

# COLEGIO SANTO TOMÁS DE AQUINO

## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

SYCELLIUM

Modalidad: Proyecto de investigación en formato convencional

Autores

ZUE NATALIA DOMÍNGUEZ MONTAÑA

SARAH DEL SOL MELÉNDEZ GALINDO

NICOLÁS OTÁLORA URIBE

Director

DIANA MILENA ANGARITA ARDILA

Licenciada en Química

BOGOTÁ D.C., COLOMBIA

NOVIEMBRE, 2023

COLEGIO SANTO TOMÁS DE AQUINO  
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

RECTOR DEL COLEGIO

Fr. Aldemar Valencia Hernández, O.P.

VICERRECTOR

Fr. Jaime Andrés Argüello Parra, O.P.

SÍNDICO

Fr. César Orlando Urazán García, O.P.

MAESTRA DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Sonia Esperanza Gómez Rojas

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Diana Milena Angarita Ardila

### **Agradecimientos**

En primer lugar, agradecer a Daniela Quijada, una de las investigadoras de este trabajo quien por motivos familiares tuvo que migrar del país, por todo su apoyo en los cimientos del proyecto y la redacción de gran parte de él. También, por su motivación, aún desde lejos, a seguir en la búsqueda de nuestros resultados y terminar satisfactoriamente la investigación, una idea un poco abstracta, pero que poco a poco fue tomando forma. De la misma manera, a la maestra Sonia Gómez quién nos enseñó cómo redactar este documento desde ceros, nos exigió una buena redacción y preparación del mismo, estuvo de nuestro lado y con paciencia esperando que nuestro producto surgiera como lo esperado; a ella, mil gracias, sin su mano no estaríamos hoy escribiendo estas palabras, ni decididos por este proyecto de grado, pues en un principio fue idea suya, por la ambición y futuro que prometía.

Por otro lado, le deseamos agradecer a nuestra tutora, Diana Angarita, la cual ha sido fundamental en el desarrollo de esta investigación. Gracias a sus conocimientos, paciencia y guía constante, hemos sido capaces de superar obstáculos y alcanzar resultados.

No podemos olvidar, a la profesora Natalia Osorio, a quien le agradecemos su valiosa asistencia y acompañamiento en el proceso de experimentación, que fueron elementos imprescindibles para el éxito de este trabajo.

### Resumen

Los plásticos de un solo uso han desempeñado un papel de contaminante ambiental que ha venido pasando desde los años treinta. Por tal motivo, los investigadores plantearon una propuesta de sustitución a los anteriores, para mermar su consumo a partir del material ecológico *Sycellium*, buscando implementar, con este, una alternativa al uso de este tipo de producto. Para efectuar el objetivo ya mencionado, desde una metodología de experimentación, se plantea como herramienta un proceso de reingeniería, con base en lo conocido del material. Derivando en resultados viables en la teoría, pero no en la práctica; los cuales se analizan desde enfoques teóricos y prácticos, pues al ser un proyecto científico-práctico pionero en la institución, se presentaron ciertos inconvenientes que dificultaron la parte experimental del trabajo investigativo. Sin duda, este proyecto involucra un ámbito social y ambiental importante que logra destacar en todo sentido, visto como una oportunidad de mejora para la situación actual de contaminación, y motivación para investigaciones de este tipo en el futuro.

*Palabras clave:* Micotectura, Micelio, Aserrín, *Agaricus bisporus*, *Sycellium*, Plásticos, Contaminación.

### Abstract

Single-use plastics have played a role as an environmental pollutant that has been happening since the 1930s. For this reason, the researchers presented a substitution proposal for plastics, in order to reduce their consumption with the ecological material *Sycellium*, seeking to implement a new alternative to the use of this type of product.

In order to achieve the aforementioned objective, from an experimental methodology, a reengineering process is proposed as a tool, based on the knowledge of the material. Deriving, in theory, in viable results, but not viable in practice; which are analyzed from theoretical and practical approaches, since being a pioneer scientific-practical project in the institution, there were certain inconveniences that hindered the experimental part of the research work.

Undoubtedly, this project involves an important social and environmental area that manages to stand out in every sense, seen as an opportunity to improve the current contamination situation, and motivation for research of this type in the future.

*Key words:* Mycotecture, Mycelium, Scobe, *Agaricus bisporus*, *Sycellium*, Plastics, Pollution.

## Introducción

El presente trabajo expone una alternativa al empleo de plásticos de un solo uso, con el fin de mitigar los numerosos desechos de estos materiales. Teniendo en cuenta esto, se presenta el *Sycellium* como un sustituto que reduce el impacto ambiental causado por dicha problemática, gracias a sus propiedades físicas que le permiten degradarse en un máximo de 45 días, además, proporcionan una resistencia al moho, agua y fuego, al mismo tiempo que sus componentes le permiten ser un producto compostable (Mushroom Packaging, 2022).

Este proyecto nace desde una perspectiva ambientalista, enmarcada en el proyecto transversal ambiental desarrollado en el Colegio Santo Tomás de Aquino durante el año 2021. En busca de un emprendimiento verde creamos el *Sycellium*, el cual fue presentado por primera vez, como prototipo, en la feria científico-ambiental del mismo año. Luego de ser expuesto, surge la idea conjunta de aplicarlo al proyecto de grado estableciendo la pregunta de investigación: ¿Por qué el material ecológico denominado *Sycellium* y su manufactura puede suplir el poliestireno expandido y el plástico, minimizando el impacto ambiental que estos materiales generan?

Al empezar la investigación, se conocieron las elevadas cifras de contaminación por plásticos en el mundo y la falta de normativa frente al uso de estos, por parte de entes de control nacional como el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible; de igual forma, es limitado el número de alternativas sostenibles, haciendo necesario el desarrollo del proyecto. En consecuencia, se propuso el siguiente objetivo general: Plantear una propuesta de sustitución a los plásticos, para mermar su consumo a partir del material ecológico *Sycellium*. Después, se seleccionaron estudios relevantes y afines al actual, de modo que tomemos en cuenta sus trabajos, sus éxitos y errores, en pro de una mejoría y enriquecimiento del *Sycellium*; sin

embargo, no se hallaron estudios similares, puesto que muchos plásticos biodegradables se han producido a nivel regional, pero ninguno con las mismas características de este. Únicamente, la empresa Ecovative Design ubicada en los EE.UU., ha presentado un producto similar, junto con varias adaptaciones para su uso en todo ámbito.

En lo que se refiere a metodología, se trabajó la experimentación con un enfoque mixto, además, la técnica seleccionada fue el método científico, utilizando como instrumento, los diarios de campo, realizados cada día para la revisión del experimento, lo cual permitirá trabajar los prototipos y demás actividades científicas asociadas al proyecto.

Dentro de la institución se manejan tres líneas de investigación, cada una con un enfoque distinto, siendo así la línea, San Alberto Magno: Tecnología, Innovación y Sostenibilidad, del área estratégica de Ciencias Exactas y Naturales del Colegio Santo Tomás de Aquino, la que corresponde a este trabajo.

En concordancia con la organización sugerida, se estableció una estructura dividida en cinco capítulos: el primero, constituido por el planteamiento problema y la pregunta problematizadora, cuatro objetivos (uno general y tres específicos), seguido por la justificación y los antecedentes investigativos. Con respecto al segundo apartado, contiene el marco teórico con dos categorías: micotectura y reingeniería, y tres subcategorías: aserrín, micelio y glicerina, las cuales son importantes para realizar y comprender los análisis de resultados junto con el estudio de teóricos como los encontrados en Córdor y Quezada (2019) y Hammer y Champy (1993/1994) respectivamente para cada categoría. En cuanto al tercero, estará compuesto por la metodología, el enfoque, la línea de investigación, descripción del proyecto, el cronograma, la técnica y el instrumento. En el cuarto capítulo, se expone acerca del análisis de resultados, el cual se ha elaborado basándose en tres subcapítulos: Hongos al poder, Cambiando el mundo y

¡Plásticos no!, en los cuales se expuso el proceso, impedimentos y resultados del prototipo y la reingeniería. En el quinto, se presentan las conclusiones y las hipótesis que surgieron en el desarrollo del trabajo. Finalmente, en los anexos se encuentra información relevante y evidencia fotográfica de los experimentos realizados.

## Índice

<u>Capítulo 1. Planteamiento del problema</u>	10
<u>Pregunta problematizadora</u>	13
<u>Objetivos</u>	14
<u>Objetivo general</u>	14
<u>Objetivos específicos</u>	14
<u>Justificación</u>	14
<u>Antecedentes específicos o investigativos</u>	16
<u>Capítulo 2. Marco teórico</u>	20
<u>Micotectura</u>	21
<u>Micelio.</u>	22
<u>Aserrín.</u>	24
<u>Reingeniería</u>	25
<u>Glicerina USP.</u>	27
<u>Capítulo 3. Enfoque y diseño metodológico de la investigación</u>	28
<u>Metodología</u>	28
<u>Enfoque metodológico</u>	29
<u>Línea de investigación</u>	31
<u>Descripción del proyecto</u>	32
<u>Técnica (instrumentos o herramientas)</u>	32
<u>Fases del trabajo de campo Cronograma</u>	33
<u>Instrumentos</u>	33
<u>Instrumento 1.</u>	33
<u>Instrumento 2.</u>	35
<u>Capítulo 4. Análisis de Resultados</u>	36
<u>4.1 Hongos al poder</u>	37
<u>4.2 Cambiando el mundo</u>	39
<u>4.3 ¡Plásticos no!</u>	41
<u>Capítulo 5. Conclusiones</u>	42
<u>Referencias</u>	45



<u>Anexos</u>	50
<u>Anexo A</u>	50
<u>Anexo B</u>	63
<u>Anexo C</u>	64
<u>Anexo D</u>	65
<u>Anexo E</u>	67
<u>Anexo F</u>	69
<u>Anexo G</u>	71

### **Lista de figuras**

<u>Figura 1. Desechos plásticos arrojados al océano en el año 2019.....</u>	9
<u>Figura 2. Clasificación a nivel <i>phylum</i> de los hongos.....</u>	20

## Capítulo 1. Planteamiento del problema

La contaminación por plásticos a nivel mundial es una problemática que se viene desarrollando desde los años 30, cuando la producción de este material tuvo su mayor auge; Según Reyes (2021), hasta el día de hoy se han producido al año un aproximado de 11 millones de toneladas métricas de estos desechos, provenientes mayormente de países asiáticos, los cuales son responsables del 80% de los plásticos que se encuentran en el océano, así; Filipinas, encabeza la lista de países que más contaminan, seguido por “India (12,92%), Malasia (7,46%), China (7,22%) e Indonesia (5,75%)” (Our World In Data, s.f., cómo se citó en Reyes, 2021, párr. 2).

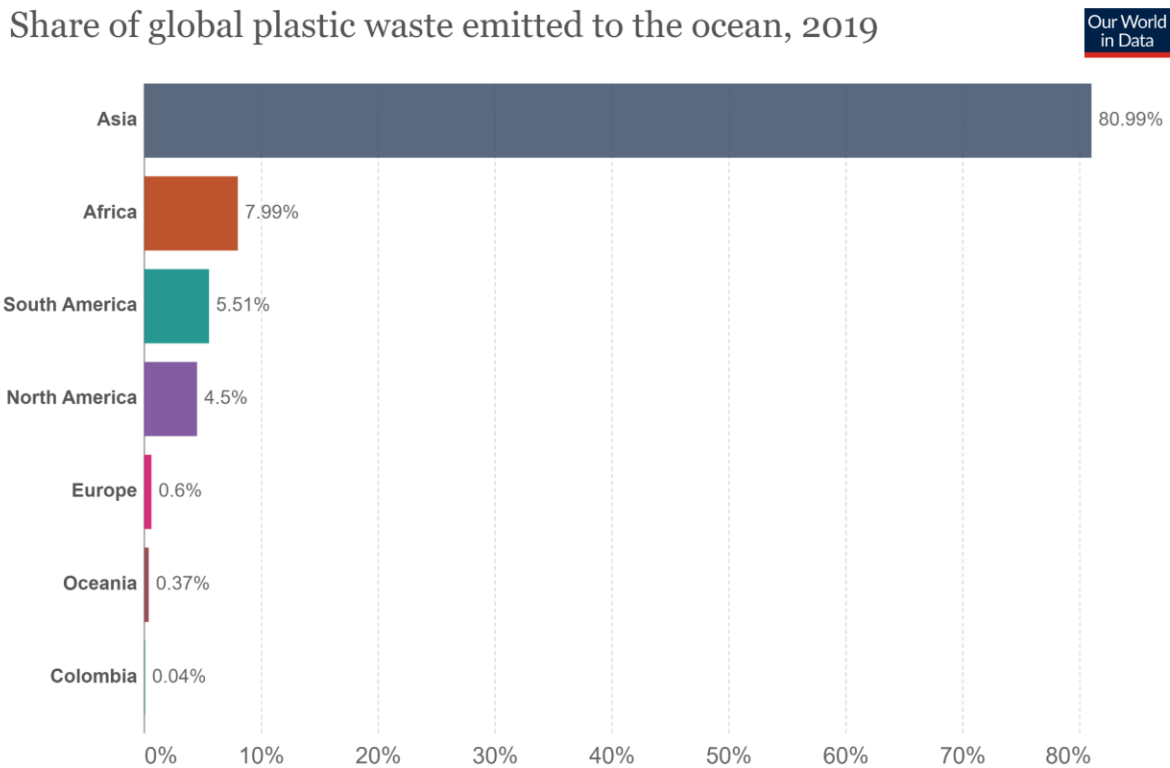
Ahora bien, muchos países desarrollados han intentado aminorar la acumulación de plásticos al incinerarlos, un proceso del cual se duda, pues la quema de estos materiales puede generar gases tóxicos y residuos que terminan por causar enfermedades y daños a la salud humana (Garelli, 2020). En lo referente a América Latina, Brasil es el país que más vierte desechos plásticos a los mares, con un 3,86%, siendo reciclados solo el 1,28% de los residuos totales frente a los 11,4 millones de toneladas que genera cada año, sin embargo, la nación brasileña busca mitigar este impacto trabajando en campañas de reciclaje. (Our World In Data, s.f., cómo se citó en Reyes, 2021, párr. 3-5). También, se tramitan actualmente en el Congreso proyectos de ley que buscan el control y manejo de este material, y no podemos olvidar su trabajo al lado de UNEP (United Nations Environment Programme) para la proyección de mares limpios y la ABIPET (Associação Brasileira da Indústria do PET) dirigente de movimientos de sensibilización ciudadana.

