

ENTROPÍA

Brian Stevenson Gil Jaime, Daniel Fernando Rojas Sanabria



Programa de Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Ciudad de Bogotá

2021

Entropía

Aislante Termoacústico a partir de Fique,

Micelio y Heno.

Brian Stevenson Gil Jaime, Daniel Fernando Rojas Sanabria

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Arquitecto

Director: Mg. Esp. Arq. Edgar Eduardo Roa Castillo.

Asesor: Mg. Esp. Arq. Edgar Eduardo Roa Castillo.



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Programa académico de Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Ciudad de Bogotá

2021

Dedicatoria

A mi familia por su inalcanzable energía por vivir la vida, a la arquitectura por su capacidad de interpretar y habitar el mundo, a la naturaleza y su inenarrable proceso evolutivo y finalmente a mi ser lleno de vigor por descubrir y ayudar.

Agradecimientos

Inmensamente agradecido con Dios.

Gracias a mi familia por ser mi apoyo incondicional, por brindarme fuerza y aliento cuando más lo necesitaba; su entusiasmo y alegría, hicieron de mi un mejor ser, dedico cada uno de mis logros a ellos.

Especialmente quiero reconocer las grandes enseñanzas del maestro Jhon A. Nova T., quien por su espíritu y fortaleza incentivo mi ser investigativo, de igual manera me ofreció las herramientas suficientes para desarrollar parte de mi intelecto pesquisa.

Al gran Arquitecto Alonso Gutiérrez A., por trabajar constantemente en cada detalle inicial de esta investigación y por ser el profesional ejemplar que es.

A la arquitecta Liliana R. Patiño L. por su rigurosidad técnica y su capacidad de gestión, gracias a sus aportes la estructura de esta investigación fue más acorde al objetivo planteado.

Finalmente, al Arquitecto Edgar E. Roa C. quien por su experiencia y visión, impulso este proyecto a las áreas de investigación más favorables.

Tabla de contenido

RESUMEN	15
ABSTRACT	16
INTRODUCCIÓN	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
OBJETIVOS	23
OBJETIVO GENERAL	23
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
HIPÓTESIS	24
MARCO NORMATIVO.....	26
<i>Protección, conservación auditiva y bienestar.....</i>	<i>26</i>
<i>Normas técnicas colombianas.....</i>	<i>28</i>
<i>Sonómetro</i>	<i>31</i>
<i>ISO 14020 Etiquetas y declaraciones ambientales</i>	<i>31</i>
<i>NFPA 1801-2018 Cámara termográfica.....</i>	<i>32</i>
<i>UNE-EN ISO 7730:2006 - Ergonomía del ambiente térmico</i>	<i>33</i>
<i>Resolución 1083 del 4 de octubre de 1996</i>	<i>33</i>
MARCO REFERENCIAL	35
CAPÍTULO I: AISLANTES.....	37
CAPÍTULO II: CONFORT HIGROTÉRMICO	39
CAPITULO III: CONFORT ACÚSTICO	43
CAPITULO IV: FIQUE.....	53
CAPITULO IV: HENO	54
CAPITULO IV: MICELIO	56

METODOLOGÍA	57
<i>Fique</i>	58
<i>Heno</i>	60
<i>Micelio</i>	62
FASE I, INOCULACIÓN	64
<i>Cabina de flujo laminar</i>	64
<i>Inoculación</i>	65
FASE II, SEMILLAS	68
FASE III, PREPARATIVOS Y MUESTRAS.....	70
<i>Desinfección de fibras</i>	70
<i>Pasteurización</i>	72
<i>Incubadora</i>	73
FASE IV, NUTRIENTES	75
FASE V, MOLDES	77
.....	77
<i>Dimensiones</i>	77
FASE VI, CRECIMIENTO MICELIAL	79
FASE VII, DESHIDRATADO MICELIAL.....	90
FASE VIII, CONCLUSIONES	91
LISTA DE REFERENCIA	95
LISTA DE BIBLIOGRAFÍA	99

Lista de Figuras

Figura 1	La complejidad del ser con su entorno.	38
Figura 2	Temperatura media anual en Colombia	39
Figura 3	La complejidad del ser con su entorno.	43
Figura 4	La reflexión del sonido	46
Figura 5	La reflexión temprana del sonido	47
Figura 6	Disminución de la energía, reverberación	49
Figura 7	Existencia de ecos y resonancias	51
Figura 8	Crecimiento micelial en sustrato MYA.....	67
Figura 9	Crecimiento micelial en sustrato MYA.....	67
Figura 10	Autoclave o estañón, esterilización.	68
Figura 11	Pote de inseminación.....	69
Figura 12	Inoculación efectiva	69
Figura 13	Corte del heno	70
Figura 14	Desinfección de fibras.....	71
Figura 15	Componente de pasteurización.....	72
Figura 16	Estructura de la incubadora	74
Figura 17	Temperatura interna de la incubadora.....	75
Figura 18	Alimento nutricional para el micelio.....	76
Figura 19	Moldes para aislantes termoacústicos entropía.....	77
Figura 20	Moldes con recubrimiento.....	78
Figura 21	Crecimiento micelial en fibra de fique	80
Figura 22	Crecimiento micelial en fibra de Heno.....	81

