



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DISEÑO Y ARQUITECTURA
CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero en Diseño
Industrial

**“Desarrollo de biomateriales con base en los desechos de madera en la ciudad
de Ambato: Caso de estudio micelio de hongos.”**

Autor: Frank Leonidas Silva Yancha

Tutor: PhD. Cristóbal Alonso Peñaherrera Melo

Ambato - Ecuador

Febrero 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto Investigación sobre el tema:

“Desarrollo de biomateriales con base en los desechos de madera en la ciudad de Ambato: Caso de estudio micelio de hongos.” del/la alumno/a Silva Yancha Frank Leonidas estudiante de la carrera de Diseño Industrial, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software de similitud de contenidos, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo, ante el organismo pertinente para ser sometido a la evaluación de los profesores calificadores designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad.

Ambato, febrero 2024

EL TUTOR

CRISTOBAL ALONSO PEÑAHERRERA MELO
Firmado digitalmente por
CRISTOBAL ALONSO
PEÑAHERRERA MELO
Fecha: 2024.01.16 15:19:29 -05'00'

.....
Cristóbal Alonso Peñaherrera Melo
C.C: 1804541199

AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, Frank Leonidas Silva Yancha, con cédula de ciudadanía No1805341615 declaro que los criterios emitidos en el trabajo de integración curricular, Modalidad Proyecto de Investigación bajo el tema: **“Desarrollo de biomateriales con base en los desechos de madera en la ciudad de Ambato: Caso de estudio micelio de hongos”**, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos y conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora de este trabajo de integración curricular.

Ambato, febrero 2024

EL AUTOR



Frank Leonidas Silva Yancha
C.C: 1805341615

DERECHOS DE AUTOR

Yo, Silva Yancha Frank Leonidas con C.C.: 1805341615 en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **“DESARROLLO DE BIOMATERIALES CON BASE EN LOS DESECHOS DE MADERA EN LA CIUDAD DE AMBATO: CASO DE ESTUDIO MICELIO DE HONGOS”**, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo de integración curricular o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi proyecto de Integración Curricular a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor/a, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, febrero 2024

EL AUTOR



.....
Frank Leonidas Silva Yancha
C.C: 1805341615

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Integración Curricular, Modalidad Proyecto de Investigación sobre el **“DESARROLLO DE BIOMATERIALES CON BASE EN LOS DESECHOS DE MADERA EN LA CIUDAD DE AMBATO: CASO DE ESTUDIO MICELIO DE HONGOS”** de Frank Leonidas Silva Yancha, estudiante de la carrera de Diseño Industrial de la Facultad de Diseño y Arquitectura de conformidad con el Reglamento de Graduación para obtener el título terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, febrero 2024

Para constancia firman

Nombres y Apellidos

PRESIDENTE

C.C:

Nombres y Apellidos

MIEMBRO CALIFICADOR

C.C:

Nombres y Apellidos

MIEMBRO CALIFICADOR

C.C:

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a.

A mis padres, Marco y Lourdes, quienes han estado incondicionalmente a mi lado, brindándome su tiempo y paciencia en cada etapa de mi vida.

A mis hermanos, Marcos, por su constante apoyo sin importar la hora del día, y a Ariana, quien ha sido como una segunda madre para mí. A Paula, por enseñarme la importancia de cuidar lo esencial en la vida. Son mi fuente de felicidad y han estado presentes en cada paso que doy desde mi más temprana memoria.

A mi mamita Maruja, por su confianza en mí y por siempre tener las palabras adecuadas en todo momento. Te llevo siempre en mi corazón.

A mis amigos y compañeros, por brindarme un espacio donde ser yo mismo no es difícil y por ser parte de este proceso.

A Salomé por ser un pilar en mi vida, llenándome de motivación y enseñándome que siempre se puede ser mejor.

- Leo Silva

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme alcanzar este momento tan significativo en mi vida.

A mi familia, tíos y primos, por su apoyo inquebrantable, sus palabras alentadoras y su constante deseo de verme progresar, han sido un gran impulso en mi camino.

A mis amigos, quizás nunca se los he expresado con suficiente claridad, pero ustedes han sido un motor muy importante en mi vida. Crecer y aprender junto a ustedes ha sido una experiencia invaluable. Siempre encontrando momentos para disfrutar de la compañía mutua.

Expreso mi sincero agradecimiento a mi tutor, el Ingeniero Alonso, por su capacidad para ayudarme a comprender mi verdadero potencial y a cada persona que ha sido parte de este proceso que ha contribuido a mi crecimiento y desarrollo.

- Leo Silva

ÍNDICE DE GENERAL

PORTADA	I
APROBACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA DEL TRABAJO	III
DERECHOS DE AUTOR	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES GENERALES	14
1.1. Nombre del proyecto	14
1.2. Definición del problema	14
1.3. Contextualización	15
1.4. Justificación	17
1.5. Objetivos	18
1.5.1. <i>Objetivo general</i>	18
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i>	18

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL	19
3.1. Madera en los aserraderos	34
3.2. Madera residual	39
3.3. Tipos de residuos	40
3.3.1. <i>Aserrín</i>	40
3.3.2. <i>Virutas</i>	41
3.3.3. <i>Trozos y retazos</i>	42
3.4. Gestión de residuos de madera	43
3.5. Principales beneficios de la gestión de residuos.	44
3.6. Métodos de gestión de residuos	44
3.6.1. <i>Reciclaje</i>	45
3.6.2. <i>Biomasa</i>	46
3.6.3. <i>Compostaje</i>	47
3.7. Impacto ambiental de los residuos de la industria maderera	48
3.8. Economía circular y aprovechamiento de residuos	49
3.9. Aplicación de los residuos de madera en la industria	51
3.10. Materiales compuestos	51
3.11. Biomateriales	52
3.11.1. <i>Sistemas vivos y bacterias</i>	53
3.11.2. <i>Celulosa bacteriana (CB)</i>	54

3.11.3.	<i>Micelio de hongos</i>	55
3.12.	Micelio de hongos en el diseño industrial	60
3.13.	Bio-modelado	61
3.15.	Fórmulas, ensayos, procesos y aplicaciones.	62
3.16.	Ensayos mecánicos en probetas.	66
CAPÍTULO III		
4.1.	Ubicación.....	68
4.2.	Equipos y materiales	69
4.3.	Tipo de investigación	70
4.4.	Idea a defender	70
4.5.	Población o muestra	71
4.6.	Recolección de información:	77
4.7.	Procesamiento de la información y análisis estadístico:	79
4.7.1.	<i>Procesamiento de datos (Entrevista con Aserraderos)</i>	79
4.7.2.	<i>Calculo de datos porcentual de residuos generados en los aserraderos</i>	83
4.7.3.	<i>Procesamiento de datos (Expertos en micelio)</i>	86
4.7.4.	<i>Sistesis de entrevistas:</i>	93
4.8.	Variables respuesta o resultados esperados	98
4.9.	Conclusiones	101
4.10.	Recomendaciones	102
CAPITULO IV		
5.1.	Conclusiones	104
5.2.	Recomendaciones	105
A.	MATERIALES DE REFERENCIA	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	<i>MycoComposite</i>	19
Tabla 2.	<i>Fungi Mutarium</i>	20
Tabla 3.	<i>MycoComposite</i>	21
Tabla 4.	<i>Myceliym + Timber</i>	22
Tabla 5.	<i>MyHelmet</i>	23
Tabla 6.	<i>Pluma by Mogu</i>	24
Tabla 7.	<i>Mush Lume</i>	25
Tabla 8.	<i>Raiz - Micelio</i>	26
Tabla 9.	<i>Engranar el micelio</i>	27
Tabla 10.	<i>Hy-Fi</i>	28

Tabla 11. <i>BioLith</i>	29
Tabla 12. <i>CASKIA / Growing a MarsBoot</i>	30
Tabla 13. <i>Pendant Lamp B-Wise</i>	31
Tabla 14. <i>Mush Panel</i>	32
Tabla 15. <i>Symbiocene Living</i>	33
Tabla 16. <i>Clasificación de industrias primarias según la actividad</i>	39
Tabla 17. <i>Fórmulas, ensayos, procesos y aplicaciones #1</i>	62
Tabla 18. <i>Fórmulas, ensayos, procesos y aplicaciones #2</i>	64
Tabla 17. <i>Recursos utilizados</i>	69
Tabla 18. <i>Base de datos del SRI de aserraderos en la ciudad de Ambato</i>	73
Tabla 19. <i>Respuestas de las entrevistas a aserraderos</i>	79
Tabla 20. <i>en m3 de la cantidad de material residual de los aserraderos</i>	83
Tabla 21. <i>en m3 de la cantidad de material residual de los aserraderos para aserrín</i>	83
Tabla 22. <i>en m3 de la cantidad de material residual de los aserraderos para viruta</i>	83
Tabla 23. <i>Promedio estimado entre variaciones</i>	84
Tabla 24. <i>Promedio General de material residual</i>	84
Tabla 25. <i>Respuestas a las entrevistas de expertos en el micelio</i>	86
Tabla 26. <i>Síntesis de respuestas a expertos en el micelio: Experiencia</i>	93
Tabla 27. <i>Síntesis de respuestas a expertos en el micelio: Propiedades</i>	94
Tabla 28. <i>Síntesis de respuestas a expertos en el micelio: Procesos y métodos</i>	96
Tabla 29. <i>Operacionalización de variables</i>	98
Tabla 30. <i>Operacionalización de variables</i>	100
Tabla 31. <i>Primer intento de cultivo de micelio</i>	107
Tabla 32. <i>Cultivo de micelio con pleurotus</i>	109
Tabla 33. <i>Formula del sustrato experimental</i>	111
Tabla 34. <i>Creación del sustrato e inoculación del micelio</i>	112
Tabla 35. <i>Cultivo de micelio con ganoderma</i>	113
Tabla 36. <i>Datos de las muestras del ensayo de absorción de agua</i>	128
Tabla 37. <i>Resultados del ensayo de absorción de agua</i>	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Los aserraderos.</i>	35
Figura 2. <i>Los diferentes tipos de maderas.</i>	37
Figura 3. <i>Trabajo con madera aserrada.</i>	38
Figura 4. <i>Aserrín de Madera.</i>	41
Figura 5. <i>Viruta de madera.</i>	42
Figura 7. <i>¿Dónde se recicla la madera?</i>	46
Figura 8. <i>La biomasa y cómo se obtiene.</i>	47
Figura 9. <i>Compost aprovechando los restos de poda.</i>	48
Figura 10. <i>Economía circular: definición, importancia y beneficios.</i>	50
Figura 11. <i>Lentes intraoculares fabricados en polimetilmetacrilato.</i>	53
Figura 12. <i>Seres vivos.</i>	54
Figura 13. <i>Celulosa bacteriana: un nanomaterial muy versátil.</i>	55
Figura 14. <i>Semilla de micelio de hongos.</i>	57
Figura 15. <i>Industrias y laboratorios en el mundo que emplean el micelio de hongos en la manufactura alimentaria, biotextiles, aislamiento y empaquetamiento, arte y arquitectura.</i>	59
Figura 16. <i>Evolución de una pieza.</i>	60
Figura 17. <i>The Future of Plastic.</i>	61
Figura 18. <i>Residuos de madera</i>	124
Figura 19. <i>Residuos de madera segundo aserradero</i>	124
Figura 20. <i>Transporte para residuos</i>	124
Figura 21. <i>Entrevistado #1</i>	125
Figura 22. <i>Entrevistado #2</i>	125
Figura 23. <i>Entrevistado #3</i>	126
Figura 24. <i>Entrevistado #4</i>	126

Resumen ejecutivo

El presente estudio representa una observación significativa en el ámbito del aprovechamiento sostenible de los recursos forestales, centrándose específicamente en la utilización del material residual de madera para la creación de biomateriales innovadores a partir del micelio de hongo. Esta investigación se enfoca en validar la viabilidad y el potencial de estos biomateriales en diversas aplicaciones, destacando su origen natural y su capacidad biodegradable como aspectos clave. La metodología aplicada en este estudio se caracterizó por una exhaustiva experimentación que involucró la identificación meticulosa de material residual en aserraderos locales el desarrollo de biomateriales de micelio con sustratos de aserraderos detallando el proceso del mismo y su fases de producción y elaboración. Posteriormente, se llevaron a cabo pruebas mecánicas y físicas para evaluar las propiedades intrínsecas del biomaterial generado a partir del micelio. Los resultados obtenidos revelan la sorprendente versatilidad del biomaterial de micelio, ofreciendo perspectivas prometedoras para su aplicación en la fabricación de paneles térmicos y acústicos, así como en la creación de productos destinados a mantener la temperatura y ofrecer soluciones sostenibles en el ámbito del packaging. Este estudio no solo representa un avance significativo en el campo de la gestión de residuos y biomateriales, sino que también subraya la importancia de explorar y adoptar alternativas eco-amigables en los procesos de producción industrial. Los términos clave que encapsulan la esencia de este trabajo incluyen el reaprovechamiento de material residual, la innovación en biomateriales, la experimentación científica, la promoción de la sostenibilidad y la validación del material para su aplicación práctica.

PALABRAS CLAVE: BIOMATERIALES, MICELIO DE HONGO, DISEÑO INDUSTRIAL, SOSTENIBILIDAD, ASERRADEROS, ECONOMÍA CIRCULAR, EXPERIMENTACIÓN.

Abstract

The present study represents a significant observation in the field of sustainable use of forest resources, focusing specifically on the use of residual wood material for the creation of innovative biomaterials from fungal mycelium. This research focuses on validating the viability and potential of these biomaterials in various applications, highlighting their natural origin and their biodegradable capacity as key aspects. The methodology applied in this study was characterized by exhaustive experimentation that involved the meticulous identification of residual material in local sawmills, the development of mycelium biomaterials with sawmill substrates, detailing the process and its production and processing phases. Subsequently, mechanical and physical tests were carried out to evaluate the intrinsic properties of the biomaterial generated from the mycelium. The results obtained reveal the surprising versatility of the mycelium biomaterial, offering promising perspectives for its application in the manufacture of thermal and acoustic panels, as well as in the creation of products intended to maintain temperature and offer sustainable solutions in the field of packaging. This study not only represents a significant advance in the field of waste and biomaterials management, but also underlines the importance of exploring and adopting eco-friendly alternatives in industrial production processes. Key terms that encapsulate the essence of this work include waste material reuse, biomaterials innovation, scientific experimentation, sustainability promotion, and material validation for practical application.

KEYWORDS: BIOMATERIALS, FUNGUS MYCELIUM, INDUSTRIAL DESIGN, SUSTAINABILITY, SAWMILLS, CIRCULAR ECONOMY, EXPERIMENTATION.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES GENERALES

1.1.Nombre del proyecto

Desarrollo de biomateriales con base en los desechos de madera en la ciudad de Ambato.
“Caso de estudio: micelio de hongos.”

1.2.Definición del problema

La mala gestión de residuos es un problema a nivel mundial que nos afecta como sociedad. Ambato, es la cuarta ciudad que más aporta al PIB del Ecuador, poseedora de un motor industrial y comercial de gran importancia para el país. El sector maderero presenta una influencia en este dato, ya sea de forma artesanal o comercial de muebles en la ciudad, nos deja como resultado la creciente contaminación y la deficiente gestión de residuos que amenazan la sostenibilidad ambiental. Este dilema, aunque presenta múltiples facetas, encuentra su epicentro en la vibrante industria maderera local. Los aserraderos, pilares económicos de la comunidad, generan diariamente una cantidad considerable de residuos, desde el inconfundible aserrín hasta recortes y despuntes, que actualmente enfrentan una gestión ineficaz.

Los residuos forestales, más allá de su función inicial, contribuyen a la contaminación visual y atmosférica, impactando negativamente tanto la salud humana como el frágil equilibrio del ecosistema local. A su vez, la ausencia de un sistema integral de gestión de residuos obstaculiza la creación de una economía circular, donde los desechos se convierten en recursos valiosos.

Este escenario problemático se ve exacerbado por la falta de prácticas ambientales sólidas y sistemas eficientes para transformar los desechos en materiales reutilizables. La falta de conciencia sobre la importancia de la gestión sostenible de residuos y la necesidad de adoptar prácticas ecoamigables representan desafíos cruciales. En este contexto, la contaminación ambiental y la mala gestión de residuos se entrelazan, dando lugar a preguntas fundamentales que este estudio busca abordar. ¿Cómo podemos mitigar la contaminación originada por los residuos de la industria maderera? ¿Cuáles son las estrategias más efectivas para una gestión de residuos que promueva la sostenibilidad y la economía circular? ¿De qué manera podemos sensibilizar a la

comunidad y a los actores industriales sobre la urgencia de abordar este problema conjunto?

Esta investigación no solo pretende señalar las problemáticas existentes, sino también proponer soluciones tangibles. Aspira trazar un camino hacia una gestión de residuos más eficiente y sostenible en los aserraderos de Ambato, convirtiendo desafíos en oportunidades para el desarrollo económico y la preservación ambiental. Con el objetivo de consolidar un aporte valioso al conocimiento en este campo, se explorarán en detalle las dinámicas de la contaminación y la gestión de residuos, proporcionando una base sólida para estrategias innovadoras y sostenibles en el contexto local de Ambato.

1.3.Contextualización

El tema del material residual adquiere una importancia significativa en la gestión sostenible de los recursos forestales y la industria maderera. Este material residual se compone de diversos subproductos y desechos generados durante el proceso de transformación de troncos de madera en productos acabados como tablones, vigas y tableros. La adecuada gestión de estos materiales residuales no solo tiene implicaciones ambientales, sino también económicas y sociales. Existen varios tipos de material residual que se producen en los aserraderos. En primer lugar, está el aserrín, que consiste en partículas finas de madera resultantes del proceso de aserrado. Además, se generan astillas, que son fragmentos más grandes de madera, así como la corteza, que es la capa externa del tronco y a menudo se retira durante el proceso de aserrado. También hay recortes y trozos que representan sobrantes y piezas no utilizables para los productos principales.

Uno de los desafíos clave asociados con el material residual en los aserraderos es su adecuada gestión y eliminación. La disposición inadecuada puede tener impactos ambientales negativos, por lo que es esencial implementar prácticas que minimicen estos efectos. La eficiencia en el manejo de los residuos también está directamente relacionada con la rentabilidad de los aserraderos, ya que la optimización en el uso de estos materiales residuales puede generar beneficios económicos adicionales. Sin embargo, los materiales residuales no solo representan desafíos; también ofrecen oportunidades de valor agregado. Por ejemplo, el aserrín y otros residuos pueden convertirse en biomasa para la producción de biocombustibles, contribuyendo a la

generación de energía de manera sostenible. Además, algunos residuos se utilizan para fabricar tableros de partículas y fibra de densidad media (MDF), ampliando la gama de productos derivados de la madera.

La regulación ambiental juega un papel crucial en la gestión de los materiales residuales en los aserraderos. Los aserraderos deben cumplir con normativas que buscan minimizar las emisiones y garantizar una gestión ambientalmente responsable de los residuos. Además, en el contexto de la sostenibilidad forestal, la gestión adecuada de los recursos forestales es esencial para garantizar la disponibilidad a largo plazo de la materia prima. Según Soto & Nuñez, (2008), la utilización de los subproductos forestales sufre un alto grado de desaprovechamiento en la actualidad a nivel mundial. El aserrín, virutas, despuntes, entre otros, son almacenados en grandes cerros o quemados en calderas sin tener un mayor valor agregado ni alcanzar una eficiencia energética mayor. Lo que aumenta en gran medida la capacidad de estos materiales para causar contaminación

Las innovaciones tecnológicas también desempeñan un papel destacado en este ámbito. Tecnologías avanzadas permiten el reciclaje y la reutilización eficiente de los residuos, contribuyendo a un manejo más sostenible. Algunos aserraderos adoptan enfoques de cogeneración de energía para aprovechar la energía térmica generada durante el proceso, mejorando la eficiencia energética global.

Los residuos forestales generan una contaminación ambiental muy visible en nuestros días, causando daños al medio ambiente y a la salud humana que crean focos de contaminación centrados en fuentes hídricas, terrenos baldíos e incineración y por consiguiente, requieren estrategias de aprovechamiento como materiales, productos o energía. (Asprilla Mosquera et al., 2022)

La disposición de residuos generados por la mayoría de las industrias es una problemática global que afecta a la población, los gobiernos y la sociedad en general son cada vez más conscientes de la necesidad de adoptar tecnologías limpias y prácticas que mitiguen o aprovechen los residuos de una manera eficiente. Según Canastero, (2014), afirma que las alternativas como el segundo uso de los productos, sus envases y contenedores, el aprovechamiento de residuos y el reciclaje de material descartado en la producción a gran escala, son opciones que contribuyen a la solución de esta problemática. Por lo tanto, es importante buscar formas de recuperar y reciclar los

residuos para disminuir la contaminación ambiental y aprovechar oportunidades de mercado.

1.4. Justificación

La problemática del desaprovechamiento de los residuos forestales en Ecuador tiene una relevancia significativa a nivel local. Ecuador es un país con una importante industria maderera y forestal. Al respecto, el MAE en 2013 estableció que la industria maderera del Ecuador es de gran importancia para el desarrollo del país, tanto en la creación de fuentes de trabajo, producción de bienes y servicios, y generación de riqueza. Es evidente que se debe promover la generación de una mayor variedad de productos fabricados con madera, contribuyendo así al progreso económico mediante la utilización de un recurso que, en ocasiones, ha sido explotado de manera inapropiada. (Bermudez et al., (2004). Lo que implica la generación de una gran cantidad de subproductos y residuos durante los procesos de explotación y elaboración de la madera.

El manejo inadecuado de estos residuos en la industria maderera se transforma la troza en madera aserrada y se puede obtener otros productos tales como: costeras, aserrín, residuos sólidos o corteza (Vignote & Martinez, 2006). Generalmente estos residuos son utilizados como materia prima para la industria de celulosa y de tableros, la generación de energía y para usos agropecuarios (Manzanares et al., 2007). Estos tienen consecuencias ambientales negativas, como la contaminación del aire, agua y suelo, así como impactos en la salud humana.

Los principales beneficiados con el uso de materiales residuales de los aserraderos en primer lugar, se encuentran las comunidades y la sociedad en general, que se verían favorecidas con un mejor manejo de los residuos forestales, al reducir la contaminación y los impactos negativos en la salud. De igual forma, la implementación de prácticas sostenibles en la gestión de residuos podría generar oportunidades de empleo y desarrollo económico, como la valorización de subproductos y la producción de energía renovable. En cuanto a los intereses involucrados, se encuentran tanto los actores del sector forestal y maderero, quienes podrían encontrar nuevas oportunidades de negocio y mejora en la eficiencia de sus procesos, como los organismos gubernamentales y reguladores, interesados en promover políticas y normativas ambientales más estrictas y sostenibles.