Del mismo modo, son partícipes en el proyecto de la UNEP que tiene como fin generar vías que contribuyan al objetivo común, Brasil y otros 14 países del Caribe y América Latina, de los cuales ya varios han adoptado prácticas conscientes que apoyan la disminución de los desechos plásticos. En marzo de 2022, durante la sesión de UNEP en Nairobi, países latinoamericanos propusieron la creación de un tratado mundial contra la contaminación por plásticos, por medio de un comité intergubernamental. Es importante destacar que, 27 de los 33 países latinoamericanos ya tienen legislación para el control de los plásticos de un solo uso; Colombia es un ejemplo de ello, en el año 2022 el Congreso de la República, aprobó, por unanimidad, la Ley 2232 del 7 de julio del año mencionado, la cual regula la producción y consumo de plásticos de un solo uso en el territorio nacional, buscando la transición a alternativas biodegradables, reutilizables o no contaminantes. (Congreso de la República, 2022)

Según un informe de UNEP (2018) la contaminación por plásticos en Colombia afecta de manera desproporcionada a personas en situaciones vulnerables, poniendo en riesgo su bienestar, salud y derechos básicos. Al mismo tiempo, Semana (2021) afirma que en Colombia se producen 1,4 millones de toneladas de desechos plásticos cada año y una cantidad de 24 kg de plástico es generada al año por cada colombiano, de los cuales únicamente se reciclan el 20%. La industria del plástico cuenta con 3.600 empresas, y de ellas el 68% produce las resinas plásticas, utilizadas mayoritariamente en la creación de botellas, envases farmacéuticos, juguetes, etc (Gutiérrez, 2021). Desde el inicio de la pandemia, todos los avances respecto a la reducción de plásticos de un solo uso, se han perdido con el uso masivo de tapabocas, guantes y demás elementos de protección personal, dado que todos estos desechos se fueron acumulando convirtiéndolo en una nueva problemática aún más compleja de tratar, pues estos elementos fueron necesarios y de uso diario durante la pandemia.

Por consiguiente, Colombia es hoy el país que más desechos plásticos arroja al mar Caribe, superando a países como Estados Unidos y México. (Semana, 2021).

Figura 1. Desechos plásticos arrojados al océano en el año 2019.



*Nota.* Tomado de Our World In Data (2021).

Como se comentaba anteriormente, los plásticos desechados generan contaminación en vista de que, la estructura química de los plásticos supone un tardío proceso de descomposición, trayendo consigo efectos devastadores. Damnificado tanto a los factores bióticos; con respecto a su calidad de vida, como a los factores abióticos; con la acumulación de estos residuos. En consecuencia, se evidenció esta problemática en los ámbitos medioambientales y de salud.

En el panorama medioambiental, podemos ver que los biomas en los cuales el plástico se acumula se ven perjudicados; ya que, se ven afectados tanto los seres que lo habitan, como los

ecosistemas, provocando el peligro de extinción de distintas especies de animales como plantas (Albarrán, 2019). Asimismo, el medio ambiente se ve agraviado por lo que se conoce como cambio climático, en vista de que la producción de plásticos es una importante fuente de gases efecto invernadero (UNEP, 2018).

Del mismo modo, la salud humana y animal es también afectada por la contaminación por plásticos. Los animales marinos y aves son un ejemplo de ello, estas especies consumen los microplásticos y nano plásticos, (trozos muy pequeños, los cuales no son perceptibles al ojo humano) desde su entorno y su alimento; en las aves se ha comprobado que retienen un aproximado del 80% de nano plásticos en sus estómagos causando que estos actúen como esponjas, captando compuestos químicos solubles en agua. (Espín et al., 2015)

Al final de la cadena trófica, todos estos organismos terminan siendo alimento para los seres humanos, lo cual significa que se termina consumiendo alrededor de 50.000 partículas de nano plásticos al año y por consiguiente afectando negativamente la salud (National Geographic, 2019).

Coligiendo los datos apuntados, se plantea la siguiente pregunta general de investigación:

### **Pregunta problematizadora**

¿Por qué el material ecológico denominado *Sycellium* y su manufactura puede suplir el poliestireno expandido y el plástico, minimizando el impacto ambiental que estos materiales generan?

## Objetivos

### Objetivo general

Plantear una propuesta de sustitución a los plásticos, para mermar su consumo a partir del material ecológico *Sycellium*.

### Objetivos específicos

Identificar las propiedades físicas del producto *Sycellium* para conocer sus beneficios en comparación a los plásticos.

Proponer un proceso de reingeniería respecto a la manufactura del *Sycellium* con la finalidad de optimizar la propiedad de resistencia.

Determinar de qué manera el *Sycellium* se establece como alternativa al uso de plásticos, a partir de un prototipo del material ecológico.

### Justificación

La contaminación por plásticos es consecuente con el uso desmedido de estos materiales, razón por la cual, es importante generar alternativas que busquen suplir a la industria de los polímeros. Por consiguiente, la sociedad contemporánea con el tiempo se ha sensibilizado acerca de las consecuencias que conlleva el uso de estos materiales, enfatizando el cuidado por el medio ambiente, en vista de que generan un impacto a nuestros ecosistemas; a la vez que alteran el equilibrio ecológico, tanto de los seres vivos como de los recursos abióticos, por el exponencial crecimiento de los estudios acerca del calentamiento global, formación de islas basura y el punto de no retorno.

Con este estudio y la observación del prototipo del material ecológico *Sycellium*, se quiere abarcar, desde la teoría, una solución tangible al problema expuesto, trayendo consigo una

propuesta donde se genere un impacto medioambiental, que a su vez tenga un beneficio social; aportando a una proyección benéfica con el medio ambiente, a nivel global y no solo de minorías, contribuyendo también al enriquecimiento del saber, que posteriormente ayude a mitigar la problemática tratada.

Teniendo en cuenta la situación planteada, este proyecto se realiza con la finalidad de llevar a cabo la investigación y la proposición de un proceso de reingeniería, considerando que es un producto patentado en los Estados Unidos, en el que se desea realizar algunas modificaciones, por lo que, se tendrá en cuenta las materias primas de la manufactura y se verá la posible incorporación o alteración de los productos básicos que conforman al material, proyectando la optimización de las propiedades de la fabricación. De igual manera, a través de la creación de un prototipo se comprobará la ejecución exitosa del proceso de reingeniería, conservando así la propiedad de biodegradarse. Asimismo, se tendrá en cuenta la indagación de proyectos similares, y el análisis que se efectuará a lo largo del proyecto.

Debido a que los proyectos de materiales biodegradables son populares a nivel mundial, se hace importante la búsqueda de un producto ecológico, a partir de un ingrediente base distinto a los ya utilizados, y es ahí donde se precisa la importancia de este trabajo investigativo, al tomar como materia prima el micelio de hongos junto al aserrín y formar nuestro *Sycellium*; resaltando sus características frente a sus equivalentes, tales como el tiempo de degradación, la resistencia, la facilidad de fabricación, la utilidad del producto y la compostabilidad.

También, se coloca a disposición de futuros trabajos, para que sea tomado como referencia y ejemplo de materiales ecológicos, que apunten a disminuir la contaminación y la afectación que sufre la Tierra por las múltiples ramas de la industria que generan contaminantes

ambientales. El desarrollo del presente documento es viable, considerando que se dispone de todos los recursos necesarios para ello.

### **Antecedentes específicos o investigativos**

Para el óptimo desarrollo de este proyecto de investigación, se hace necesario un previo análisis de doce trabajos de grado con temáticas análogas a las que se desarrollarán en el presente documento. Para tal fin, es realizada una matriz con toda la información de interés de los mismos; autores, año de publicación, nombre, pregunta problematizadora, objetivo general, referentes teóricos y conclusiones, así mismo, a partir de la interpretación de estos datos se establecen los aportes que nos brindan. Presentamos a continuación seis trabajos de los doce analizados, los cuales, contribuyen a la investigación del *Sycellium*, en vista de su relevancia y cercanía en cuanto a la sustitución del plástico. Los anteriores fueron realizados entre los años 2019 y 2022, siendo el primero nuestro referente internacional, y los siguientes cinco, trabajos nacionales.

En el estudio de Espinoza y Puglisevich (2019) se puede evidenciar la influencia del porcentaje de glicerol sobre la resistencia y deformación en tracción de plásticos biodegradables a base de almidón del tubérculo, *Manihot esculenta C.* (yuca), que tiene por objetivo: “Determinar la influencia del porcentaje de glicerol en la resistencia y deformación en tracción en los bioplásticos obtenidos a partir de almidón de *Manihot Esculenta Crantz*” (p. 43) y desde su pregunta problema: “¿De qué manera influye el Porcentaje de Glicerol en la Resistencia y deformación en Tracción de Plásticos Biodegradables a base de almidón de *Manihot Esculenta Crantz*?” (p. 42), observaron que la cantidad aplicada de la sustancia coadyuvante, en este caso el glicerol, debe ser exacta y bien medida en vista de que tanto el exceso como la escasez del mismo genera deformidades e inconsistencias en el material desarrollado.



Lo anterior nos permite tener una perspectiva más amplia acerca del efecto del  $C_3H_8O_3$  (glicerina) sobre los materiales biodegradables a base de almidón. Lo que nos lleva a considerar la sustancia como una opción en el proceso de reingeniería a desarrollar en este trabajo investigativo.

Además, Londoño y Tovar (2020) en su trabajo *Plan de negocio para la creación de una empresa productora de plástico biodegradable a partir de residuos orgánicos generados por los restaurantes en la ciudad de Bucaramanga*, realizaron una propuesta con el fin de “Elaborar un plan de negocio para la creación de una empresa productora y comercializadora de plástico biodegradable a partir de residuos orgánicos generados en los restaurantes de la ciudad de Bucaramanga” (p. 17), esto, a partir de la metodología CANVAS, que es utilizada para crear líneas o modelos de negocios, y consiste en analizar distintos aspectos que serán clave para el desarrollo del proyecto. Este proyecto se llevó a cabo en la Universidad Industrial de Santander, ubicada en la ciudad de Bucaramanga (Colombia), donde se concluyó que las resinas plásticas son más accesibles que las biodegradables, se producen en mayor cantidad, y la utilización masiva de estas se da en la producción de empaques y envases para alimentos; la recolección de la materia prima es compleja, y el proyecto es rentable y realizable, pues, el costo es competitivo, su resistencia es buena, y se demuestra que es un producto apto para envasar alimentos, por lo que, el producto tiene la capacidad de reemplazar el PET, empaques de alimentos y bolsas plásticas.

El fruto de este trabajo nos brinda una perspectiva frente a lo que son las materias primas no contaminantes y el uso de estas, planteando un ideal paralelo al de nuestro proyecto *Sycellium*, analizando las características del material y cómo estas presentan mejoras frente al

plástico y sus derivados. Adicionalmente, Londoño y Tovar hablan sobre un plan de negocios y como iniciar de manera organizada un emprendimiento.

Igualmente, Parra y Patarroyo (2021) con la pregunta de investigación: “¿Bioplásticos de cáñamos sostenible o no?” (p. 56) a partir de la cual, redactaron el objetivo general “Definir la viabilidad estratégica del uso de fibra del cáñamo de marihuana en la fabricación de empaques y envases en Colombia.” (p. 20) y nombraron a su investigación *Estudio aplicado al sector del Cáñamo Industrial de Bio-plásticos* y expusieron como conclusión que la utilización de materias primas eco amigables no siempre va ligada a un aumento en el costo de producción, más, que los medios productivos deben prever dónde dispondrán el material posterior al paso de su vida útil. Al mismo tiempo, se sensibiliza al lector acerca de la legislación, exportación y fabricación de materiales a base de cáñamo y las falencias de las mismas. Así, también se resalta la necesidad de estos productos a precios asequibles, para la inmersión real de los mismos dentro de la sociedad desigual en la que vivimos hoy en día.

En suma, se determinó que la investigación anterior suministra datos de relevancia para el ámbito medioambiental y financiero que mantiene este estudio, como lo es el manejo del cáñamo, la perspectiva de las grandes multinacionales generadoras de desechos, la percepción del comprador de este tipo de manufacturas, y que la idea que mantienen sobre el uso del cáñamo, usualmente recreativo, debe ser cambiada por un pensamiento de responsabilidad social y ambiental.

Por otra parte, Chavarro y Cuero (2022) en su trabajo titulado *Desarrollo de un plástico biodegradable por medio de la microalga Chlorella vulgaris cultivada en aguas residuales industriales*, llegaron a la creación de un prototipo del plástico biodegradable, utilizando como materia prima la microalga *Chlorella vulgaris* y comprobaron la aptitud de su producción.

Cumpliendo así su objetivo de desarrollar un bioplástico por medio de la microalgas. Este estudio se elaboró en la Universidad de América, ubicada en la ciudad de Bogotá (Colombia).

También es, el proyecto titulado *Diseño de empaques biodegradables y compostables a partir del uso de cáscara de banano* investigado y trabajado por Castillo (2019) una alternativa ecológica, estudiada primordialmente desde un prototipo con el fin de lograr un impacto en la industria de los plásticos, menguando su uso; al ser proyectado con materiales biodegradables y de fácil acceso, como lo es la cáscara de banano para su elaboración.

De la misma manera, Villalobos y García (2013) en su escrito denominado *Empaques plásticos biodegradables en alimentos frutícolas en las empresas colombianas* plantearon la pregunta: “¿Por qué es tan importante para las empresas colombianas dedicadas a la producción de alimentos frutícolas empezar a utilizar dentro de sus procesos de fabricación y comercialización empaques de plásticos biodegradables?” (p. 10) y como objetivo: “Determinar la importancia que tiene implementar empaques plásticos biodegradables para la protección y comercialización de los alimentos frutícolas en las empresas colombianas” (p. 12) todo esto a partir de una metodología documental-descriptiva.

En conclusión, se obtuvo un resultado a favor de los empaques plásticos biodegradables, en cuanto al mantenimiento y durabilidad de las frutas, así como la contribución al medio ambiente de este tipo de material, lo que invita a las grandes empresas a tomar estas nuevas alternativas, más beneficiosas para sus productos y nuestro planeta.

Estos proyectos brindaron herramientas que guiaron en el método de elaboración de materiales ecológicos, con objetivo de reemplazo de ciertos tipos de plásticos dentro de la

industria, a pequeña escala. Además, sus objetivos son similares al nuestro, lo que aporta aún más al proyecto.

Por último, tomamos el proyecto trabajado por Alvares y Rojas (2019) titulado *Estudio bibliográfico preliminar para la producción de plásticos biodegradables a partir de harina de yuca*, que se basa en analizar de manera bibliográfica la producción de plásticos biodegradables, para combatir el uso indiscriminado de plásticos convencionales como medio de almacenamiento o transporte para diferentes productos. Se investigaron aspectos como lo son; maquinarias y equipos que se usan para la producción de plásticos derivados del petróleo, parámetros que se deben controlar durante el proceso de producción, la presión que se debe manejar en el proceso de soplado y las tecnologías para la producción de plásticos biodegradables (Alvares y Rojas, 2019).

Este proyecto enriquece las bases teóricas del presente y amplía los conocimientos y aplicaciones conocidos por los autores del mismo, lo cual es de bastante provecho para la ejecución metodológica, en especial sobre la producción de los materiales ecológicos, al buscar el reemplazo de algunos polímeros sintéticos.

## Capítulo 2. Marco teórico

La contaminación y polución de los ecosistemas es una problemática que se ha presentado de manera notable en las últimas décadas, siendo los plásticos uno de los mayores contaminantes que existen. Es por esta razón, que nace la idea de un material biodegradable que logre suplir las necesidades del plástico de un solo uso, el cual tiene como nombre *Sycellium*, un proyecto basado en un tipo de arquitectura orgánica que se desempeña mediante el micelio y diversos sustratos los cuales el micelio coloniza; un producto que no es nuevo, pero será modificado por nosotros con intención de buscar una optimización de las características originales de este último. A continuación, se expondrán los fundamentos teóricos en los que se basará nuestra investigación.