Figura 23	Crecimiento micelial en fibra de Tamo de heno	82
Figura 24	Crecimiento micelial en fibra de Tamo de Cebada	83
Figura 25	Contaminación en muestra micelial con fibra de Tamo de Trigo	83
Figura 26	Crecimiento de micelio en fibra de Fique y heno	84
Figura 27	Crecimiento de micelio en fibra Fique y Tamo de Trigo	85
Figura 28	Crecimiento de micelio en fibra Tamo de Trigo y Heno	86
Figura 29	Crecimiento de micelio en fibra de heno y Tamo de cebada	87
Figura 30	Crecimiento de micelio en fibra de heno, Fique y Tamo de Trigo	88
Figura 31	Crecimiento de micelio en fibra de heno, Fique, Tamo de Trigo y Tamo de Cebada ..	89

Lista de Tablas

Tabla 1	Nivel de presión sonora en personas (dB)	27
Tabla 2	Valores límites permisibles para ruido continuo o intermitente (dB)	28
Tabla 3	Métodos de paliación en áreas para la medición sonora	30
Tabla 4	Parámetros del ambiente.....	41
Tabla 5	Fibra de Fique, características de su obtención.....	59
Tabla 6	Obtención del heno.....	60
Tabla 7	Obtención del micelio Pleurotus Ostreatus.....	62
Tabla 8	Comparación de crecimiento micelial dentro de sustratos	66
Tabla 9	Crecimiento micelial en fibras.....	79

Glosario

A continuación, es pertinente definir algunos conceptos, debido a la implementación de términos que pertenecen a ramas del pensamiento distintas a la facultad de Arquitectura, basados en los términos descritos por la Real Academia Española (RAE, 2021).

Micelio. Es el conjunto de hifas que se desarrollan que conforman la parte vegetativa del hongo de esta forma crecen sobre la superficie donde se encuentre mostrando una forma alargada tienen una capacidad de crecer rápidamente y así mismo tiene un ciclo de desecación muy rápido.

Fique. Es una planta de la familia de las amarilidáceas, después de procesarla se generan un grupo de fibras ideales para la fabricación de textiles se caracteriza, se utilizó en la investigación como una de las fibras base para inocular el micelio.

Heno. Es un pasto de la familia natural de las gramíneas característico por tener una forma alargada puntiaguda, se utilizó en la investigación como una de las fibras base para inocular el micelio.

Térmico. Son los elementos que son capaces de contener temperaturas y/o repelerlas para así mantener un espacio o elemento con el óptimo confort, dentro de la investigación se quiere conformar un aislante termoacústico.

Acústico. Son los elementos que son capaces de aislar el sonido, dentro de la investigación se quiere conformar un aislante termoacústico.

Reverberación. Es la capacidad que sostiene el sonido para reproducirse en un espacio cerrado, así uno de sus factores denominado capacidad de absorción permitió entender en la investigación las determinantes que debe tener el aislante termoacústico para aislar el sonido.

Psicoacústico. Es una rama de la psicofísica que realiza estudios entre lo físico y los estímulos sonoros a la respuesta física del ser humano. Es una materia netamente empírica y su principal finalidad es medir a respuesta de un sujeto a los estímulos de las propiedades físicas del sonido.

Higrotérmico. Nos permite identificar ese conjunto de propiedades o características ambientales que le permite al cuerpo humano tener un confort térmico sin necesidad de utilizar sus termorreguladores, dentro de la investigación se quiere mostrar que a partir de un aislante natural se puede lograr ese confort higrotérmico necesario.

Viruta. Es el residuo de un corte en plantas y/o madera, en la investigación se utilizaron virutas de fique y heno para realizar la base de las muestras para inocularlas con el micelio.

Bioclimática. Bioclimática se caracteriza por la capacidad de una edificación para aprovechar los recursos naturales para su funcionamiento, de esta forma desde la investigación queremos mostrar la posibilidad de un aislante biodegradable que se pueda utilizar al desarrollo de construcciones bioclimáticas.

Biodegradable. Son sustancias y/o elementos que se degradan rápidamente con las condiciones ambientales sin afectar las mismas, así entropía al ser un elemento conformado por elementos naturales puede ser un elemento de fácil degradación después de su uso.

Arquitectura. Especialidad de diseñar y construir edificaciones.

Confort. Sensación de placer o comodidad de un elemento o material.

Moldes. Son recipientes que nos ayudaron a contener y desarrollar las pruebas de inoculación del micelio en las fibras de heno y fique.

Incubadora. Las incubadoras son espacios que son óptimos para el desarrollo y crecimiento de seres vivos, así para esta investigación se desarrolló una incubadora para ayudar y controlar el crecimiento del micelio en las pruebas de inoculación con el heno y micelio.

Cabina de flujo laminar. Es un recipiente que favorece el flujo o corriente laminar de una forma controlada, en entropía se desarrolló una cabina rudimentaria que sirvió para controlar el proceso de crecimiento del micelio.

Psiconeurótico. Son conflictos psicológicos generados por recuerdos o eventos pasados que generan consecuencias psíquicas.

Energía. Es la capacidad que se tiene para realizar un trabajo y o logra ser contenida por un elemento, en entropía busca demostrar que el aislante térmico es capaz de absorber la energía térmica producida por el ambiente.

Sonómetro. Elemento que mide los cambios de sonido en un ambiente.