En términos de factibilidad, Ecuador cuenta con recursos forestales significativos y una

base industrial establecida en el sector maderero, según Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, (2022), "En Ecuador, la extensión forestal abarca 12.5 millones de hectáreas, constituyendo la mitad del territorio nacional. De este total, 8.9 millones están designadas bajo diversas categorías de conservación, incluyendo 4.9 millones dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, 2.4 millones en Bosques y Vegetación Protectora, y 1.6 millones en terrenos con convenios de conservación." Lo que brinda una oportunidad para la implementación de prácticas de gestión de residuos más eficientes y sostenibles. Además, existen empresas experimentadas y estudios previos localizados en la investigación que demuestran el potencial de valorización y reciclaje de los residuos forestales.

Es importante tener en cuenta las posibles limitaciones, como la necesidad de inversiones en infraestructura y tecnología, así como la capacitación y concienciación de los actores involucrados. Además, se requerirá una coordinación eficiente entre el sector público, el sector privado y la sociedad civil para superar los desafíos y obstáculos que puedan surgir.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Desarrollar bio-materiales a partir de micelios de hongos para aprovechar los residuos generados por la industria maderera.

1.5.2. Objetivos específicos

- Identificar el porcentaje aproximado de los residuos de madera generados en los aserraderos locales.
- Determinar las propiedades físicas, mecánica que puede llegar a tener el biomaterial desarrollado.
- Valorar la aplicación de los biomateriales dentro del contexto del diseño industrial.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2. Estado del arte

Tabla 1. MycoComposite.

MycoComposite

Imagen:

Resumen: Siendo pioneros en el uso de micelio para desarrollar materiales sostenibles, como empaques biodegradables y productos de construcción. Su micelio MycoComposite es naturalmente ignífuga y amortigua el ruido en cualquier espacio, en cuanto al embalaje cultiva envases protectores totalmente compostables en una infinidad variedad de formas personalizadas, también ofrece un curso donde cualquiera puede diseñar y cultivar sus propias creaciones de cáñamo y micelio en casa con uno de nuestros materiales GIY.

Autor: Eben Bayer and Gavin McIntyre - *Ecovative Design*

Lugar: Green Island, Nueva York, Estados Unidos

Año: 2007

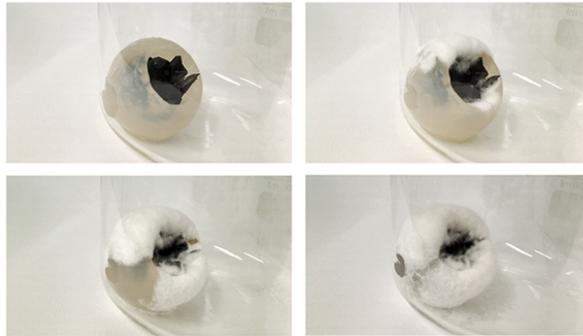
Conclusión: La empresa Ecovative se ha encargado del diseño y cultivo de materiales sostenibles provenientes de la naturaleza, combinando residuos vegetales (harrón de cáñamo y kenaf) y de cepa de micelio patentada. Produciendo compuestos biodegradables que son fuertes, duraderos y libres de combustibles fósiles.

Bibliografía: <https://www.ecovative.com/pages/mycocomposite>

Tabla 2. *Fungi Mutarium*.

Fungi Mutarium

Imagen:



Resumen: El proceso comienza con la desinfección de los residuos plásticos mediante rayos ultravioleta. Este proceso no solo esteriliza los desechos, sino que también activa su degradación, facilitando la asimilación de los hongos. Una vez desinfectado, se coloca en contenedores hechos de agar, una solución gelatinosa derivada de algas rojas, conocidos como "Fu". A través de una pipeta, se introducen esporas de hongos en los "Fu" para iniciar el proceso de crecimiento. En tan solo unas pocas semanas, la biomasa resultante se vuelve apta para el consumo humano.

Autor: Livin Studio y la Universidad de Utrecht

Lugar: Viena, Austria

Año: 2015

Conclusión: El dispositivo desarrollado demuestra la capacidad de crear las condiciones ideales para el cultivo de hongos (*Schizophyllum Commune* y *la Pleurotus ostreatus*) comestibles utilizando residuos plásticos como fuente de alimentación.

Bibliografía: <http://www.livinstudio.com/fungi-mutarium>

Tabla 3. MycoComposite.

MycoWorks

Imagen:



Resumen: La tecnología Fine Mycelium ha desarrollado materiales naturales que permiten competir con el rendimiento de los cueros de animales, este proceso permite a los diseñadores personalizar las especificaciones como el grosor, fuerza, textura y drape.

Autor: Philip Ross y Sophia Wang

Lugar: San Francisco, Estados Unidos

Año: 2022

Conclusión: Especializada en la producción de cuero, esta empresa presenta una alternativa sostenible del cuero, con prácticas sostenibles de micelio utilizando las herramientas de la biotecnología, la fabricación y la artesanía creativa y demuestra que el futuro de la moda habla de tejidos con sello natural y sostenible, respetando el medio ambiente y dejando a un lado el uso de pieles animales.

Bibliografía: <https://www.mycoworks.com/fine-mycelium-an-advanced-materials-platform>

Tabla 4. Mycelium + Timber.

Mycelium + Timber

Imagen:



Resumen: Su proyecto, llamado "Mycelium + Timber", presenta una serie de taburetes y luces sencillos con una textura similar al ante, diseñados para adaptarse a cualquier interior doméstico.

Autor: Sebastián Cox y Ninela Ivanova

Lugar: Londres, Design Frontiers.

Año: 2017

Conclusión: Explora la bio fabricación a través de muebles cultivados. Utilizando micelio (hongo - *Fomes fomentarius*) y residuos de madera (avellano y el sauce de cabra), han creado una colección de taburetes y luces presentados en Design Frontiers 2017. Estas piezas, muestran una relación simbiótica entre los materiales, destacando la sostenibilidad y la innovación en el diseño.

Bibliografía: <https://www.sebastiancox.co.uk/news/mycelium-timber-exploring-biofactory-in-a-new-collection-of-grown-furniture>

Tabla 5. MyHelmet.

MyHelmet

Imagen:



Resumen: Ofrece una solución sostenible a la obsolescencia de los cascos de bicicleta, típicamente reemplazados cada 3 años. En lugar de contribuir a residuos difíciles de reciclar, el casco sigue los principios de la economía circular. Utiliza escamas de cáñamo y micelio en lugar del EPS convencional, minimizando las emisiones de CO2 y eliminando la necesidad de materias primas fósiles.

Autor: StudioMOM

Lugar: Arnhem, Países Bajos.

Año: 2022

Conclusión: El proyecto adopta los principios de la economía circular, con un enfoque claro hacia la sostenibilidad, no solo en términos de materiales si no también en la prolongación de la vida útil del producto. La estructura carnosa en forma de raíz de hongo forma la cascara principal mientras que el exterior se produce a través del cáñamo.

Bibliografía: <https://www.dezeen.com/2022/05/17/mycelium-cycle-helmet-myhelmet-studiomom/>

Tabla 6. *Pluma by Mogu.*

Pluma - Mogu

Imagen:



Resumen:

Es una colección de paneles de revestimiento de pared, caracterizada por su delgadez y propiedad de absorción de sonido., fundamentados en tecnología de micelio. Han diseñado siete texturas distintas inspiradas en las formas perfectas de la naturaleza, como Reed, Leaves, Needles y Mycelium. Estas creaciones únicas ofrecen adaptabilidad flexible, mejorando armoniosamente diversos entornos, sin descuidar la importancia de la aislación acústica y térmica.

Autor:

Mogu

Lugar:

Milano, Italia

Año:

2023

Conclusión:

Concebidos para brindar innovación natural a cualquier espacio, estos paneles 100% biodegradables y de base biológica, más allá de su estética, los paneles se destacan por su compromiso sostenible al utilizar materiales de micelio y residuos de textiles reciclados, proporcionando la solución más eco amigable para la renovación de espacios interiores.

Bibliografía:

<https://mogu.bio/pluma-panels/>

Tabla 7. *Mush Lume*.

MushLume

Imagen:	
Resumen:	Es una colección premiada de iluminación bio fabricada, representa una colaboración armoniosa con la naturaleza, demostrando que la elegancia en nuestros espacios interiores no debe comprometer el mundo exterior. Las pantallas de las lámparas se cultivan mediante un proceso sostenible llamado acecho. Una vez que el micelio alcanza su madurez, las pantallas se desmoldan, secan y calientan, resultando en productos estables, inertes y totalmente biodegradables.
Autor:	Danielle Trofe
Lugar:	Brooklyn, Estados Unidos
Año:	2014
Conclusión:	Fusionan el micelio, un organismo rápidamente renovable que, en pocos días, el micelio forma una densa red, integrándose con el sustrato de cáñamo y solidificándose en estructuras sólidas dentro de moldes personalizados. Este enfoque, conocido como bio fabricación, implica colaborar con organismos vivos para crear productos y procesos sostenibles que en solo cuestión de días se solidifica para crear una estructura estable.
Bibliografía	https://mushlumelighting.com

Tabla 8. Raiz - Micelio

Raiz – Micelio

Imagen:	
Resumen:	Se encuentra en el sendero de los hongos en el Parque Urbano el Bosque, como parte del FungiFest, Valdivia. "Raíz Micelio" busca visualizar esta red que sostiene la vida, generando conexiones, intercambios y simbiosis entre diversas especies, fundamentales para la vida en la tierra. Los hongos transforman la materia en nutrientes para generar nueva vida, transforma el plástico, considerado desecho, en una instalación que se integra al bosque.
Autor:	Constanza Schmidlin
Lugar:	Valdivia, Chile
Año:	2022
Conclusión:	Creada con más de mil bolsas de baja densidad, enrolladas, termo fundidas y tejidas alrededor de un árbol, la instalación simboliza el micelio, la red subterránea de los hongos. Raíz Micelio transforma el plástico considerado como basura en una instalación que se hace parte del bosque
Bibliografía:	https://constanzaschmidlin.cl/portfolio/raizmicelio/

Tabla 9. Engranar el micelio.

Engranar el micelio

Imagen:	
Resumen:	Engranar el micelio es un proyecto que se sumerge en la exploración del potencial arquitectónico de la bio fabricación utilizando micelio. Este proceso desafía las prácticas de producción convencionales, buscando
Autor:	<i>odd+</i>
Lugar:	Guelph, ON, Canada
Año:	2023
Conclusión:	El proyecto se enfoca en una interacción táctil y experimental con los hongos, experimentando con diferentes sustratos y técnicas de crecimiento. Desde la creación de formas básicas hasta pruebas de compresión, la investigación avanza para comprender y aprovechar las propiedades del material, al tiempo que identifica desafíos y oportunidades para su aplicación en la arquitectura.
Bibliografía:	<a data-bbox="440 1480 1409 1698" href="https://www.oddarchitects.com/post/tendencias-en-arquitectura-para-el-2023-2#:~:text=Engranar%20el%20Micelio%20es%20un,hongos%20desarrollado%20de%20forma%20biológica.">https://www.oddarchitects.com/post/tendencias-en-arquitectura-para-el-2023-2#:~:text=Engranar%20el%20Micelio%20es%20un,hongos%20desarrollado%20de%20forma%20biológica.

Tabla 10. Hy-Fi.

Hy - Fi

Imagen:



Resumen: Destaca por su morfología única y su enfoque ecológico. Con tres cilindros entrelazados de 13 metros de altura, el pabellón se erige como un organismo en crecimiento en el jardín del MOMA PS1. Cuando el pabellón se desmonta, los ladrillos se pulverizaron y verterán en un área de relleno, reduciendo significativamente la huella de carbono.

Autor: The Living por David Benjamin

Lugar: Museo de Arte Moderno de Nueva York

Año: 2014

Conclusión: La verdadera innovación radica en su materialidad: ladrillos biodegradables elaborados con tallos de maíz y micelio, unidos por un mortero orgánico y sustentados por una estructura ligera de madera. Este enfoque, que recurre a la biotecnología, reinventa el ladrillo como un material del futuro, generando infinitas posibilidades de diseño, según Pedro Gadinho, curador de arquitectura del MOMA.

Bibliografía: <https://www.terracycle.com/en-US/pages/loop-press>

Tabla 11. BioLith.

BioLith

Imagen:



Resumen: Utiliza bacterias para precipitar carbonato de calcio en una matriz agregada. El bio cemento de carbonato de calcio consiste en cristales inorgánicos formados por las bacterias a temperatura ambiente. Este proceso revolucionario busca ofrecer una alternativa más sostenible al cemento tradicional, reduciendo significativamente las emisiones de CO2 asociadas con la producción de cemento.

Autor: Biomason

Lugar: Estados Unidos.

Año: 2019

Conclusión: Proporciona una alternativa sostenible a las baldosas tradicionales, alrededor de 85% de agregados reciclados y 15% de bio-cemento. La baldosa es reciclable al final de su vida útil y se utiliza en proyectos de construcción tanto en exteriores como interiores. Actualmente se utilizan en proyectos en toda Europa y América del Norte, incluso en la sede del Grupo H&M y en la oficina de Martin Marietta.

Bibliografía: <https://theexplodedview.com/materialbb/biolith/>

Tabla 12. CASKIA / Growing a MarsBoot.

CASKIA / Growing a MarsBoot

Imagen:



Resumen: Aborda la cultura material del siglo XXI y cuestiona los valores actuales y los desafíos de vivir en Marte. Encargado por Paola Antonelli del MoMA, el proyecto busca optimizar los viajes espaciales cultivando materiales a lo largo del trayecto. Utiliza el sudor del astronauta para alimentar el micelio fúngico y produce calzado bio fabricado, reflexionando sobre la sostenibilidad y la responsabilidad humana en la introducción de materiales en ecosistemas extraterrestres.

Autor: Officina Corpuscoli en colaboración con OurOwnSkin

Lugar: Nueva York, Estados Unidos

Año: 2017

Conclusión: Es una innovadora solución ecológica para la regeneración de piedra ornamental. Su formulación única alimenta bacterias carbonato génicas, que, de manera natural, precipitan carbonato cálcico en la piedra, fortaleciéndola sin alterar su color o textura. Presentado en una solución acuosa y fabricado con rigurosos estándares de pureza, ofreciendo una solución sostenible y efectiva para la regeneración de piedra sin impactos negativos en el entorno.

Bibliografía: <https://materiability.com/portfolio/caskia/>

Tabla 13. Pendant Lamp B-Wise.

Pendant Lamp B-Wise

Imagen:



Resumen: Estas lámparas tienen un diámetro de 60 cm y utilizan material orgánico de desecho, como aserrín y paja, mezclado con micelio. El proceso de producción implica verter la mezcla en un molde, permitiendo que el micelio crezca y se adapte a la forma. Al actuar como aglutinante natural, no se requiere pegamento ni aditivos. La deshidratación posterior evita la expansión adicional del material, completando el proceso en aproximadamente cinco semanas.

Autor: Siim Karro - Myceen

Lugar: Tallin, Estonia, con exhibición en la Dutch Design Week.

Año: 2022

Conclusión: Son fabricadas principalmente con micelio, la parte vegetativa de los hongos. El proceso de producción sin pegamento ni aglutinantes artificiales, junto con la capacidad de reproducción infinita del micelio, resalta su contribución a la sostenibilidad. El diseño imita la apariencia de un hongo flotante y ofrece una alternativa ligera y estéticamente atractiva en el campo de la iluminación.

Bibliografía: <https://myceen.com/products/pendant-lamp-b-wise>

Tabla 14. Mush Panel.

Mush Panel

Imagen:



Resumen:

Es un panel de revestimiento decorativo que utiliza micelio de hongos como material base. Inspirado en Los Andes y. Los paneles, de 25x25x5 centímetros y aproximadamente 400 gramos, se producen con moldes desarrollados mediante fabricación digital. Su color y textura varían según el proceso de maduración del hongo, generando una gama de tonalidades entre blancos, ocre y cafés. La primera colección fue lanzada en abril de 2022 durante la exposición Casas Project en Quito, marcando un hito en la industria de arquitectura, diseño y decoración.

Autor:

MushBio Design

Lugar:

Quito, Ecuador

Año:

2022

Conclusión:

Fabricados mediante diseño paramétrico, este producto no solo aporta a la identidad cultural, modelando la topografía del territorio ecuatoriano y latinoamericano, sino que también ofrece cualidades termoacústicas, ligereza y una estética única. Con tres modelos en su colección "Voronoi", Mushbio propone el futuro del interiorismo al fusionar la inteligencia natural de los hongos con residuos agroindustriales.

Bibliografía:

<https://www.archdaily.cl/cl/989375/mushbio-un-revestimiento-hecho-de-hongos-inspirado-en-el-territorio-ecuatoriano-y-latinoamericano>

Tabla 15. *Symbiocene Living*.

Symbiocene Living

Imagen:



Resumen: Es una instalación de micelio interpretativa y artística que alentó al público a imaginar y comprometerse con la arquitectura de hongos. La instalación estaba hecha de 84 bloques de micelio con una carcasa de madera impresa en 3D. El diseño es modular y está abierto a formaciones cambiantes. Los bloques, que eran de tamaño similar a la sandía, se organizaron para crear asientos abstractos, torres y formaciones espaciales interesantes.

Autor: PLP Labs

Lugar: Estados Unidos.

Año: 2023

Conclusión: Se usa sustrato de micelio-cáñamo en la estructura de madera. El calor intenso evita un mayor crecimiento del micelio y hace que el compuesto resultante sea inerte. Este tipo de artesanía se aleja del dictado humano de la arquitectura hacia la colaboración con la naturaleza. Los ejemplos de suma-biotectura incluyen The Edge, Amsterdam; The Seaweed House, Laeso; o edificios hechos con tierra embestida, ladrillo de barro, madera y bambú.

Bibliografía: <https://plplabs.com/symbiocene/>

3. Marco teórico

3.1.Madera en los aserraderos

Para entender el concepto de la madera en aserraderos es primordial comprender donde se trabaja este tipo de material. De acuerdo con García et al., (2001), son instalaciones industriales en la cual se efectúa la transformación de la madera cruda para obtener madera procesada, que, a través de los años, ha alcanzado importantes avances principalmente en países desarrollados con el objetivo de lograr mayor producción, mejor calidad y menores costos. En tal sentido, se destaca la importancia de los aserraderos como centros cruciales para la industria maderera, los cuales han evolucionado para mejorar sus procesos y resultados.

Por otro lado, según Maderea, (2021), un aserradero es un lugar donde se somete a un proceso de producción el tronco de un árbol, aquí este es pelado de la corteza para poder someterse a un procedimiento de aserrado de diferentes tipos para mejorar el aprovechamiento de la madera. Hecho todo esto, se separa de acuerdo con sus calidades y tamaños. En consecuencia, se evidencia la función integral de los aserraderos en la optimización y clasificación de los productos madereros.

En este aspecto, los aserraderos son centros de gestión de recursos madereros, especializados en la transformación eficiente de la madera, desde su extracción hasta el aserrado, para obtener diversas formas y tamaños. El proceso industrial, es impulsado por avances constantes en su sector. Siendo esenciales en la cadena de suministro maderero. Reciben el nombre de aserraderos por los elementos o máquinas que intervienen en este proceso industrial, están constituidos exclusivamente por sierras.

Especialmente, en el Ecuador la industrialización de los productos forestales del bosque se realiza por micro, pequeños, medianos y grandes industrias. Esta se la puede subdividir en industria primaria y secundaria. (Ecuador Forestal, 2008). Donde el sector primario está constituido por la silvicultura y extracción de la madera, el sector secundario por la producción y fabricación de productos de madera y dentro de este también se encuentra la actividad económica de la fabricación de papel y productos de papel. Asimismo, ProEcuador (2018),

sostiene que la industria forestal es uno de los sectores de la economía ecuatoriana priorizados por el gobierno para impulsar el cambio de la matriz productiva del país. Es importante conocer que en Ecuador existen una amplia variedad de empresas dedicadas al sector maderero, lo que evidencia la importancia en la economía nacional.

De igual manera los productos forestales utilizados por la industria maderera son locales en su totalidad y los muebles son elaborados con maderas diversas. Debido a la excelente calidad de la materia prima ecuatoriana, existe un muy alto potencial para el desarrollo de industrias que se dediquen a la transformación primaria de la madera (pulpa y tableros conglomerados) y para la transformación secundaria (papel y muebles) (Proecuador, 2014). Sobre todo, en Ecuador la industria maderera se realiza de forma artesanal en muchas de sus provincias realizan prácticas que forman parte de la cultura del lugar, de acuerdo con (Ana María Sánchez et al., 2020), la importancia de este sector radica en que gran parte de esta industria es generado a nivel rural en ciudades pequeñas donde se concentra mucha actividad artesanal.



Figura 1. Los aserraderos.

Nota: Se puede apreciar en la imagen el resultado de la madera trabajada en los aserraderos.

Tomado de Madera sostenible. (2019)

Para Aguilar Pozzer and Jorge Guzowski (2011), el término “madera” ha sido utilizado desde hace mucho tiempo para referirse a las partes aprovechables de un árbol, que económicamente pueden aprovecharse, generalmente, estos residuos consisten en troncos y, en un contexto más amplio, también incluyen ramas y raíces. La madera extraída de los troncos puede ser empleada de diversas maneras, ya sea en forma de láminas, chapas finas, triturada para la fabricación de tableros, o como material sólido en la construcción y carpintería. En este sentido, la madera, es un recurso versátil que abarca diversas aplicaciones en la industria, se presenta como un recurso valioso, lo convierte en un material importante para varias industrias.

Es significativo tener en cuenta que las maderas pueden clasificarse de varias formas, según el criterio que se considere. En este caso sobre la base empleada por Villalba Hervás (2015), son:

- Maderas blandas: Proviene de árboles con hojas perenne y son resinosos, por ejemplo, pino, ciprés, abeto, cedro. Estas son maderas ligeras de rápido crecimiento. Se usa para trabajos en los que no se necesita gran solidez: embalajes, cajas, tablas, muebles funcionales, pasta de papel.
- Maderas duras: Proviene de árboles con hoja caduca, por ejemplo, roble, castaño, nogal, olmo, caboa. Estas son maderas compactas, con poca resina, presenta una amplia gama de colores, alta densidad y un crecimiento lento. Son difíciles de trabajar y en general de mayor calidad y precio. Se usa en trabajos de ebanistería, muebles compactos y andamios de construcción (Villalba Hervás, 2015).



Figura 2. Los diferentes tipos de maderas.

Nota: Se puede apreciar en la imagen los tipos de madera.

Tomado de El Siglo de Durango. (2023)

Es interesante mencionar el proceso que la madera mantiene en los aserraderos, específicamente, la empresa Binderholz (2019), menciona que la madera aserrada es un material utilizado durante más tiempo y con mayor frecuencia en el mundo para todos los ámbitos de la construcción, sus propiedades y las múltiples posibilidades de empleo, como la alta resistencia en relación al peso y su fácil maleabilidad son ventajas conocidas desde hace siglos. En particular se le da el nombre de madera aserrada por el proceso que le dan en los aserraderos a la misma, pasando a ser un producto que finalmente podrá ser utilizado.