### **Micotectura**

Al ser este un proyecto innovador y actual nuestras fuentes son limitadas; enseguida describiremos las investigaciones que tenemos a nuestro alcance. En primer lugar expondremos a Córdor y Quezada (2019) quienes definen etimológicamente la Micotectura, una palabra griega compuesta por mico=hongo y tekton=constructor, es decir, construcción de estructuras con hongos. Al mismo tiempo, explican la micotectura conceptualmente afirmando que: “consiste en la construcción de estructuras sólidas con micelio y sustrato, el cual es un material capaz de solidificarse mediante su propia configuración orgánica” (Córdor y Quezada, 2019, p. 23).

De esta manera, el proyecto anteriormente mencionado se relaciona con el *Sycellium*, implementando una técnica con la cual se busca generar sustitutos ecológicos al plástico de un solo uso, siendo esta la micotectura, permitiendo definir y entender a qué se refiere, así como su

propósito loable, favoreciendo a todos los seres vivos. También, basándonos en este, se podrán determinar las propiedades con las cuales se propondrá el proceso de reingeniería.

De la misma manera, se establece el material a partir del micelio y el sustrato, gracias a las propiedades físico-químicas de cada uno, que al estar juntos posibilitan la conformación de la micotectura y sus derivados, como el *Sycellium*. Lo anterior admite el cambio de las materias primas, esperando un resultado similar en cuanto a sus características, dado que es una receta que permite experimentar buscando la mejor alternativa en términos de los materiales que le dan origen.

A la par, es claro que el producto de la micotectura es uno de los materiales más opcionados para la arquitectura e infraestructura sostenible, un tránsito a la sustentabilidad, a una economía circular e hipocarbónica, que es propuesto por los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y la agenda 2030; dos estrategias que han sido adoptadas por varias naciones para mantener la calidad de sus construcciones, sin o con baja afectación para el medio ambiente. Así mismo, para la comunidad internacional es de relevancia la implementación cada vez mayor de estos, alcanzando las metas anteriormente expuestas y las propuestas de cada reunión del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), de la cual más de 190 países son partícipes activamente, lo que demuestra el apoyo cada vez más grande a estas iniciativas sostenibles (United Nations Environment Programme, s.f.).

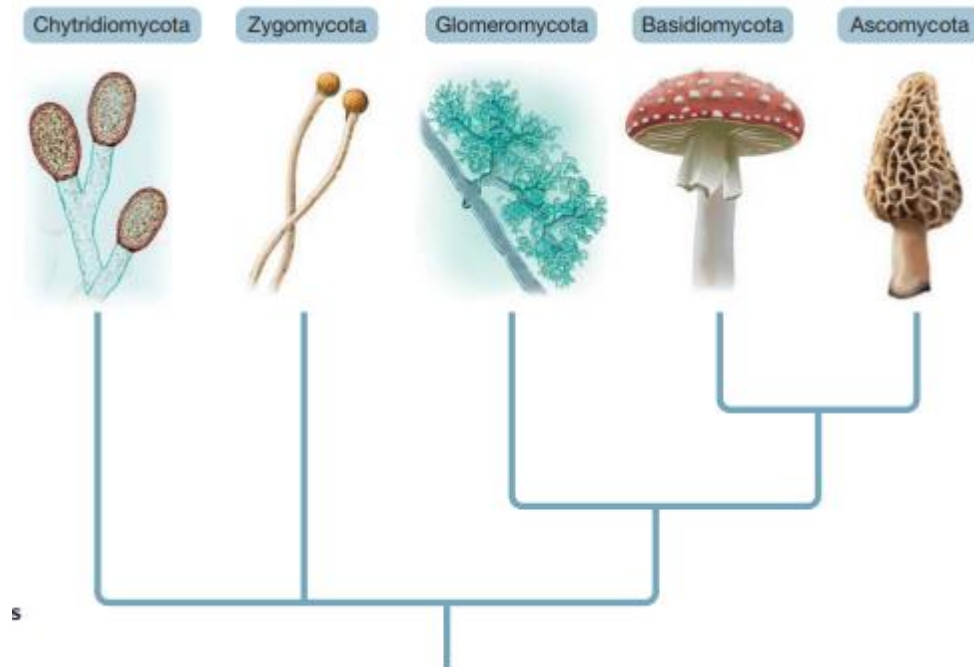
Por otro lado, se encontró una alternativa en cuanto a la especie de hongo, basada en un tipo diferente de micelio, siendo este el *Pleurotus ostreatus*, el cual es útil en estos procesos, pues, se desarrolla en cualquier tipo de materia orgánica, lo que facilita la consecución del sustrato y brinda una perspectiva sostenible al trabajo, al poder utilizar no solo el aserrín, sino demás residuos como el bagazo de caña de azúcar, las hojas de maíz, la paja, viruta, cáscaras de

cereales e incluso cartón, con los cuales se obtiene un resultado similar al material base hecho únicamente de micelio de *Agaricus bisporus*, y aserrín o restos de madera (Burgos y Manrique, 2022).

**Micelio.** Al mismo tiempo, es importante definir lo que es el micelio como tal, la parte más importante dentro del desarrollo de la micotectura, en consecuencia, este se entiende como “una masa entrelazada de filamentos de una célula de espesor, parecidos a hilos, llamados hifas” (Audesirk, G., Audesirk, T. y Byers, 2013, p. 404). Así mismo, es importante aclarar el concepto de hifa, que es definida por los mismos autores como “En algunas especies, las hifas consisten en células individuales alargadas con diversos núcleos; en otras especies, las hifas se subdividen en muchas células, por medio de tabiques denominados septos, cada uno de los cuales contiene uno o varios núcleos” (Audesirk, G., Audesirk, T. y Byers, 2013, p. 404). Lo anterior expresa que el micelio es el hongo en sí, su estructura visible es solo su cuerpo fructífero, que permite su reproducción, la vida del hongo está bajo la tierra contenida en su micelio; excepto por los hongos unicelulares que no cuentan con estas estructuras. Las células de los hongos están protegidas por paredes celulares, así como las células vegetales, solamente que en el caso de los primeros esta pared está constituida por quitina, que brinda protección al interior de la célula. También, los hongos son heterótrofos, es decir, no son capaces de producir su propio alimento, por lo que se alimentan de los desechos de otros organismos, son parásitos o incluso buscan una relación mutualista con otras especies para su supervivencia, lo que los hace capaces de desarrollarse en casi cualquier lugar; traduciéndose en una gran diversidad de hongos, de los cuales solo cien mil especies se han descubierto, dejando más de un millón de especímenes sin identificar (Audesirk, G., Audesirk, T. y Byers, 2013, p. 404). En consecuencia, los hongos se clasifican en cinco *phyla*, según la morfología de sus cuerpos fructíferos, así como se observa en la siguiente imagen:

Figura 2. Clasificación a nivel *phylum* de los hongos.





**Nota.** Tomado de Audesirk, G., Audesirk, T. y Byers (2013).

Este producto se puede realizar con cualquier tipo de micelio, incluso un cambio del mismo podría resultar en una diferencia en el aspecto del producto final, ya sea en el color, la textura, o cualquier otra característica. Sin embargo, de estas cinco phyla, nos enfocaremos en el phylum Basidiomycota dentro de los cuales se encuentran la mayoría de hongos comestibles, y el hongo a utilizar en este trabajo que es el *Agaricus bisporus*, más conocido como champiñón común; elegido por su facilidad de reproducción, crecimiento, adquisición y la seguridad de que es apto para su consumo y manejo. Esta última característica es de las más importantes a la hora de verificar que hongos se podrían utilizar en este material, pues la salud del investigador debe primar, por lo que los hongos comestibles son la mejor opción a analizar.

**Aserrín.** Antes de conceptualizar el aserrín, es relevante el significado de sustrato, definido por la Real Academia Española [RAE] (2022) como “Lugar que sirve de asiento a una planta o un animal fijo” (definición 2). Teniendo en cuenta, que el factor biótico a manejar sobre el sustrato elegido es un hongo, el significado se adapta, pues este material es la base para el crecimiento y el próspero desarrollo de este.

En cuanto al aserrín, según la definición formal de la RAE (2022), este se define como un “Conjunto de partículas que se desprenden de la madera cuando se sierra” (párr. 1), de la misma forma se delimita desde Definiciona, (2014) “término que tiene como alusión una agrupación o conjunto de porciones y partículas que se desune o desprende de la madera cuando se corta o se asierra y tiene un aspecto parecido a un polvo” (párr. 1). Contando con la conceptualización del aserrín como materia prima para la elaboración del *Sycelium*, se presenta de igual forma como el sustrato para la fabricación del prototipo, disponiendo de diversas características esenciales como lo son: “La capacidad de retención de agua de baja a media, y una capacidad de aireación adecuada” (Maher et al., 2008, como se citó en Pineda-Pineda et al., 2012). Ahora bien, la ventaja principal del aserrín es su bajo costo, y que al ser un material orgánico entra en descomposición rápidamente, del mismo modo que proporciona variados nutrientes, particularmente el nitrógeno, fósforo y azufre, que serán indispensables a la hora de entrar en contacto con el micelio y colonizarlo. Por otro lado, al contar con un pH de 7.0 definido como neutro, la absorción de los nutrientes por parte del micelio se hace más sencilla.

### **Reingeniería**

Durante el proceso de formación del prototipo, aplicaremos una reingeniería en aras de buscar una mejora, un cambio implementado en el producto original en cuanto a su composición, o, por el contrario, hallar un compuesto que logre desarrollar uno o más aspectos, cumpliendo

así, el objetivo específico del mismo proyecto. Para poder continuar con la implementación del proceso ya mencionado, se debe conocer el concepto y las diferentes aplicaciones de este.

Así pues, reingeniería hace referencia al proceso mediante el cual se busca revisar, analizar y mejorar las propiedades de cierto elemento. Vista por Hammer y Champy (1993/1994) como “la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento” (p. 34). Y es a Michael Hammer a quien se le atribuye la creación del término “reingeniería”, pensada en un principio para los negocios, las organizaciones y empresas, finalmente, aplicándose al producto que parte del mismo concepto, pero se diferencia en la aplicación de la técnica. Esto último, termina por aclarar el concepto para el proyecto y que representa exactamente lo que se busca: revisar, repensar y rediseñar el material; entender el mismo y desde ese punto generar una mejora, un cambio que aporte al trabajo y que sea acorde a las funciones del *Sycellium*, apenas modificando la cantidad de cada uno de sus componentes podemos notar un cambio, después de ello toda investigación y prueba a realizar nos permitirá discernir entre la mejor opción para el material y para el desarrollo de este documento.

Ahora bien, la reingeniería no busca una mejora continua, por el contrario, marca un antes y un después en el producto, en otras palabras, un cambio radical. Lo que en muchos casos es evadido debido al temor de lo que pueda suceder. Sin embargo, se realizará este proceso por medio del cual se querrá alcanzar un cambio en el diseño original de la micotectura que permitirá, a su vez, una mejoría en el material original. Por otro lado, el proceso de mejora continua establece un cambio en el producto, si bien es menos radical y extremo que el del primer proceso.

Finalmente, se piensa la reingeniería después de un acercamiento y un conocimiento profundo del material original que es producido en masa y desarrollado por Ecovative Design, una compañía estadounidense que inicia la idea de trabajar con el micelio de hongos y el aserrín de todas las formas posibles, a partir del conocimiento de esa estructura y ese producto se establecerán sus oportunidades de mejora y en base a ellas el punto o característica desde la cual se plantearía el proceso de reingeniería, claramente, sin tener la seguridad de que suceda como lo esperado, sino a modo de ensayo y error, buscando la mejor alternativa. Además, el rediseño se debe hacer con un sentido, con una finalidad, que también será establecida, de modo que, se haga para beneficio de algo o alguien, cumpliendo con el segundo objetivo específico de esta investigación.

**Glicerina USP.** Al hacer referencia a una reingeniería es importante aclarar ese componente que marcará una diferencia en el material, haciendo que este sea diferente y mejor que el inicial. Es así como se propone a la glicerina, un nombre de uso comercial para un alcohol bastante común en la naturaleza: el glicerol, el cual es definido por Baldassa, Dealbera e Intra (2022) como “un compuesto químico básico obtenido principalmente como subproducto de la producción de biodiésel” (p. 15). En este caso se evaluaría este ingrediente agregado y si aportaría cierta propiedad al producto, como la uniformidad, respondiendo a las propiedades intrínsecas del mismo. Entre ellas se destacan, una concentración de glicerol superior al 99,5%, la higroscopia, buena cantidad de azúcares y capacidad aglutinante, dado que son aquellas de mayor relevancia para el desarrollo del proyecto (Baldassa, Dealbera e Intra, 2022). Un porcentaje tan alto de glicerol nos asegura una mayor eficacia y desenvolvimiento de sus propiedades. Así mismo, la higroscopia, o absorción alta de agua, juega un papel fundamental, puesto que el agua es una materia prima estrictamente necesaria para el desenvolvimiento del

material, una mayor retención de la misma hace necesario que más deba ser agregada en el transcurso del experimento. Sin duda, una buena cantidad de azúcares es sinónimo de más alimento para los hongos, lo que conllevaría una velocidad de crecimiento estable y garantizaría un buen abastecimiento para ellos. Finalmente, la capacidad aglutinante fortalece la estructura del prototipo, tornándose más uniforme y resistente.

### **Capítulo 3. Enfoque y diseño metodológico de la investigación**

#### **Metodología**

La metodología a utilizar es la experimentación, que nos permite la ejecución del método científico dentro del proyecto, siendo este de corte netamente práctico. A continuación, se define lo que es la metodología experimental: “La experimentación es única, ya que implica la manipulación de ciertos aspectos de un sistema real y la observación de los efectos de esta manipulación” (Carpi y Egger, 2008, párr. 4).

La experimentación siempre nos dará una respuesta a un problema, esto lo hemos corroborado desde épocas antiguas, no basta con hablar y proponer, la experiencia, el experimento prueba la veracidad o falsedad de lo que se propone.

Al mismo tiempo, Alonso et al. (s.f.) exponen:

Un experimento consiste en hacer un cambio en el valor de una variable (variable independiente) y observar su efecto en otra variable (variable dependiente). Esto se lleva a cabo en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular (p. 5).

Finalmente, en el trabajo de Llopis (s.f.) se expone el siguiente concepto referente a lo que es la metodología experimental:

Trata de definir cuáles serán las variables que vamos a considerar en la investigación, cómo las vamos a controlar y medir, de qué manera realizaremos el filtrado y el tratamiento de los datos recogidos y cuál será la mejor forma de analizar estos datos (p. 1).

En relación con el proyecto, la experimentación nos permite plantear una hipótesis que posteriormente con los aciertos y errores cometidos se comprobará o rechazará, así como nos permite intentar un proceso de reingeniería, basado en lo conocido del material; en el cual a partir de la materia prima, sus características físicas, y su composición podremos otorgar nuevos beneficios y cualidades al material, modificando el producto original con el ánimo de mejorarlo y obtener un mejor resultado al finalizar la investigación.

### **Enfoque metodológico**

El enfoque mixto surge como un híbrido entre el enfoque cualitativo y cuantitativo, una preocupación por unir las fortalezas de ambos enfoques y cubrir sus debilidades, no busca reemplazar, ni mucho menos eliminar la investigación cualitativa o cuantitativa, sino unir las técnicas de ambas en pro de un mejor desarrollo del proyecto de investigación. Según Otero (2018):

El proceso de investigación mixto implica una recolección, análisis e interpretación de datos cualitativos y cuantitativos que el investigador haya considerado necesarios para su estudio. Este método representa un proceso sistemático, empírico y crítico de la investigación, en donde la visión objetiva de la investigación cuantitativa y la visión subjetiva de la investigación cualitativa pueden fusionarse para dar respuesta a problemas humanos (p. 19).