Clima. El grupo de condiciones meteorológicas que determinan un lugar.

Emisiones. Producir y/o enviar algo al medio ambiente.

Termográfica. Son los registros gráficos de temperatura que emite un cuerpo.

Fungicida. Agente que tiene la capacidad de destruir o eliminar setas u hongos.

Microclima. Características atmosféricas de un lugar determinado

Orellanas. Es un tipo de seta u hongo de la familia agaricales que se produce en zonas con un clima templado, usualmente en Colombia el micelio se utiliza como nutriente para favorecer el crecimiento de los hongos.

Nutriente. Son sustancias que por su capacidad química aportan al crecimiento y desarrollo, dentro de la investigación se utilizaron nutrientes para ayudar al crecimiento óptimo del micelio.

Seta. Se denomina a los hongos, entropía se basa en el micelio que crece de los hongos.

Manufactura. Elementos fabricados en máquinas.

Homogeneidad. Sustancia o elemento que tiene unas características fisicoquímicas estables sin cambios significativos.

Morfológico. Define la forma y composición de un elemento.

Fibras. Composición de los elementos físicos de un elemento o ser vivo.

Inoculación. Introducir un elemento vivo de forma artificial a otro elemento vivo.

Sustratos. Sustancias que se componen de enzimas.

Rudimentario. Cuando se realiza o fabrica algún elemento de forma tradicional y sin ayuda de elementos tecnológicos y/o avanzados, a raíz de la pandemia del COVID-19 esta investigación se desarrolló en su totalidad de forma rudimentaria y sin apoyo de equipos ni laboratorios.

Cóncavas. Son formas que se generan de forma ovalada dentro de una superficie, en entropía analizamos las formas cóncavas que formaba el fique, heno y micelio y así favorecían a la absorción de las ondas del sonido.

Pasteurización. Proceso térmico con el cual se eliminan los patógenos que puedan afectar el crecimiento óptimo del micelio.

Porosidad. Característica de micro cavidades que contiene una superficie.

Microbiológicos. La clasificación los microorganismos que se encontraron en las pruebas de entropía.

Reflectante. Elementos que son capaces de reflejar la luz.

Hifas. Filamentos que componen la red micelial de cada hongo.

Yute. Material que se obtiene de la familia de las tiliáceas y sirve para la fabricación de textiles.

Metabolismo. Reacciones químicas producidas por las células o microorganismos para degradar un elemento o sustancia.

Ballico. Pertenece a la familia de gramíneas, similar a la cizaña, con características físicas más bajas y similares al pasto.

Deshidrato. Pérdida física de retener y aprovechar el agua.

Aglomerado. Elemento compuesto de fibras de cartón y piedra.

Alfalfa. De la familia de las papilionáceas, arbusto proveniente de Italia con un color denso verde.

Fisiológicas. Grupo de funciones biológicas de un cuerpo vivo.

Esporas. Células microscópicas que son producidas por un ser vivo generalmente plantas para reproducirse.

Germinación. Acción por la cual las esporas penetran otro elemento, así en la investigación por medio de germinación de sustratos al micelio para su óptimo crecimiento.

Resumen

Los aislantes térmicos han cambiado la perspectiva en la que el ser humano concibe la arquitectura, por ende, el sector constructivo le compete extraer su capacidad al límite, de tal manera que el ser humano, comprenda su capacidad perceptiva, a partir de las sensaciones (confort) generadas por el ambiente construido.

Desde la aparición del primer aislante térmico en Colombia, se ha encontrado una amplia gama de materiales, por la cual supedita sus características a necesidades fisiológicas, físicas y psicosociológicas del ser humano, determinado por su estructura química, manifiesta en algunas ocasiones, un alto impacto ambiental, emitiendo CO₂ en la extracción, fabricación y vida útil del componente. La investigación plantea desarrollar la composición de un aislante termoacústico, implementando Micelio, Fique y Heno, a partir de análisis de conductividad térmica, reflectancia térmica, e insonorización; adaptándose a los estándares higrotérmicos por el consejo colombiano de eficiencia energética (CCEE) y el análisis distintivo del diagrama bioclimático de Baruch Givoni en el año 1969; además de ofrecer características afables con el medio ambiente, determinará la influencia sostenible por la cual se comparará frente a la composición de aislantes térmicos existentes en el contexto colombiano. Aportar a nuevas investigaciones, comparación estudios estadísticos diferencia con comparación técnica.

Palabras claves: Fique, Micelio, Heno, Aislante termoacústico, Confort, Sostenibilidad, Biodegradable, Bioclimática, Arquitectura, Higrotérmico.

Abstract

The thermal insulators have changed the perspective in which the human being conceives the architecture, therefore, it is up to us to extract his capacity to the limit, in such a way that the being understands his perceptual capacity, from the sensations generated by the built environment.

Since the appearance of the first thermal insulator in Colombia, a wide range of materials has been found, whereby its characteristics are subject to the physiological, physical and psychosociological needs of the human being, determined by its chemical structure, sometimes manifests a high impact. environmental, emitting CO₂ in the extraction, manufacturing, and life of the component. The research proposes to build the composition of a thermoacoustic insulator, implementing Mycelium, Fique, and grass, from analysis of thermal conductivity, thermal reflectance, and soundproofing; adapting to the hygrothermal standards by the Colombian council of energy efficiency (CCEE) and the distinctive analysis of the psychometric diagram of Baruch Givoni (1969), in addition to offering environmentally friendly characteristics, will determine the sustainable influence by which it will compete against the composition of insulators existing thermal in the Colombian context.