Por lo tanto, la madera aserrada representa un material refinado mediante un proceso específico, enfocado en la obtención de piezas definidas con formas y dimensiones precisas, destinadas a diversas aplicaciones constructivas y funcionales. Este resultado refleja la adaptabilidad y utilidad intrínseca de la madera en la industria, construcción y otros sectores.



Figura 3. Trabajo con madera aserrada.

Nota: Se puede apreciar en la imagen las actividades de trabajo que se realizan en los aserraderos.

Tomado de The Brussels Times (2019).

Alrededor del 40% del territorio ecuatoriano está cubierto por superficie forestal, lo que equivale a aproximadamente 11 millones de hectáreas. Este espacio comprende tanto bosques nativos como plantaciones forestales. Según el informe de la Corporación Financiera Nacional, la mayoría de los bosques nativos del país se localizan en la región Amazónica. Además, se ha destinado aproximadamente 54.013 hectáreas en todo el país para la plantación de bosques con el propósito de su posterior procesamiento. De este total, el 38% está ocupado por árboles de teca, según la misma fuente.

Según Villacis, (2017), en el cantón Ambato existen 10 aserraderos que adquieren madera rolliza de Programas de Aprovechamiento de Árboles Plantados y Plantaciones Forestales de especies exóticas como el eucalipto y el pino, estos aserraderos están dotados únicamente de aserríos de montaña, maquinaria que les permite realizar un aserrado rústico que genera gran cantidad de desperdicio; los productos que genera esta transformación son tablas y tablones que se destinan al sector de la construcción. Los 11 aserraderos restantes adquieren madera aserrada

directamente de plantaciones forestales y bosques, en forma rústica. Considerando que cada nivel de procesamiento en la industria maderera genera una cantidad de residuo.

En el cantón Ambato existen 21 aserraderos, 9 depósitos sin maquinado, 1 servicio de procesamiento de madera y 6 depósitos de madera con maquinado; predominando los aserraderos.

Tabla 16. Clasificación de industrias primarias según la actividad

Aserradero	Depósito de madera sin maquinado	Servicio de procesamiento de madera	Depósito de madera con maquinado
21	9	1	6

Fuente: *Inventario de industrias forestales primarias con el fin de fortalecer el sistema de control forestal en el cantón ambato, provincia de tungurahua por Villacis Abigail, 2017.*

3.2.Madera residual

Peña (2015), indica que la actividad productiva forestal genera una importante cantidad de residuos, provenientes de aserraderos, de plantas de transformación física de la madera y de plantas de celulosa. También se incorporan los desechos producidos durante la explotación de árboles o la cosecha forestal, así como las intervenciones silvícolas, como podas y raleos. Es importante destacar que cualquier proceso llevado a cabo por la industria maderera conlleva la generación significativa de residuos.

Estos residuos pueden ser muy notorios cuando hablamos de cantidades ya que muchos de estos no son tomados en cuenta. Por un lado, Gómez (2010), dio una observación crítica del proceso, reveló que en las etapas de corte, cepillado y lijado se genera una cantidad sustancial de residuos, como aserrín, virutas, polvo y recortes de madera. Lamentablemente, estos residuos a menudo se desperdician, ya sea dejándolos deteriorarse o depositándolos en lugares donde pierden sus propiedades originales. De esta forma los residuos resultan un problema para la industria, ya

que su gestión no es la apropiada, dejándolos sin valor muchos de estos residuos pueden ser recogidos por el solicitante sin pago por el mismo.

En general el material residual se refiere a los restos, recortes o subproductos que se generan de la transformación y procesamiento de la madera. Estos resultan de la tala de árboles, el aserrado, la fabricación de muebles, la construcción y otras operaciones relacionadas. En el proceso de producción, se sigue un conjunto estructurado de etapas para garantizar la calidad y funcionalidad del producto final buscado. El desglose de las fases específicas incluye dimensionado, corte, cepillado, fresado, lijado, taladrado, escopleado, torneado, tallado, acabado, pintado y barnizado.

3.3.Tipos de residuos

3.3.1. Aserrín

El aserrín o serrín es un residuo más común que se produce de los diferentes procesos por los que pasa la madera. Según (Reyes, 2013), es el conjunto de partículas o polvo que se desprende de la madera cuando esta es aserrada; también contiene minúsculas partículas de madera producidas durante el proceso y manejo de esta, paneles contrachapados y/o aglomerados. Al ser un polvo la gestión del aserrín puede verse compleja debido al fácil manejo que esta puede tener al contacto con el medio.

En cambio, Cáceres (2013), señala que el aserrín es considerado un residuo de las empresas procesadoras de la madera como la carpintería, aserraderos, etc., y se lo puede obtener por poco dinero y a veces hasta gratis. Asegura que es un material orgánico que puede disminuir la población de las malezas, cuando es incorporado como cobertura en la superficie del sueño de los jardines. Al ser espeso, el aserrín puede ser utilizado de muchas maneras en diversos campos. Además de su aplicación tradicional en la generación de energía y compostaje, se exploran nuevas formas innovadoras de aprovechar este recurso.

De igual forma su capacidad de mejorar la estructura del suelo lo hace útil en la agricultura como enmienda orgánica, y su naturaleza absorbente lo convierte en una opción para

el control de olores y derrames de líquidos. El aserrín también tiene usos en proyectos de bricolaje, artes y manualidades, demostrando así su versatilidad y contribución a la sostenibilidad en múltiples contextos.



Figura 4. Aserrín de Madera.

Nota: Se puede apreciar en la imagen el aserrín como uno de los materiales residuales más producido por el aserrío.

Tomado de Maderame (2020)

3.3.2. **Virutas**

La viruta es un fragmento de curvado en forma de lámina o espiral, según la Real Academia Española: *Diccionario de la lengua española*, 23.^a ed., (2023), la viruta es una hoja delgada que se saca con herramientas al labrar la madera o los metales, por lo común, enrollada en espiral. Al ser un material más tangible la viruta es más sencilla de gestionar debido a su tamaño, de igual manera se puede tener un fácil acceso a este tipo de residuo.

Por lo tanto, la viruta se refiere a finas láminas o fragmentos delgados y alargados que se generan al trabajar materiales mediante procesos de corte, tallado o raspado. En el contexto de la carpintería, la metalurgia u otros trabajos manuales, las virutas son producidas al aplicar herramientas como cinceles, cuchillas o tornos sobre superficies como madera o metal. Entre los usos más conocidos de la viruta esta su uso para compost en jardinería, elaboración de tableros de aglomerada, lecho para mascotas o ganado.



Figura 5. Viruta de madera.

Nota: Se puede apreciar en la imagen la viruta generada por el aserrío

Tomado de Unplash (2020)

3.3.3. Trozos y retazos

Los trozos y retazos de madera según (Espinosa (2020)), Se refiere al material que después de ser procesado es escasamente utilizados en la fabricación de nuevos productos, estos son acumulados, quemados o desechados como basura. Estos fragmentos pequeños o pedazos sobrantes que resultan de procesos de corte, tallado o cualquier actividad que involucre la manipulación de madera. Estos fragmentos pueden variar en tamaño y forma, y suelen ser residuos generados durante la fabricación de muebles, carpintería o construcción.

De igual manera Espinosa (2020), considera que el uso de estos retazos es una oportunidad de diseño, en la que permite el aprovechamiento total del material, tomando como base el eco-diseño inspirado en lo principios establecidos por la economía circular, aspirado hacia un diseño “Cradle 2 Cradle”. Aunque inicialmente considerados como subproductos, los trozos y retazos de madera pueden tener usos valiosos. Pueden ser empleados en proyectos de bricolaje, reparaciones menores, o incluso transformados en elementos decorativos.



Figura 6. Retazos de tableros.

Nota: Se puede apreciar en la imagen retazos de tableros sin utilidad en la construcción de mobiliario.

Tomado de Arauco (2020).

3.4. Gestión de residuos de madera

La gestión de residuos de madera no solo se debe cumplir por normativa y evitar sanciones, al contrario, es beneficioso para la entidad, demostrar que una correcta gestión de residuos ayuda a la empresa a ser más eficiente. Debido a ello, Álvarez Godoy, Díaz Aguirre S., and Alessandrini Díaz M. (2002), afirmaban que, en algunos países, la eliminación de los residuos de la industria forestal, en especial follaje y residuos madereros, puede constituir un problema. Estas sustancias, sin embargo, ofrecen una oportunidad significativa para su empleo de manera ecológica y económicamente viable en la generación de energía y en la producción de diversos productos de alta demanda social.

Arana Valle (2022), señala que, en la sociedad actual, la creciente preocupación por la contaminación ambiental destaca la importancia del manejo efectivo de los residuos sólidos urbanos. Los impactos negativos en el medio ambiente y la salud humana subrayan la necesidad de abordar este problema. Una de las principales causas para la gestión de residuos es el impacto ambiental negativo que puede resultar de su disposición inadecuada, además, la quema de madera

y otros residuos forestales puede contribuir a la emisión de gases de efecto invernadero y partículas contaminantes en la atmósfera.

Por lo tanto, la gestión de residuos de madera se centra en el manejo planificado y sostenible de los desechos generados durante la fase de producción, procesamiento o uso de la madera. Este proceso implica la adopción de estrategias para minimizar la cantidad de residuos, así como para reutilizar, reciclar o eliminar de manera segura aquellos residuos que se generan.

3.5.Principales beneficios de la gestión de residuos.

La gestión de residuos de madera ofrece beneficios ambientales y económicos significativos. Desde una perspectiva ambiental, ayuda a reducir la carga en vertederos, prevenir la degradación del suelo y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la descomposición de la madera. En este contexto, Torres K. (2022), aclara que los objetivos clave de la gestión de residuos son cruciales. Buscan minimizar la generación de residuos, promover la reutilización mediante el reciclaje, concientizar y educar sobre la gestión de residuos, maximizar el reaprovechamiento para abono y fertilización, y fomentar tecnologías de eliminación más ecológicas. Estas metas buscan superar métodos tradicionales, como la incineración o la quema. Desde el punto de vista económico, la gestión de residuos de madera puede generar ahorros y estimular la innovación en productos sostenibles. Estos beneficios respaldan la necesidad de adoptar prácticas responsables para avanzar hacia una gestión sostenible de los residuos de madera.

3.6.Métodos de gestión de residuos.

Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), citada por (Rolando et al., 2016), sostiene que los desechos sólidos que no se gestionan adecuadamente representan un riesgo para la salud humana y el medio ambiente. La falta de un manejo seguro puede dar lugar a la contaminación del aire, agua y suelo, afectando negativamente a las comunidades locales y contribuyendo a la degradación ambiental. Es importante tomar en cuenta

los métodos de gestión de residuos que minimizan estos riesgos y promueven la salud pública y la sostenibilidad ambiental.

En los materiales residuales de madera podemos apreciar los usos prácticos que estos pueden presentar a nivel industrial en base a esto, Muñoz (2019) , señalaba que los desechos que no resultan en ningún producto final, como virutas o aserrín, enfrentan destinos poco sostenibles. Se queman a cielo abierto en hornos crematorios o se descargan directamente en ríos poco después de su generación. Este proceso presenta un problema para el entorno por lo que no puede ser considerado como un método de gestión.

A nivel de Ambato se puede apreciar la posibilidad de usos que presentan estos residuos por una parte, se puede usar como biomasa para el secado de la madera o bloques de cemento, por otra parte en grandes cantidades el material residual se vende para las avícolas dependiendo de la aplicación en las mismas estos pueden variar en el precio que de venta en las industrias madereras.

3.6.1. **Reciclaje**

El reciclaje es el proceso de recolección y transformación de materiales para crear nuevos productos, según Caisa et al., (2020), el reciclaje se ha ido forjando a través del tiempo para crear conciencia con respecto a la sostenibilidad ambiental, siendo difícil crear y aplicar, ya que cada país desarrolla entornos diferentes limitando su efectividad. La reutilización de madera se destaca como uno de los métodos más prevalentes y accesibles, caracterizado por su simplicidad y la ausencia de la necesidad de incorporar otros materiales químicos. Este proceso presenta numerosas ventajas, lo que lo convierte en una opción altamente eficiente y fácil de implementar.

El uso del reciclaje en el diseño también puede ayudar a crear productos únicos y atractivos. En general, el reciclaje en el diseño puede ser una forma efectiva de reducir la huella ambiental de los productos, fomentar la economía circular y crear productos originales y atractivos. (Curipallo Alexis, 2023). El proceso de reciclaje de residuos de madera implica la transformación de trozos no utilizables y recortes de madera en nuevos materiales, como tableros de partículas o fibras. Esta

iniciativa busca no solo reducir la cantidad de desechos enviados a vertederos, sino también promover prácticas más sostenibles al disminuir la demanda de madera virgen. El reciclaje de la madera contribuye a cerrar el ciclo de vida de los materiales y a avanzar hacia un enfoque más circular.



Figura 7. ¿Dónde se recicla la madera?

Nota: Se puede apreciar en la imagen la reutilización de residuos de madera en objetos útiles.

Tomado de Greemap (2020).

3.6.2. **Biomasa**

La biomasa es un considerada un tipo de energía renovable generada a partir de la combustión de materia orgánica. Específicamente, la Directiva (UE) Del Parlamento Europeo y del Consejo (2018), aclara que la biomasa es la fracción biodegradable de los productos, residuos y desechos de origen biológico que provienen de actividades agrarias, incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal, de la silvicultura y de las industrias semejantes. Al quemarlos como biomasa, se produce calor o energía eléctrica, reduciendo simultáneamente la dependencia de fuentes de energía no renovables. Este método no solo minimiza los residuos, sino que también contribuye activamente a la producción de energía renovable.



Figura 8. La biomasa y cómo se obtiene.

Nota: Se puede apreciar en la imagen a pellets un tipo de material usado como biomasa.

Tomado de Repsol (2023).

3.6.3. **Compostaje**

El compostaje es un proceso biológico que transforma los residuos degradables en un material estable e higienizado llamado compost. Por un lado, Echeverri (2004), el compostaje es la degradación de residuos orgánicos por el actuar de los microorganismos, que alteran su estructura molecular. Los residuos de madera implican su descomposición natural para producir el compost orgánico valioso. Este compost se convierte en un fertilizante enriquecedor del suelo en la agricultura y jardinería. Al participar en este ciclo natural, los trozos no tratados y los residuos orgánicos de madera contribuyen a cerrar el ciclo de vida de los materiales y a promover prácticas agrícolas sostenibles.



Figura 9. Compost aprovechando los restos de poda.

Nota: Se puede apreciar en la imagen un tipo de compost con una base en los residuos de la poda de árboles.

Fuente. Tomado de Agralia (2021).

3.7. Impacto ambiental de los residuos de la industria maderera

La industria de la madera tiene la característica de generar grandes volúmenes de residuos durante su explotación y para la elaboración de un producto final. De acuerdo con Martínez López et al, (2014), la contaminación ambiental que provocan los residuos tanto forestales como plásticos son muy visibles en nuestros días, estos últimos aún más preocupantes, ya que no son biodegradables, ya que permanecen mucho tiempo a la intemperie causando daños al medio ambiente y a la salud humana.

De esta manera los residuos generados por la industria llegan a ser un inconveniente al momento de ser desechados. De acuerdo con Vivas y Sánchez (2006), la problemática ambiental que se presenta en la fabricación de muebles de madera, son:

- La generación de partículas sólidas resulta de las labores de ebanistería y lijado, mientras que las fases de acabado, pulido y tapizado conllevan la emisión de disolventes orgánicos y compuestos orgánicos volátiles (COV).

- La producción de desechos surge a causa del inadecuado secado de la madera y su manejo desde la extracción hasta las instalaciones de transformación.
- Se originan desechos tanto comunes como peligrosos. Los primeros comprenden residuos generados por la industria maderera y textiles, derivados de las actividades de pre-montaje y tapizado. Los residuos peligrosos, por otro lado, se generan en procesos de acabado y pulido e incluyen desechos de la formulación, fabricación, distribución y uso de productos químicos de base orgánica.
- La liberación de vertidos con residuos resulta de actividades como la limpieza de encoladoras, la formulación de productos químicos, el uso de solventes líquidos, pintura, barnices, entre otros.

3.8.Economía circular y aprovechamiento de residuos

Para comprender el concepto de economía circular es necesario conocer el tradicional sistema de producción el cual según Bergamini and Hilliard (2019), “está basado en la extracción de los recursos y el procesamiento no amigable de materias primas para convertirlas en productos a nivel de las empresas, la utilización por parte de los consumidores llegando a la eliminación de residuos de manera inadecuada y en la mayoría de los casos contaminantes.” Determinando que el ciclo de un producto actual en las empresas cuenta con un modelo lineal de producción limitado desde su creación ha sabiendo de cual y como seria su finalidad.

Por el contrario, la economía circular se promueve a nivel global como un modelo de desarrollo sostenible de gran importancia para ayudar a los países con las metas trazadas en la agenda 2030 y los ODS. De acuerdo con la ONU (2018) y la Fundación Ellen MacArthur, la aplicación de la economía circular tendría un impacto directo en la lucha contra el cambio climático. En otras palabras, la economía circular establece una forma de producción y consumo en el cual, los productos existentes sean utilizados todas las veces posibles para crear un valor añadido, de esta forma el ciclo de vida del producto se alargaría.

Mientras que el Parlamento Europeo (2023), señala que el plan de acción para la Economía Circular donde el principal objetivo es la creación de productos más sostenibles, la reducción de residuos y el empoderamiento de los ciudadanos. En la práctica esto significaría el reducir los residuos al mínimo, cuando un producto llegue al final de su vida útil, sus materiales deberán ser productivamente utilizados una y otra vez. El concepto de la economía circular radica en la capacidad de reutilizar, repara, renovar o reciclar materiales que luego de haber cumplido su finalidad estos puedan volver a ser parte de un producto útil.



Figura 10. Economía circular: definición, importancia y beneficios.

Nota: Modelo de economía circular.

Tomado de Servicio de Investigación del Parlamento Europeo (2023).

Para extender el significado de aprovechamiento de residuos se menciona el termino, “Cradle to cradle”, que significa “de la cuna a la cuna”, es un concepto establecido en los años 70 por el arquitecto suizo Walter R. Stahel. Donde hace referencia a la necesidad de usar bienes y materiales duraderos en el tiempo que no terminen siendo desechados, sino que vuelvan a su origen,

es decir, que puedan reutilizarse para algo distinto una vez acabada la función para la que habían sido utilizados. El término fue recuperado y popularizado por los escritores McDonough y Braungart (2002), en su libro 'Cradle to Cradle: Rediseñando la forma en que hacemos las cosas'. Destacan la importancia de eliminar la noción de desperdicio y contaminación, proponiendo un diseño inteligente que mimetice los ciclos naturales, argumentan que los productos deben ser diseñados desde el principio considerando su impacto ambiental y su capacidad para ser reintegrados en sistemas sostenibles.

3.9. Aplicación de los residuos de madera en la industria

Hay un conjunto de usos potenciales que ofrecen alternativas para la utilización de residuos de madera desde la cosecha hasta su procesamiento. (Eshun et al., 2011), plantean cinco medidas diferentes para la utilización de residuos de madera, en resumen, estos serían el cambio tecnológico, buenas prácticas operativas, el reciclaje, la reutilización y la recuperación. Estos procesos conllevan un proceso que pocas empresas de la industria disponen a tratarlas. La aplicación de estos residuos en la industria se refiere a al uso estratégico y consciente de los subproductos generados para crear nuevos productos, generar energía o participar en otros procesos industriales. Esto implica encontrar formas innovadoras y sostenibles de aprovechar los residuos de madera en lugar de simplemente desecharlos, contribuyendo así a la economía circular y a la reducción de la huella ambiental de la industria maderera.

3.10. Materiales compuestos

Según Stupenengo (2011), los materiales compuestos son combinaciones macroscópicas de dos o más materiales diferentes que poseen una interfase discreta y reconocible que los separa. A raíz de esto, estos materiales son heterogéneos, lo que significa que sus propiedades no son uniformes en todo su volumen. Aunque existen materiales compuestos naturales, como la madera o el hueso, la mayoría de los materiales compuestos utilizados en la actualidad son creados y diseñados por el ser humano. Por lo tanto, se define a los materiales compuestos son aquellos

materiales que se crean combinando dos o más tipos de materiales con el objetivo de obtener un material con propiedades específicas y mejoradas en comparación con los materiales individuales.

3.11. Biomateriales

Los biomateriales son sustancias naturales, sintéticas o una combinación de ambas, diseñadas para interactuar de manera segura y efectiva con sistemas biológicos. De acuerdo con (Williams, 2009), un biomaterial es una sustancia que ha sido diseñada para tomar una forma que, sola o como parte de un sistema complejo, se utiliza para dirigir, mediante el control de las interacciones con los componentes de los sistemas vivos, el curso de cualquier procedimiento terapéutico o de diagnóstico, en medicina humana o veterinaria. Por esto, los biomateriales comprenden una serie de sustancias que son alteradas para cumplir con ciertas características.

Por otra parte Morato, Narváez, y Toribio (2004), especifican que el término biomaterial se designa a aquellos materiales utilizados en la fabricación de dispositivos que interactúan con los sistemas biológicos y que se aplican en diversas especialidades de la medicina. En la actualidad, la ciencia y la ingeniería de los biomateriales representan actividades multidisciplinarias que involucran a un número creciente de profesionales altamente capacitados, tanto en el ámbito de la investigación y el desarrollo como en la industria y la aplicación clínica.

Igualmente Feijóo-Vivas et al. (2021), aclara que un biomaterial se puede definir como “un material funcional que ha sido diseñado y construido a partir de una materia prima biológica, tales como plantas, algas, bacterias, hongos, asociaciones simbióticas mutualistas de microorganismos o biopolímeros microbianos”. Dichos biomateriales, vistos como producto final, pueden o no estar mezclados con materiales naturales, compuestos y/o desechos orgánicos. Por esto se considera que la investigación y desarrollo en biomateriales son actividades multidisciplinarias en constante crecimiento, involucrando a profesionales altamente calificados.

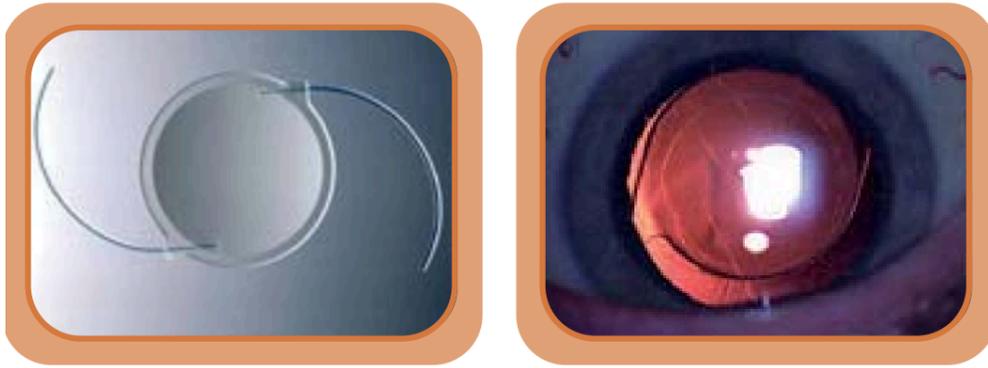


Figura 11. Lentes intraoculares fabricados en polimetilmetacrilato.