De esta manera, el enfoque en cuestión nos permite la convergencia del conocimiento teórico y práctico, de los datos estadísticos y numéricos, con lo empírico que implica el experimento, nos da una visión más amplia del efecto y procedencia del material.

Otero (2018) también afirma que el enfoque mixto brinda una perspectiva amplia y más objetiva del asunto en cuestión, todo esto permitiendo una claridad en el proceso de investigación y en los objetivos que se deben establecer.

Johnson, Onwuegbuzie y Turner (como se citó en Otero, 2018) entienden la investigación mixta como una mezcla del enfoque cuantitativo y del enfoque cualitativo, centrándose más en una de las anteriores u otorgándole el mismo peso a ambas.

Otero (2018), además, asegura que algunos autores incluso afirman que la metodología mixta permite dar una respuesta más específica al problema en cuestión, con una mejor evidencia y entendimiento del fenómeno en cuestión. Todo basado en la construcción del conocimiento teórico-práctico.

Según lo anterior, el enfoque mixto permite brindar una respuesta más acertada y precisa al tema, brindando un mayor rango de posibilidades a elegir y a tomar, al tener una investigación más amplia y no tan ceñida a los números o a la experiencia.

También, como el proyecto se enfoca a lo ambiental, el enfoque elegido permite el análisis a profundidad de los elementos y compuestos a trabajar, así como las propiedades físicas que se encuentren en el material.

De la misma manera, de acuerdo con Hernández et al. (como se citó en García, 2021):

Los enfoques mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (p. 25).



Asimismo, Creswell y Plano (como se citó en Forni y De Grande, 2020) definen que:

La investigación con métodos mixtos es aquella en la que el investigador reúne datos cuantitativos y cualitativos, los integra y luego realiza interpretaciones basadas en combinar las fortalezas de ambos. Su premisa central es que el uso de abordajes cuantitativos y cualitativos de estudio, en combinación, brinda una mejor comprensión de los problemas de investigación (párr. 44).

En conclusión, el enfoque mixto es óptimo para nuestra investigación, debido a que en él coligen el enfoque cuantitativo y el cualitativo que son imperativos para el desarrollo de la misma; el cualitativo aportando el análisis, la recolección de datos, interpretación y estudio de ellos, la elaboración de preguntas y la inmersión en la realidad y los fenómenos que en ella ocurren; junto con el cuantitativo proporcionándonos la medición, la recolección de datos e interpretación de los mismos, la experimentación; todo apoyado desde la estadística, las preguntas e hipótesis planteadas.

### **Línea de investigación**

San Alberto Magno: Tecnología, Innovación y Sostenibilidad, del área estratégica de Ciencias Exactas y Naturales del Colegio Santo Tomás de Aquino.

### **Descripción del proyecto**

Este proyecto de investigación es de corte netamente científico, lo que implica que no se tendrá en consideración población ni muestra, sustituyendo estas por lo que se describe a continuación. Teniendo en cuenta los componentes del “MycoComposite” (Ecovative, 2022), un proyecto a gran escala presentado por una empresa estadounidense que elabora este producto no contaminante, para que, a partir de la misma fórmula, con algunas modificaciones, fabriquemos

el *Sycellium*. Todo esto a partir del análisis de las características de un prototipo que será fabricado por nosotros, esto a modo de ensayo y error, buscando la mejor alternativa para el resultado del mismo. Finalmente, se redacta este documento con los resultados obtenidos en la indagación y el proceso de experimentación.

### **Técnica (instrumentos o herramientas)**

Se utilizará como técnica el método científico, que según el Oxford English Dictionary (s.f.), es “A method of procedure that has characterized natural science since the 17th century, consisting in systematic observation, measurement, and experiment, and the formulation, testing, and modification of hypotheses” [un método o procedimiento que ha caracterizado a la ciencia natural desde el siglo XVII, que consiste en la observación sistemática, medición, experimentación, la formulación, análisis y modificación de las hipótesis] ().

Así mismo, la experimentación científica será el instrumento de investigación, la cual es definida por Hernández y Cols, 2006 (como se citó en Rodríguez y Vargas, 2009):

El experimento en la investigación es un procedimiento hipotético-deductivo donde se manipulan, intencionalmente, variables independientes para observar sus efectos sobre variables dependientes en una situación controlada. De esta manera, es posible establecer, mediante la medición, el efecto y las consecuencias de la variable manipulada y generar explicaciones al respecto. En este proceso, el control o la validez interna de la situación experimental es un requisito central para establecer la causalidad (p. 4).

Como se comentaba líneas arriba, nosotros elegimos como técnica, el método científico, y como instrumento, la experimentación, debido a que son herramientas aplicables al proyecto,

teniendo en cuenta que se ejecutará la producción de múltiples prototipos, con el objetivo de poner a prueba distintas materias primas, las cuales pueden alterar o se pueden incorporar a la manufactura del *Sycellium*, para así, alcanzar el proceso de reingeniería y contrastar este material ecológico con los demás en la industria.

### **Fases del trabajo de campo Cronograma**

Ver en anexos.

### **Instrumentos**

#### **Instrumento 1.**

**Bogotá D.C., Abril de 2023**

Señores

**Colegio Santo Tomás de Aquino**

**Laura Natalia Osorio Herrera**

**Mayra Alejandra Bohórquez Rodríguez**

Ciudad.

Cordial saludo,

Atentamente, nos dirigimos a ustedes con motivo de solicitarles el préstamo del laboratorio de Química y Biología, a cargo de las maestras Alejandra Bohórquez y Natalia

Osorio, respectivamente; esto para culminar las actividades necesarias en el desarrollo de nuestro proyecto de investigación que involucran el método científico y la experimentación que deben ser realizadas en espacios destinados para tales fines, como los laboratorios. Al mismo tiempo, es importante para nosotros informarles que la maestra Diana Angarita, quien es la tutora de este proyecto, acompañará y guiará el trabajo experimental.

También, estaremos siempre comunicando los horarios en los que utilizaremos los laboratorios, buscando que no coincidan con momentos de clase que imposibiliten el uso de este. El horario que más se acomoda en nuestro caso sería el primer bloque del día miércoles, pues durante éste recibimos la cátedra de Metodología de Investigación, y en ella tenemos el permiso para aplicar los experimentos.

Finalmente, nos resta agradecerles por su atención y apoyo a lo largo del proceso, y solicitarles una pronta respuesta para la programación y desarrollo de los experimentos.

Atentamente,

**Zue Natalia DOMÍNGUEZ  
MONTAÑA**  
Estudiante grado 1101

**Sarah del Sol MELÉNDEZ  
GALINDO**  
Estudiante grado 1101

**Lic. Mayra Alejandra  
BOHÓRQUEZ RODRÍGUEZ**  
Licenciada en Química

**Lic. Diana Milena ANGARITA ARDILA**  
Licenciada en Química  
Tutora del proyecto

**Laura Natalia OSORIO  
HERRERA**  
Microbióloga

**Nicolás OTÁLORA URIBE**  
Estudiante grado 1101

**Mg. Sonia Esperanza GÓMEZ  
ROJAS**  
Maestra de Metodología de la  
Investigación

(Carta realizada por los investigadores)

**Instrumento 2.**

<b>DIARIO DE CAMPO SYCELLIUM</b>	
<b>FECHA:</b>	
<b>HORA:</b>	
<b>ACTIVIDAD:</b>	
<b>DIARIO NÚMERO:</b>	
<b>OBSERVADORES:</b>	Zue Natalia Domínguez Montaña Sarah del Sol Meléndez Galindo Nicolás Otálora Uribe
<b>DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN</b>	<b>ANÁLISIS</b>

#### Capítulo 4. Análisis de Resultados

Como se ha indicado, el objetivo general de esta investigación es plantear una propuesta de sustitución a los plásticos, para mermar su consumo a partir del material ecológico *Sycellium*. En este capítulo se dará relación a los resultados obtenidos y los principios del proyecto, para esto se llevó a cabo una serie de experimentos, basados en lo aprendido anteriormente del trabajo y en los pre saberes de cada uno. Además, al trabajar con un enfoque mixto, involucrando el carácter cualitativo y cuantitativo de un trabajo investigativo, se logra un análisis a fondo de las características del material y de los efectos del cambio de variables en el desarrollo del mismo. De la misma manera, los diversos experimentos permitieron ahondar en cuanto a la calidad más viable del modelo para el proceso de reingeniería. Resaltando la dificultad de obtención de compuestos como el micelio, se toma un poco más de tiempo la aplicación de los instrumentos, también por el tiempo que necesita el fungi para desarrollarse y formar el prototipo deseado.

A continuación, se encontrará con 3 diferentes sub-capítulos que hacen referencia a cada uno de los objetivos específicos de la investigación, respectivamente; En el primero, Hongos al poder, se abordan las propiedades del *Sycellium*, confirmando que sea de la textura, calidad y dureza establecidas de forma teórica; seguido a esto, en Cambiando al mundo, se desglosa el proceso de reingeniería a realizar, indicando cómo se trabajará y los resultados obtenidos con la misma, aclarando sobre los efectos de ella y cómo esto cambia el producto original; finalmente, con ¡Plásticos no!, la idea de dar una alternativa sostenible hacia el uso de los plásticos de un solo uso a partir del prototipo del *Sycellium* toma fuerza. Este último desempeñó características similares a las ya mencionadas, con la ventaja de una propiedad mejorada, para que sea un producto de uso común que logre de igual forma convencer al consumidor por su particularidad, comprobando de esta manera que el material podría ser usado como sustituto.

#### 4.1 Hongos al poder

Imagen 1. Día cero.



Para hacer una validación completa, se realizó un experimento preliminar que permitiera determinar las características y condiciones iniciales del material, en otras palabras, se replicó exactamente el compuesto original, buscando conocer de primera mano su apariencia y propiedades, con el objetivo de plantear el proceso de reingeniería con base al previo.

De esta forma, se estableció un espacio dispuesto para tal fin, como lo es el laboratorio. En la primera práctica, en el día 25 de abril del 2023, se elaboró este primer prototipo, con únicamente: micelio en grano, aserrín y agua, se revisó en varias ocasiones, llegando a observar un crecimiento óptimo del mismo, día tras día el hongo adquiría la forma deseada, en cierto momento se llegó a pensar que el crecimiento del mismo se ralentizó, no obstante, luego de más de un mes de desarrollo del hongo, exactamente al día cincuenta y uno, se logró evidenciar un material que se presentaba compacto y duro, el cual, a causa de lo anterior se desprendía del molde y se evidenciaban todas las características propias de la micotectura. En ese momento, se evaluó el que fuera sometido al calor, eliminando todo organismo vivo que existiera en él, sin

---

<sup>1</sup> Nota: Foto tomada por los investigadores. (La micotectura en primera fase de creación).

embargo, no hay consenso entre teóricos entre qué es lo mejor para hacer, por lo que finalmente este acto no se realizó.

Imagen 2. Día cincuenta y ocho.



Luego de unos días, al verificar nuevamente el avance de este prototipo, se evidenció el crecimiento de huevos de insectos, y adultos que se encontraban volando sobre el producto, de igual forma, la tonalidad en el fondo del recipiente cambió a marrón y negro, dejando en claro la contaminación aparente del mismo. Esto obliga a que se deseché este prototipo sin haber completado su proceso, desconociendo la razón de la contaminación del mismo, evaluamos los aspectos reconocidos para generar una hipótesis de investigación descriptiva, explicada por la cual se redacta y explica en siguiente subcapítulo.

Imagen 3. Día setenta y uno

---

<sup>2</sup> Nota: Foto tomada por los investigadores. (Colonización del hongo sobre el aserrín).





#### 4.2 Cambiando el mundo

Con el objetivo de darle inicio a la reingeniería, se decidió hacer uso de la glicerina ya definida anteriormente en el marco teórico, por lo que primeramente se realizó el prototipo a base de micelio del hongo *Agaricus bisporus*, agua y aserrín, siguiendo los mismos pasos que previamente se habían llevado a cabo, con la diferencia de la adición del nuevo componente, del cual, al finalizar la mezcla anterior se le agregó  $\frac{3}{4}$  de taza y se procedió a incorporar lo limitante a mayor proporción, seguidamente se aplicó una capa de vinipel que recubriera la parte de arriba para una perforación de pequeños agujeros con la finalidad de proveer de oxígeno, sin embargo, al pasar de los días se le adiciona continuamente una cantidad de agua debido a la implementación de la glicerina, puesto que esta es higroscópica, es decir, absorbe una mayor porción de agua del ambiente.

---

<sup>3</sup> Nota: Foto tomada por los investigadores. (Contaminación dentro del recipiente con la micotectura).

Imagen 4. Día cero, prototipo de reingeniería



Al llegar al día 20, el 12 de julio, como se observa en la imagen número 4, se evidenció en el *Sycellium*, un crecimiento mayor en la parte superior del recipiente, en contraste al fondo que aún se mostraba bastante subdesarrollado, debido a esto se puede suponer que hubo una influencia de la glicerina, esto a causa de sus características. A pesar de que el crecimiento del hongo no se está dando de manera uniforme, en otras palabras, no todas las zonas del recipiente

---

<sup>4</sup> Nota: Foto tomada por los estudiantes. (Prototipo de Sycellium)

están desarrollándose a la misma velocidad, el desarrollo superficial que ya se ha evidenciado luce diferente al que se había visto en el material original.

Imagen 5



#### 4.3 ¡Plásticos no!

Finalmente, es de importancia resaltar que el proyecto sufrió varias modificaciones a lo largo del tiempo, esto debido a nuevos descubrimientos de los investigadores cada vez que se realizaba un ejercicio de experimentación, lo que a su vez produjo una cantidad considerable de prácticas, cada una de ellas con ciertos errores, que hoy son lección e información valiosa para este documento, desaciertos que pudieron causar el daño de alguno de los prototipos, pero que daban pie a nuevas pruebas. Desafortunadamente, el tiempo de estudio no concuerda con el cronograma académico propuesto por el Colegio Santo Tomás de Aquino, lo que complicó estas actividades e hizo que todo este proceso científico se hubiera visto damnificado. Sin duda, el proceso de prueba y error no se cumplió a la perfección ni se completó, pues muchos de los errores no pudieron ser corregidos.

---

<sup>5</sup> Nota: Foto tomada por los estudiantes.

Teniendo esto en cuenta, se establece que el *Sycellium* puede funcionar como una alternativa viable y accesible frente a los plásticos, de los cuales ya se tiene evidencia (Planteamiento Problema) de grandes daños al medioambiente, altos niveles de contaminación y largos procesos de descomposición. Está comprobado que este proyecto resuelve estas tres grandes falencias de los plásticos, habiendo entendido que no genera un impacto al ecosistema, así como que es fertilizante para varias plantas, mientras se descompone, en un promedio de 45 días, además de estar constituido por materiales asequibles o incluso considerados como desechos. Asimismo, la glicerina no genera mayor cambio sobre estas propiedades que ya han sido verificadas, pues es de origen natural, sin muchos procesos de refinación ni daño ambiental.