Keywords: Fique, Mycelium, Grass, Thermoacoustic Insulator, Comfort, Sustainability, Biodegradable, Architecture, Hygrothermal.

Introducción

La filosofía de Entropía orienta la esencia del mundo material como un agente natural y la satisfacción de las necesidades del ser humano como un requerimiento común para ejercer sus actividades cotidianas, predominando la intacta sucesión del ciclo de la vida natural en los materiales; dicho de otra manera, la investigación indaga la posibilidad de unir materiales provenientes de naturalezas distintas, donde corresponden a las necesidades del ser humano y de manera paralela equilibra el impacto que el ser humano le genera al mundo.

Ahora, para dar soporte a su desarrollo, se tecnifica de manera teórica y tecnológica el proceso constructivo de los materiales como un conjunto simbiótico, a partir de necesidades particulares del ser humano; *Entropía* muestra el proceso de selección que lleva a cabo para determinar los aspectos más benéficos en las personas que habitan en el contexto colombiano, optando por el desarrollo higrotérmico dentro de espacios confinados y la disminución de la onda del sonido a partir del déficit de confort acústico presentado en espacios de convivencia.

A partir de esta premisa, la investigación hace un reconocimiento enfocado en las posibilidades que tiene un aislante termoacústico dentro de la cultura y el comercio colombiano, convergiendo los materiales autóctonos y de fácil acceso para la fabricación y producción de dicho aislante. Su composición satisface tres problemáticas a nivel contextual, la primera comprende el déficit de confort en Colombia, y como, a partir de un desarrollo tecnológico y biológico beneficia las actividades diarias del ser humano, la segunda acude a mitigar el impacto ambiental que genera la producción de materiales contaminantes en el sector constructivo, dando cabalidad a la producción masiva que conlleva una edificación, y finalmente la tercera comprende el significado del impacto que genera un aislante termoacústico dentro del contexto Colombiano, analizando sus variables dentro del comercio, producción, eficiencia y cualificación de un marco competitivo.

Planteamiento del Problema

Formulación del problema

En el contexto constructivo de Colombia, una de las problemáticas a solventar, es el producto y proceso constructivo de aislantes térmicos, a partir de su extracción, producción, he impacto en las áreas que requieren de un trabajo pormenorizado del confort higrotérmico y acústico; La composición química de los aislantes actualmente comercializados, poseen capacidades sobresalientes frente a eventos climáticos o sonoros, independientemente sea el uso del área (industrial, vivienda, comercial, etc.), en algunos casos no cumplen su principal función, debido a que no aíslan el calor o el frío de manera efectiva, en otros casos aíslan de manera parcial, permitiendo deficiencias en la conductividad térmica en áreas donde no las requiere, por último, existen casos donde están constituidos correctamente, pero su adquisición resulta muy costosa debido a su complejidad constructiva.

La incidencia bioclimática y el confort higrotérmico de los aislantes térmicos y acústicos, depende esencialmente de la constitución biológica de la material por el cual está compuesto, ahora, el precio dependerá de los ítems ya mencionados, más la extracción del material, transporte, manufactura y procesos que requieran de un costo energético, Rivero (2016) definió una amplia gama de materiales actualmente usados para constituir los aislantes térmicos acústicos, definiendo las ventajas y desventajas de cada uno de los materiales analizados, llevando su investigación con finalidades muy relacionadas a factores ambientales y de confort higrotérmico:

La composición, procesos de fabricación, impactos medioambientales y valorización son aspectos que debemos tener en cuenta como técnicos, sin dejar de lado, por supuesto, las características técnicas a la hora de planificar una obra. A través de distintas fuentes bibliográficas y poniéndome en contacto con los fabricantes de cada material aislante se ha

recogido toda la información acerca de estos aspectos que debemos considerar para construir viviendas respetuosas con el medio ambiente y sanas para las personas que las habiten. (p.3)

La arquitectura está unida al sector de la construcción, un sector por el cual se compone de grandes y complejas variables, debido a que se encarga de crear una amplia homogeneidad de productos benefactores a disposición de una edificación, Ahora, estos productos son evaluados a nivel energético, construyendo una tabla de análisis comparativo donde permite evaluar el consumo que tienen los materiales en su fabricación, transporte y uso; De acuerdo con Alfaro et al (2018):

Hasta hace bien poco, los datos sobre el consumo de energía de una obra solo correspondían a la colocación y a la fabricación de los elementos que la integraban y también de su transporte. Hoy en día, el impacto ambiental del consumo de energía de los materiales y productos es posible analizarlo en una gran parte del ciclo de vida, hasta ahora, se realizaba durante la fabricación y la construcción y ahora también durante su uso (párr.2).