Nota: Se puede apreciar en la imagen un tipo de biomaterial utilizado en el ámbito de la salud.

Materiales y materias primas - Biomateriales (2011).

Según expresan lógicamente fundadores de Radial Biomateriales (@radial.bio), lo ideal sería comprender dos grandes clasificaciones de los biomateriales. Por un lado, los bio-basados, que son aquellos que tienen un porcentaje de composición biológica en su estructura y, por otro, los bio-fabricados, que son aquellos que emplean un microorganismo vivo ya sea como materia prima o durante su proceso de fabricación.

Este último tipo de biomaterial también pudiera ser conocido como bio-basado, éste se diferencia por “crecer, adherirse y moldearse a una superficie a expensas de algún tipo de organismo vivo” (Feijóo-Vivas et al., 2021). Finalmente, como características esenciales un biomaterial debe satisfacer criterios específicos, incluyendo una densidad y peso adecuados, inercia, resistencia mecánica apropiada, y facilidad en la fabricación y producción a gran escala.

3.11.1. Sistemas vivos y bacterias

Los sistemas vivos y bacterias se refieren a organismos y microorganismos, respectivamente, que poseen características distintivas de la vida. Los sistemas vivos incluyen plantas, animales y seres humanos, mientras que las bacterias son microorganismos unicelulares.

De acuerdo con (Bush & Schmidt, 2022) las bacterias son organismos microscópicos unicelulares estos se encuentran entre las formas de vida más antiguas conocidas en el planeta. Existen miles de variedades de bacterias distintas que pueden habitar en una amplia gama de entornos, adaptándose a cualquier medio imaginable en diversas partes del mundo. En conclusión, la interacción entre sistemas vivos y bacterias es un componente esencial de los procesos biológicos y ambientales en nuestro planeta.

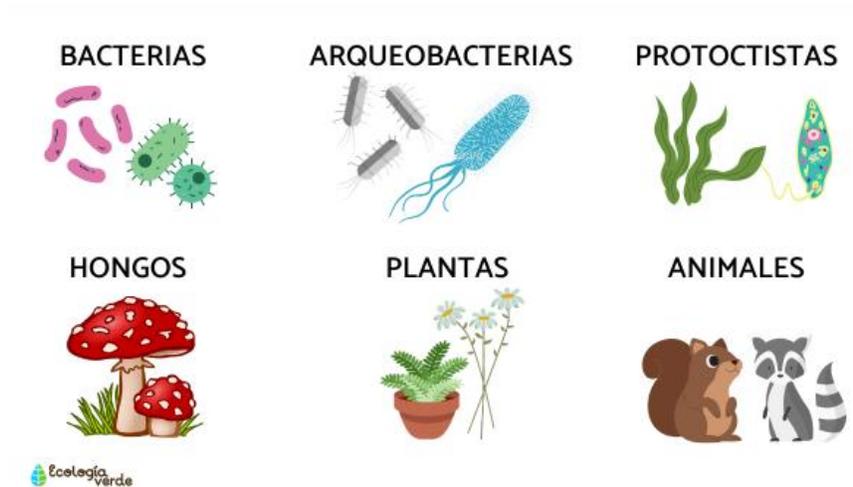


Figura 12. Seres vivos.

Nota: Se puede apreciar en la imagen los tipos de bacterias y sistemas vivos más conocidos.

Fuente. Seres vivos: qué son, características y clasificación

3.11.2. Celulosa bacteriana (CB)

La celulosa bacteriana es un polímero de glucosa producido por ciertas bacterias, especialmente del género *Acetobacteria*. A diferencia de la celulosa vegetal, la celulosa bacteriana se forma en el exterior de las células bacterianas como una matriz extracelular. Por otra parte (Martirani-VonAbercron, Sophie Marie, and Pacheco-Sánchez 2023), define a la celulosa bacteriana como un nanomaterial natural y renovable que se caracteriza por una estructura tridimensional única que le dota de excelentes propiedades mecánicas y una alta capacidad de retención de agua. CB es un polímero muy puro, cristalino y biocompatible. Además, CB se puede

modificar para mejorar sus características innatas y proporcionarle propiedades personalizadas o nuevas funcionalidades que podrían ser aplicables en muchas áreas.

La celulosa está siendo utilizada en un amplio abanico de aplicaciones comerciales, incluyendo textiles, cosméticos y usos médicos, dando lugar a muchas patentes y ampliando el ámbito de investigación para poder ser utilizada en nuevas áreas. Muchas investigaciones se han enfocado en el mecanismo de síntesis del polímero así como en su estructura y en las propiedades que determinan su uso práctico .. Los posibles usos como material se deben a la capacidad de la CB para adaptar su forma y gracias a su capacidad de alterar sus características según su fin.



Figura 13. Celulosa bacteriana: un nanomaterial muy versátil.

Nota: Se puede apreciar en la imagen a la celulosa bacteriana tomando la forma de la mano.

Tomada de Producción de celulosa bacteriana por Starkey sp.

3.11.3. **Micelio de hongos**

De acuerdo con Feijóo-Vivas et al. (2021), el micelio es una red filamentosa bien desarrollada, microscópica interconectada y dinámica, formado por filamentos tubulares y alargados que muestran una considerable ductilidad y flexibilidad de crecimiento. El micelio es el esqueleto del organismo porque es el encargado de conectar y trasladar rápidamente agua, azúcares

y minerales, formando un sistema cerrado en respuesta a estímulos o cambios en la composición del medio externo. Diferentes regiones interconectadas del micelio pueden exhibir actividades fisiológicas y bioquímicas, cuyas respuestas varían según la especie y las condiciones nutricionales como el entorno microbiológico local. Por lo tanto, el micelio se revela como una estructura sorprendentemente versátil y vital en el mundo fúngico. Este intrincado entramado de filamentos no solo constituye la base física del organismo, sino que también actúa como una red dinámica de transporte y comunicación.

Por otra parte, en el caso de los biomateriales a base de micelio fúngico, nos referimos a aquellos que son auto-generados por la estructura micelial de hongos, por lo tanto, se comprenden como bio-fabricados. Entre los sustratos más empleados resultan los residuos agroindustriales, forestales y la biomasa residual de bosques primarios y secundarios. (Feijóo-Vivas et al., 2021). Estos tipos de biomateriales han sido creados en los últimos años en varias empresas y proyectos como el packaging, mobiliario y en la construcción. En conclusión, los biomateriales a base de micelio fúngico, se posicionan como innovadoras soluciones biofabricadas ya que aprovechan su capacidad para crecer en sustratos de residuos, estos biomateriales han emergido en diversos sectores.

Según (Attias et al., 2020), finalmente, cuando se seca, este micelio proporciona un biocompuesto poroso hecho de forma natural. Teniendo en cuenta la tasa de rápido crecimiento del micelio, sus limitados requisitos de riego, su capacidad para consumir y utilizar los residuos vegetales y sus propiedades mecánicas y estéticas únicas, su implementación en las cadenas de valor industriales puede proporcionar una solución esencial para mejorar los patrones de ciclo de vida de los productos futuros. Al incorporar el micelio en las cadenas de valor industriales, se abre una oportunidad para transformar los desafíos de residuos en soluciones esenciales. Proyectando al mismo como un material sostenible y que sirva como consumo de residuos de la industria maderera.



Figura 14. Semilla de micelio de hongos.

Nota: Se puede apreciar en la imagen a la semilla del hongo siendo desprendida para su uso.

Tomado de Construyendo con hongos en Argentina: El Refugio Fúngico a base de micelio en Bariloche por (Dejtjar F, 2021).

Los hongos más utilizados para el desarrollo de biomateriales son el *Pleurotus ostreatus*, el cual se presenta como una opción para aprovechar los residuos lignocelulósicos (materia seca vegetal) agrícolas, agroindustriales y urbanas, Según García N, et al (2011), los cuerpos fructíferos de las setas *Pleurotus*, son muy bien valorados por su textura y aroma, su riqueza en contenido de propiedades medicinales, además de poseer un ciclo de producción corto y la capacidad de reproducirse de manera consistente. Así como por la relativa facilidad y versatilidad del manejo de las condiciones para su producción.

Y, según (Wachtel-Galor S et al., 2011), el hongo *Ganoderma lucidum*, conocido como lingzhi en China y reishi o manrentake en Japón, es un hongo oriental con una larga historia de uso para promover la salud y la longevidad en diversas culturas asiáticas. Este hongo grande y oscuro se caracteriza por su apariencia brillante y leñosa, siendo la palabra latina 'lucidus' indicativa de su superficie barnizada.

De acuerdo con Albán Márquez (2015), el hongo *Pleurotus ostreatus* es una especie degradadora de madera, que está ampliamente distribuida en diferentes lugares alrededor del mundo, como Europa, América, Norte de África y Asia. En condiciones naturales, crece sobre tocones y ramas de árboles de hojas anchas muertas o debilitadas, en bosques de ribera, parques y jardines. Su crecimiento se produce en otoño y principios de primavera, aunque en lugares húmedos también se pueden encontrar en otras estaciones del año. Posee una alta versatilidad y adaptabilidad, ya que soporta un rango amplio de temperaturas; además, es resistente a plagas y enfermedades, y se puede cultivar en casi cualquier sustrato lignocelulósico como troncos, corteza o aserrín. En resumen, *Pleurotus ostreatus* es un hongo adaptable que descompone la madera, muestra una amplia distribución geográfica. Una resistencia a condiciones adversas y su habilidad para prosperar en diversos sustratos lo convierten en una opción viable para el cultivo en diferentes regiones y condiciones ambientales.

Según Calderón & Agrónomo, (1999), el termino sustrato se aplica en agricultura, se refiere a todo material, natural o sintético, mineral u orgánico, de forma pura o mezclado, cuya función principal es servir como medio de crecimiento y desarrollo a las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno. En este caso, el sustrato para el micelio de hongos puede ser una mezcla de materiales orgánicos, como residuos de madera, aserrín u otros sustratos ricos en carbono. El micelio coloniza y se alimenta de estos materiales, descomponiéndolos y formando una red extensa de hifas. Este procedimiento resulta fundamental para la fabricación de biomateriales fundamentados en micelio.

Según (Hartmann & Kester, (2002), en la actualidad existen una gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos, y su elección dependerá de factores clave en la propagación de una especie vegetal incluyen la especie misma, el tipo de propágulo, la época de propagación, el sistema utilizado, el costo, la disponibilidad y las características específicas del sustrato. Por lo tanto, en el contexto de micelio de hongos, el sustrato no solo sirve como medio de anclaje, sino también como fuente de nutrientes para el crecimiento del micelio. La elección y preparación cuidadosa del sustrato son críticas para optimizar el

desarrollo del micelio y, en última instancia, para la producción exitosa de biomateriales sostenibles.

Para su crecimiento es necesario tomar en cuenta ciertos aspectos, según Miles et al. (2004), La temperatura óptima de incubación ronda entre los 25°C y los 28°C, siendo su crecimiento más acelerado según se acerque esta temperatura al rango superior. Las condiciones de luz para el crecimiento del micelio son nulas, sin embargo, si se desea permitir que el hongo produzca cuerpos fructíferos, se requiere de una intensidad lumínica de entre 50 y 500 lux por 12 horas diarias, humedad relativa óptima de aproximadamente el 80% (19) y concentraciones altas de CO₂ (20).

El empleo de micelio de hongos ha experimentado un notable crecimiento a nivel global, impulsado por el objetivo de mitigar la huella de carbono y desarrollar materiales y productos atractivos para el público en general. A continuación, se destacan los países que lideran este movimiento, junto con las empresas que han tenido un impacto significativo en la utilización de micelio.

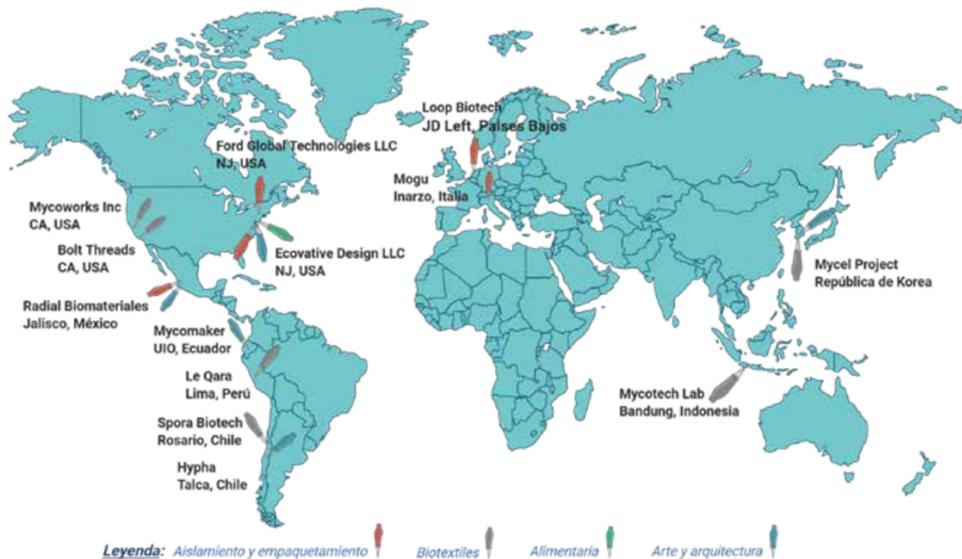


Figura 15. Industrias y laboratorios en el mundo que emplean el micelio de hongos en la manufactura alimentaria, biotextiles, aislamiento y empaquetamiento, arte y arquitectura.

Fuente. Bioproductos desarrollados a partir de micelio de hongos: Una nueva cultura material y su impacto en la transición hacia una economía sostenible (Feijóo-Vivas et al., 2021).

3.12. Micelio de hongos en el diseño industrial

La utilización del micelio de hongos en el diseño industrial representa una innovadora convergencia entre la naturaleza y la tecnología. Este enfoque sostenible ha capturado la atención de diseñadores y científicos por igual, explorando las propiedades únicas del micelio para crear materiales resistentes, biodegradables y versátiles. De acuerdo con un artículo publicado por (Peñalver Menéndez A., 2015), en Experimenta revista de Diseño, Grafica, Arquitectura, Industrial y Tecnología, señala a “The Growing Lab” un proyecto del diseñador italiano Maurizio Montalti, indica las posibilidades del uso de estos materiales para la producción de objetos. Introduce esporas de micelio en residuos como basura o plásticos degradados, donde el hongo provoca la descomposición progresiva del sustrato y este genera en un nuevo material, permaneciendo unido debido a la intervención que ejerce el micelio como “pegamento natural”.



Figura 16. Evolución de una pieza.

Nota: Se puede apreciar en la imagen el proceso de secado del micelio.

Tomado de The Growing Lab, Maurizio Montalti, 2014.

Las principales características que se pueden apreciar del micelio es su rápido crecimiento, es biodegradable y tiene un muy bajo costo de producción. Montalti (2015) afirma que

“dependiendo de las especies y los parámetros de crecimiento es posible desarrollar materiales con propiedades peculiares, como por ejemplo mayor o menos solidez, elasticidad, espesor, homogeneidad o resistencia al agua”. La manipulación del micelio podría significar una transformación drástica en la concepción de productos, ya que sustituye la noción de producción por la de cultivo. En este escenario, el diseñador se convierte en el cuidador que supervisa el desarrollo de su producto. Además, la posibilidad inherente de crecimiento de los hongos insta al diseñador a asumir un rol menos consumista y más consciente con la naturaleza en el proceso.



Figura 17. The Future of Plastic.

Nota: Se puede apreciar en la imagen las aplicaciones exitosas del estudio The Growing Lab de micelio.

Tomada de The Growing Lab, Maurizio Montalti, 2014.

3.13. Bio-modelado

El termino biomodelado puede ser comprendido de varias maneras ya que este proceso inicialmente fue destinado para modelos que intentan reproducir, en el laboratorio, la fisiología humana de la forma o lo más cercano a la realidad posible para llevar a cabo diversos estudios, especialmente aquellos relacionados con el desarrollo de enfermedades y posibles métodos para tratarlas y curarlas. Según Medina E. (2021) de Biology Studio el biomodelado para micelio se

refiere al proceso de diseño y modelado de estructuras utilizando el micelio de hongos como material base. En este contexto, el micelio actúa como un agente de modelado biológico, ya que puede crecer y conformarse a patrones específicos.

Los diseñadores utilizan el micelio como un medio para crear formas y estructuras personalizadas, aprovechando la capacidad única de este material para adaptarse y crecer en función de las condiciones proporcionadas. Este enfoque combina la creatividad humana con las propiedades intrínsecas del micelio, permitiendo la fabricación de productos sostenibles y adaptados a necesidades específicas mediante un proceso guiado por la biología.

3.15. Fórmulas, ensayos, procesos y aplicaciones.

Tomando en cuenta el proceso de adquisición, desinfección y cultivo, las fórmulas y procesos para la creación de biomateriales de micelio pueden variar, pero estos deben mantener cierta estructura (Mycomaker):

- Agua - 50%
- Aserrín (Carbono) - 37.5%
- Afrecho de trigo (Nitrógeno) - 10%
- Azúcares (melaza) - 1.5% Yeso - 1%

Para la presente investigación se analizó referentes de micelio de hongos aplicados en proyectos o tesis existentes basado en sus materiales, procesos y resultados que estas investigaciones hayan presentado.

- Material biobasado compuesto por el micelio de hongos descomponedores de madera y residuos agroindustriales

Tabla 17. Fórmulas, ensayos, procesos y aplicaciones #1.

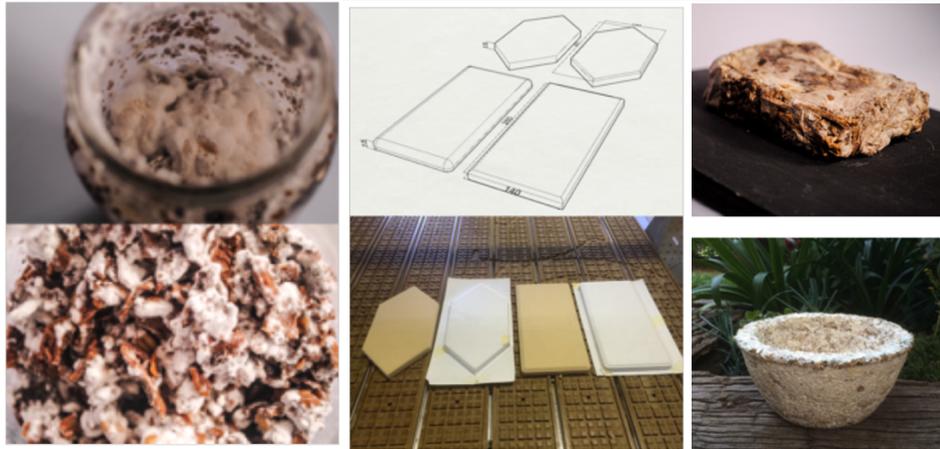
Alcohol al 70%

Cascara de nuez

Materiales	Frascos de conservante
	Tamices 3mm y 5mm
	Herramientas para triturar
	Horno
	Frascos de conserva
	Semilla de hongo
	Harina
	MDF (Moldes)
Pasos	Limpiar área de trabajo con alcohol al 70%. Y lavar y triturar cáscara de nuez.
	Tamizar el sustrato en 3mm y 5mm.
	Pastarizar sustrato a 100°C por 60 min.
	Depositar 300gr en frascos de conserva y cerrar.
	Añadir 30 gr de 'semillas de hongo'.
	Añadir 40gr de harina sin polvos de hornear.
	Dejar que el hongo colonice el sustrato por 5 a 8 días hasta que se vuelva blanco.
	Idear y bosquejar el molde y diseñar en Rhinoceros 5.0.
	Maquinar el diseño en mdf de 18mm con router cnc.
	Termoformar en poliestireno de alto impacto de 1mm.
	Remover micelio de frascos y verter en contenedor.
	Añadir 40gr de harina sin polvos de hornear y revolver.
	Rellenar moldes con material micelio.
	Sellar moldes con film plástico.
Desmoldar material micelio y hornear a 170°C por 20 min.	
Bajar temperatura a 100°C por 40 min, abriendo puerta cada 20 min para permitir salida de humedad.	
Conclusiones	Como hipótesis inicial se planteó que el material tenga un uso 'itinerante' o de 'corta duración'. Materiales enfocados en el packaging de productos o en el recubrimiento de suelos para ferias, actividad-des culturales o cualquier

actividad que requiera zonificación de áreas y que tenga entre sus características un uso itinerante o un periodo específico de uso. Otra opción sería la delimitación de senderos en parques que permitan generar los circuitos, zonas de descanso, entre otras utilidades.

Pruebas



Fuente. Material biobasado compuesto por el micelio de hongos descomponedores de madera y residuos agroindustriales por Sebastian Rodriguez Jara (2018). Elaboración propia.

- Techumbre en base a micelio de hongos

Tabla 18. Fórmulas, ensayos, procesos y aplicaciones #2.

	Viruta de madera de pino
	Autoclavado, cal, Mote de Pleurotus Osetratus
	Frascos de conserva,
	'Semillas de hongo',
Materiales	Harina sin polvos de hornear
	PAI termoformado
	Tuberías de PVC de 30mm, router CNC, MDF de 18mm
	Poliestireno de Alto Impacto de 1mm
	Listones de madera terciada

Contenedor,
Film plástico,
Bisturí,
Horno
Cal

Pasos

Preparación del Sustrato

Colonización del Sustrato

Preparación del Molde

Crecimiento del Micelio en el Molde

Finalización y Secado

Conclusiones La capa de Papel de Base Desmoldante aplicada en la base de los moldes del segundo grupo resultó ser demasiado gruesa, lo cual impidió obtener el crecimiento tipo film del micelio esperado para realizar pruebas de impermeabilidad en la segunda etapa. Este problema destaca la importancia de la capacidad del micelio para completar la colonización de las caras exteriores de la teja en la tercera etapa, a pesar de estar pobremente colonizadas debido al contacto con el moldaje. En contraste, uno de los moldes sin PDB experimentó un crecimiento notablemente denso durante la segunda etapa, logrando características similares a las buscadas en los moldes con capa de PDB en su base. Lamentablemente, no se pudo identificar claramente las diferencias o factores que llevaron a esta singularidad en el crecimiento durante la segunda etapa.

Pruebas



Fuente. Techumbre en base a micelio de hongos por Cristóbal Montecinos Narea (2022).

Elaboración propia.