Como afirman Baldassa, Dealbera e Intra (2022), la glicerina aporta diversos beneficios, por lo que en la parte teórica podríamos afirmar que estos llegarían a reflejarse en el *Sycellium*, brindándole características como lo son una mayor compactibilidad o incluso flexibilidad, a la par de que se logra suplir nuevos problemas que otro tipo de materiales poseen y poder competir con elementos como el poliestireno expandido o diversos otros plásticos, no obstante, debido a las complicaciones mencionadas anteriormente, el experimento en cuestión no pudo llevarse a cabo a la perfección, sin embargo, con las herramientas necesarias, este logrará a ser una gran ventaja frente a los anteriores y en un futuro una potencial sustitución de estos mismos, ocasionando de este modo, una posible mejoría en las problemáticas ambientales.

## Capítulo 5. Conclusiones

En este último capítulo del trabajo, el número cinco, se abordarán todos los productos, enseñanzas, errores y oportunidades de mejora en el proyecto, además de plantear ciertas hipótesis de lo ocurrido en los experimentos realizados.

Primero, se puede concluir que el material ecológico producido en masa por la compañía Ecovative Design, un producto de la micotectura, realmente cumple con lo que promete: durabilidad, apariencia compacta, fuerza, degradación rápida y sencilla, entre otros. Sin embargo, al realizar este producto a menor escala, en ambientes que no están condicionados en su totalidad para este proceso y que están sobre efectos de otros factores como los climáticos o la esterilidad del ambiente, se demostró que el desarrollo es más complejo, esto porque deben recrearse esas condiciones y esperar que el resultado sea similar. Asimismo, este prototipo fue trasladado desde el laboratorio acondicionado en el colegio al hogar de uno de los investigadores, por lo que las condiciones fueron modificadas, y pudo dar lugar a cambios en el mismo e incluso a la contaminación que se produjo, pues es claro que un hogar no es un espacio adecuado para este tipo de actividades, sino que por situación de tiempos y cruces de cronograma con el horario institucional, se debió hacer de esta forma, logrando que a pesar de que no se tuviera la certeza, todo indicara que esta sería la hipótesis de lo ocurrido.

En segundo lugar, luego de un exhaustivo análisis de documentos, la elección de los antecedentes investigativos y un estudio formal frente a lo que significa un proceso de reingeniería y lo que requiere, se concluye que la glicerina es la mejor opción para utilizar en este proceso; una opción no contaminante, asequible, no tóxica, y que aporta a la durabilidad, y los nutrientes necesarios para el progreso de los hongos; todo esto, a pesar de que no se pudo reproducir la prueba real y obtener un resultado favorable en ella, a causa de lo expuesto líneas

arriba. Así que, si lo que se quiere es optimizar el material, que su crecimiento se agilice, luzca más uniforme, compacto, pero que después de todo esto siga manteniendo su carácter sostenible y sustentable, no hay duda de que el glicerol es el componente ideal.

Por último, luego de obtener resultados teóricos y prácticos del Sycellium lo que se hizo fue contrastarlos con los que se esperaban obtener y las características generales del plástico, en dónde nuevamente el producto propuesto se destaca en todo sentido. Indudablemente, este proyecto involucra un ámbito social y ambiental importante, brinda una perspectiva del efecto del uso excesivo de plásticos y la relevancia de esta temática, así como una propuesta por medio de la cual se busca mitigar, y ojalá, eliminar la contaminación por polímeros de este tipo. Después de haber redactado cada uno de los capítulos anteriores a este, es más que claro que esta alternativa que se ha desarrollado a lo largo del documento es una que tiene futuro, que puede convertirse en el reemplazo definitivo de este tipo de materiales, gracias a otra de sus características, su versatilidad.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, es importante mencionar que al ser este proyecto uno de los pioneros en el ámbito científico-práctico llevó un proceso distinto respecto a los demás, en el que aún no existía completa claridad sobre cómo abordarlo y sus diferencias frente a los trabajos de grado convencionales. A la par, es necesario contar con espacios de trabajo específicos para esta clase de investigaciones, donde se busca esterilidad en el desarrollo, herramientas acordes al proceso experimentativo y un cronograma adaptable a este tipo de proyectos. Esto no debe ser aplicado únicamente a los sitios en donde se realicen las prácticas sino también a los objetos, puesto que, al utilizar alcohol del 70%, se evidenció que este no era suficiente para cumplir los parámetros de higiene requeridos.

De la misma forma, se logró concluir que un trabajo de experimentación exige una rigurosidad alta, desde el momento en que se inicia hasta que se termina, cualquier descuido puede provocar resultados distintos al esperado y que definitivamente esto no se trata de un intento y que este salga perfecto, sino constantes pruebas en dónde se analicen todas las perspectivas, así como lo que se puede cambiar y mejorar, hasta que en algún momento se obtenga lo esperado, es de paciencia, un proceso largo de muchos errores y altibajos, pero que al final son gratificantes con productos ideales y sorprendentes, todo esto es ciencia y no hay duda que el tiempo fue limitante en esta ocasión.

## Referencias

- Albarrán, D. (2019, junio 28). 4 animales que sufren por la contaminación plástica. Greenpeace. <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/2588/4-animales-que-sufren-por-la-contaminacion-plastica/>
- Alonso, A., García, L., García, E., Gil, B., León, I., Ríos, L. (s.f.). MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN DE ENFOQUE EXPERIMENTAL. <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf>
- Alvares, M., Carpio, I. (2019). Estudio bibliográfico preliminar para la producción de plásticos biodegradables a partir de harina de yuca [Tesis de pregrado, Universidad Católica San Pablo]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica San Pablo. [http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/16051/1/ALVARES\\_MAMANI\\_MAR\\_BI\\_O.pdf](http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/16051/1/ALVARES_MAMANI_MAR_BI_O.pdf)
- Alzate Castillo, A. (2019). Diseño de empaques biodegradables y compostables a partir del uso de cáscara de banano [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Pereira]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica de Pereira - RIBUC. <https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/5934/1/DDMDI118.pdf>
- Anthony Carpi, Ph.D., Anne E. Egger, Ph.D. (2008). La Experimentación en la Investigación Científica. Visionlearning, POS-1(7). <https://www.visionlearning.com/es/library/Proceso-de-la-Ciencia/49/La-Experimentaci%C3%B3n-en-la-Investigacion-Cient%C3%ADfica/150>
- Atalay, E., Parker, L., Schultz, H. (2018). Los plásticos explicados de la A a la Z. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2018/05/los-plasticos-explicados-de-la-la-z>
- Audesirk, G., Audesirk, T. y Byers, B. (2013). Biología. La vida en la Tierra con Fisiología (Novena ed.). Pearson. [https://biologiainsebas.files.wordpress.com/2013/08/biologc3ada\\_la\\_vida\\_en\\_la\\_tierra\\_con\\_fisiologc3ada\\_9c2ba\\_edicic3b3n\\_.pdf](https://biologiainsebas.files.wordpress.com/2013/08/biologc3ada_la_vida_en_la_tierra_con_fisiologc3ada_9c2ba_edicic3b3n_.pdf)
- Baldassa, E., Dealbera, G., Intra, M. (2022). OBTENCIÓN DE GLICERINA USP [Tesis de pregrado, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VILLA MARIA]. Repositorio Institucional Abierto. [https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/6067/Obtencion%20de%20glicerina%20USP\\_Baldassa\\_Dealbera\\_Intra\\_V27.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/6067/Obtencion%20de%20glicerina%20USP_Baldassa_Dealbera_Intra_V27.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



- Baptista, M., Fernández, C., Hernández, R. (2003). Los métodos mixtos. INTERAMERICANA EDITORES, Metodología de la investigación. (pp. 532-586).  
<https://academia.utp.edu.co/grupobasicoclinicayaplicadas/files/2013/06/Metodolog%C3%ADa-de-la-Investigaci%C3%B3n.pdf>
- Burgos, G. y Manrique, N. (2022). Plan de negocio para la producción y comercialización de ladrillos ecológicos (eco-mycbricks) a partir del micelio en la ciudad de Villavicencio, Meta [Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Ambiental, Universidad Santo Tomás]. Archivo digital.  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/47158/2022gissellyburgos.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Bulege, W. (s.f). Enfoque mixto de la investigación. <http://www.openscience.pe/docs/mi/mi-29-enfoque-mixto.pdf>
- Carpi, A. y Egger, A. (2008). La Experimentación en la Investigación Científica. <https://www.visionlearning.com/es/library/Proceso-de-la-Ciencia/49/La-Experimentaci%C3%B3n-en-la-Investigacion-Cient%C3%ADfica/150>
- Champy, J. y Hammer, M. (1994). Reingeniería. (J. Cárdenas, Trad.). Norma. (Original work published 1993)  
<https://books.google.com.co/books?id=PdYa1vzOP3wC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Chavarro, D., Cuervo, L. (2022). Desarrollo de un plástico biodegradable por medio de la microalga *Chlorella vulgaris* cultivada en aguas residuales industriales. [Tesis de pregrado, Fundación Universidad de América]. Lumieres - Repositorio institucional Universidad de América.  
<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8830/1/6171154-2022-1-IQ.pdf>
- Condor, S. y Quezada, R. (2019). Micotectura: una alternativa orgánica al positivado escultórico utilizando residuos de hongos a partir de micelio de setas grises [Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de Licenciatura en Artes Plásticas, Universidad Central del Ecuador]. Archivo digital. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/20741/1/T-UCE-0002-ART-055.pdf>
- Definiciona. (2014). Definición y etimología de aserrín. <https://definiciona.com/aserrin/>
- De Grande, P., Forni, P. (2020). Triangulación y métodos mixtos en las ciencias sociales contemporáneas. *Revista Mexicana de Sociología*, 82(1).  
[http://mexicanadesociologia.unam.mx/index.php/v82n1/401-v82n1a6#:~:text=Seg%C3%BAn%20Creswell%20\(2015%3A%20\),combinar%20las%20fortalezas%20de%20ambos](http://mexicanadesociologia.unam.mx/index.php/v82n1/401-v82n1a6#:~:text=Seg%C3%BAn%20Creswell%20(2015%3A%20),combinar%20las%20fortalezas%20de%20ambos)
- Ecovative Design. (2021). MycoComposite™. <https://ecovatedesign.com/mycocomposite>

- Espín, G., Segura, D., Noguez, R. (2015). Contaminación ambiental y bacterias productoras de plásticos biodegradables. [https://www.researchgate.net/profile/Raul-Noguez/publication/242144167\\_Contaminacion\\_ambiental\\_y\\_bacterias\\_productoras\\_de\\_plasticos\\_biodegradables/links/565cc57f08ae619b253fd3/Contaminacion-ambiental-y-bacterias-productoras-de-plasticos-biodegradables.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Raul-Noguez/publication/242144167_Contaminacion_ambiental_y_bacterias_productoras_de_plasticos_biodegradables/links/565cc57f08ae619b253fd3/Contaminacion-ambiental-y-bacterias-productoras-de-plasticos-biodegradables.pdf)
- Espinoza, F., Puglisevich, D. (2019). INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE GLICEROL SOBRE LA RESISTENCIA Y DEFORMACIÓN EN TRACCIÓN DE PLÁSTICOS BIODEGRADABLES A BASE DE ALMIDÓN DEL TUBÉRCULO *Manihot esculenta crantz* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Trujillo. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12561/ESPINOZA%20ARROYO%2c%20Franco%20Herbert%3b%20PUGLISEVICH%20RUIZ%2c%20Diana%20Carolina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García Guevara, M. (2021). Propuesta metodológica de aplicación de investigación mixta en el desarrollo de Tesis de Arquitectura, para estudiantes de último año de la Fundación Universitaria Internacional del Trópico Americano - UNITRÓPICO, en Yopal. [Tesis de especialización, Universidad Piloto de Colombia]. Institutional Repository Universidad Piloto de Colombia. <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/10852/Trabajo%20de%20Grado.pdf?sequence=1>
- Garelli, O. (2020). *Los graves peligros de la incineración de plásticos*. Greenpeace. <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/4047/los-graves-peligros-de-la-incineracion-de-plasticos/>
- Garzón Marín, G., Montenegro Riveros, E. P., & López Botía, F. (2005). Uso de aserrín y acículas como sustrato de germinación y crecimiento de *quercus humboldtii* (roble). *Colombia Forestal*, 9(18), 98-108. <https://www.redalyc.org/pdf/4239/423939557008.pdf>
- Greenlane. (2020). Aprenda qué es un grupo de control, cómo funciona y por qué puede ser valioso. <https://www.greelane.com/es/ciencia-tecnolog%c3%ada-matem%c3%a1ticas/ciencia/what-is-a-control-group-606107/>
- Gutiérrez, A. (2021). La industria del plástico creció 22,2% frente a 2020 en el primer semestre. *La República*. <https://www.larepublica.co/especiales/la-revolucion-del-plastico/la-industria-del-plastico-crecio-22-2-frente-a-2020-en-el-primer-semestre-3233461>
- Hernández Rodríguez, C. (2012). Reingeniería: una herramienta para el trabajo administrativo. <https://www.uv.mx/iiesca/files/2013/04/11CA201202.pdf>
- Ingerimos 50.000 partículas de plástico al año. (2019, junio 6). *National Geographic*. [https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/ingerimos-50000-particulas-plastico-ano\\_143](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/ingerimos-50000-particulas-plastico-ano_143)

- Latinoamérica puja por pacto mundial contra la contaminación del plástico. (2022, marzo 1). El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/latinoamerica-puja-por-pacto-mundial-contra-la-contaminacion-del-plastico-655208>
- Ley 2232 de 2022. (2022, 7 de julio). Congreso de la República de Colombia. Leyes de la República. <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%202232%20DE%2007%20DE%20JULIO%20DE%202022.pdf>
- Llopis Castelló, D. (s.f). Metodología experimental. <https://poliformat.upv.es/access/content/user/24389381/Contenido%20abierto%20al%20p%C3%BAblico/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n/3.2%20Metodologi%C3%A1%20experimental.pdf>
- Londoño, H., Tovar, L. (2020). Plan de negocio para la creación de una empresa productora de plástico biodegradable a partir de residuos orgánicos generados por los restaurantes en la ciudad de Bucaramanga. [Tesis de pregrado, Universidad Industrial de Santander]. Biblioteca Universidad Industrial de Santander. <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2020/178869.pdf>
- Mushroom Packaging (2022). Mushroom® Packaging. <https://mushroompackaging.com/>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2021, marzo 30). El uso exagerado del plástico durante la pandemia de COVID-19 afecta a los más vulnerables. <https://colombia.un.org/es/149058-el-uso-exagerado-del-plastico-durante-la-pandemia-de-covid-19-afecta-los-mas-vulnerables>
- Otero Ortega, A. (2018). Enfoques de Investigación. [https://www.researchgate.net/profile/Alfredo-Otero-Ortega/publication/326905435\\_ENFOQUES\\_DE\\_INVESTIGACION/links/5b6b7f9992851ca650526dfd/ENFOQUES-DE-INVESTIGACION.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alfredo-Otero-Ortega/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION/links/5b6b7f9992851ca650526dfd/ENFOQUES-DE-INVESTIGACION.pdf)
- Our World in Data. (2021). Share of global plastic waste emitted to the ocean [Gráfico]. <https://ourworldindata.org/grapher/share-of-global-plastic-waste-emitted-to-the-ocean?tab=chart&country=Africa~Asia~Europe~South+America~North+America~Oceania~COL>
- Oxford English Dictionary [OED]. (s.f). scientific method. [https://www.lexico.com/definition/scientific\\_method](https://www.lexico.com/definition/scientific_method)
- Parker, L. (2018). Datos sobre la contaminación por plástico. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2018/05/datos-sobre-la-contaminacion-por-plastico>
- Parra, C., Patarroyo, B. (2021). Estudio aplicado al sector del Cáñamo Industrial de Bio-plásticos [Tesis de pregrado, Universidad del Rosario]. Repositorio Institucional e-docUR, CRAI, Universidad del Rosario.

