Comestible
Clitocybe Gibba	Clavitos	Materia orgánica	Hojarasca del bosque	-	Comestible
Collybia Butyracea	-	Materia orgánica	Hojarasca del bosque	-	Comestible
Collybia Dryophila	-	Materia orgánica	Hojarasca del bosque	Agosto	Comestible
Coprinus Commatus	Hongo de Jardín	Materia orgánica	Herbáceas	Julio-Septiembre	Comestible
Coprinus Micaceus	-	Materia orgánica	Madera en descomposiciór	-	No comestible
Cortinarius Alboviolaceus	-	Materia orgánica	Raíces de los árboles	-	No comestible
Cortinarius Violaceus	-	Materia orgánica	Raíces de los árboles	-	Comestible
Hygrocybe Coccinea	-	Materia orgánica	Herbáceas	Julio-Octubre	Comestible
Hygrocybe Conica	-	Materia orgánica	Herbáceas	Agosto	Tóxico
Hygrophoropsis Aurantiaca	Santa María	Materia orgánica	Hojarasca	Julio-Agosto	Comestible
Hygrophorus Russula	-	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Agosto-Sempriembre	Comestible
Hypholoma Fasciculare	Amarillo malo	Materia orgánica	Madera en descomposiciór	Agosto-Septiembre	Tóxico
Hypomyces Lactifluorum	Orejas de San Pedro	Materia orgánica	Hojarasca del bosque	Julio-Octubre	Comestible
Laccaria Amethystyna	Clavitos	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Junio-Octubre	Comestible
Laccaria Laccata	Hongos de Lima	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Junio-Octubre	Comestible
Laccaria Proxima	Hongos de Lima Grande	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Junio-Octubre	Comestible
Lactarius Deliciosus	Enchilado	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Agosto-Septiembre	Comestible
Lactarius Indigo	Añil	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Agosto-Septiembre	Comestible
Lactarius Piperatus	-	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Julio-Septiembre	Comestible
Lactarius Salmonicolor	Enchilado de Oyamel	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Agosto-Septiembre	Comestible
Lactarius Volemus	-	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Agosto-Septiembre	Comestible

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	SUSTRATO	CRECIMIENTO	FRUCTIFICA	TIPO
Lepiota Clypeolaria	-	Materia orgánica	Hojarasca del bosque	-	Tóxico
Lepista Nuda	-	Materia orgánica	Hojarasca del bosque	-	Comestible
Leucogaricus Molybdites	-	Materia orgánica	Hojarasca del bosque	Agosto-Septiembre	Tóxico
Lyophyllum Connatum	Guachitas	Materia orgánica	Hojarasca del bosque	Junio-Julio	Comestible
Lyophyllum Decastes	Montocito	Materia orgánica	Hojarasca del bosque	Junio-Julio	Comestible
Lyophyllum aff. Loricatum	Clavitos	Materia orgánica	Hojarasca	Junio-Julio	Comestible
Macrolepiota Procera	Paragüitas	Materia orgánica	Hojarasca del bosque	Agosto-Septiembre	Comestible
Marasmius Spegazinii	-	Materia orgánica	Herbáceas	-	No comestible
Omhalotus Mexicanus	Hongo azul malo	Materia orgánica	Sobre troncos	Julio-Septiembre	No comestible
Pholiota Scurrosa	-	Materia orgánica	Madera muerta	Julio-Agosto	Comestible
Pholiota scurrosoides	-	Materia orgánica	Madera muerta	Julio-Agosto	Comestible
Russula Brevipes	Hongo Blanco	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Agosto-Septiembre	Comestible
Russula Emetica	-	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Agosto-Septiembre	Tóxico
Russula Foetens	-	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Agosto-Septiembre	Tóxico
Tricholoma Flavovirens	-	Materia orgánica	Hojarasca del bosque	-	Comestible
Tricholoma Magnivelare	Matzutake	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Julio-Agosto	Comestible