3.16. Ensayos mecánicos en probetas.

La realización de ensayos mecánicos en probetas es una práctica común en la evaluación de materiales y productos por varias razones:

1. **Evaluación de Propiedades Mecánicas:** Los ensayos mecánicos permiten evaluar propiedades fundamentales de los materiales, como resistencia, elasticidad, dureza, tenacidad y otras características relacionadas con su comportamiento bajo carga.
2. **Calidad del Material:** Los ensayos mecánicos proporcionan información sobre la calidad del material utilizado en la fabricación de un producto. Esto es esencial para garantizar que el material cumpla con los estándares y requisitos específicos para su aplicación.
3. **Diseño y Desarrollo:** Para el diseño de productos, especialmente aquellos que estarán expuestos a fuerzas mecánicas, es crucial comprender cómo responderán los materiales a diferentes condiciones de carga. Los ensayos en probetas ayudan en el desarrollo de productos más robustos y duraderos.
4. **Normativas y Estándares:** Muchas industrias tienen normativas y estándares específicos que exigen la realización de ensayos mecánicos para garantizar la seguridad y la conformidad con las especificaciones.

5. Control de Calidad: Los ensayos mecánicos son una parte integral del control de calidad durante la producción. Ayudan a identificar y corregir posibles problemas en las etapas tempranas, antes de que los productos lleguen al mercado.
6. Investigación y Desarrollo: Para los investigadores y desarrolladores de materiales, los ensayos mecánicos son herramientas esenciales para entender y mejorar las propiedades de los materiales, lo que puede conducir a innovaciones en productos y procesos.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

4. Caso de estudio

4.1. Ubicación

El cantón de Ambato se localiza en la provincia de Tungurahua, según el INEC en el censo de 2010 el Cantón Ambato tenía una población de 329.856 habitantes, lo que la convierte en el décimo cantón más poblado del país. El cantón Ambato se organiza en su estructura político administrativa a través de parroquias, tanto urbanas como rurales, caracterizado por tener una vocación fuertemente comercial y manufacturera. Todos los días se comercializan al por mayor y menor productos provenientes del agro, agroindustrias, artesanales e industriales.

Según el (GAD Municipalidad de Ambato, 2017), gran parte de las actividades productivas orientadas al mercado externo e interno son fundamentalmente extensivas en el uso de tierra y altamente demandantes en la utilización de agua y energía. Además, exhiben notables debilidades en cuanto a sostenibilidad, ya que dependen en gran medida de volúmenes elevados de insumos externos, muchos de los cuales son notoriamente perjudiciales, como los pesticidas. Además, generan considerables flujos de desechos y residuos sólidos y líquidos que se utilizan en la agricultura sin un tratamiento previo, proviniendo de sectores como el comercio, subproductos agropecuarios, la industria metalmeccánica, curtiembres y materiales pétreos, que la mayoría de veces son depositados directamente en el ambiente.

En el sector urbano se puede observar que la mayor parte de la población ocupada se dedica a actividades de comercio al por mayor y menor, con un número poblacional de 22.385 personas; seguido por la actividad de industrias manufacturera con 14.387 personas. Sin embargo, en el sector rural la realidad ocupacional de la población es otra, la principal actividad que acoge mayor número de personas es la agricultura, silvicultura, caza y pesca con 26.619 individuos; siendo este número mayor al que concentra la actividad de comercio en el área urbana; la segunda actividad que ocupa a la población rural es la industria manufacturera con 16.745 trabajadores. Ambato es

considerada el área geográfica en donde se concentran y desenvuelven con mayor frecuencia las actividades de producción y comercialización de los productos forestales de toda la provincia. La ciudad ha sido históricamente un importante centro de comercio y negocios en la región, destacando en la agricultura el comercio y la industria.

4.2. Equipos y materiales

En la siguiente tabla se especifica la lista de recursos que se utilizarán para el proyecto.

Tabla 17. Recursos utilizados

Descripción	Cantidad
Viruta	5 kg
Afrecho	2 kg
Micelio	6 kg
Alcohol al 70%	½ litro
Agua oxigenada	1 litro
Agua destilada	1 litro
Tarrinas plásticas	10
Fundas pequeñas	100
Balde	1
Recipiente	1
Cubeta	2
Guantes (caja)	1
Mascarilla	3
Papel film	1
Vasos	6
Cámara	1
Laptop	1

Nota. Materiales adquiridos para la creación de biomateriales y documentación del proceso.

Elaborado por el autor.

4.3. Tipo de investigación

El tipo de investigación de este proyecto se orienta en uno experimental. Según Fideas G. Arias, (2012),” la investigación experimental es un procedimiento que implica exponer a un objeto o a un grupo de individuos a condiciones, estímulos o tratamientos específicos (variable independiente), con el fin de observar los efectos o reacciones resultantes (variable dependiente).”La naturaleza experimental es crucial para llevar a cabo un desarrollo controlado que permita probar hipótesis y establecer relaciones entre las variables seleccionadas.

Con un enfoque cuantitativo. La perspectiva cuantitativa se empleará para maximizar la recolección de datos en la elaboración de micelios y la gestión de residuos en Ambato, así como para estudiar en detalle sus características. En este contexto, la aplicación de un diseño experimental proporcionará la estructura necesaria para manipular variables de interés y observar sus efectos de manera sistemática. Simultáneamente, la recopilación de datos cuantitativos permitirá la obtención de información precisa y numérica sobre el proceso de elaboración de micelios y la eficacia de la gestión de residuos en la ciudad.

4.4. Idea a defender

A través de los años el uso de materiales sostenibles y saludables para el medio ambiente se han incrementado debido a la necesidad de suplir la cantidad de productos desechados por la sociedad. Los residuos de madera naturalmente generados por cualquier actividad relacionada con los mismos generan un sin número de desechos, los cuales desde sus inicios ha sido eliminado de formas poco amigables con la naturaleza es por esto que se genera la necesidad intrínseca de darle un valor a este “desperdicio” que como se menciona no presenta un valor para los aserraderos en la ciudad. La propuesta de investigación tiene como objetivo dar un uso significativo y agregar valor al material residual producido en los aserraderos ubicados en la ciudad de Ambato. Con este propósito, se plantea llevar a cabo ensayos específicos utilizando el micelio, y realizar pruebas mecánicas de los materiales resultantes. El propósito fundamental de estas actividades es mejorar

la gestión de los residuos, transformando de manera efectiva estos desechos en diversos productos mediante el desarrollo de materiales innovadores.

Este enfoque busca no solo mitigar el impacto ambiental asociado con la acumulación de desechos de madera, sino también crear soluciones sostenibles y económicamente viables. La utilización del micelio como un componente clave en estos procesos puede no solo facilitar la degradación natural de los residuos, sino también ofrecer propiedades únicas y mejoradas a los materiales resultantes. Además, las pruebas mecánicas propuestas permitirán evaluar las características físicas y estructurales de los nuevos materiales, asegurando su viabilidad y funcionalidad. Este enfoque integral no solo contribuirá a la mejora en la gestión de residuos, sino que también abrirá la posibilidad de generar productos con valor añadido a partir de los desechos de madera.

Como resultado o idea a defender, el desaprovechamiento de material residual de los aserraderos en el país, representa un problema ambiental y económico que debe ser abordado de manera efectiva. La idea es promover el uso y aprovechamiento adecuado de estos residuos, a través del desarrollo de biomateriales, con el fin de reducir la generación de desechos, minimizar el impacto ambiental y contribuir a una economía circular en el sector maderero. Esta idea busca impulsar prácticas sostenibles que permitan maximizar el valor de los residuos de madera y promover la conservación del medio ambiente en la zona.

4.5. Población o muestra

Según la Base de Datos Catastro RUC por provincia – Personas Naturales y Sociedades del SRI en Tungurahua, se registra un total de 30 aserraderos en toda la provincia. Es importante destacar que de este total, 19 aserraderos están ubicados en la ciudad de Ambato. A partir de la información proporcionada anteriormente, se pudo verificar que 15 de estos aserraderos en Ambato se encuentran en estado activo, según el estado registrado en el SRI.

Esta información se obtuvo de una página abierta al público del SRI a través de su catastro del Registro Único de Contribuyentes (RUC) del año 2023, en el Servicio de Rentas Internas . El análisis de la base de datos revela la distribución y estado operativo de los aserraderos en la provincia de Tungurahua, específicamente en Ambato, proporcionando una visión más detallada de la actividad económica en la región. Es relevante señalar que la información presentada refleja el estado actual de los aserraderos en Ambato y puede ser útil para comprender la dinámica y el panorama económico de la provincia en relación con esta industria específica.

Tabla 18. Base de datos del SRI de aserraderos en la ciudad de Ambato

No.	Nombre	Lugar	Estado	Empresa	Actividad
1	CACERES CARVAJAL NELSON ENRIQUE	TUNGURAHUA, AMBATO, HUACHI CHICO	Activo	Aserradero Cáceres	Todas las actividades de transporte de carga por carretera, incluido en camionetas de: troncos, ganado, transporte refrigerado, carga pesada, carga a granel, incluido el transporte en camiones cisterna, automóviles, desperdicios y materiales de desecho, sin recogida ni eliminación.
2	VACA VALLE SEGUNDO JOAQUIN ALONSO	TUNGURAHUA, AMBATO, ATAHUALPA	Activo	"Aserradero y carpintería "los laureles"	Venta al por menor de muebles de uso doméstico, colchones y somieres en establecimientos especializados.
3	SANCHEZ BARRERA CELSO EDUARDO	TUNGURAHUA, AMBATO, IZAMBA	Pasivo	Aserradero Atahualpa	Fabricación de muebles de madera y sus partes: para el hogar, oficinas, talleres, hoteles, restaurantes, iglesias, escuelas, muebles especiales para locales comerciales, muebles para máquinas de coser, televisiones, etcétera.
4	ANDRADE SILVA LUIS ADRIANO	TUNGURAHUA, BAÑOS DE AGUA SANTA	Suspendido	El ébano aserradero	Actividades de secado, aserrado, acepilladura y maquinado de madera tableado, descortezado y desmenuzamiento de troncos
5	HERNANDEZ GUAMAN HUMBERTO ELIECER	TUNGURAHUA, AMBATO, HUACHI LORETO	Pasivo	Aserradero y carpintería Tungurahua	Fabricación de puertas, ventanas, contraventanas y sus marcos, tengan o no herrajes, como bisagras, cerraduras, escaleras, barandales, boceles y molduras
6	GUAMAN VALLE MIGUEL ANGEL	TUNGURAHUA, AMBATO, HUACHI LORETO	Pasivo	Aserradero Pichincha	Servicios de apoyo al aserrado y acepilladura de madera a cambio de una retribución o por contrato.

7	ANDALUZ CEPEDA ENRIQUE	LUIS	TUNGURAHUA, AMBATO, PISHILATA	Activo	Aserradero Andaluz		Fabricación de tabletas para la ensambladura de pisos de madera (duela, media duela, parquet).
8	ORTEGA SALAZAR AMANDA IBETH		TUNGURAHUA, AMBATO, HUACHI LORETO	Suspendido	Aserradero Christopher		Actividades de secado, aserrado, acepilladura y maquinado de madera tableado, descortezado y desmenuzamiento de troncos
9	JORDAN JORDAN JAIME VINICIO		TUNGURAHUA, AMBATO, HUACHI LORETO	Suspendido	Aserradero Jordán		Fabricación de tabletas para la ensambladura de pisos de madera (duela, media duela, parquet).
10	CANSECO ORTIZ LUIS ARMANDO		TUNGURAHUA, AMBATO, HUACHI CHICO	Suspendido	Aserradero Moderno		Fabricación de puertas, ventanas, contraventanas y sus marcos, tengan o no herrajes, como bisagras, cerraduras, escaleras, barandales, boceles y molduras
11	CHIMBOLEMA VELASCO SEGUNDO FERNANDO		TUNGURAHUA, AMBATO, PICAIGUA	Suspendido	Aserradero Juan	San	Actividades de secado, aserrado, acepilladura y maquinado de madera tableado, descortezado y desmenuzamiento de troncos
12	TITE TITE VICTOR MANUEL		TUNGURAHUA, PATATE	Activo	Aserradero el valle de don tite		Venta al por menor de fuel, gas en bombonas, carbón y leña para uso doméstico en establecimientos especializados.
13	TOALOMBO QUILLIGANA HECTOR LEONIDAS		TUNGURAHUA, AMBATO, HUACHI GRANDE	Activo	Aserradero huachi chico		Actividades de secado, aserrado, acepilladura y maquinado de madera tableado, descortezado y desmenuzamiento de troncos
14	VILLAFUERTE BONILLA GEOVANNY VINICIO		TUNGURAHUA, BAÑOS DE AGUA SANTA	Activo	Aserradero Villafuerte		Fabricación de cajas de madera para joyas, cuchillos y artículos similares.
15	MORALES FREIRE EDGAR MARCELO		TUNGURAHUA, QUERO	Activo	Aserraderos Morales		Fabricación de muebles de madera y sus partes: para el hogar, oficinas, talleres,

					hoteles, restaurantes, iglesias, escuelas, muebles especiales para locales comerciales, muebles para máquinas de coser, televisiones, etcétera.
16	CHILIQUEINGA ROJANO SEGUNDO ANGEL	TUNGURAHUA, SAN PEDRO DE PELILEO, PELILEO	Activo	Aserradero Chiliqueingá	Servicios de apoyo al aserrado y acepilladura de madera a cambio de una retribución o por contrato.
17	CONDEMAITA GUAYAN HECTOR MANUEL	TUNGURAHUA, AMBATO, QUISAPINCHA	Activo	Bloquera aserradero América	y Fabricación de componentes estructurales y materiales prefabricados para obras de construcción o de ingeniería civil de hormigón, cemento, piedra artificial o yeso: losetas, losas, baldosas, ladrillos, bloques, planchas, paneles, láminas, tableros, caños, tubos, postes, etcétera.
18	SILVA CUNALATA LUIS ALFREDO	TUNGURAHUA, QUERO	Suspendido	Aserradero silva	Actividades de secado, aserrado, acepilladura y maquinado de madera tableado, descortezado y desmenuzamiento de troncos
19	PINTO CAMACHO FANNY OBDULIA	TUNGURAHUA, AMBATO, HUACHI LORETO	Pasivo	Aserradero pichincha	Servicios de apoyo al aserrado y acepilladura de madera a cambio de una retribución o por contrato.
20	GARCIA PUNGUIL ALICIA SUSANA	TUNGURAHUA, BAÑOS DE AGUA SANTA, RIO NEGRO	Activo	Aserradero abril	Servicios de apoyo al aserrado y acepilladura de madera a cambio de una retribución o por contrato.
21	LOZADA ACOSTA BETY JEANETH	TUNGURAHUA, AMBATO, PISHILATA	Activo	Aserradero la joya	Venta al por mayor de madera no trabajada (en bruto) y productos de la elaboración primaria de madera: tableros aglomerados.
22	MENA LAGUA PATRICIA ELIZABETH	TUNGURAHUA, SANTIAGO DE	Activo	Aserradero “The big castor”	Venta al por mayor de madera no trabajada (en bruto) y productos de la elaboración primaria de madera: tableros aglomerados.

PILLARO, CIUDAD NUEVA						
23	ARMAS MANOSALVAS ELSA DEL PILAR	TUNGURAHUA, AMBATO, HUACHI LORETO	Suspendido	Aserradero Mónica	Santa	Actividades de secado, aserrado, acepilladura y maquinado de madera tableado, descortezado y desmenuzamiento de troncos
24	MEJIA HERRERA HECTOR IVAN	TUNGURAHUA, AMBATO, TOTORAS	Activo	Aserradero Megamadera		Venta al por mayor de madera no trabajada (en bruto) y productos de la elaboración primaria de madera: tableros aglomerados.
25	MEDINA FLORES JULIO CESAR	TUNGURAHUA, BAÑOS DE AGUA SANTA, RIO NEGRO	Activo	Aserradero arco iris amazonico		Fabricación de cajas, cajones, barriles y envases similares, toneles, barricas, cubas, tinas y otros productos de tonelería de madera.
26	BALSECA CORDOVILLA LAURA FABIOLA	TUNGURAHUA, AMBATO, PICAIGUA	Activo	Depósito aserradero Balseca	y	Fabricación de tabletas para la ensambladura de pisos de madera (duela, media duela, parquet).
27	BALSECA CORDOVILLA LAURA FABIOLA	TUNGURAHUA, AMBATO, PISHILATA	Activo	Depósito aserradero Balseca	y	Fabricación de tabletas para la ensambladura de pisos de madera (duela, media duela, parquet).
28	MENA LAGUA PATRICIA ELIZABETH	TUNGURAHUA, SANTIAGO DE PILLARO, PILLARO	Activo	Aserradero “The big castor 2”		Venta al por mayor de madera no trabajada (en bruto) y productos de la elaboración primaria de madera: tableros aglomerados.
29	MURILLO PARRALES JUAN CARLOS	TUNGURAHUA, CEVALLOS	Pasivo	Aserradero Murillo		Actividades de secado, aserrado, acepilladura y maquinado de madera tableado, descortezado y desmenuzamiento de troncos
30	PEREZ REYES ANGEL SEGUNDO	TUNGURAHUA, AMBATO, PISHILATA	Suspendido	Aserradero Francisco	San	Actividades de secado, aserrado, acepilladura y maquinado de madera tableado, descortezado y desmenuzamiento de troncos

Fuente. SRI 2023. Elaborado por: autor

Para llevar a cabo esta investigación, se realizará un muestreo no probabilístico por conveniencia. En este proceso, se entrevistarán a tres propietarios de aserraderos con el objetivo de indagar en detalle cómo gestionan los residuos generados en sus operaciones. Paralelamente, se realizarán tres entrevistas con expertos en biomateriales basados en micelio de hongos. Estas conversaciones permitirán explorar las posibles aplicaciones de estos biomateriales, identificar los requisitos necesarios para implementar prácticas relacionadas, y evaluar el potencial de estos materiales en el diseño de productos.

Este enfoque metodológico busca obtener información valiosa sobre las estrategias de gestión de residuos en los aserraderos, así como adquirir conocimientos especializados en el campo emergente de biomateriales derivados del micelio de hongos. Al realizar entrevistas con los propietarios de aserraderos, se espera obtener una visión práctica y específica sobre los desafíos y prácticas actuales en la gestión de residuos en esta industria. Por otro lado, las entrevistas con expertos en biomateriales aportarán una comprensión más profunda de las posibilidades y limitaciones de los biomateriales basados en micelio de hongos. Se explorarán aplicaciones potenciales, los requisitos necesarios para llevar a cabo estas prácticas, y el alcance del biomaterial en el diseño de productos sostenibles.

4.6. Recolección de información:

Las entrevistas a tres expertos en micelio de hongos se realizarán de forma semiestructurada que permite una exploración profunda de sus experiencias y conocimientos, a través de guía elaborada que incluye preguntas abiertas sobre las aplicaciones del micelio. La validez de las entrevistas se asegurará mediante preguntas bien diseñadas que deberán ser relevantes para los objetivos de la investigación. La confiabilidad se garantizará a través de la consistencia en la aplicación de las entrevistas y de sus respuestas. Con el objetivo de identificar la experiencia de ellos en el micelio, cuáles son los efectos en la elección de micelio y sustrato, y cuáles son los requerimientos para realizar estas prácticas.

Las entrevistas a 3 aserraderos locales se realizará entrevistas estructurada que proporcionaran información cualitativa sobre las prácticas de gestión de residuos de madera en los

aserraderos locales a través de un cuestionario estructurado que aborde aspectos como la cantidad de residuos generados, métodos de gestión y disposición hacia prácticas más sostenibles. La validez se asegurará mediante preguntas claras y específicas que se relacionen directamente con los objetivos de la investigación. La confiabilidad se garantizará mediante la aplicación consistente de los cuestionarios en diferentes aserraderos.

La recopilación de datos se llevará a cabo mediante entrevistas a expertos en micelio de hongos y a representantes de aserraderos locales. Estas entrevistas proporcionarán información valiosa sobre la gestión de residuos de madera, las prácticas actuales en el sector maderero local y las posibles aplicaciones del micelio en la producción de biomateriales. A continuación, se detallan las técnicas e instrumentos a utilizar.

4.7. Procesamiento de la información y análisis estadístico:

El procesamiento de datos se llevará a cabo de manera específica para cada tipo de información recopilada: entrevistas a expertos y entrevistas a aserraderos locales. Dado que la investigación implica un diseño experimental con variables cuantitativas, se adopta un enfoque cualitativo para las entrevistas a expertos y un enfoque cuantitativo para las entrevistas a aserraderos.

4.7.1. Procesamiento de datos (Entrevista con Aserraderos)

Tabla 19. Respuestas de las entrevistas a aserraderos.

Preguntas	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3
Cantidad			
¿Cuál es la cantidad aproximada de residuos de madera generados por su aserradero diariamente?	No no llevamos la cantidad generada diariamente, estimaria que cada 30 días llenamos un camion de 3.5 toneladas entre asserrin, virutas y recortes. A raiz del cajon del camion que es irregular en sus paredes aproximamos una cantidad de 10 a 12 m3 en total entre todo el material	Lo medimos por m3 el desperdicio dependiendo del proceso de producción. Al mes 4 m3 de viruta dependiendo del proceso de producción tenemos, el aserrín sale un promedio de 7 a 8 m3.	No se toma en cuenta la cantidad del residuo al usarlo en el caldero para el secado de la madera. Se usa como combustible, se llega a obtener demasiadas cantidades de material residual.

Tipos de residuos

¿Qué tipos de residuos genera el aserradero?	El aserrín y la viruta es la que más generamos. Los retazos y trozos se degran	Leña, aserrín y viruta	Los trozos de madera en grandes tamaños, el aserrin y la viruta.
¿Podría proporcionar una descripción general de los procesos de producción en su aserradero?	Prestamos el servicio de acabos en la construcción, exclusivamente en madera, cubiertas de madera, pisos de madera, puertas, closet. Las especies que utilizamos son shanul y mascarei, el chuncho y otras como el laurel este dependiendo más del costo. Tambien damos el servicio de venta de maderas suaves como pingos y tablas. La madera ya es procesada no es madera en crudo.	Nos dedicamos a la manufactura y producción de tablonos para pisos, listones, encofrados y tiras entonces nosotros realizamos el tratamiento desde la madera rolliza osea desde los troncos. Entonces desde el tronco en el aserradero grande y ahí llegan aquí donde la procesamos como producto final.	Trabajamos la madera en crudo, damos aserrio, carpinteria, lacado y area de finalizado.
¿Estos residuos presentan un valor o generan algun beneficio para la empresa?	No, el aserrín y la viruta la entregamos a avicolas sin valor para nosotros	Vendemos todo el material residual generado. Por decirle el aserrín nos compran empresas que hacen ladrillos y tambien personas de gimnasios como relleno de los sacos de boxeo.	Reutilizamos estos residuos con camaras de secado para la misma madera, cuando la cantidad es demasiada procedemos a llamar a Novopan donde realizan el MDF o aglomerado.