<https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/31658/ParraPinilla-CarlaValentina-2021.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Pineda-Pineda, J., Sánchez, F., Ramírez-Arias, A., Castillo-González, A., Valdés-Aguilar, L. y Moreno-Pérez, E. (2012). ASERRÍN DE PINO COMO SUSTRATO HIDROPÓNICO. I: VARIACIÓN EN CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DURANTE CINCO CICLOS DE CULTIVO. REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA, 18(1), pp. 95-111.  
<https://www.redalyc.org/pdf/609/60923315007.pdf>

Real Academia Española [RAE]. (s.f.). Aserrín. En Diccionario panhispánico de dudas.  
<https://www.rae.es/dpd/aserr%C3%ADn>

Real Academia Española [RAE]. (s.f.). Sustrato. En Diccionario de la lengua española.  
<https://dle.rae.es/sustrato>

Reyes Haczek, A. (2021). Los 10 países que vierten más plástico a los océanos. CNN.  
<https://cnnespanol.cnn.com/2021/06/11/10-paises-plastico-oceanos-latinoamerica-orix>

Rodríguez, K., Vargas, K. (2009). ANÁLISIS DEL EXPERIMENTO COMO RECURSO DIDÁCTICO EN TALLERES DE CIENCIAS: EL CASO DEL MUSEO DE LOS NIÑOS DE COSTA RICA. Revista Electrónica, 9.

<https://www.redalyc.org/pdf/447/44713054013.pdf>

Se requieren acciones urgentes para frenar la contaminación por plásticos, advierte la ONU. (2021). Semana. <https://www.semana.com/sostenibilidad/articulo/se-requieren-acciones-urgentes-para-frenar-la-contaminacion-por-plasticos-advierte-la-onu/202136/>

United Nations Environment Programme [UNEP]. (2018). ¿Qué están haciendo las empresas para frenar el torrente de plásticos? <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/que-estan-haciendo-las-empresas-para-frenar-el-torrente-de>

United Nations Environment Programme [UNEP]. (s.f.). Sustainable Infrastructure Investment. <https://www.unep.org/explore-topics/green-economy/what-we-do/sustainable-infrastructure-investment>

United Nations Environment Programme [UNEP]. (2018). Un problema doble: el plástico también emite potentes gases de efecto invernadero. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/un-problema-doble-el-plastico-tambien-emite-potentes-gases-de>

World Wildlife Fund [WWF]. (2019). Brasil é o 4º país do mundo que mais gera lixo plástico. <https://www.wwf.org.br/?70222/Brasil-e-o-4-pais-do-mundo-que-mais-gera-lixo-plast>

## Anexos

## Anexo A

## Matriz de antecedentes

Autor (poner los apellidos) Año	Nombre de la investigación	Pregunta de la investigación	Objetivo general	Metodología	Referentes teóricos (Categorías conceptuales)	Conclusiones principales	Aportes para la investigación	URL
Francisco Herbert Espinoza Arroyo Diana Carolina Puglisevich Ruiz (2019)	“INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE GLICEROL SOBRE LA RESISTENCIA Y DEFORMACIÓN EN TRACCIÓN DE PLÁSTICOS BIODEGRADABLES A BASE DE ALMIDÓN DEL TUBÉRCULO Manihot esculenta crantz”	¿De qué manera influye el Porcentaje de Glicerol en la Resistencia y deformación en Tracción de Plásticos Biodegradables a base de almidón	Determinar la influencia del porcentaje de glicerol en la resistencia y deformación en los bioplásticos obtenidos a partir de almidón de Manihot Esculenta Crantz.	N.A.	N.A.	La cantidad del componente aplicado (glicerol) debe ser correcta, pues el exceso del mismo daña el material y la poca cantidad de glicerol no genera efecto alguno sobre el mismo.	El glicerol puede ser un componente a evaluar en el proceso de reingeniería que deseamos realizar, debido a sus propiedades que pueden aportar resistencia al material	<a href="https://dspace.unitr.u.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12561/ESPINOZA%20ARROYO%2c%20Francisco%20Herbert%3b%20PUGLISEVICH%20RUIZ%2c%20Diana%20Carolina.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://dspace.unitr.u.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12561/ESPINOZA%20ARROYO%2c%20Francisco%20Herbert%3b%20PUGLISEVICH%20RUIZ%2c%20Diana%20Carolina.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>

		de Manihot Esculenta Crantz?							
Rubén Schwarcz (2012)	Plan de negocios para la producción de plásticos biodegradables obtenidos de recursos naturales renovables y fibras vegetales para sustituir los plásticos derivados de petroquímicos.	¿Qué indicadores se deben considerar para el desarrollo de un plan de negocios para la producción de plásticos biodegradables obtenidos de recursos naturales renovables y fibras vegetales a fin de sustituir los plásticos	Desarrollar un plan de negocios para la producción de productos plásticos biodegradables obtenidos de recursos naturales renovables y fibras vegetales a fin de sustituir los plásticos derivados de petroquímicos.	ixta	M	N.A.	El plan de negocios se realizó, la empresa se localiza en Venezuela y comercializa envoltorios y bolsas plásticas a precios asequibles, los productos se realizan con almidón de papa o yuca y prolicaptolactona, fueron promocionados por las redes sociales y pnafiletos.	El material resultante de la investigación utiliza materias primas que no producen contaminación, algo similar a lo que buscamos, además se realiza un plan de negocios como el que queremos plantear.	<a href="http://miunespace.une.edu.ve/jspui/bitstream/123456789/1109/1/TG4669.pdf">http://miunespace.une.edu.ve/jspui/bitstream/123456789/1109/1/TG4669.pdf</a>

		derivados de petroquímicos?						
Hernando José Londoño Garrido Luis Fernando Tovar Herrera (2020)	Plan de negocio para la creación de una empresa productora de plástico biodegradable a partir de residuos orgánicos generados por los restaurantes en la ciudad de Bucaramanga.	A.	N. Elaborar un plan de negocio para la creación de una empresa productora y comercializadora de plástico biodegradable a partir de residuos orgánicos generados en los restaurantes de la ciudad de Bucaramanga	C ANVAS	Viabilidad económica, cáscara de papa, resina de bioplástico	Las resinas plásticas son más accesibles que las biodegradables y se producen en mayor cantidad, y que la utilización masiva de estas se da en la producción de empaques y envases para alimentos, la recolección de la materia prima es compleja y el proyecto es rentable y realizable; el producto tiene	El producto final es similar al nuestro y se utiliza una materia prima no contaminante con el mismo ideal de nuestro proyecto, además se elabora analizando las características del material y cómo estas presentan mejoras frente al plástico y sus derivados	<a href="http://tangara.uis.edu.co/biblioteca/tesis/2020/178869.pdf">http://tangara.uis.edu.co/biblioteca/tesis/2020/178869.pdf</a>

						la capacidad para reemplazar el PET, empaques de alimentos y bolsas plásticas.		
Sandra Milena Villalobos Pérez, Luz Eliana García Cano(2013)	EMPAQUES PLÁSTICOS BIODEGRADABLES EN ALIMENTOS FRUTÍCOLAS EN LAS EMPRESAS COLOMBIANAS	¿Por qué es tan importante para las empresas colombianas dedicadas a la producción de alimentos frutícolas empezar a utilizar dentro de sus procesos de fabricación y comercialización	Determinar la importancia que tiene implementar empaques plásticos biodegradables para la protección y comercialización de los alimentos frutícolas en las empresas colombianas	Metodología Documental-Descriptiva	Empaques, biodegradables, alimentos, normatividad, embalaje.	La globalización en todos los sectores resaltando el ámbito político y económico de los países, cada día lleva a diferentes investigadores a fondo el tema de competitividad, el cual de acuerdo a las estrategias establecidas trae ventajas que respaldan la economía del país. *En	Este trabajo de grado nos aporta debido a que abarca temas sobre: la importancia de los empaques biodegradables en alimentos frutícolas, tendencias que impactan el empaque en la logística y normatividad nacional e internacional. Las cuales proporcionan información muy útil en lo que respecta a nuestra	<a href="http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/74366.pdf">http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/74366.pdf</a>



		empaques de plásticos biodegradables?				la actualidad, Colombia impulsado por el Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos (TLC), tiene la posibilidad de emprender expansión en el mercado en sus productos y entrar a dominar las relaciones económicas (Centro de Estudios Empresariales para la Perdurabilidad Universidad del Rosario). *El nuevo convenio comercial para exportar, es indispensable para un buen reconocimiento de las	problemática.	
--	--	---------------------------------------	--	--	--	---	---------------	--

						empresas y en este caso, en donde se encuentran grandes ventajas en los empaques plásticos biodegradables, no sólo para el mantenimiento y durabilidad natural para las frutas, sino para contribuir con el medio ambiente		
N.A Marín (2020)	PROPUESTA DE PLAN DE NEGOCIO PARA LA ELABORACION DE PITILLOS BIODEGRADABLES DILUBIOCOFFE EN LA CIUDAD DE FUNZA.	¿Ante la problemática ambiental que se está presentando o actualmente y su relación con el uso inadecuado de	Elaborar la propuesta de plan de negocio para la elaboración de pitillos biodegradables DILUBIOCOFFE ubicado en la ciudad de Funza	Metodología de investigación	N.A	Se llevará a cabo un proceso de venta esperando los primeros 3 años el desarrollo y estadísticas certeras frente a los ingresos recibidos, contemplando el proyecto en	acompañar los estudios científicos y físicos al lado de un especialista.	<a href="https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/25476/1/PROPUESTA%20DE%20PLAN%20DE%20NEGOCIO%20PARA%20LA%20ELABORACION%20">https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/25476/1/PROPUESTA%20DE%20PLAN%20DE%20NEGOCIO%20PARA%20LA%20ELABORACION%20</a>

		agitadores plásticos en la sociedad, tendrá aceptación por parte del sector comercial la introducción de un pitillo biodegradable diluible a base de café y con azúcar integrado?	Cundinamarca.			las siguientes localidades; Suba y Chapinero.		<a href="#">DE%20PITILLOS%20BIODEGRADABLES%20DILUIBLE%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20FUNZANA.pdf</a>
Carla Valentina Parra Pinilla. Brayan Leonardo Patarroyo Garzón. (2021)	Estudio aplicado al sector del Cáñamo Industrial de Bioplásticos	¿Bioplásticos de cáñamos sostenible o no?	Definir la viabilidad estratégica del uso de fibra del cáñamo de marihuana en la fabricación de empaques y envases en Colombia.	.A	N	Cáñamo de marihuana, fibras naturales, sostenibilidad, eco-eficiencia, industria del plástico, biodegradable, cadena de suministros.	En este trabajo se tratan temas de plásticos biodegradables relacionados con un aspecto natural, el cual nos brinda una perspectiva desde ese ángulo.	<a href="https://doi.org/10.48713/10336_31658">https://doi.org/10.48713/10336_31658</a> <a href="https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/31658">https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/31658</a>

<p>Y.A UMBA GONZALEZ (2020)</p>	<p>DESARR OLLO DE UN PLAN DE NEGOCIO PARA LA FABRICACIÓN DE BOLSAS BIODEGRADA BLES CREADAS CON RESIDUO DE ALMIDÓN DE CASCARA DE NARANJA</p>	<p>¿Q ué tan rentable puede ser una empresa productora de un material biodegrad able, a partir del residuo generado por la cáscara de naranja, para la fabricació n de bolsas recolector as de desechos fisiológico s de mascotas doméstica s?</p>	<p>Elabo rar un plan de negocio para el desarrollo de bolsas biodegradabl es a base de cáscara de naranja.</p>	<p>.A N</p>	<p>Ecológico, Plástico, Rentabilidad, Fabricación.</p>	<p>Es un producto que se acepta de manera amplia, en consumidores de bolsas plásticas para la recolección de excrementos de sus mascotas, generando la aceptación de la propuesta, desarrollándos e incluso estudios previos de financiamiento .</p>	<p>Como nuestro proyecto podría impactar en el ya existente mercado de los plásticos, y desde ahí tener bases para nuestra investigación.</p>	<p><a href="https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/25374/1/DESARROLLO%20DE%20PLAN%20DE%20NEGOCIO%20PARA%20LA%20FABRICACION%20DE%20BOLSAS%20BIODEGRADABLES%20CREADAS%20CON%20RESIDUO%20DE%20ALMIDON%20DE%20CASCARA%20DE%20NARANJA.pdf">https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/25374/1/DESARROLLO%20DE%20PLAN%20DE%20NEGOCIO%20PARA%20LA%20FABRICACION%20DE%20BOLSAS%20BIODEGRADABLES%20CREADAS%20CON%20RESIDUO%20DE%20ALMIDON%20DE%20CASCARA%20DE%20NARANJA.pdf</a></p>
---	---	--	--	-----------------	--	--	---	--

<p><u>Chava</u> <u>rro Rivero,</u> <u>Diego</u> <u>Alexander</u> <u>Cuero</u> <u>Parga, Laura</u> <u>del</u> <u>Pilar(2022)</u></p>	<p>Desarrollo de un plástico biodegradable por medio de la microalga Chlorella vulgaris cultivada en aguas residuales industriales.</p>	<p>N. A</p>	<p>Desarrollar un bioplástico por medio de la microalga Chlorella vulgaris cultivada en aguas residuales industriales.</p>	<p>N .A</p>	<p>Aguas residuales;Bibliometría;Microalga;sewage water;Bibliometrics;Microalgae;Tesis y disertaciones académicas</p>	<p>Se pudo concluir gracias a la experimentación y la creación del diseño conceptual básico elaborado a escala piloto que se llevo a cabo, se comprobó la buena implementación de este plástico biodegradable.</p>	<p>Este proyecto de grado nos proporciona información para nuestro proyecto de grado, debido a que se lleva a cabo la producción de un plástico biodegradable, el cual tiene un objetivo similar al de nuestro proyecto.</p>	<p><a href="https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8830/1/6171154-2022-1-IQ.pdf">https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8830/1/6171154-2022-1-IQ.pdf</a></p>
<p>CLAUDIA ANDREA LONDOÑO RESTREPO  DIEGO FERNANDO SARMIENTO BETANCUR</p>	<p>ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA ELABORACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE BOLSAS BIODEGRADABLES</p>	<p>¿Cuál es la viabilidad técnica, financiera, legal y de mercados para la creación de una empresa dedicada a la</p>	<p>Realizar un estudio de viabilidad para la creación de una empresa dedicada a la elaboración y distribución de bolsas plásticas biodegradables</p>	<p>Método inductivo</p>	<p>Almidón, biodegradable bolsa, factibilidad, plásticos.</p>	<p>Mostrándose como un producto novedoso atrae la atención del público, y la compra de este, que trae consecuencias positivas hacia el medio ambiente.</p>	<p>Presenta a nuestro producto como novedoso y hacer hincapié en los beneficios que genera en el medio ambiente</p>	<p><a href="https://repository.ucp.edu.co/bitstream/10785/5204/1/DDMIIN_D58.pdf">https://repository.ucp.edu.co/bitstream/10785/5204/1/DDMIIN_D58.pdf</a></p>