Corresponde entender la necesidad del impacto de los elementos construidos a lo largo de su vida útil, debido a que no se detiene su incidencia con el medio ambiente y con la salubridad de quienes habitan el lugar construido, cabe resaltar que no es el mismo impacto cuando fue fabricado a cuando está cumpliendo su función, pero es acá donde los materiales insisten en un declive ambiental. Por ende, la investigación se enfoca en estos puntos, pretende atemperar estos procesos y de igual manera cumplir con los requerimientos bioclimáticos dentro de instalaciones con déficit térmico y acústico. Por lo tanto, es importante apreciar el panorama donde se involucra la investigación y desarrollar metodológicamente una secuencia del problema y definir un espacio donde a nivel arquitectónico y biológico de la materia, pueda solventar o mitigar en gran medida una problemática. El primer aspecto a indagar es el entorno de la fabricación de materia prima para poder construir espacios, este entorno es bastante riguroso debido a su complejidad donde posee una amplia gama de herramientas y objetos

que involucra, entonces, la definición de este entorno esta abarcado por la importancia que tiene la construcción para el medio ambiente y como este afecta directamente al entorno natural; Edwards (2001) menciona:

A pesar de su importancia para el crecimiento, la práctica constructiva es, además, uno de los principales actores en el proceso de modificación del planeta y de contaminación, pues es un gran consumidor de recursos y generador de desechos. El 40% de las materias primas en el mundo, que equivalen a 3000 millones de toneladas por año, son destinadas para la construcción. Esto mismo sucede con el 17% del agua potable (WorldGBC, 2008), el 10% de la tierra (UNEP- SBCI, 2006) y el 25% de la madera cultivada (WorldGBC, 2008), valor que asciende al 70% si se considera el total de los recursos madereros. (como se cita en Acevedo et al, 2012, párr. 8).

Ahora, para enfocar las problemáticas de la construcción “insostenible” se hace un examen riguroso de los efectos que tiene en el medio ambiente y la salud de las personas; en principio en la página de las Naciones Unidas (S.f.) menciona:

Tras el Primer Congreso Mundial de Justicia, Gobernanza y Derecho para la Sostenibilidad Ambiental, celebrado en 2012, los Estados Miembros exhortaron al PNUMA a que dirigiese el sistema de las Naciones Unidas y prestase apoyo a los gobiernos nacionales en la elaboración y aplicación del estado de derecho del medio ambiente (párr. 3).

Este apartado justificado por Governing Council United Nations Environment Programme (UNEP) la decisión 27/9 GC: sobre el Impulso de Justicia, la gobernanza y el derecho de sostenibilidad ambiental, donde se declara una propuesta en mediano plazo para el periodo 2014-2017, explicando literalmente: El subprograma de cambio climático es fortalecer la capacidad de los países para avanzar hacia vías resilientes al clima y bajas en emisiones para el desarrollo sostenible y bienestar. De manera

efectiva el sistema las naciones unidas hace referencia a los hábitos culturales de construcción y desarrollo sostenible dentro de nuestras actividades diarias; El sector de la construcción al estar involucrado en las actividades de mayor impacto ambiental, se determina que la atención primordial es analizar la manera en cómo extraemos, producimos y transformamos la materia. De acuerdo con la decisión 27/09 en su apartado de estrategias:

25. Como parte de las estrategias de todo el sistema de las Naciones Unidas para la reducción del riesgo de desastres y la preparación, la prevención de conflictos, la respuesta después de un desastre y un conflicto, la recuperación y la consolidación de la paz, el PNUMA proporcionará evaluaciones de los riesgos e impactos ambientales, orientación normativa, apoyo institucional, *capacitación y servicios de mediación y también pondrá a prueba nuevos enfoques para la gestión de los recursos naturales*. Al hacerlo, el PNUMA tratará de catalizar una respuesta reforzada por parte de los asociados que trabajan con los países en la reducción de riesgos, el socorro y la recuperación, incluidas las operaciones humanitarias y de mantenimiento de la paz de las Naciones Unidas, como se solicita en la decisión 26/15 del Consejo de Administración (p.6).

Este tipo de estrategias se plantean para mitigar accidentes naturales de los cuales tienen grandes consecuencias para la salud del medio ambiente y de los humanos, en este orden de ideas la salud humana se beneficiaría con la solución asertiva de estrategias rigurosamente controladas para favorecer el confort y calidad de vida en las personas. hacer mención de la importancia en la que los espacios mal diseñados causan grandes problemas bilaterales en las personas que normalmente ejecutan actividades laborales, se denomina como “El Estrés Térmico Laboral”, donde hace principal referencia a fenómenos (microclimas laborales) que afectan proporcionalmente la productividad laboral y la salud de los operarios.

La existencia de altas temperaturas en el ambiente laboral constituye, sin duda, una fuente de problemas para el rendimiento en la producción, pero especialmente en el confort y la salud de los trabajadores. Es por esto que el estudio de los ambientes térmicos requiere de especial atención si se trata de mejorar tanto la salud y seguridad de los trabajadores, como el rendimiento laboral.

Una temperatura corporal constante y dentro de unos límites muy estrechos, entre 36,6 +/- 38°C; sobre pasar estos niveles, implica consecuencias negativas diversas en la salud, que van desde el agotamiento, hasta el trastorno psico-neurótico e incluso la muerte (Sánchez, 2015, p. 1).