Gestión de Residuos: Manejo

¿Cuáles son los métodos actuales utilizados para gestionar los residuos de madera en su aserradero?

El aserrín no le damos utilidad, al contrario lo proporcionamos a las avícolas, criaderos de chanchos y tambien lo utilizan como abono. Todo los residuos van juntos no los separamos por tipos.

Hay zonas especificas en la empresa donde los camiones pueden cargar el aserrín, de igual manera la viruta es almacenada para que no contamine el aire cada tarde este es puesto en sacos.

Como combustible requerimos de que el aserrin, viruta y recortes sean separados, para el momento de utilizarlos sea más sencillo colocarlos en el horno.

¿Conoce de algún proceso de reciclaje o reutilización de estos residuos?

Obviamente con el aserrín en cantidades amplias pueden ser llevados a “aglomerados Cotopaxi” pero con cantidades grandes, camiones grandes ya que no resulta un viaje el ir a dejar alla. Tiene que ser bastante pero casi no ocurre.

Actualmente los procesos que existen son muy varios por suerte para nosotros la innovación no la hemos tomado tanto en cuenta.

Llamamos a aglomerados Cotopaxi donde generan productos que utilizan estos residuos como el aglomerado o MDF.

Desafíos y Oportunidades

¿Cuáles son los mayores desafíos que enfrentan en la gestión de los residuos de madera?

En este caso hemos estado pensando si se puede crear del aserrín con otros productos un especie de carbon prensando para poderles dar utilidad en

Nosotros tratamos de buscar clientes que adquieran este tipo de residuos ese seria nuestro mayor desafio.

La busqueda de soluciones es importante y encontrarse con estas es un reto, ya que el material en estas empresas requiere de una gestión

asaderos como combustible para que sea utilizado.

¿Han considerado alguna vez la posibilidad de utilizar estos residuos?	No, por los procesos que requieren estos para desarrollarse.	Se conoce que el material residual hoy en día es muy usado pero personalmente en nuestra empresa estos generan un beneficio.	La verdad descartando los procesos conocidos, no sabría darle un fin a estos materiales en pocas cantidades.
--	--	--	--

4.7.2. **Calculo de datos porcentual de residuos generados en los aserraderos.**

Usando las fórmulas generales para calcular la masa (m) a partir de la densidad (ρ) y el volumen (V).

Tabla 20. en m³ de la cantidad de material residual de los aserraderos.

Aserradero 1	Aserradero 2	Aserradero 3
10 a 12 (m ³)	11 a 12 (m ³)	X

Nota: Cantidad de material residual de los aserraderos entrevistados.

Tabla 21. en m³ de la cantidad de material residual de los aserraderos para aserrín.

	Aserradero 1	Aserradero 2	Aserradero 3
Mínima	$10m^3 * 150 \frac{kg}{m^3} = 1500kg$	$11m^3 * 150 \frac{kg}{m^3} = 1650kg$	X
Máxima	$12m^3 * 150 \frac{kg}{m^3} = 1800kg$	$12m^3 * 150 \frac{kg}{m^3} = 1800kg$	X

Nota: Densidad promedio por m³ del aserrín. La densidad típica del aserrín puede variar entre 100 y 300 kg/m³. (150kg/m³)

Tabla 22. en m³ de la cantidad de material residual de los aserraderos para viruta.

	Aserradero 1	Aserradero 2	Aserradero 3
Mínima	$10m^3 * 200 \frac{kg}{m^3} = 2000kg$	$11m^3 * 200 \frac{kg}{m^3} = 2200kg$	X
Máxima	$12m^3 * 200 \frac{kg}{m^3} = 2400kg$	$12m^3 * 200 \frac{kg}{m^3} = 2400kg$	X

Nota: Densidad promedio por m³ de la viruta. La densidad de la viruta podría situarse en un rango similar, entre 100 y 400 kg/m³ (200kg/m³) según la naturaleza y tamaño de las partículas.

Por lo tanto, la cantidad de material residual entre las tres empresas entrevistadas variaría según el tipo de material (aserrín o viruta) y las variaciones en la cantidad, según la información proporcionada. El material residual de retazos o trozos no es considerado ya que en muchos de los casos este es transformado en aserrín o viruta, según (Calva et al., 2018) , en Ambato el % de retazos generado comprende el 14,04% material residual generado.

Tabla 23. Promedio estimado entre variaciones.

	Aserradero 1	Aserradero 2	Aserradero 3
Aserrín	$\frac{1500 + 1800}{2} = 1650kg$	$\frac{1650 + 1800}{2} = 1725kg$	X
Viruta	$\frac{2000 + 2400}{2} = 2200kg$	$\frac{2200 + 2400}{2} = 2300kg$	X

Nota: Promedio estimado de la cantidad de material residual total de los aserraderos.

Estos valores representan estimaciones promedio entre las cantidades mínimas y máximas proporcionadas para cada empresa y cada tipo de material (aserrín y viruta). Estos son valores estimados y la cantidad real puede variar en función de diversos factores productivos de la empresa.

Tabla 24. Promedio General de material residual.

Aserrín	$Promedio\ estimado = \frac{1650\ kg + 1725\ kg}{2} = 1687.5\ kg$
Viruta	$Promedio\ estimado = \frac{2200\ kg + 2300\ kg}{2} = 2250\ kg$

Retazos Se estima que la cantidad % de retazos o trozos de madera en un 14,04%.

Nota: El promedio tomado en cuenta es aplicado a los 3 aserraderos entrevistados. El % de material trozos de madera se estima en aproximaciones entre los entrevistados.

Por lo tanto al mes se estima un aproximado total de material residual generado en los aserraderos de la ciudad de ambato un total de 50625kg o 50.625 toneladas de aserrín y 67500 kg o 67.5 toneladas de viruta en un mes en su totalidad.

La cantidad total de material residual en base a las entrevistas es de 118125, ajustando en porcentajes incluyendo el 14,04% de retazos, el porcentaje de aserrín es de 42,86%, y el porcentaje de viruta es de 57.14%

4.7.3. Procesamiento de datos (Expertos en micelio)

Tabla 25. Respuestas a las entrevistas de expertos en el micelio.

Preguntas	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3
Experiencia en Micelio:			
¿Podría describir brevemente su experiencia en el cultivo y utilización del micelio de hongos?	Micotextura, desarrollo de la comunidad a nivel local, nacional e internacional, (entre Mycologos, expertos en materiales y biomateriales). Desarrollando eventos a nivel de Latinoamerica.	Toda la experiencia que tenia hasta hace 2 años fue autoaprendizaje. Actualmente trabajamos con un proyecto de moldeo de PVC con empresas locales de Mexico buscando los beneficios de otras industrias.	El doctorado es orientado a esta parte de los biomateriales, combinado con tecnologia de fabricación digital. Siempre estuve en busca en la tesis doctoral de combinar estos dandoles una impronta de diseño industrial.
¿Cuál creen que es el alcance del micelio en el diseño industrial?	El diseño industrial esta hecho para entender problemáticas. Los materiales son importantes en esa area, por que tienes ciertos materiales que te permiten hacer ciertas cosas a nivel de diseño, de planteamiento y ejecución y otros que no. Y el micelio esta rompiendo un poco este paradigma por que les da una nueva herramienta a entender a los diseñadores.	Tenemos unos tiempos interesantes en el diseño o desarrollo de productos. La economia circular y analisis de ciclo de vida y van a llegar aun punto donde este factor va a delimitar si algo puede diseñarse o no, por que ya existe demasiada basura y estos materiales solo aportarian beneficios frente a estos limites	Esta bastante diversificado la aplicación pero es importante desde el perfil de diseñadores plantearlo como un servicio, partiendo de las materias primas locales, ofrecer el servicio de diseño a la industria primaria en tu caso el aserrín. Entonces el rol del diseñador es vender la idea de como este desecho se le da un valor agregado, pensando en subproductos personalizados para la

industria que te aporta los residuos. Hay que encontrar un valor simbolico ir por la parte de decoración donde el usuario sea parte de la experiencia del material.

<p>¿Cómo se abordan los desafíos en la producción de biomateriales a partir de micelio?</p>	<p>Hay dos caminos, el desarrollo y la producción. El desarrollo e investigación tiene ciertos retos, como las variables que existen por varias razones que debes evitar y tomar en cuenta volviendolo muy complejo, que vas resolviendo y comprendiendo la influencias como el ambiente, la temperatura, la humedad, el oxigeno, la luz influyen en el organismo y como se puede evitar o usarla a favor. Necesitamos de otro tipo de herramientas y requisitos para desarrollarlo bien y al mismo tiempo es un proceso que necesita esterilidad entonces tienes que llevarla en algunos de estos pasos y esto lo complica y en ocasiones lo hace más costoso.</p>	<p>La costumbre es algo que puede jugar en contra porque los metodos de producción de normales son diseñas y creas 500 piezas iguales pero con biomateriales te das cuenta que no solo depende del factor humano o tecnologico, si no tambien se debe tomar en cuenta las condiciones climaticas, los procesos para evitar contaminaciones, entender que no todas las piezas van a ser iguales y la venta o comercialización tambien es algo que no puede considerarse igual a lo ya conocido.</p>	<p>Hay que comprender que es un sistema vivo entonces no es lo mismo usar madera o plasticos, las condiciones de esterilización adecuadas teniendo en cuenta los factores de temperatura, humedad e esterilización en lo que los tiempos son otros por que estamos acostumbrado a comprar un amterial y el mismo dia procesarlo, aquí hay que esperar a 20 días o más. Personalmente siento que hay que tenerle más respeto a estos materiales y a su vez no pretender que tengan las mismas resistencias y cualidades físicas o de apariencias y el micelio en estetica no es tan agradable como los materiales sinteticos.</p>
---	---	--	--

Propiedades del Micelio:

<p>¿Cuáles son las propiedades del micelio que lo hacen atractivo para aplicaciones en productos?</p>	<p>La rigidez que puede tener el material y la baja densidad, por que puedes ver un material rigido pero pesado, que se puede dominar (más o menos rigido), se puede jugar con los componentes para variar sus propiedades y hacerlo más denso, flexible, rigida, flotante, biodegradable, compostable, inflamable, absorbe el sonido, aislante termico o aislante dielectrico.</p>	<p>El micelio es un material que toma muchas características y muy buenas, por ejemplo tiene la ligereza del unicel, tiene acabados muy elegantes, texturas interesantes y un atractivo visual que se genera de forma natural es algo que lo hace unico. Yo siempre digo que el micelio es como agua por que tiene una capacidad de adaptarse.</p>	<p>En terminos de materias primas es barato por que se hace a base de residuos con esta conciencia ambiental que hoy en dia muchas empresas buscan. Y en propiedades podemos encontrar que son muy livianos, que tienen bastante resitencia termica y acustica, son ignifugos. Encontrar una indsutria que te ofrezca los nutrientes para necesario para el micelio.</p>
---	---	--	--

<p>¿Cómo afecta la elección especie de hongo al desarrollo de biomateriales?</p>	<p>La especie que recomendamos siempre es Ganoderma Lucidum, justamente la que comence a cultivar en mis procesos, por que el micelio es super rigido y eso puede llevarlo a un nivel molecular ya que la celula tiene un grosor interesante y tambien por si sola sin aditivos es más rigida y tiene un sistema nifal más resistente que otras especies y la pared celular es de kitina que eso lo comparte con todos los hongos y eso es por lo que los mycomateriales pueden llegar a ser</p>	<p>Personalmente trabajo con ganoderma sacyl y ganoderma lucidum y realmente las uso por la facilidad de adquisisciñon aquí en Mexico. Pero sobre todo se busca que sea una semilla sana, vigorosa y joven, eso influye más que el hongo sea una semilla vieja le quita propiedades al material. Entonces es importante que la semilla sea joven.</p>	<p>Bastante por que tienes que buscar hongos que se alimenten de sustratos, pero entre el ganoderma y el pleurotus, el ganoderma suele ser más delicado en cuanto el rango de temperaturas y si te pasas puede contaminarse más y tambien los tiempos hay algunos que son de más rapido crecimiento, otros más lentos. Buscando siempre la relación entre nutrientes, humedad, tipo de hongo y temperatura.</p>
--	--	---	---

rigidos y pueden tener estas propiedades por la pared celular. La importancia del origen del hongo es muy importante para realizar estas practicas.

El tiempo habil de semilla yo no lo usaria a más de un mes de inoculación.

¿Qué tipos de sustratos implementan en sus aplicaciones?

La selección de sustratos es crucial, ya que no solo se enfoca en las propiedades deseadas del material, sino también en la disponibilidad local de materiales. Esto se conecta con la gestión de residuos agroindustriales, donde empresas buscan soluciones para manejar sus residuos y agregarles valor. Adaptar las propiedades a lo que se busca o al residuo disponible es posible. La estandarización requiere un proveedor confiable de sustrato. Se puede cultivar con una variedad de materiales, desde granos hasta aserrín, con distintos tamaños de partículas, ya que estas especies de hongos tienen la capacidad de descomponer una amplia gama de materiales.

Se usa mucho paja o aserrín pero conocemos a varias personas que justamente sus tesis son de que tipos de sustratos se pueden aprovechar para hacerse el micelio. La formula que yo uso tiene aserrín de madera dura, cebada o vagazo de cerveza, agua y un poco de paja, la cebada es un buen alimento para el hongo por los azucares y el aserrín le da unas muy buenas propiedades mecanicas. En apariciencia el material se puede esperar diferentes resultados, pero en propiedades no, todo el proceso post incubación te brinda las características por lo cual es importante conocer tus materiales.

Yo he usado cascara de arroz que no funcionaba tan bien por que es muy seca, la cascara del mani sola y triturada, solo si colonizaba pero funcionaba mucho mejor triturada, tambien con hierba mate, la fibra de cañamo esta crece muy bien por que tiene muchos nutrientes por lo menos con pelurotus, borra de café y de té siempre buscando residuos locales. Tambien con papel y cartón triturado.

<p>¿Pruebas mecánicas que se pueden aplicar? ¿Porque?</p>	<p>Las pruebas que requieras realizar depende mucho de la finalidad del material, en aspectos generales te recomiendo buscar un molde de la forma específica de la probeta que se requiera.</p>	<p>Me gustaria estudiar más el tema, tener una ficha técnica del material que yo hago pero depende mucho de para que quieras utilizar el material, se aplicarían las pruebas que normalmente se harían en materiales ya conocidos. Para todo esto hay normativas aunque para micelio no conozco alguna.</p>	<p>En ausencia de normativa específica para materiales de micelio, se busca la aplicación deseada y se utilizan las fichas o normas correspondientes. En el caso del diseño de autor, que puede ser más complejo, se depende de la observación visual y la intuición. Antes de realizar ensayos, se realiza una evaluación visual, siendo un indicador clave el estado blanco del material, que indica colonización.</p>
---	---	---	--

Procesos y Métodos:

<p>¿Cuáles son los métodos más efectivos para integrar el micelio (biomateriales) en la generación de productos?</p>	<p>El micelio no es como un hongo es como una red de celular microscópicas que se dedican a comer, que provoca que se alarguen y ramifiquen y lo hacen tanto que eventualmente se puede ver. Y si esto se suma a un sustrato en el que crece, significa que después de un tiempo que el hongo está digiriendo este material se convierte en él, apoderándose del espacio, el micelio</p>	<p>Se debe tomar en cuenta los factores como lo son el sustrato, el proceso de pasteurización y esterilización, la fórmula que yo realicé tarde 10 días en una bolsa de 2 kilos</p> <p>El molde es un factor importante al momento de realizarlo por que el molde le aporta la forma y eso va a dar un acabado al material</p>	<p>Después de esterilizar el sustrato, se inoculan semillas en un 10% del material en un ambiente esterilizado, utilizando guantes y herramientas esterilizadas con un mechero. El sustrato se coloca en una estufa de cultivo con temperatura entre 45 y 55 grados, humedad del 80%, durante 15 días, y luego se traslada a moldes de impresión 3D positivos y</p>
--	--	--	---

es como una goma natural que agregando el sustrato organico este lo va consumiendo y los aglutina naturalmente.

negativos para facilitar el desmoldeado. Después de otros 5 o 6 días en la estufa, se desmolda y se seca a 90° durante una hora.

¿Cuáles son los aspectos que se deben tomar en cuenta para realizar estas practicas? (lugar, esterilidad, temperatura, características).

El proceso se divide en cuatro etapas, donde las dos primeras no requieren esterilidad completa, mientras que las dos siguientes sí. En la formulación del sustrato, que actúa como alimento para el micelio, la esterilidad no es necesaria, ya que se pasteuriza. Una vez esterilizado, la siguiente etapa implica la inoculación del sustrato con el hongo. La incubación es el tercer paso, que requiere esterilidad y se lleva a cabo en condiciones controladas de temperatura y oscuridad. Esta fase es crítica en el proceso. Finalmente, tras la incubación, donde el micelio ha consumido todo el alimento, se procede al cuarto paso que involucra la presión, secado, pintura y lacado. En esta etapa, el

Normalmente lo que hago es con mecheros realizar la expación del micelio de ahí el proceso es limpiar todo con cloro luego con alcohol, usar guantes, cubrebocas y bata. Tengo camaras de crecimiento y las temperaturas trato de mantenerlas entre 25 y 27 grados a una humedad del 30 al 40% y una vez en el molde tardan 3 dias para hacer el primer desmolde, el cual consiste en darle la vuelta o mover al material para que las partes que no se oxigenan bien o colonizan bien tambien se realicen y luego de 4 o 3 dias para la parte de secado al aire libre a temperatura ambiente.

La obscuridad es fudamental, entonces deben estar en un ambiente obscuro con temperatura y humedad, estos 3 factores. El pleourotus tiene un rango bastante amplio de temperaturas con mucho frio esta inactivado tiene que estar un poco más caliente. Respetando esto deberia crecer sin problema, y bueno tomando en cuenta de que alimentarse y la oxigenación

riesgo de contaminación es considerablemente menor.

<p>¿Puede ser un practica casera o requiere de limitaciones al momento de cultivar el micelio?</p>	<p>La parte que requiere más esterilidad es la que se acerca más al cultivo tradicional, a como cuidas la sepa, la llamamos la sepa madre, viniendo a ser este el proceso que es delicado y complejo pero lo que siempre recomendamos es que este proceso se puede realizar en casa, tomando en cuenta un criterio de la esterilidad del lugar por que podemos trabajar con un micelio que ya esta colonizado facilitando esta parte de la incubación. Pero este riesgo se puede controlar teniendo un criterio de que usamos, cuando y que cantidad usamos. Enseñamos que podemos saltarnos pasos y hacerlo mucho más seguro.</p>	<p>Si es algo que se pueda hacer en casa depende del volumen, cuando comence lo hacia de hecho asi pero a mayor volumen el tema de la pasteurización es más recomentable hacerlo con mayor cuidado, de igual manera al micelio se lo debe cuidar mucho. A una practica sencilla si se puede considerar una practica casera.</p>	<p>Tiene que ser usuario muy consiente en los repositorios de recetas de biomateriales no encuentras con micelio y es frustrante cuando no tienes mucho conocimiento. Para mi por ahora para hacerlo a escala productiva y conseguir una cierta certificación deberia tenerlo todo más controlado por que hay muchas variables, al ser biologico y con mucha facilidad se puede alterar. Entonces deberia ser a una escala más de laboratorio.</p> <p>Si logras muy poca variación en el proceso es dificil sin equipos necesarios.</p> <p>El micelio pierde rendimiento con el tiempo.</p>
--	--	---	---

4.7.4. Síntesis de entrevistas:

Tabla 26. Síntesis de respuestas a expertos en el micelio: Experiencia.

Experiencia en Micelio:
¿Podría describir brevemente su experiencia en el cultivo y utilización del micelio de hongos?
En síntesis, los tres entrevistados aportan distintas perspectivas al uso del micelio de hongos: una orientación global y comunitaria, una aplicación práctica y colaborativa a nivel local, y un enfoque académico con énfasis en el diseño industrial. Estas experiencias complementarias reflejan la diversidad y el potencial multifacético de la utilización del micelio en diferentes contextos.
¿Cuál creen que es el alcance del micelio en el diseño industrial?
El micelio emerge como una revolucionaria herramienta para diseñadores industriales, desafiando paradigmas al ofrecer nuevas posibilidades creativas y funcionales. La perspectiva de una economía circular y el análisis de ciclo de vida impulsan la adopción del micelio, ya que se percibe como un material sostenible y biodegradable que aborda la problemática de residuos. Además, la propuesta de ofrecer servicios de diseño centrados en el micelio, utilizando materias primas locales y transformando desechos en productos personalizados, destaca su potencial para agregar valor y simbolismo en la industria, donde los diseñadores desempeñan un papel clave al vender la idea de transformar residuos en experiencias significativas.
¿Cómo se abordan los desafíos en la producción de biomateriales a partir de micelio?
En la producción de biomateriales a partir de micelio, se enfrentan diversos desafíos que involucran tanto el proceso de desarrollo como la producción a gran escala. En el ámbito del desarrollo e investigación, la complejidad surge de variables ambientales como temperatura, humedad, oxígeno y luz, que influyen en el organismo del micelio. La necesidad de mantener la esterilidad durante el proceso añade complejidad y costos adicionales. En cuanto a la producción

a gran escala, las prácticas habituales basadas en la fabricación masiva chocan con la naturaleza variable de los biomateriales, que dependen de condiciones climáticas y procesos específicos para evitar contaminaciones. Además, se destaca la importancia de comprender que el micelio es un sistema vivo, lo que implica tiempos de esterilización más prolongados y un respeto especial hacia estos materiales, cuyas propiedades pueden diferir significativamente de los materiales sintéticos comúnmente utilizados. La adaptación a estas nuevas dinámicas y consideraciones es esencial para superar los retos en la producción de biomateriales a partir de micelio.

Nota: En la síntesis de las entrevistas se busca relacionar respuestas y interpretarlas para darles un mismo sentido en base a su experiencia.

Tabla 27. Síntesis de respuestas a expertos en el micelio: Propiedades.

Propiedades del Micelio:
¿Cuáles son las propiedades del micelio que lo hacen atractivo para aplicaciones en productos?
Los métodos efectivos para integrar el micelio en la generación de productos abarcan diversas etapas y consideraciones técnicas como la propagación natural del micelio, factores claves en el proceso de producción y técnicas de inoculación y procesos de moldeado. La integración efectiva del micelio en la generación de productos implica un entendimiento profundo del crecimiento y propiedades del micelio, así como una gestión precisa de factores como sustrato, esterilización y modelado, desde la propagación inicial hasta el producto final.
¿Cómo afecta la elección especie de hongo al desarrollo de biomateriales?
La elección de la especie de hongo juega un papel crucial en el desarrollo de biomateriales basados en micelio, y las perspectivas de los entrevistados revelan distintos aspectos. La recomendación de Ganoderma Lucidum se fundamenta en su micelio rígido a nivel molecular y en la resistencia de su sistema nifal. La elección de semillas jóvenes y vigorosas, como

Ganoderma sacyl y Ganoderma Lucidum, se destaca por su influencia más significativa en las propiedades del material que la propia especie del hongo, subrayando la importancia de evitar semillas viejas para preservar la calidad. Además, se menciona la variabilidad entre especies, donde el Ganoderma puede ser más delicado en cuanto a temperatura y tiempos de crecimiento. En conjunto, la elección de la especie no solo determina las propiedades físicas del biomaterial, sino también su resistencia, salud y capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales, siendo un factor crítico en el desarrollo exitoso de biomateriales basados en micelio.