(2018)	BLES A BASE DE ALMIDÓN DE MAÍZ EN LA CIUDAD DE PEREIRA	elaboración y distribución de bolsas plásticas biodegradables a base de almidón de maíz para establecimientos comerciales de la ciudad de Pereira?	es a base de almidón de maíz para establecimientos comerciales de la ciudad de Pereira.					
Alejandra María Alzate Castillo (2019)	Diseño de empaques biodegradables y compostables a partir del uso de cáscara de banano	¿Cómo desarrollar empaques biodegradables y no contaminantes para la comercialización de frutas deshidratadas que	Diseñar un empaque primario para el almacenamiento y comercialización de banano deshidratado por medio del uso de cáscara de	Metodología de Diseño	Diseño de Empaque; Biodegradable; Cáscara de Banano; Diseño Verde; Packaging Design; Banana peel; Green Design	A partir de la cáscara de banano como residuo orgánico es posible experimentar y diseñar un material no contaminante para el medio ambiente. El biomaterial	Este proyecto nos aporta un método en el que se pueden producir empaques biodegradables usando un elemento natural como los es el banano.	<a href="https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/5934/1/DDMDI18.pdf">https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/5934/1/DDMDI18.pdf</a>

		<p>permitan mantener en óptimas condiciones el alimento que contendrá?</p>	<p>banano que permitan disminuir el uso de materiales plásticos en la industria.</p>			<p>obtenido a partir de residuos orgánicos, en este caso cáscara de banano, permite realizar un proceso de biodegradación y compostaje amigable con el planeta. Se diseñó y construyó un empaque biodegradable para banano deshidratado a partir del propio residuo del alimento.</p>		
<p>CARLOS IVAN CAMACHO CORTES (2017)</p>	<p>ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ENVASES</p>	<p>A N.</p>	<p>Realizar un diagnóstico multisectorial donde se destacan el plástico, envases,</p>	<p>Métodología analítica</p>	<p>Productividad. Competitividad. Calidad. Producción. Logística. Métodos. Ingeniería.</p>	<p>En el proyecto primeramente se ejecutó un estudio del sector de los plásticos, dónde se</p>	<p>Nos aporta a nuestro proyecto de grado la visión de los envases biodegradables en cuanto a su relación con los</p>	<p><a href="https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/864/1/3112448-2017-1-">https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/864/1/3112448-2017-1-</a></p>

	BIODEGRADABLES PARA PRODUCTOS ALIMENTICIOS EN BOGOTÁ		materiales biodegradables y de alimentos para la recopilación de información y posterior análisis del sector plástico y de envases biodegradables en Bogotá y su región.			concluyó que es alta ocupación en el sector. Luego se elaboró un estudio de mercados dónde se determinó el mercado industrial al que va dirigido. Después se realizó un estudio técnico dónde se definió el proceso formado por inyección y se concluyó que se requieren dos máquinas y cinco operarios. Posteriormente, se desarrolló un estudio administrativo y un estudio	envases de alimentos.	<a href="#">Il.pdf</a>
--	--	--	--	--	--	---	-----------------------	------------------------



						legal y por último un estudio financiero dónde se determinaron los ingresos.		
María Milagros Alvares Mamani. Ishshahezer Loiseeunice Carpio Rojas.(2019)	Estudio bibliográfico preliminar para la producción de plásticos biodegradables a partir de harina de yuca	El uso indiscriminado de plásticos convencionales como medio de almacenamiento o transporte para diferentes productos.	Análisis bibliográfico de la producción de plásticos biodegradables a base de harina de yuca como componente principal.	Metodología descriptiva	Plástico, biodegradable, producción, materia prima, mandioca.	Las tecnologías para la producción de plásticos biodegradables, según la bibliografía estudiada, en gran parte son las mismas maquinarias y equipos que se usa para la producción de plásticos derivados del petróleo, la diferencia está en el tipo de materia prima que se usa y los parámetros que se debe controlar	Este proyecto, para optar por el grado bachiller, nos brinda la información de una de las alternativas para suplir el plástico que consiste en producir a partir de la harina de yuca.	<a href="http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/16051/1/ALVARES_MAMANI_MAR_BI_O.pdf">http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/16051/1/ALVARES_MAMANI_MAR_BI_O.pdf</a>

						durante el proceso de producción, como la temperatura de calentamiento en el mezclado y la presión que se debe manejar en el proceso de soplado		
--	--	--	--	--	--	---	--	--

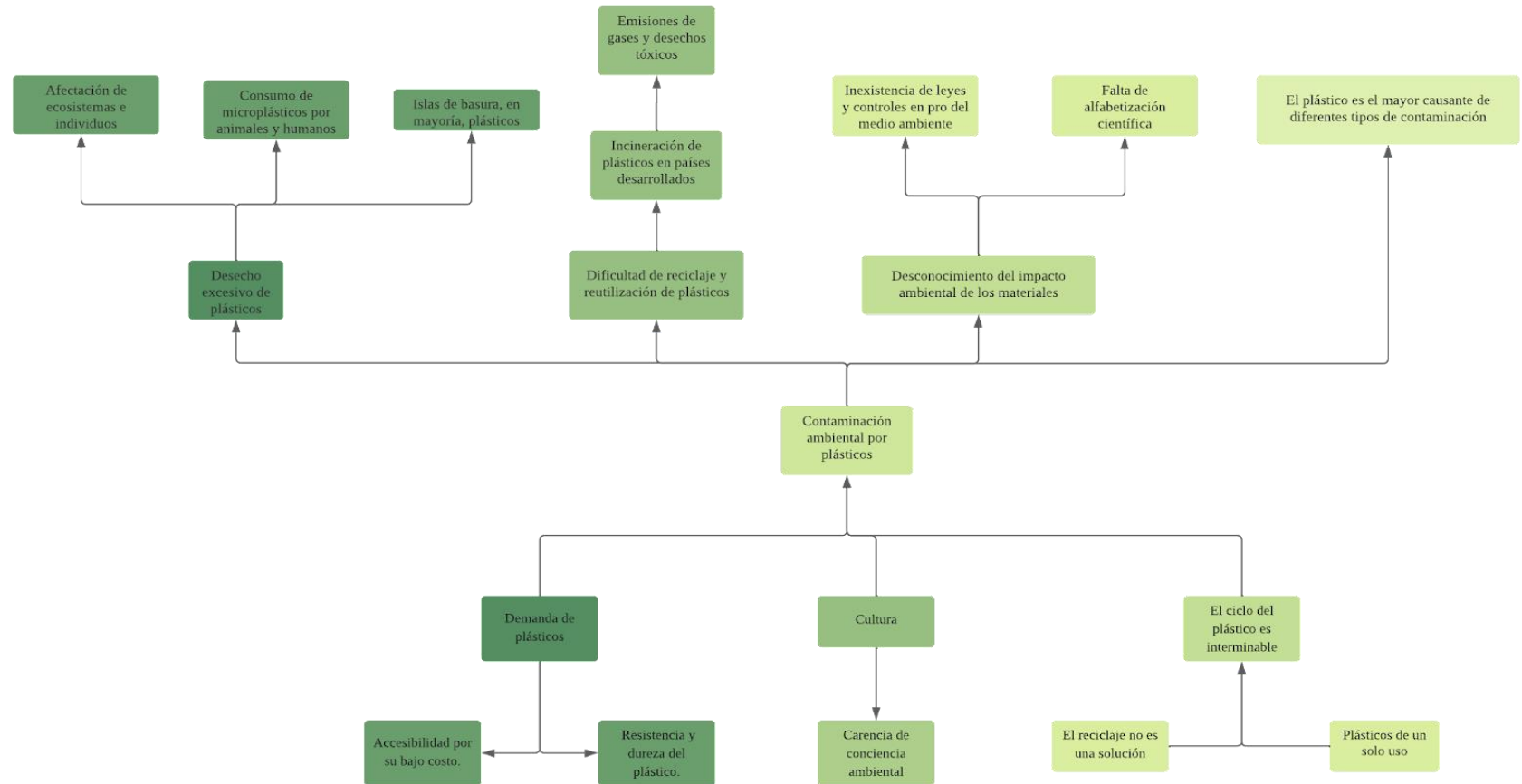
**Anexo B**

Cronograma

		CRONOGRAMA GENERAL DE ACTIVIDADES																																
ACTIVIDAD	AÑOS	2022																																
	BIMESTRE	PRIMER												SEGUNDO						VACAC.	TERCERO						CUARTO						VACAC.	
	MES	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO	JULIO		AGOSTO		SEPTIEM.		OCTUBRE		NOVIEM.		DICIEM.					
	CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>GRADO 10</b>																																		
Anteproyecto																																		
Árbol de problemas																																		
Planteamiento problema																																		
Anteproyecto corregido																																		
Objetivos general y específico																																		
Matriz de antecedentes																																		
Antecedentes estado del arte																																		
Justificación																																		
Capítulo I corregido																																		
Metodología y enfoque																																		
Población-muestra e instrumento																																		
Cronograma e introducción																																		
Desarrollo y entrega de anteproyecto																																		
Envío de proyecto a jurados																																		
Marco técnico																																		
<b>GRADO 11</b>																																		
Revisión marco técnico																																		
Aprobación técnica de recolección de datos																																		
Validación técnica de recolección de datos																																		
Aplicación de instrumento (experimentación)																																		
Recolección y análisis de información																																		
Corrección y análisis de información																																		
Conclusiones																																		
Corrección, introducción y conclusiones																																		
Corrección de estilo																																		
Revisión introducción normas APA																																		
Resumen, palabras claves y abstract																																		
Preparación sustentación																																		
Elaboración presentación dispositivas																																		
Sustentación del proyecto ante el jurado																																		
Correcciones proyecto																																		
Redacción de artículo científico																																		
Entrega general																																		

Anexo C

Árbol de problemas



**Anexo D**

Matriz Categorías y subcategorías

Pregunta problematizadora	Objetivo  General – Específicos	Categoría	Definición Conceptual	Subcategoría	Eje de análisis	Fuentes Secundarias
N.A	<p>Producir materiales vivos a partir de hongos. Concretamente utilizando micelio de Pleurotus Ostreatus como elemento vivo junto a distintos sustratos de origen orgánico como la paja de trigo, cebada y yute para el armado del composite. Estos sustratos de desechos agrícolas tienen la capacidad de absorción acústica y son autoportantes.</p>	Micotectura	<p>El proyecto mencionado, presenta una alternativa, construida de materiales biodegradables, donde una de las técnicas a usar es la micotectura, que se desarrolla desde el micelio de Pleurotus Ostreatus. propone como objetivo; un material biodegradable competidor entre la industria. De la misma manera busca demostrar: las propiedades del material, absorción acústica, térmica y mecánica (Fuentes 2020).</p>	Sycellium	Medio ambiental	x

<p>¿Cómo la ecotectura se establece como una alternativa en la construcción de positivos escultóricos con residuos de hongos de setas grises mediante la experimentación con su micelio?</p>	<p>Emplear a la micotectura como una alternativa en la construcción de positivos escultóricos con residuos de hongos de setas grises mediante la experimentación con su micelio.</p>	<p>ra Micotectu</p>	<p>“Micotectura es un término que parte de la construcción de estructuras con hongos. Proviene del griego mico = hongo, tekton = constructor. Consiste en la construcción de estructuras sólidas con micelio y sustrato, el cual es un material capaz de solidificarse mediante su propia configuración orgánica.” (Cóndor y Quezada, 2019)</p> <p>“Micotectura: Una alternativa orgánica al positivado escultórico utilizando residuos de hongos a partir de micelio de setas grises” (Cóndor y Quezada, 2019).</p>	<p>Sycellium</p>	<p>Medio ambiental</p>	<p>x</p>
<p>¿Cuál es la viabilidad ambiental, social y económica de utilizar materiales como micelio y residuos orgánicos para sustituir los convencionales en el proceso de fabricación de ladrillos?</p>	<p>Formular un plan de negocios para evaluar la viabilidad de la fabricación y comercialización de ladrillos ecológicos (Eco-Myc Bricks) hechos a partir del micelio de Pleurotus ostreatus y residuos orgánicos como una alternativa sostenible</p>	<p>ra Micotectu</p>	<p>El proyecto en cuestión trata de la elaboración de ladrillos ecológicos a base de residuos orgánicos como paja, aserrín, viruta, cascarilla de cereales, bagazo de caña de azúcar, hojas de maíz, cal, cartón, y del micelio obtenido del hongo Pleurotus ostreatus, ‘biocompuesto’ generado por el</p>	<p>Sycellium</p>	<p>Medio ambiental</p>	<p>x</p>

	durante los procesos de construcción en Villavicencio, Meta.		crecimiento micelial anteriormente mencionado, como alternativa sostenible durante los procesos de construcción en Villavicencio, Meta (Burgos y Manrique, 2022).			
--	--	--	---	--	--	--

**Anexo E**

Matriz Fuentes

autor	No mbre del texto	Referencia	C ategorí a	I rmar ia	S ecunda ria
Fuentes, I.	Bio Fabricación . Micelio como material de const rucción: B iocomposit e en sustratos lignoceluló sicos	Fuentes, I. (2020). <i>Bio Fabricación Micelio como material de construcción: Biocomposite en sustratos lignocelulósicos</i> . Universidad Politécnica de Madrid. <a href="https://oa.upm.es/63507/1/TFG_Jun20_Fuentes_Cantillana_Monereo_Ignacio.pdf">https://oa.upm.es/63507/1/TFG Jun20 Fuentes Cantillana Monereo Ignacio.pdf</a>	M icotectu ra		x

Condor, S. y Quezada, R.	C Micotectura: Una alternativa orgánica al positivado escultórico utilizando residuos de hongos a partir de micelio de setas grises	Condor, S. y Quezada, R. (2019). <i>Micotectura: una alternativa orgánica al positivado escultórico utilizando residuos de hongos a partir de micelio de setas grises</i> . Universidad Central del Ecuador. <a href="http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/20741/1/T-UCE-0002-ART-055.pdf">http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/20741/1/T-UCE-0002-ART-055.pdf</a>	M icotectura		x
Burgos, G. y Manrique, N.	E Plan de negocio para la producción y comercialización de ladrillos ecológicos (eco-mycbricks) a partir de micelio en la ciudad de Villavicencio, Meta	Burgos, G. y Manrique, N. (2022). <i>Plan de negocio para la producción y comercialización de ladrillos ecológicos (eco-mycbricks) a partir del micelio en la ciudad de Villavicencio, Meta</i> . Universidad Santo Tomás. <a href="https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/47158/2022gissellyburgos.pdf?sequence=6&amp;isAllowed=y">https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/47158/2022gissellyburgos.pdf?sequence=6&amp;isAllowed=y</a>	M icotectura		x



**Anexo F**

## Carta uso de laboratorios

Bogotá D.C., Abril de 2023

Señores

**Colegio Santo Tomás de Aquino**

**Laura Natalia Osorio Herrera**

**Mayra Alejandra Bohórquez Rodríguez**

Ciudad.

Cordial saludo,

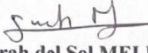
Atentamente nos dirigimos a ustedes con motivo de solicitarles el préstamo del laboratorio de Química y Biología, a cargo de las maestras Alejandra Bohórquez y Natalia Osorio, respectivamente; esto para culminar las actividades necesarias en el desarrollo de nuestro proyecto de investigación que involucran el método científico y la experimentación que deben ser realizadas en espacios destinados para tales fines, como los laboratorios. Al mismo tiempo, es importante para nosotros informarles que la maestra Diana Angarita, quien es la tutora de este proyecto, acompañará y guiará el trabajo experimental.