Ahora, la salud y el confort están estrechamente ligadas a las actividades del sector constructivo, al ser el encargado de elegir los procesos constructivos y la incidencia de materiales en un espacio confinado, en esta perspectiva en el ámbito laboral. Por lo tanto, el auge ambiental, la conciencia en el diseño previo de las construcciones y las sensaciones térmicas mejoradas en el espacio para enriquecer el confort en las personas, presentan un vínculo circular donde la importancia de uno dependerá de la eficiencia del otro.

Objetivos

Los objetivos se enfocan parcialmente en la posibilidad constructiva de un aislante termoacústicos y su eficiencia termoacústica dentro del campo de aislantes termoacústicos comercializados a nivel nacional.

Objetivo General

Proponer metodológicamente un aislante termoacústico a partir de Micelio, fique y heno, conformando una simbiosis convergente, frente al impacto ambiental y los beneficios que proveerá el aislante al confort térmico y acústico en torno a fibras actualmente comercializadas en Colombia.

Objetivos Específicos

1. Demostrar el óptimo desarrollo del micelio con el fique y heno, a partir del desarrollo micelial en las fibras y la coherencia nutricional en el cambio biológico de nutrientes entre fibras y micelio.
2. Realizar la composición del aislante termoacústico a partir de micelio, fique y heno, desde el confinamiento de moldes que estructuran la forma principal del aislante.
3. Examinar las propiedades de consistencia, conductividad térmica, densidad y atributos acústicos, para la estructuración bioclimática del aislante termoacústico a nivel teórico.
4. Formulación de documentos para generar un aporte investigativo de la composición de materiales para aislantes térmicos y acústicos.

Hipótesis

La investigación examina la posibilidad de formular físicamente un aislante termoacústico a partir de materiales totalmente sostenibles en el contexto colombiano, inspeccionando cada factor posible dentro de la conjunción comparativa entre materiales cualificados a nivel térmico y acústico, de la misma manera se verifica el proceso que podría establecer este aislante dentro del comercio colombiano, posibilitando la ejecución y distribución en espacios significativamente requeridos de confort térmico y acústico.

Ahora, ya que es posible discernir los alcances, es importante mencionar las posibilidades que abarcaría la aislante entropía a partir de los requerimientos que impera. En primera instancia esta la obtención de los materiales que lo compondrá, dirigiéndonos a una perspectiva comercial, en la que se entienden factores de producción , manufactura y comercialización de los tres materiales principales del aglomerado, paralelo a esta perspectiva se prevé el impacto comercial que llevara a cabo en la producción de fique dentro del sector Agroindustrial de Colombia, el ministerio de agricultura a partir de sus indicadores de 2018, describe el alcance que podría tener el Fique y la asistencia que el gobierno Colombiano provee al sector figuero (fenalfique, fedefique, cadefique).

El Micelio es un hongo, conocido como el organismo más grande del mundo, debido a sus asombrosas capacidades de evolución y crecimiento en ambientes determinados en el subsuelo terrestre; actualmente la cultura colombiana conoce su seta (fruto del micelio), (*Agaricus Bisporus*) o "champiñón", implementado en el comercio gastronómico como un insumo diario de los Colombianos, pero lo que no es persuasivo en la cultura Colombiana, es la capacidad estructural del Micelio como componente constructivo dentro del sector industrial; ahora, el cultivo y producción del Micelio para fines de materialidad compositiva, abriría el rango de posibilidades comerciales dentro del sector constructivo en Colombia, permitiendo el análisis de nuevos materiales y soluciones a indistintas problemáticas que pueda presentar el contexto.

Los hongos están por todas partes. En el aire, en el agua, en nuestro cuerpo, en los árboles, en el techo del baño, bajo tierra. Pueden tomar la forma de hongos (comestibles, medicinales, alucinógenos o muy venenosos), u otros más simples, como el moho. Pueden desencadenar enfermedades, pero también pueden producir remedios antibióticos, como penicilina, o ayudar a fermentar quesos y panes increíbles. ¿Y si te dijera que también pueden ser el futuro de los envases y los materiales de construcción? (Souza, 2020, párr. 1).

La investigación a partir de su metodología y estructura empresarial, hará un pronóstico de los sucesos que modificaría el cultivo del hongo en la comercialización agroindustrial de Colombia, clarificando sucesos de costos y tiempos de producción. El heno como componente del aislante Entropía, cumple ciertos factores de reverberación que serán examinados en la metodología del proyecto, esta fibra natural abre una tercera puerta comercial para la homogeneidad de los recursos que requiere el aislante termoacústico, aportando un nuevo proceso administrativo a nivel comercial y productivo en las actividades Colombianas, incrementado su productividad y desarrollo en el país; por lo tanto, incentivar estas tres puertas comerciales dentro de la cultura comercial de Colombia modificaría en cierta medida la manera en que se produce aislantes, y la manera en que impacta un material al ecosistema, ya que contamos con fibras totalmente biodegradables, se visualiza una perspectiva totalmente sostenible a partir de materiales naturales.

Marco normativo

La normativa modera los estándares necesarios para caracterizar la composición, en este caso, de un objeto que aísla acústicamente y térmicamente espacios. Su auge implica determinar valores mínimos para confortar el estado natural del aislante, y de la misma manera reglamentar el uso apropiado desde su fabricación hasta su uso constructivo. El marco normativo del proyecto *entropía* infiere el modelo administrativo como obtención de la materia prima, eficiencia acústica y eficiencia térmica, por ende es necesario comprender la normativa que rige el contexto colombiano sobre la manipulación de las fibras naturales como objeto comercial y conmutador del estado natural de la tierra, entiéndase como proceso de cambio en la naturaleza; al proyectar las siguientes normativas se puede planear y prever un proceso sostenible para el ecosistema y la operabilidad de proceso constructivo del *aislante termoacústico entropía*.