¿Qué tipos de sustratos implementan en sus aplicaciones?

La selección de sustratos en la aplicación del micelio como biomaterial emerge como un aspecto crucial, según las experiencias compartidas. La adaptabilidad y la gestión eficiente de residuos son ejes centrales, conectando la elección de sustratos con la disponibilidad local de materiales y la búsqueda de agregar valor a residuos agroindustriales. Se destaca la versatilidad del micelio, capaz de cultivarse en una amplia gama de materiales, desde granos hasta aserrín, con atención a diferentes tamaños de partículas. La investigación activa sobre tipos de sustratos resalta la importancia de conocer las propiedades mecánicas y ajustar el proceso a la disponibilidad local. La exploración de sustratos locales y residuos, como cáscara de maní triturada, hierba mate, fibra de cáñamo, borra de café y té, papel y cartón triturado, enfatiza la conexión con la sostenibilidad y la comunidad. En resumen, la elección de sustratos se convierte en un componente esencial para lograr resultados específicos y sostenibles en la producción de biomateriales a partir de micelio.

¿Pruebas mecánicas que se pueden aplicar? ¿Porque?

Las pruebas mecánicas aplicables a los materiales basados en micelio varían según la finalidad del producto. Se sugiere adaptar las pruebas a la forma específica de la probeta requerida, destacando la flexibilidad en la elección de ensayos. Otro enfoque consiste en estudiar el tema a fondo, creando una ficha técnica del material y aplicando pruebas mecánicas convencionales

según el uso previsto. Aunque no existen normativas específicas para micelio, se destaca la importancia de observar visualmente la colonización del material antes de realizar ensayos, y en el diseño de autor, la intuición y la adaptación a normativas existentes según la aplicación deseada juegan un papel crucial. En resumen, las pruebas mecánicas para materiales de micelio requieren una aproximación adaptativa, combinando observación visual, intuición y aplicación de estándares convencionales.

Nota: En la síntesis de las entrevistas se busca relacionar respuestas y interpretarlas para darles un mismo sentido en base a las propiedades detectadas por los entrevistados.

Tabla 28. Síntesis de respuestas a expertos en el micelio: Procesos y métodos.

Procesos y Métodos:
¿Cuáles son los métodos más efectivos para integrar el micelio (biomateriales) en la generación de productos?
<p>Los métodos eficaces para integrar el micelio en la generación de productos se destacan a través de diversas perspectivas. La propagación natural del micelio, descrito como una red celular microscópica que consume y aglutina el sustrato, ofrece propiedades de goma natural al material. La consideración detallada de factores como sustrato, pasteurización y esterilización, junto con la importancia del molde en la conformación del material, se enfatiza en un enfoque práctico. Además, la técnica de inoculación y moldeado se delinea con pasos específicos, desde la esterilización del sustrato hasta el traslado a moldes 3D para facilitar el desmoldeado. Estos métodos, que van desde la propagación natural hasta la aplicación precisa de condiciones controladas, reflejan enfoques diversos pero complementarios para lograr una integración efectiva del micelio en la generación de productos biomateriales.</p>
¿Cuáles son los aspectos que se deben tomar en cuenta para realizar estas practicas? (lugar, esterilidad, temperatura, características).

Al llevar a cabo prácticas vinculadas con la producción de biomateriales a partir de micelio, es esencial considerar varios aspectos. El proceso se divide en cuatro etapas, donde la formulación del sustrato no exige esterilidad completa, mientras que la inoculación y la incubación demandan condiciones estériles. La última fase, que involucra presión, secado, pintura y lacado, minimiza el riesgo de contaminación. La implementación de protocolos rigurosos de esterilización, como la expansión del micelio y la limpieza con cloro y alcohol, junto con el control preciso de condiciones en cámaras de crecimiento, aseguran un ambiente propicio. Además, la obscuridad, temperatura y humedad son factores cruciales. Para el *Pleurotus*, se destaca su rango de temperaturas y la importancia de respetar la oxigenación y alimentación durante el proceso.

¿Puede ser un practica casera o requiere de limitaciones al momento de cultivar el micelio?

El cultivo de micelio puede adaptarse a prácticas caseras, destacando que ciertas fases delicadas pueden llevarse a cabo en un entorno doméstico con atención a la esterilidad. Trabajar con micelio colonizado facilita esta etapa, permitiendo un control más efectivo de los riesgos. A menor escala, como en prácticas caseras iniciales, la pasteurización y el manejo del micelio pueden gestionarse con cuidado. Sin embargo, a medida que se escala la producción y se busca certificación, la necesidad de un control más riguroso se vuelve crucial, ya que las variables biológicas inherentes al micelio pueden ser sensibles a alteraciones. La atención a la esterilidad, las condiciones ambientales y la variación en el proceso se vuelve esencial, especialmente para mantener rendimientos consistentes y buscar certificaciones en prácticas más amplias. En resumen, mientras que las prácticas caseras son factibles, el control preciso y la atención a las variables son fundamentales para abordar las limitaciones asociadas con el cultivo de micelio en entornos domésticos y a mayor escala.

Nota: En la síntesis de las entrevistas se busca relacionar respuestas y interpretarlas para darles un mismo sentido en base a los procesos adoptados por los expertos.

4.8. Variables respuesta o resultados esperados

- Operacionalización de variables

Tabla 29. Operacionalización de variables.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnica	Instrumento
El material residual de los aserraderos se refiere a los desechos generados durante el proceso de corte y transformación de la madera en los aserraderos. Representa la cantidad y características de los residuos que se generan, como virutas, aserrín, recortes y otros subproductos de la industria maderera. Y la manejo que utilizan los aserraderos para su recolección, almacenamiento y eliminación	Cantidad	Volumen y peso del material residual generado por semana/mes:	<p>Aserraderos</p> <p>¿Cuál es la cantidad aproximada de residuos de madera generados por su aserradero diariamente? (aproximación)</p> <p>Expertos en micelio de hongos</p> <p>¿Qué tipos de sustratos implementan en sus aplicaciones?</p>	Entrevistas	Cuestionario
	Tipos	Clasificación de los residuos según su potencial de reutilización, reciclaje o valor agregado.	<p>Aserraderos</p> <p>¿Qué tipos de residuos generan en el aserradero?</p> <p>¿Estos residuos presentan un valor o generan algún beneficio para la empresa?</p> <p>¿Podría proporcionar una descripción general de los procesos de producción en su aserradero?</p> <p>Expertos en micelio de hongos</p>		

¿Qué tipo de material residual de aserraderos se puede usar como sustrato?

Manejo	Prácticas y técnicas utilizadas para el manejo de los residuos.	Aserradero ¿Cuáles son los métodos actuales utilizados para gestionar los residuos de madera en su aserradero? ¿Existe algún proceso de reciclaje o reutilización de estos residuos? ¿Cuál es el tiempo que se demoran en recolectar el material residual?
	Manejo de los residuos para su aplicación con biomateriales	Expertos en micelio de hongos ¿Qué proceso deben afrontar los sustratos para su correcta colonización del micelio?

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30. Operacionalización de variables.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnica	Instrumento
El impacto ambiental se refiere a las consecuencias que la actividad del sector maderero y la gestión de los residuos de los aserraderos tienen en el medio ambiente. Los efectos negativos o positivos que el manejo de los residuos puede tener en los ecosistemas, la biodiversidad, la calidad del aire, el agua y el suelo, emisiones o contaminantes, su sostenibilidad y conservación.	Contaminación	Durante la producción y manejo de los residuos.	<p>¿Cuáles son los principales procesos o actividades que contribuyen a la emisión de estos gases?</p> <p>¿Cuál es el impacto de la generación de biomateriales a la contaminación?</p>	Entrevistas	Cuestionario
	Salud humana	Los posibles efectos perjudiciales para la salud de las personas	<p>¿Qué impacto tienen los residuos de los aserraderos en la salud de las personas que están expuestas a ellos?</p> <p>¿Cuáles son los principales riesgos o efectos adversos para la salud asociados con la exposición a estos residuos?</p>		

Fuente: Elaboración propia.

4.9. Conclusiones

La sección actual resume y analiza las conclusiones extraídas de las entrevistas realizadas, que han sido cruciales para obtener perspectivas valiosas y comprender en profundidad los aspectos clave del desarrollo de biomateriales a partir de micelio. A continuación, se presentan las conclusiones más relevantes derivadas de las conversaciones con los aserraderos locales.

Durante las entrevistas con los propietarios de los aserraderos locales, se determinó que la cantidad porcentual de material residual generado en la ciudad puede ser utilizada de diversas maneras. En algunos casos, estas formas son más accesibles que en otros. Sin embargo, se identificaron situaciones en las que el material residual supera la cantidad generada, lo que conduce a la búsqueda de otras formas de gestionarlo. En la mayoría de los casos, este material no presenta un valor agregado, sino más bien un valor intrínseco en la misma empresa, ya sea como combustible o para la industria vecinas de la ciudad.

En las entrevistas con los expertos en micelio, se determinaron varios puntos importantes en el desarrollo de biomateriales y su relación con el diseño. Principalmente, se destaca que el desarrollo de materiales basados en el micelio de hongos es un tema novedoso que requiere experimentación constante, ya que no existe una fórmula estrictamente establecida. Al contrario, dependiendo del lugar donde nos encontremos, esta fórmula puede variar e incluso resultar difícil de replicar, por lo tanto, es necesario tener en cuenta este aspecto para obtener buenos resultados.

El micelio es un material que aporta un plus de características no solo como material sino también desde una perspectiva económica para empresas que buscan formas sostenibles de gestionar los residuos. Se destaca que el uso del micelio no se limita únicamente a residuos forestales, sino que también puede provenir de otras industrias, como la alimentaria (cebada, café, trigo, cáscaras). Es esencial realizar una investigación previa en todo el proceso, incluyendo el tipo de sustrato con el que se va a trabajar y el tiempo que ha transcurrido desde su extracción.

En cuanto al proceso de desarrollo de biomateriales a partir de micelio, se reconoce que es un área amplia que requiere tiempo para su estudio. Como diseñador, puede resultar tentador pasar por alto ciertos aspectos que, en la naturaleza, parecen más

simples de lo que realmente son. Sin embargo, al aplicar estos conceptos, se puede modificar significativamente el resultado final. De esta manera, se estima que, para llevar a cabo esta práctica de manera correcta, es necesario delimitarla en seis pasos clave:

1. La formulación del sustrato que debe tener un apartado de nutrientes para el hongo y las cantidades de agua adecuadas para humectar el sustrato.
2. La esterilización y pasteurización del sustrato que debería ser considerado al menos por 6-8 horas.
3. La inoculación del hongo que requiere de unos días en esta parte se incluye a la esterilidad ya que si se quiere estandarizar el material es necesario tomar en cuenta que debemos estar en un ambiente limpio y seguro para el hongo haciendo uso de guantes y mascarilla.
4. La colocación del micelio en el molde que de igual manera se trata de ser lo más cuidadosos con el micelio inoculado para no afectar su crecimiento.
5. Revisar el molde cada cierto tiempo ya que este puede infectarse, saturarse de humedad, tomando en cuenta que se debe estimar un ambiente obscuro con una temperatura adecuada, en el transcurso de este paso muchos expertos recomiendan mover y tratar de que las partes que están apegadas al molde también respiren.
6. El secado del material que en este caso puede ser con calor y luz natural o con hornos de calor a temperatura considerable ya que al ser de base natural este puede quemar.

4.10. Recomendaciones

Se debe tomar en cuenta cuando fue la inoculación del hongo ya que este pierde su capacidad de crecimiento con paso del tiempo.

El tamaño del sustrato debe ser pequeño ya que el hongo al alimentarse de este buscara espacio para seguirse alimentando y si el sustrato deja espacios en el molde dificultara su crecimiento.

Las características que se busquen en el material se deben tener en cuenta desde la adquisición del sustrato.

La posibilidad de sustratos a aplicar puede variar demasiado, pero siempre buscando el beneficio de otras industrias y generando un ingreso para las mismas.

La experimentación con distintas fórmulas y cantidades debe ser importante ya que esta nos permite ver cómo actúa el hongo frente a diferentes alimentos.

Las pruebas o ensayos limitan al material, ya que a medidas pequeñas este puede no ser igual de resistente que a tamaños más grandes.

El adecuamiento de los moldes debe ser estrictamente necesario ya que la acumulación de agua y la poca oxigenación del material detendrá su crecimiento.

CAPITULO IV

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

A partir de los descubrimientos obtenidos durante la investigación y en conformidad con los objetivos propuestos, se derivan las siguientes conclusiones:

- Mediante entrevistas exhaustivas con los aserraderos locales, se logró identificar la cantidad aproximada de material residual generado, alcanzando un total de 118,125 unidades al mes. Este material se clasificó en porcentajes específicos, siendo los retazos un 14.04%, el aserrín un 42.86%, y la viruta un 57.14%.
- Tras los ensayos elaborados se determinó que las densidades registradas en las muestras de biomaterial de micelio de hongos revelan una notable ligereza en comparación con muchos materiales sólidos convencionales, destacando su baja densidad. Esta característica sugiere una estructura porosa o una baja concentración de masa en relación con su volumen. La baja densidad observada podría indicar la presencia de una estructura porosa inherente al biomaterial, una característica común en el micelio de hongos cultivado en sustratos orgánicos. Esta particularidad, junto con la capacidad única del biomaterial para absorber agua, lo posiciona como una opción prometedora para aplicaciones específicas, como embalajes sostenibles, materiales de construcción livianos o productos biodegradables. La capacidad de absorción de agua del biomaterial sugiere su idoneidad para productos hidrofílicos, como aislamientos con necesidades específicas de regulación de la humedad o envases que requieran control de la misma. Además, su naturaleza biodegradable y el proceso artesanal de elaboración respaldan los principios de una economía circular, consolidando su papel como una alternativa sostenible con amplio potencial de aplicación. Los resultados de dureza que se obtuvieron son en escala de 1.5, 4, 3.5 con una dureza promedio resultante de 3 shore d. por tal se puede considerar que una dureza de 3 Shore D es un biomaterial, es probable que esté diseñado para ser flexible y sea compatible con tejidos biológicos. Los biomateriales suelen tener una variedad de propiedades

específicas dependiendo de su aplicación, como la biocompatibilidad, la resistencia a la degradación y la capacidad de soportar cargas mecánicas. La dureza de 3 Shore D sugiere que este biomaterial es relativamente blando, lo que puede ser deseable en aplicaciones donde se necesita cierta flexibilidad o adaptabilidad a los tejidos biológicos.

- La evaluación de la aplicación de biomateriales de micelio de hongos en el contexto del diseño industrial revela varias conclusiones clave. En comparación con materiales como el unicel, el biomaterial destaca por su ligereza, ofreciendo ventajas ambientales notables al ser biodegradable, sostenible y posiblemente más resistente en ciertas aplicaciones. Se destaca la limitación de la composición del material por el molde, lo que lo posiciona como una opción especialmente atractiva en el diseño de autor y la creación de piezas decorativas. Desde lámparas hasta mobiliario, este biomaterial se presenta como un lienzo único para el diseño. En resumen, el biomaterial de micelio de hongos no solo se erige como una alternativa ecoamigable y biodegradable, sino que también ofrece un terreno fértil para la creatividad. Su aplicación en productos sostenibles abarca diversos campos, desde envases hasta elementos decorativos, proporcionando soluciones innovadoras para un mundo más consciente del medio ambiente. Las perspectivas abiertas para futuras aplicaciones en biomateriales de micelio de hongos son prometedoras, destacando su potencial para contribuir significativamente a la sostenibilidad y la innovación en productos industriales. No obstante, la adopción a gran escala y la competitividad de precios plantean desafíos que deben considerarse para su implementación generalizada.

5.2. Recomendaciones

- El biomaterial de micelio de hongos destaca por su versatilidad, pudiendo ser tratado de diversas maneras para adaptarse a objetivos específicos. Es crucial mantener un nivel estricto de esterilidad al tener contacto con el micelio,

implementando protocolos rigurosos para prevenir contaminaciones y asegurar un crecimiento saludable.

- Obtener información transparente sobre el residuo utilizado en la elaboración es fundamental, permitiendo a los usuarios comprender cómo contribuye a las propiedades finales del biomaterial.
- La proporción adecuada de materiales en el sustrato es crítica, requiriendo fórmulas precisas y ajustes según las necesidades específicas de cada aplicación.
- Asimismo, se deben mantener condiciones ambientales controladas, incluyendo temperatura, oscuridad y humedad, para asegurar un desarrollo saludable del biomaterial. Estas recomendaciones forman la base para maximizar la eficacia y calidad en la producción de biomateriales de micelio de hongos, garantizando un enfoque integral y exitoso en su aplicación y desarrollo.

A. MATERIALES DE REFERENCIA

Resultados y discusión

Tabla 31. Primer intento de cultivo de micelio.

18 de octubre - Primer intento de cultivo

- 150gr viruta
- 500 ml de agua
- 50 agua oxigenada
- 90gr de semilla de hongo
- Bodega - temperatura cercana a (20°)
- Desinfección 6 horas del sustrato
- Prueba 1 - estructura plastica cerra
- Prueba 2 y 3 – tarrinas plasticas
- Prueba 4 – cubetas de huevos



Crecimiento

Primeros 7 días crecimiento de la espore mínima - Temperatura 20°

- Prueba 1 crecimiento notorio de esporas
- Pruebas 2 y 3 crecimiento minimo
- Prueba 4 crecimiento nulo (poco notorio)





15 días después – temperatura 20°

- Oxigenación en el envase (Prueba 1)
- Crecimiento de esporas notorio en los envases (Pruebas 2 y 3)
- Apertura de la estructura (cubetas) de la prueba 4. No presenta crecimiento dentro de las cubetas, se visualiza ramificación de esporas fuera de las cubetas, traspaso entorno abierto (Prueba 4). La cubeta presenta manchas de humedad.
- Humedad poco notoria en los envases.



Conclusiones

Hongos (*pleurotus ostreatus*) necesita una temperatura de 28° para su crecimiento. En rangos medios su crecimiento es retardado.

La cubierta de papel film debe aportar oxigenación al sustrato.

Agujeros para oxigenación desde el cultivo.

El intento 1 parcialmente estaba seco sin posibilidad de crecimiento.

El intento 2 y 3 colonizan el sustrato más no muestra señales de aglutinante natural.

El intento 4 termino contaminado totalmente.

11 de noviembre desmoldeado del biomaterial



Despue de su etapa del secado se puede apreciar que el micelio no puede aglutinar el material totalmente. Lo cual provoco que este se desarme al secarse.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32. Cultivo de micelio con pleurotus.

2 de noviembre - segundo intento

- 150gr viruta
- 500 ml de agua destilada
- 50 agua oxigenada
- 90gr de semilla de hongo – patio exterior y bodega superior de la casa
- Temperatura en caja (22°)
- Desinfección 3 días
- Humedad notoria en los envases. 9 agujeros de oxigenación



Prueba 1 – envase plastico, relleno en dona
 Prueba 2 – envase plastico, relleno maseta
 Prueba 3 – envase plastico – relleno maseta al revez

5 dias despues del cultivo del micelio

Los 3 moldes cultivados solo presentan humedad sin crecimiento del micelio.



2 días después de la primera revisión

Exceso de humedad y poca cantidad de micelio en crecimiento detectada



6 días después de la segunda revisión

Se visualiza al sustrato parcialmente seco en la parte superior y en la parte media se nota el crecimiento de micelio. En la parte inferior se puede apreciar humedad en toda la base del molde.



10 días después de la tercera revisión

El sustrato se aprecia humedo en exceso en la parte inferior. El crecimiento del micelio es notorio en toda la superficie del sustrato



26 de noviembre - un día después de la última revisión

Desmoldeado del biomaterial
Se puede apreciar que el biomaterial a colonizado el sustrato pero presenta exceso de humedad en el molde
1 de los 3 moldes se desarmo totalmente al desmoldarlo



Después su etapa de secado se puede apreciar que el material es frágil al tacto, este se desarma con facilidad y el micelio está parcialmente desaparecido



Fuente: Elaboración propia.

Luego de los dos primeros intentos y los resultados obtenidos en las entrevistas a expertos, así como en el ámbito de la investigación como una forma de perfeccionar el sistema de creación de biomateriales, se determinó el proceso de desarrollo de estos materiales. Como parte del proceso experimental, se adquirió la semilla de Ganoderma en las siguientes prácticas.

Formulación de sustrato.

Tabla 33. Formula del sustrato experimental

Formulas de sustrato en %	
Agua	La cantidad total entre sus componentes. Manteniendo una humedad del 50% verificando que este no gotee al presionarlo.
Aserrín o viruta (Carbono)	80%
Afrecho de trigo (Nitrógeno)	20%
Yeso	2%

Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar, se verificó el tamaño de partícula de los residuos. En el caso del aserrín y en la viruta, se tritura para reducir su tamaño. Esto es crucial, ya que es necesario que el sustrato sea lo más compacto posible para facilitar la colonización completa por parte del micelio, que actúa como aglutinante natural.

Tabla 34. Creación del sustrato e inoculación del micelio.

Aserrín 150gr y viruta 150gr, este se tritura para crear un sustrato compacto.

Se agrega 70kg de nitrógeno comprendiendo el 20% faltante.

Y su 2% total de yeso que es 8.4 gr.

Siendo esta cantidad la misma cantidad de agua (428.4g) tomando en cuenta que el agua no debe gotear del sustrato al momento de presionarlo.

Si hay demasiada humedad agregar más sustrato



Vista del hongo realizado en estas prácticas *Ganoderma lucidum*.



La inoculación del micelio en el sustrato después de 5 días de a ver colocado al micelio y al sustrato juntos.



El micelio al ser incubado y mostrando buenos resultados se pasa al molde donde se le dará la forma requerida en este caso se usó fundas pequeñas para hacer el cultivo. De igual forma se debe tomar en cuenta el apartado de desinfección, uso de guantes, mascarilla y espacio libre de contaminación.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35. Cultivo de micelio con ganoderma.

Las dimensiones de estos moldes son de 55x120 cm en el caso de las fundas, mientras que el molde plástico tiene un grosor cercano a 1 cm.

De igual forma se realizó una práctica con un casco para bicicletas de PLA donde se moldeó el micelio. El 18 de diciembre.



Para la etapa de colonización de sustrato se usó un armario con un foco de calor para alcanzar la temperatura adecuada para el crecimiento del hongo. Y una caja dentro de este para generar la obscuridad que el biomaterial requiere para su buena colonización. Adentro de esta caja se alcanza una temperatura de 27-28°.