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	SUSTRATO	CRECIMIENTO	FRUCTIFICA	TIPO
Boletellus Coccineus	-	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Agosto-Septiembre	Comestible
Boletus aestivalis	Panza	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Agosto-Septiembre	Comestible
Boletus Frostii	Pambazo	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Agosto-Septiembre	Comestible
Boletus Separans	Cema	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Agosto-Septiembre	Comestible
Boletus Varilipes	Cema	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Agosto-Septiembre	Comestible
Polyporus tricholoma	-	Materia orgánica	Madera	Septiembre	No comestible
Suillus Cothurnatus	Pambazo	Materia orgánica	Raíces de los pinos	-	No comestible
Suillus Granulatus	Pambazo	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Junio-Octubre	Comestible
Suillus Tomentosus	Pambazo	Materia orgánica	Hojarasca	Temporadas de lluvia	Comestible
Strobilomyces Floccopus	-	Materia orgánica	Hojarasca	Julio-Agosto	Comestible

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	SUSTRATO	CRECIMIENTO	FRUCTIFICA	TIPO
Auriscalpium Vulgare	-	Materia orgánica	Piñas de los pinos	-	No comestible
Dentinum Repandum	Clervita	Materia orgánica	Madera en descomposición	Agosto-Septiembre	Comestible
Sarcodon aff. Scabrosum	Diente de venado	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Julio-Agosto	Comestible
Sarcodon Imbricatus	Diente de venado	Materia orgánica	Madera en descomposición	Julio-Agosto	Comestible

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	SUSTRATO	CRECIMIENTO	FRUCTIFICA	TIPO
Cantharellus Cibarius	Flor de durazno	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Agosto-Septiembre	Comestible
Gomphus Clavatus	-	Materia orgánica	Herbáceas	-	Comestible
Gomphus Floccosus	Enchilado	Materia orgánica	Herbáceas	-	Comestible

ANEXO 1

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	SUSTRATO	CRECIMIENTO	FRUCTIFICA	TIPO
Calostoma Cinabarinum	-	Materia orgánica	Restos de madera	Julio-Agosto	No comestible
Calvatia Cyathiformis	Pata rata	Materia orgánica	Orillas de bosques	Agosto-Septiembre	Comestible
Geastrum Saccatum	Flor de tierra	Materia orgánica	Hojarasca	Junio-Septiembre	Comestible
Geastrum Triplex	Flor de tierra	Materia orgánica	Hojarasca de bosque	Junio-Septiembre	No comestible
Lycoperdon Perlatum	Pedos de burro	Materia orgánica	Herbáceas	Agosto-Septiembre	Comestible
Scleroderma Aerolatum	-	Materia orgánica	Suelo de bosque	Agosto-Septiembre	Tóxico
Ustilago Maydis	Huitlacoche	Materia orgánica	Planta de maíz	-	Comestible

Clavaria Vermicularis	-	Materia orgánica	Hojarasca	Agosto-Septiembre	No comestible
Clavariadelphus Pistillaris	Deditos	Materia orgánica	Hojarasca del piso	Agosto-Septiembre	Comestible
Cardiceps Capitata	-	Materia orgánica	Suelo subterráneo	Agosto-Septiembre	No comestible
Hydnopolyporus Fimbriatus	-	Materia orgánica	Hojarasca de árboles	Temporada de lluvias	Comestible
Hydnopolyporus Palmatus	-	Materia orgánica	Troncos vivos o muertos	Junio-Septiembre	Comestible
Ramaria Araiopora	Patas de pájaro	Materia orgánica	Hojarasca de árboles	Agosto-Septiembre	Comestible
Ramaria Botrytis	Patas de pájaro	Materia orgánica	Hojarasca de bosques	Agosto-Septiembre	Comestible
Ramaria Fenica	Patas de pájaro	Materia orgánica	Hojarasca de bosques	Agosto-Septiembre	Comestible
Ramaria Flava	Cuernitos de venado	Materia orgánica	Hojarasca de bosques	Agosto-Septiembre	Comestible
Ramari Flavigelatinosa	Escobeta	Materia orgánica	Hojarasca de bosques	Agosto-Septiembre	Comestible
Ramari Formosa	Escobeta mala	Materia orgánica	Hojarasca de bosques	Agosto-Septiembre	Tóxico
Ramari Rubiginosa	Patas de pájaro	Materia orgánica	Hojarasca de bosques	Agosto-Septiembre	Comestible
Ramari Stricta	Escobeta mala	Materia orgánica	Madera en descomposició	Agosto-Septiembre	No comestible
Ramari Subbotrytis	Escobeta	Materia orgánica	Hojarasca de bosques	Agosto-Septiembre	Comestible
Sparassis Crispa	-	Materia orgánica	Madera en bosques	Junio-Agosto	Comestible
Tremellodendron Pallidum	-	Materia orgánica	Hojarasca de bosques	Agosto-Septiembre	Comestible
Xylaria Hypoxylon	-	Materia orgánica	Madera de bosques	Septiembre	No comestible