Acústica

Para determinar el enfoque normativo dentro del contexto colombiano, se priorizar la principal característica del aislante entropía a nivel acústico, denominado como reverberación (fenómeno producido por la energía sonora, donde simultáneamente genera reflexiones por el espacio), la precisión de este auge muestra las normas más relevantes para dictaminar un encuadre asertivo a la hora de certificar su eficiencia dentro de la problemática.

Protección, conservación auditiva y bienestar

De acuerdo con el Ministerio de Salud (MSP), en la Resolución 8321 de 1983 se dictamina una serie de normas sobre la protección, conservación auditiva y el bienestar de las personas, a consecuencia de la emisión de ruidos. En el capítulo II Artículo 17, pronuncia la prevención de molestias

auditivas, categorizando actividades y espacios como una premisa a tener en cuenta a la hora de construir un espacio; en la tabla 1 se hace mención específica de lo anterior:

Tabla 1

Nivel de presión sonora en personas (dB)

NIVEL DE PRESIÓN SONORA (DB)		
ZONAS PERCEPTORAS	DIURNO (07:01 - 21:00)	NOCTURNO (21:01- 07:00)
ZONA I, RESIDENCIAL	65	45
ZONA II, COMERCIAL	70	60
ZONA III INDUSTRIAL	75	75
ZONA IV, TRANQUILIDAD	45	45

Nota. En la anterior tabla se presenta la cantidad de dB (decibelios) en la que una persona está expuesta en las distintas zonas, los valores determinan el máximo permitido por la resolución 8321 de 1983. esta tabla fue modificada en las horas, 7, 5, debido a que la referencia no proporcionaba el valor, se redondeó el valor a partir del valor anterior y posterior a este. Adaptado de "Resolución 8321" 1983. (<https://bit.ly/30v06Wu>)

Estos datos especifican el nivel de presión sonora máxima permisible dentro de contextos que son determinados por sus actividades, la investigación hace énfasis en la zona residencial debido a el enfoque permisible para la investigación, sin embargo, las pruebas y ensayos plantearan una hipótesis donde se podrá analizar de manera general el impacto que podría tener en las otras zonas.

Para acertar en dicha hipótesis, se hace uso de los valores límites del ruido en zonas industriales. En la Resolución 8321 de 1983, art. 41 y 45, dictamina la duración diaria, que cada trabajador debe de estar expuesto frente a ruidos persistentes o intermitentes, por ende, la finalidad recae en el diseño preventivo para mitigar las molestias que podría generar estas zonas, la (ver tabla 2) presenta los valores permisibles en la exposición que se enfrenta un trabajador dentro de dichas zonas.

Tabla 2

Valores límites permisibles para ruido continuo o intermitente (dB)

VALORES LIMITES PERMISIBLES PARA RUIDO CONTINUO O INTERMITENTE	
HORAS	MAXIMA DURACIÓN DE EXPOSICIÓN NIVEL DE PRESION SONORA (dB)
8 horas	90
7 horas	91
6 horas	92
5 horas	93
4 horas	95
3 horas	97
2 horas	100
1 horas	105
30 min.	110
15 min. o menos	115

Nota. En la anterior tabla se expresa los estándares de ruido límites permisibles a partir de la resolución 8321, estos valores fueron examinados en trabajadores, expuestos de manera continua e intermitente a niveles de ruido. Adaptado de “Resolución 8321 de 1983”,2019. (<https://bit.ly/2GLJGIM>)

Estos valores serán objeto de estudio en el análisis de las pruebas realizadas por el sonómetro, para determinar su posible eficiencia dentro del contexto industrial.

Normas técnicas colombianas

Las normas técnicas colombianas son certificadas por la organización Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) bajo el Decreto 2269 (1993), encargado de promover seguridad, calidad y competitividad dentro de los mercados productivos del sector, este decreto provee una serie pasos desde la normalización técnica, certificación y metrología; y en el apartado más específico de medición, se abstrae los procesos más viables para la medición y obtención de datos, esto con el fin de atribuir un cronograma correcto para la medición acústica del aislante.

De acuerdo con Gobierno de Navarra, (2008) “En cuanto a la salud ocupacional, en Colombia no hay una normativa local (Gobierno de Navarra, 2008) que disponga las condiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores relativas a la exposición al ruido.” (como se cita en Casas, 2015, p. 217). Por ende, no se dispondrá de normas que clarifiquen este aspecto puntual, sin embargo, existen normas internacionales como: ANSI Z24.22 de 1957, ANSI S3.19 de 1974, ANSI S12.6 de 1984 y ANSI S12.42 de 1995 que referencia específicamente la calidad de los protectores auditivos, pero que se extralimitan a los alcances de aislamiento en paneles portantes como componente de un muro.

Norma técnica colombiana 4945

(acústica. medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. parte 5. mediciones in situ del aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas). Esta norma dispone específicamente sobre la forma en que debe ser medida la onda sonora de un aislante acústico en fachadas y elementos de fachadas, donde provee métodos de planificación.