Después de 5 días de moldear el micelio se pueden observar como el hongo se come al sustrato generando su aglutinante de color blanco.



Después de 10 días de haber moldeado el micelio se abrió el molde y se pasó a secar afuera de la caja frente al foco de calor.



Luego de un día en el foco de calor el biomaterial perdió humedad y una consideración de 5gr de peso. El 29 de diciembre.



Fuente: Elaboración propia.

Anotaciones:

- Las recomendaciones a tomar en cuenta de este procedimiento son:
- Las probetas pueden limitar al micelio es necesario desarrollarlo en medidas un poco más extensas para poder valorizarlo de mejor manera.

- El hongo *ganoderma lucidum* puede generar mucha agua en su etapa de colonización por lo cual es necesario cuidar y limpiarlo de exceso cada cierto tiempo.
- Como un cultivo a mayores cantidades el hongo crece con mejores características las cuales se aprecian en el casco de bicicleta.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Pozzer, & Jorge Guzowski. (2011). *Materiales y materias primas. Capítulo 3.*
- Albán Márquez, L. (2015). *CULTIVO DEL HONGO OSTRA (Pleurotus ostreatus) EN TRES TIPOS DE RESIDUOS DE LA MADERA DE BOLAINA BLANCA (Guazuma crinita).*
- Álvarez Godoy, E., Díaz Aguirre S., & Alessandrini Díaz M. (2002). *Utilización racional de los residuos forestales.*
- Ana María Sánchez, Tatiana Vayas, Fernando Mayorga, & Carolina Freire. (2020). *SECTOR MADERERO ECUADOR PANORAMA GENERAL.*
- Arana Valle, C. (2022). *Estrategias eco ambientales para la gestión de residuos sólidos urbanos en la Municipalidad Distrital de Catache.*
- Asprilla Mosquera, D. B., Escobar Córdoba, J. D., Cañón Barriga, J. E., Aguilar Lemus, Y., & Maturana Guevara, J. C. (2022). Análisis del aprovechamiento sustentable de los residuos de la transformación de madera en dos municipios del Chocó (Colombia). *Ingeniería y Desarrollo*, 37(02), 192–211.
<https://doi.org/10.14482/inde.37.2.1271>
- Attias, N., Danai, O., Abitbol, T., Tarazi, E., Ezov, N., Pereman, I., & Grobman, Y. J. (2020). Mycelium bio-composites in industrial design and architecture: Comparative review and experimental analysis. *Journal of Cleaner Production*, 246, 119037. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119037>
- Bergamini, T. P., & Hilliard, I. (2019). *La economía circular en la industria alimentaria.* <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:210288986>
- Bermudez, J., Castro, A., Figueroa, P., Garcia, C., & Gonzales, M. (2004). *CIS madera Revista del Centro de Innovación y Servicios Tecnológicos de la Madera (CIS-Madera, Ed.).*
- Bush, L., & Schmidt, C. (2022). *Introducción a las bacterias.*
- Cáceres, M. M. (2013). *El aserrín mejora el suelo.* <https://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/casa-y-jardin/el-aserrin-mejora-el-suelo-594843.html>

- Caisa, E., Padilla, M., & Ríos, G. (2020). El reciclaje de madera una herramienta para emprender y cuidar el planeta. *INNOVA Research Journal*, 5(1), 164–179. <https://doi.org/10.33890/innova.v5.n1.2020.1038>
- Calderón, A., & Agrónomo, O.-I. (1999). *Sustratos agrícolas*.
- Calva, M. A. G., Haro, S. C. R., Córdova, G. B. M., & Guamán, D. J. Q. (2018). Estimación De Los Residuos Forestales En Los Aserraderos De Tres Cantones, Zona 3 Interandina, Ecuador. *European Scientific Journal, ESJ*, 14(30), 228. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n30p228>
- Canastero, R. D. (2014). *Aprovechamiento de los residuos de la madera y su posible reutilización en fabricación de biomasa generada en Bogotá. Trabajo de pregrado, Universidad Distrital Fransisco José de Caldas*.
- Curipallo Peralvo, A. I. (2023). *Diseño paramétrico aplicado al desarrollo de mobiliario a partir de materias primas residuales*.
- Czaja, W., Romanovicz, D., & Brown, R. M. (2004). *Structural investigations of microbial cellulose produced in stationary and agitated culture*.
- Dejtiar F. (2021). *Construyendo con hongos en Argentina: El Refugio Fúngico a base de micelio en Bariloche*. <https://www.archdaily.cl/cl/970923/Construyendo-Con-Hongos-En-Argentina-El-Refugio-Fungico-a-Base-de-Micelio-En-Bariloche>.
- Directiva (UE) Del Parlamento Europeo y del Consejo. (2018). *Relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables*.
- Echeverri, S. (2004). *Artículo de Revisión Resumen Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos*.
- Eshun, J. F., Potting, J., & Leemans, R. (2011). LCA of the timber sector in Ghana: Preliminary life cycle impact assessment (LCIA). *International Journal of Life Cycle Assessment*, 16(7), 625–638. <https://doi.org/10.1007/s11367-011-0307-5>
- Espinosa, C. (2020). *Why Wood*.
- Feijóo-Vivas, K., Bermúdez-Puga, S. A., Hernán-Rebolledo, Figueroa, J. M., Zamora, P., & Naranjo-Briceño, L. (2021). Bioproductos desarrollados a partir de micelio de hongos: Una nueva cultura material y su impacto en la transición hacia una economía sostenible. In *Bionatura* (Vol. 6, Issue 1, pp. 1637–1652). Centro de

- Biotecnología y Biomedicina, Clinical Biotec. Universidad Católica del Oriente (UCO), Univesidad Yachay Tech. <https://doi.org/10.21931/RB/2021.06.01.29>
- Fidias G. Arias. (2012). *El Proyecto de Investigación Introducción*.
- GAD Municipalidad de Ambato. (2017). *Plan De Ordenamiento Territorial Ambato 2050*.
- García, J., Morales, L., & Valencia, S. (2001). *Coefficientes de aserrío para cuatro aserraderos banda en el Sur de Jalisco*.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/823/56098s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García N, Bermúdez R, & Serrano Migdalia. (2011). *FORMULACIONES DE SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE SETAS COMESTIBLES PLEUROTUS: Vol. XXXI (Issue 3)*.
- Gómez, M., & Cremades, L. (2010). *Análisis de la Incidencia de Patologías Respiratorias por Exposición al Polvo de Madera en los Carpinteros del Quindío (Colombia)*. www.cienciaytrabajo.cl
- Hartmann, H., & Kester, D. (2002). *Hartmann and Kester's Plant Propagation: Principles and Practices*.
- Maderea. (2021, March 31). *Usos de la madera procedente de aserraderos*. Productos de Madera Procedentes de Aserraderos. <https://www.maderea.es/productos-de-madera-procedentes-de-aserraderos/>
- Manzanares, K., Velázquez, D., & Guyat, A. (2007). *EXPERIENCIA DEL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN UN ASERRIO*.
- Martínez López, Y., García González, M., & Rodríguez, E. M. (2014). Impacto ambiental de residuos industriales de aserrín y plástico. Usos para la industria de tablero en Cuba. In *CIGET Pinar del Río* (Vol. 16, Issue 2).
- Martirani-VonAbercron, Sophie Marie, & Pacheco-Sánchez, D. (2023). Bacterial cellulose: A highly versatile nanomaterial. In *Microbial Biotechnology* (Vol. 16, Issue 6, pp. 1174–1178). John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.14243>

- McDonugh, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Rediseñando la forma en la que hacemos las cosas*- (MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA, Ed.).
- Medina E. (2021). *Biomodelado*. <https://Biologystudio.Com.Mx>.
- Miles GP, & Chang ST. (2004). *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact*.
- Ministerio del Ambiente, A. y T. E. (2022). *Ecuador alberga 12.5 millones de hectáreas de bosques*. <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-alberga-12-5-millones-de-hectareas-de-bosques/>
- Morato, A., Narváez, I., & Toribio, C. (2004). *Ciencias de la Salud: El Futuro de los Biomateriales. Tendencias tecnológicas a medio y largo plazo*.
- Muñoz, F. (2019). *Estudio para generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento eficiente de biomasa forestal en estado sólido para zonas no interconectadas del pacífico nariñense*.
- Naciones Unidas. (2030). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. www.issuu.com/publicacionescepal/stacks
- Parlamento Europeo. (2023). *Economía circular: definición, importancia y beneficios*. Economía. <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios#:~:text=La%20economía%20circular%20es%20un,de%20los%20productos%20se%20extiende>.
- Peña, E. (2015). *RESIDUOS DE LA COSECHA FORESTAL: APROVECHAMIENTO*.
- Peñalver Menéndez A. (2015). *Diseñando con hongos*. The Growing Lab de Maurizio Montalti. <https://www.experimenta.es/noticias/industrial/disenando-con-hongos-growing-lab-de-maurizio-montalti-4912/>
- ProEcuador. (2018). *Forestal y Derivados*. <https://www.proecuador.gob.ec/forestal-y-derivados/>

- Reyes, M. (2013). *Reacción asistida por microondas para la obtención de hidrocarburos a partir de aserrín de madera.*
- Rolando, Carreño, Lucas, & Cárdenas. (2016). *APORTE A LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS NO.*
- Soto, G., & Nuñez, M. (2008). Fabricación de pellets de carbonilla, usando aserrín de *Pinus radiata* (D. Don), como material aglomerante. *Ciencia y Tecnología*, 10(2), 129–137. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48510205>
- Stupenengo, F. (2011). *Materiales y materias primas. Capítulo 10.*
- Torres K. (2022). *Diseño de una línea de objetos para el hogar, en base a los desperdicios madereros en la empresa Stilmuebles para tener un mejor aprovechamiento de la materia prima.*
- Vignote, S., & Martínez, I. (2006). *Tecnología de la madera.*
- Villacis, A. (2017). *INVENTARIO DE INDUSTRIAS FORESTALES PRIMARIAS CON EL FIN DE FORTALECER EL SISTEMA DE CONTROL FORESTAL EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.*
- Villalba Hervás. (2015). *BLOQUE II. MATERIALES DE USO TÉCNICO (II).*
- Vivas, A. C., & Sánchez, D. M. (2006). *Diagnóstico ambiental y recopilación de alternativas tecnológicas aplicables a la gestión integral de residuos sólidos de una fábrica de muebles de madera.* <http://hdl.handle.net/10901/11001>
- Wachtel-Galor S, Yuen J, Buswell JA, & et al. (2011). *Ganoderma lucidum (Lingzhi or Reishi): A Medicinal Mushroom. In: Benzie IFF, Wachtel-Galor S, editors. Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects.: Vol. Chapter 9. (FL): CRC Press/Taylor & Francis, Ed.; 2nd edition).*
- Williams, D. F. (2009). On the nature of biomaterials. *Biomaterials*, 30(30), 5897–5909. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2009.07.027>

ANEXOS

ANEXO 1.

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE DISEÑO Y ARQUITECTURA
DISEÑO INDUSTRIAL

ENTREVISTA

DIRIGIDA A: Entrevista con Aserraderos

OBJETIVO: Conocer la gestión de residuos de madera que poseen las empresas seleccionadas.

1. Cantidad

- ¿Cuál es la cantidad aproximada de residuos de madera generados por su aserradero diariamente?

2. Tipos de residuos

- ¿Qué tipos de residuos genera el aserradero?
- ¿Podría proporcionar una descripción general de los procesos de producción en su aserradero?
- ¿Estos residuos presentan un valor o generan algún beneficio para la empresa?

3. Gestión de Residuos: Manejo

- ¿Cuáles son los métodos actuales utilizados para gestionar los residuos de madera en su aserradero?
- ¿Existe algún proceso de reciclaje o reutilización de estos residuos?

4. Desafíos y Oportunidades

- ¿Cuáles son los mayores desafíos que enfrentan en la gestión de los residuos de madera?
- ¿Han considerado alguna vez la posibilidad de utilizar estos residuos?

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE DISEÑO Y ARQUITECTURA
DISEÑO INDUSTRIAL

ENTREVISTA

DIRIGIDA A: Expertos en Micelio de Hongos

OBJETIVO: Identificar la experiencia de los expertos en el micelio, cuáles son los efectos en la elección de micelio y sustrato, y cuáles son los requerimientos para realizar estas prácticas.

1. Experiencia en Micelio:

- ¿Podría describir brevemente su experiencia en el cultivo y utilización del micelio de hongos?
- ¿Cuál creen que es el alcance del micelio en el diseño industrial?
- ¿Cómo se abordan los desafíos en la producción de biomateriales a partir de micelio?

2. Propiedades del Micelio:

- ¿Cuáles son las propiedades del micelio que lo hacen atractivo para aplicaciones en productos?
- ¿Cómo afecta la elección de la especie de hongo al desarrollo de biomateriales?
- ¿Qué tipos de sustratos implementan en sus aplicaciones?
- ¿Qué ensayos (mecánicos, químicos, físicos) se pueden aplicar? ¿Porque?

3. Procesos y Métodos:

- ¿Cuáles son los métodos más efectivos para realizar prácticas con micelio correctamente?
- ¿Cuáles son los aspectos que se deben tomar en cuenta para realizar estas prácticas? (lugar, esterilidad, temperatura, características)
- ¿Puede ser una práctica casera o requiere de limitaciones al momento de cultivar el micelio?

ANEXO 3. Fotografías de los aserraderos entrevistados de la separación de materiales residuales



Figura 18. Residuos de madera

*Nota: El orden de los materiales son retazos, viruta y aserrín
Tomado por el autor*



Figura 19. Residuos de madera segundo aserradero

*Nota: El orden de los materiales son viruta, aserrín y viruta, retazos y aserrín.
Tomado por el autor*

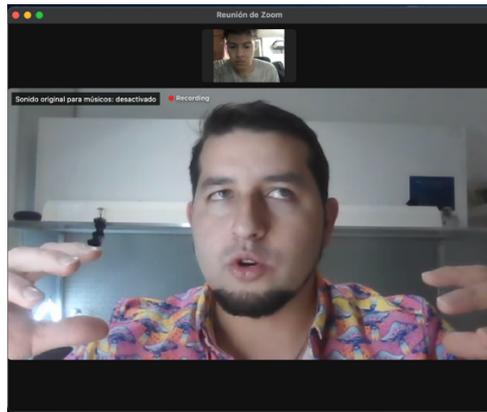


Figura 20. Transporte para residuos

*Nota: Camión de un aserradero que usan para transportar el material residual.
Tomado por el autor.*

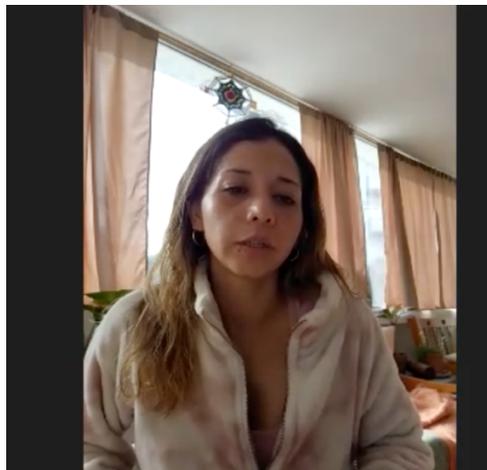
ANEXO 4. Entrevistas a expertos: se entrevistaron a 3 expertos en micelio de hongos.

Entrevista a Nelson Dueñas, biólogo de la Universidad Católica, especializado en el estudio de hongos desde el 2014 y fundador de Mycomaker, dedicado a la experimentación con micelio de hongos.



*Figura 21. Entrevistado #1
Tomado por el autor*

Entrevista a Gabriela Mena dedicada al bienestar humano en los espacios de trabajo y espacios que incorporen naturaleza en el diseño, actualmente centrada en el tema de materiales encontró un interés en el desarrollo de biomateriales de micelio de hongos.



*Figura 22. Entrevistado #2
Tomado por el autor*

Entrevista a Camila Picco de nacionalidad argentina, es diseñadora industrial dedicada a la docencia con un doctorado en biomateriales combinado con tecnologías de fabricación digital, buscando la unión de las estas dos actividades apegándola al diseño industrial.



*Figura 23. Entrevistado #3
Tomado por el autor*

Entrevista a Andrés de MushBio Design en la ciudad de Quito, en este equipo de trabajo de la empresa podemos encontrar a Andrés como arquitecto, Renata como diseñadora industrial y Fátima como diseñadora gráfica. Centrados en el desarrollo de biomateriales a partir micelio de hongos en el diseño de interiores.



*Figura 24. Entrevistado #4
Tomado por el autor*

ANEXO 5. Pruebas Físicas y mecánicas

Metodología Experimental: Determinación Densidad.

Para calcular la densidad del material es importante conocer el volumen este se calcula multiplicando el área de la base por la altura. Su formula es: $V = \text{Longitud} \times \text{Ancho} \times \text{Altura}$

Primera muestra:

$$V = 11.2\text{cm} \times 6\text{cm} \times 1.4\text{cm}$$

$$V = 94.08\text{cm}^3$$

Segunda muestra:

$$V = 10.8\text{cm} \times 5.3\text{cm} \times 1\text{cm}$$

$$V = 57.24\text{cm}^3$$

Tercera muestra:

$$V = 6\text{cm} \times 6.66\text{cm} \times 1\text{cm}$$

$$V = 94.08\text{cm}^3$$

La densidad (ρ) se calcula dividiendo la masa (m) por el volumen (V). En este caso, la masa es igual al peso de las muestras y el volumen basado en los datos anteriores. La fórmula de la densidad es la siguiente:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Primera muestra:

$$\rho = \frac{11\text{g}}{94.08\text{cm}^3}$$

$$\rho = 0.117\text{g/cm}^3$$

Segunda muestra:

$$\rho = \frac{10\text{g}}{57.24\text{cm}^3}$$

$$\rho = 0.1747\text{g/cm}^3$$

Tercera muestra:

$$\rho = \frac{5\text{g}}{33.6\text{cm}^3}$$

$$\rho = 0.149\text{g/cm}^3$$

Metodología Experimental: Determinación de la Absorción de Agua.

Se seleccionaron tres muestras de material: Las dimensiones iniciales de cada muestra fueron medidas antes de iniciar el ensayo.

Tabla 36. Datos de las muestras del ensayo de absorción de agua.

Datos	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Altura	11,1 cm	11,4 cm	11,5cm
Ancho	5,7 cm	5,5 cm	6,2 cm
Espesor	1 cm	0,9 cm	1 cm
Peso inicial	11 gr	9 gr	13 gr

Nota: Las medidas de las muestras y peso de las muestras antes del ensayo.

Procedimiento.

1. Medición Inicial:

- Se registraron los pesos iniciales de cada muestra (denotados como $P_{inicial}$).

2. Inmersión en Agua:

- Cada muestra fue sumergida en agua durante un periodo de 12 horas.
- Se tomaron registros de peso después de cada hora de inmersión (denotados como P_{hora}).
- La absorción de agua (A) en cada intervalo de tiempo se calculó usando la fórmula:

$$A = \left(\frac{P_{hora} - P_{inicial}}{P_{inicial}} \right) \times 100$$

3. Medición Final Después de 10, 11 y 12 Horas:

- Se realizaron mediciones adicionales de peso después de 10, 11 y 12 horas de inmersión.
- Se aplicó la misma fórmula para determinar la absorción de agua en estos intervalos.

Tabla 37. Resultados del ensayo de absorción de agua.

Hora	Muestra 1	Absorción	Muestra 2	Absorción	Muestra 3	Absorción
Inicial	11 gr	-	9 gr	-	13 gr	-
1	13 gr	18.18%	14 gr	55.56%	19 gr	38.46%
2	14 gr	27.27%	15 gr	66.67%	21 gr	61.54%
3	15 gr	36.36%	18 gr	100%	22 gr	61.54%
4	15 gr	36.36%	18 gr	100%	22 gr	69.23%
5	17 gr	45.45%	19 gr	111.11%	23 gr	76.92%
6	17 gr	45.45%	20 gr	122.22%	25 gr	92.31%
7	17 gr	45.45%	20 gr	133.33%	25 gr	92.31%
8	18 gr	54.55%	21 gr	144.44%	27 gr	107.69%
9	19 gr	63.64%	21 gr	122.22%	27 gr	107.69%
10	20 gr	72.73%	22 gr	133.33%	27 gr	107.69%
11	20 gr	72.73%	21 gr	122.22%	28 gr	107.69%
12	22 gr	100%	26 gr	188.89%	31 gr	138.46%
22	23 gr	109.09%	27 gr	200%	31 gr	138.46%
23	23 gr	109.09%	27 gr	200%	32 gr	146.15%

Nota: Los resultados obtenidos se presentan en las tablas adjuntas, que muestran los pesos y porcentajes de absorción de agua para cada muestra en cada hora de inmersión. El porcentaje de absorción de agua se utilizó para evaluar la capacidad de cada muestra para retener agua con el tiempo. Valores superiores al 100% indican una ganancia neta de peso debido a la absorción de agua.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA MECÁNICA

ENSAYO DE DUREZA SHORE D - ISO 868

Enero 2024

AMBATO-ECUADOR

CTT-2024-002



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CENTRO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS



CTT FICM
 CENTRO DE TRANSFERENCIA DE
 TECNOLOGÍAS
 Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

ENSAYO DE DUREZA

DATOS INFORMATIVOS

Tipo de estudio:	De laboratorio	Norma:	ISO 868
Identificación del componente de estudio:	Biomaterial - Micelio de hongos		
Solicitado por:	FRANK LEONIDAS SILVA YANCHA	Fecha:	24/01/2024
Centro de Estudio y Análisis:	Laboratorio de Metalografía - FICM		

PARÁMETROS

Equipo:	Shore D durometer		Modelo:	NA
	Temperatura Ambiente:	Dureza:	Iluminación:	Orden
	19.0 ° C	SHORE D	Luz Natural	CTT-2024-002
		Identador: SR0.1mm		
Precisión: ± 1%				

PROBETAS A ENSAYAR:



RESULTADOS:

Las lecturas se muestran en la forma de dureza Shore “D/1:60” la cual indica una lectura de 60 en el durómetro tipo D obtenida en 1 segundo.

RESULTADOS PROBETAS “ Biomaterial - Micelio de hongos ”:

PROBETAS BIOMATERIAL - MICELIO DE HONGOS		
Número de medición	Dureza Shore D	Fotografía
1	D/1:1,5	
2	D/1:4	
3	D/1:3.5	
POMEDIO		3

CONCLUSIONES:

- En la probeta “Biomaterial - Micelio de hongos”, la medida de dureza promedio resultante es de 3 shore d.

REALIZADO POR
Ing. Christian Pérez
LABORATORIO DE MATERIALES

SUPERVISADO POR
Ing. Sebastián Villegas S.
TÉCNICO DE LABORATORIO