Nombre científico	Nombre Común	Sustrato	CreCIMIENTO	Fructifica	Tipo
Crepidotus variabilis	-	Materia orgánica	Restos de madera	-	No comestible
Fistulina Guzmanii	-	Materia orgánica	Madera muerta	Julio-Octubre	No comestible
Fistulina Hepática	-	Materia orgánica	Madera muerta	Julio-Octubre	Comestible
Ganoderma Lucidum	-	Materia orgánica	Restos de madera	Julio-Octubre	Comestible
Hexagonia Papyracea	-	Materia orgánica	Madera caída	Septiembre	No comestible
Lenzites Saepiaria	-	Materia orgánica	Madera caída	Septiembre	No comestible
Merulius Incarnatus	-	Materia orgánica	Troncos	Agosto-Septiembre	No comestible
Schizophyllum Commune	-	Materia orgánica	Madera caída	Agosto-Septiembre	No comestible
Trametes versicolor	Hongo de palo	Materia orgánica	Madera caída	Agosto-Septiembre	Comestible

Nombre científico	Nombre Común	Sustrato	CreCIMIENTO	Fructifica	Tipo
Aleuria Aurantia	-	Materia orgánica	Suelos perturbados	Agosto-Octubre	Comestible
Cyathus Striatus	-	Materia orgánica	Madera en descomposición	Julio-Octubre	No comestibles
Humaria Hemisphaerica	-	Materia orgánica	Suelos húmedos	Temporada de lluvias	No comestibles
Peziza Atrovinosa	-	Materia orgánica	Musgos en el bosque	Temporada de lluvias	No comestibles
Peziza Badiocnusa	-	Materia orgánica	Musgos	Agosto-Octubre	Comestible
Sarcoscypha Occidentalis	-	Materia orgánica	Madera muerta	Junio-Septiembre	Comestible
Gyromita Infula	-	Materia orgánica	Hojarasca o madera	Agosto-Octubre	Tóxico
Helvella Crispa	Gachupín	Materia orgánica	Bordes de caminos	Agosto-Octubre	Comestible
Helvella Elastica	Oreja de ratón	Materia orgánica	Bordes de caminos	Agosto-Octubre	Comestible
Helvella Lacunosa	-	Materia orgánica	Raíces de los árboles	Agosto-Octubre	Comestible
Morchella Elata	Colmena	Materia orgánica	Bordes de caminos	Agosto-Octubre	Comestible
Morchella Esculenta	Colmenilla	Materia orgánica	Bordes de caminos	Agosto-Octubre	Comestible

Nombre científico	Nombre Común	Sustrato	CreCIMIENTO	Fructifica	Tipo
Dacrymyces	-	Materia orgánica	Ramas y troncos de árboles	Agosto-Septiembre	Comestible
Leotia Lubrica	-	Materia orgánica	Piso de bosque	Agosto-Octubre	Comestible
Pseudohydnum gelatinosum	-	Materia orgánica	Hojarasca	Agosto-Octubre	Comestible
Tremella foliacea	-	Materia orgánica	Ramas y troncos de árboles	Agosto-Septiembre	Comestible
Tremella Reticulata	-	Materia orgánica	Madera podrida	Agosto	Comestible

A N E X O 2

Cálculo de compresión

DATOS:

$D = 2.5 \text{ cm}$

$r = 1.25 \text{ cm}$

$\text{Peso} = 1 \text{ kg} + 0.132 \text{ gr}$

$\text{Peso total} = 1.132 \text{ kg}$

Área de presión o esfuerzo

$A = \pi(r^2)$

$A = 3.1416(1.25 \text{ cm})^2$

$A = 4.908 \text{ cm}^2$

$\text{Esfuerzo} = \text{Peso Total} / A$

$= 1.132 \text{ kg} / 4.908 \text{ cm}^2$

$= 0.23 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo o presión aplicada

0.23 kg/cm^2