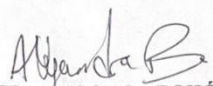
También, estaremos siempre comunicando los horarios en los que utilizaremos los laboratorios, buscando que no coincidan con momentos de clase que imposibiliten el uso de este. El horario que más se acomoda en nuestro caso sería el primer bloque del día miércoles, pues durante este recibimos la cátedra de Metodología de Investigación, y en ella tenemos el permiso para aplicar los experimentos.

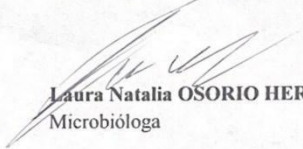
Finalmente, nos resta agradecerles por su atención y apoyo a lo largo del proceso, y solicitarles una pronta respuesta para la programación y desarrollo de los experimentos.

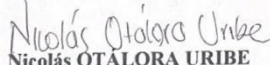
Atentamente,

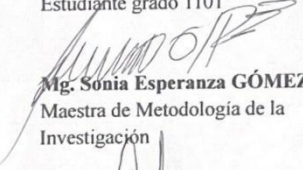
  
**Zue Natalia DOMÍNGUEZ MONTAÑA**  
Estudiante grado 1101

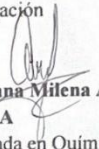
  
**Sarah del Sol MELÉNDEZ GALINDO**  
Estudiante grado 1101

  
**Lic. Mayra Alejandra BOHÓRQUEZ  
RODRÍGUEZ**  
Licenciada en Química

  
**Laura Natalia OSORIO HERRERA**  
Microbióloga

  
**Nicolás OTÁLORA URIBE**  
Estudiante grado 1101



  
**Mg. Sonia Esperanza GÓMEZ ROJAS**  
Maestra de Metodología de la  
Investigación

  
**Lic. Diana Milena ANGARITA  
ARDILA**  
Licenciada en Química  
Tutora del proyecto

## Anexo G


Diarios de campo

Uno

<b>DIARIO DE CAMPO SYCELLIUM</b>	
<b>FECHA</b>	<b>Abril 25</b>
<b>ACTIVIDAD:</b>	<b>Cultivo del control</b>
<b>DIARIO NÚMERO:</b>	<b>Cero</b>
<b>OBSERVADORES:</b>	Zue Natalia Domínguez Montaña Sarah del Sol Meléndez Galindo Nicolás Otálora Uribe
<b>DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN</b>	<b>ANÁLISIS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El micelio del hongo <i>Agaricus bisporus</i> presentaba una textura de dureza.</li> <li>• No se presenciaba total compatibilidad, eran notables los componentes.</li> </ul> <p><b>Imagen 1</b></p>  <p><b>Imagen 2</b></p> 	<p>Durante el proceso experimental, se evidenció que las semillas de micelio del hongo contaban con rigidez en su estructura, de igual forma parecían estar cubiertas por algún tipo de polvo y el olor era muy reconocible. Aunque se trabajó con materiales de fácil acceso y un manejo sencillo, se actuó con total precaución para no contaminar bien sea los materiales o los compuestos y el hongo creciera en un ambiente propicio.</p>

--	--

Dos

<b>DIARIO DE CAMPO SYCELLIUM</b>	
<b>FECHA</b>	<b>Abril 29</b>
<b>ACTIVIDAD:</b>	<b>Revisión</b>
<b>DIARIO NÚMERO:</b>	<b>Cuatro</b>
<b>OBSERVADORES:</b>	Zue Natalia Domínguez Montaña Sarah del Sol Meléndez Galindo Nicolás Otálora Uribe
<b>DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN</b>	<b>ANÁLISIS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El micelio del hongo <i>Agaricus bisporus</i> presentaba una textura más compacta, con evidencia de que el hongo ya estaba desarrollándose.</li> <li>• No se presenciaba total compatibilidad, eran notables los componentes.</li> </ul> <p><b>Imagen 1</b></p>  <p><b>Imagen 2</b></p>	<p>A partir de lo observado, se puede establecer que el micelio había logrado colonizar el sustrato, los parches blancos que se ven en las imágenes, son la primera parte del desarrollo de los hongos y para este momento ya era evidente, aun así, no se veía uniforme, y aún faltaba para que el material estuviera como lo buscamos.</p>



Tres

<b>DIARIO DE CAMPO SYCELLIUM</b>	
<b>FECHA</b>	<b>Mayo 4</b>
<b>ACTIVIDAD:</b>	<b>Revisión</b>
<b>DIARIO NÚMERO:</b>	<b>Nueve</b>
<b>OBSERVADORES:</b>	Zue Natalia Domínguez Montaña Sarah del Sol Meléndez Galindo Nicolás Otálora Uribe
<b>DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN</b>	<b>ANÁLISIS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las fibras del micelio eran muy notables desde cualquier ángulo del empaque.</li> <li>• Se presenciaba humedad dentro del empaque aún cuando no se le había proporcionado agua.</li> </ul> <p><b>Imagen 1</b></p> <p><b>Imagen 2</b></p>	<p>Al evidenciar que la mezcla no parecía tener más cambios, recurrimos a la ayuda de una docente, quien mencionó que el hongo estaba creciendo lentamente. Todavía existían regiones que no estaban colonizadas, sin embargo, la estructura mostraba rigidez.</p>




**Cuatro**

<b>DIARIO DE CAMPO SYCELLIUM</b>	
<b>FECHA</b>	<b>Mayo 10</b>
<b>ACTIVIDAD:</b>	<b>Revisión</b>
<b>DIARIO NÚMERO:</b>	<b>Quince</b>
<b>OBSERVADORES:</b>	Zue Natalia Domínguez Montaña Sarah del Sol Meléndez Galindo Nicolás Otálora Uribe
<b>DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN</b>	<b>ANÁLISIS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El micelio del hongo <i>Agaricus bisporus</i> había adoptado una estructura uniforme, sin embargo, por el desarrollo que había llevado hasta el momento, observamos que el crecimiento se podría haber ralentizado.</li> <li>• No se evidencia aún el resultado esperado, para poder terminar el material y obtener el deseado.</li> </ul> <p><b>Imagen 1</b></p> <p><b>Imagen 2</b></p>	<p>Es importante verificar si las condiciones de crecimiento se están dando, o entender por qué el crecimiento puede ralentizarse, se busca que siga su desarrollo, esto con el fin de poder, en el menor tiempo posible, retirar la mezcla de los moldes y aplicar la única técnica faltante para tener en sí, nuestro material.</p>



Cinco

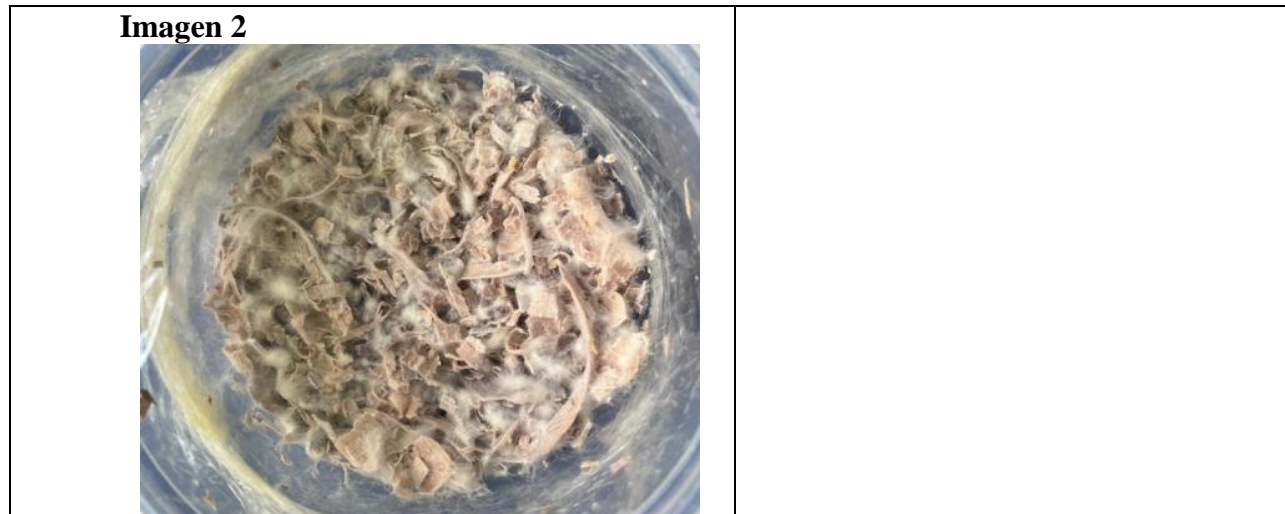
<b>DIARIO DE CAMPO SYCELLIUM</b>	
<b>FECHA</b>	<b>Mayo 15</b>
<b>ACTIVIDAD:</b>	<b>Revisión</b>
<b>DIARIO NÚMERO:</b>	<b>Veinte</b>
<b>OBSERVADORES:</b>	Zue Natalia Domínguez Montaña Sarah del Sol Meléndez Galindo Nicolás Otálora Uribe
<b>DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN</b>	<b>ANÁLISIS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El micelio del hongo <i>Agaricus bisporus</i> presentaba una coloración más clara, debido a la reproducción del hongo a lo largo del sustrato.</li> <li>• A pesar de ver una mejoría en desarrollo comparado a los dos días previos, el resultado aún no es el esperado.</li> </ul> <p><b>Imagen 1</b></p>  <p><b>Imagen 2</b></p>	<p>Al observar las condiciones del experimento realizado con la variable de la tierra, concluimos que este estaba contaminado debido a que, al inicio del proyecto, con el objetivo de propiciar más oxígeno al hongo, perforamos el plástico con huecos excesivamente grande, causando que un ente externo ingresara al recipiente y depositara larvas. Debido a lo anterior, decidimos eliminar el proyecto de la tierra y alejarlo del experimento en cuestión, con la finalidad de prevenir la posibilidad de una contaminación.</p>



Seis

<b>DIARIO DE CAMPO SYCELLIUM</b>	
<b>FECHA</b>	<b>Junio 15</b>
<b>ACTIVIDAD:</b>	<b>Revisión</b>
<b>DIARIO NÚMERO:</b>	<b>Cincuenta y uno</b>
<b>OBSERVADORES:</b>	Zue Natalia Domínguez Montaña Sarah del Sol Meléndez Galindo Nicolás Otálora Uribe
<b>DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN</b>	<b>ANÁLISIS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El micelio del hongo <i>Agaricus bisporus</i> presentaba un desprendimiento del molde en el que se encontraba.</li> <li>• Al mismo tiempo se podía evidenciar que el material se encontraba compacto y con mayor dureza.</li> </ul> <p><b>Imagen 1</b></p>	<p>En el día cincuenta y uno se percibió un desprendimiento del material a causa de su grado de compactación, por lo que pudimos concluir que estaba preparado para ser llevado a hornear.</p>





**Siete**

<b>DIARIO DE CAMPO SYCELLIUM</b>	
<b>FECHA</b>	<b>Junio 22</b>
<b>ACTIVIDAD:</b>	<b>Revisión</b>
<b>DIARIO NÚMERO:</b>	<b>Cincuenta y ocho</b>
<b>OBSERVADORES:</b>	Zue Natalia Domínguez Montaña Sarah del Sol Meléndez Galindo Nicolás Otálora Uribe
<b>DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN</b>	<b>ANÁLISIS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El micelio del hongo <i>Agaricus bisporus</i> mostraba una coloración más clara, adoptando tonalidades blancas.</li> <li>• A pesar de la continuación de días, no se presentó algún tipo de cambio en cuanto a su dureza u otro aspecto físico.</li> </ul> <p><b>Imagen 1</b></p>	<p>El trabajo llegó a su punto máximo de crecimiento y endurecimiento por lo que se dejó de evidenciar cambios significativos.</p>




**Imagen 2**



**Ocho**

<b>DIARIO DE CAMPO SYCELLIUM</b>	
<b>FECHA</b>	<b>Julio 5</b>
<b>ACTIVIDAD:</b>	<b>Revisión</b>
<b>DIARIO NÚMERO:</b>	<b>Setenta y uno</b>
<b>OBSERVADORES:</b>	Zue Natalia Domínguez Montaña Sarah del Sol Meléndez Galindo Nicolás Otálora Uribe
<b>DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN</b>	<b>ANÁLISIS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El micelio del hongo <i>Agaricus bisporus</i> evidenciaba una presencia de entes externos unidos en su mayoría al vinipel protector en la parte superior.</li> <li>• Se podía observar un cambio de coloración al fondo del recipiente tornando de un</li> </ul>	<p>Al observar el estado del proyecto pudimos concluir que se encontraba contaminado al hallar organismos ajenos, en los que se pudo visibilizar larvas entre otros individuos. Lo anterior pudo ser causado a que el ambiente no era estéril por lo que se decidió desechar con la finalidad de no</p>

<p>color oscuro.</p> <p><b>Imagen 1</b></p> 	<p>contaminar los otros prototipos,</p>
---	---

**Uno**

<p align="center"><b>DIARIO DE CAMPO SYCELLIUM</b></p>	
<p align="center"><b>FECHA</b></p>	<p align="center"><b>22 de junio</b></p>
<p align="center"><b>ACTIVIDAD:</b></p>	<p align="center"><b>Cultivo de <i>Sycellium</i></b></p>
<p align="center"><b>DIARIO NÚMERO:</b></p>	<p align="center"><b>Cero</b></p>
<p align="center"><b>OBSERVADORES:</b></p>	<p align="center">Zue Natalia Domínguez Montaña Sarah del Sol Meléndez Galindo Nicolás Otálora Uribe</p>
<p align="center"><b>DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN</b></p>	<p align="center"><b>ANÁLISIS</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El <i>Sycellium</i>, presentaba una consistencia húmeda.</li> <li>• Se evidenciaban en la parte superior del recipiente burbujas y diversas texturas.</li> </ul> <p><b>Imagen 1</b></p>	<p>Del mismo modo que se trabajó en el prototipo, se realizó el <i>Sycellium</i>, tomando precauciones y respectivas medidas, sin embargo, al igual que el prototipo, este mostraba una incompatibilidad en cuanto a sus componentes con la diferencia de la humedad, dado que agregamos una mayor cantidad de agua debido a la glicerina, además de esta última contribuir a su textura.</p>



**Imagen 2**



**Dos 6**

<b>DIARIO DE CAMPO SYCELLIUM</b>	
<b>FECHA</b>	<b>Julio 13</b>
<b>ACTIVIDAD:</b>	<b>Revisión</b>
<b>DIARIO NÚMERO:</b>	<b>Veinte</b>
<b>OBSERVADORES:</b>	Zue Natalia Domínguez Montaña Sarah del Sol Meléndez Galindo Nicolás Otálora Uribe
<b>DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN</b>	<b>ANÁLISIS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>El <i>Sycellium</i> se presentaba como una mezcla heterogénea,</li> </ul>	Observando

observando mayor desarrollo en la parte superior del recipiente, en contraste con el fondo.

- Se podía observar en un tono verdoso en el hongo.

### Imagen 1



el experimento pudimos concluir que el proceso a comparación del prototipo es diferente, puesto que en este el micelio no se desarrolló homogéneamente, además de presentar coloraciones verdes a diferencia de las blancas en el original.