En la tabla 3 se estipula la referencia requerida para acudir a cada método, descrita por capítulos a lo largo de la norma técnica.

Tabla 3

Métodos de paliación en áreas para la medición sonora

NO.	MÉTODO	REFERENCIA	RESULTADO	CAMPO DE APLICACIÓN
	PARA ELEMENTOS			
1	Altavoz	Capítulo 5	R'45º	Método preferido para valorar el índice de reducción sonora de elementos de fachada
2	Ruido de tráfico	Capítulo 6	R'tr,s	Método alternativo al N° 1 cuando hay ruido de tráfico de nivel suficiente
3	Ruido de trenes	Anexo D (informativo)	R'tr,s	Método alternativo al N° 1 cuando hay ruido de trenes de nivel suficiente
4	Ruido de aeronaves	Anexo D (informativo)	R'at,s	Método alternativo al N° 1 cuando hay ruido de aeronaves de nivel suficiente
GLOBAL				
1	Global con altavoz	Capítulo 5	Dis,2m,nT Dis,2m,n	Método alternativo a los N°. 6, 7 y 8
2	Global con ruido de tráfico	Capítulo 6	Dtr,2m,nT Dtr,2m,n	Método preferido para valorar el índice de reducción sonora de una fachada expuesta al ruido de tráfico
3	Global con ruido	Anexo D (informativo)	Drt,2m,nT Drt,2m,n	Método preferido para valorar el índice de reducción sonora de una fachada expuesta al ruido de trenes
4	Global con ruido	Anexo D (informativo)	Diat,2m,nT Dat,2m,n	Método preferido para valorar el índice de reducción sonora de una fachada expuesta al ruido de aeronaves

Nota. Esta tabla se puede usar para especificar el contexto y tipo de elementos por analizar, puntuando en la norma y capítulo para la distinción de herramientas y metodologías investigativas. Adaptado de "Norma técnica colombiana 4945" por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC], 2001. (<https://bit.ly/34ItHgn>)

En la tabla 3 representa la complejidad en la que un espacio puede ser intervenido por innumerables agentes que emiten ruidos, sin embargo se puede agrupar y categorizar cada agente difusor de ruido y poder establecer herramientas, por ejemplo, la norma Sound level meters CEI 60651:1979, Sonómetros, abarca el proceso de la debida utilización de sonómetros y sus alcances en

espacios delimitados, es ahí donde la investigación prioriza el uso de esta herramienta, debido al alcance que posee y la obtención de datos que provee a la metodología del proyecto.

Sonómetro

El sonómetro es una herramienta con la capacidad de generar una lectura en decibeles, la afectación que provoca un ruido transmitido por un emisor es interpretada por el sonómetro y caracterizada por rangos en decibeles, esta lectura nos permite plantear estrategias para mitigar la reflexión de ondas sonoras no deseables y de la misma manera un control de aislamiento acústico de un espacio. El sonómetro está avalado y controlado por la norma Sound level meters CEI 60651:1979, emitida por la Comisión electrotécnica internacional, esta norma establece los requerimientos que debe seguir los fabricantes de sonómetros para cumplir su eficiencia en la lectura de muestras.

Térmico

En Colombia existe una carencia normativa en la restricción de sucesos para el confort térmico en espacios construidos, sin embargo el Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial, cuenta con una serie de guías técnicas que asisten al desarrollo de viviendas de interés social, y por ende, determina y sugiere una secuencia de parámetros para mitigar el déficit de confort en dichas viviendas, desde la sostenibilidad bioclimática de la vivienda, hasta la rigurosidad de un material en dichos espacios. El ciclo de vida que debe estar parametrizado en cada material aplicado en la construcción se debe certificar por la norma ISO 14020.

ISO 14020 Etiquetas y declaraciones ambientales

Esta norma enfatiza un apoyo crucial para el comercio legal y sostenible dentro del mercado colombiano y más que una norma, también es un incentivo comercial sostenible, donde categoriza una serie de pasos para obtener una etiqueta ecológica.

Esta etiqueta ecológica es para un determinado producto que aporta significativamente aspectos ambientales durante todo su ciclo de vida y también para servicios con los mismos fines sostenibles, la norma ISO 14020. El Minambiente (2011), Capítulo IV, en La cartilla número 2, los materiales de la construcción de viviendas de interés social, menciona algunos de los parámetros ambientales considerados para realizar el análisis del ciclo de vida de los materiales, son:

1. Agotamiento de los recursos: materiales pétreos agua, energía, etc.
2. Salud humana: efectos derivados de emisiones tóxicas, impactos de la salud durante el proceso de manufactura.
3. Contaminación global y regional: calentamiento global, destrucción de la capa de ozono.
4. Impacto sobre animales y vegetación: diversidad biológica (p. 18).

Esta cartilla contempla de manera significativa la importancia de las etapas del ciclo de vida de los materiales (extracción, manufactura, transporte, construcción, uso y mantenimiento, reciclaje, disposición de desechos), donde hace una serie de sugerencias normativas por cada apartado, para contemplar a la hora de comercializar y disponer de un producto sostenible.

NFPA 1801-2018 Cámara termográfica

La cámara termográfica es la principal herramienta para el análisis cualitativo y cuantitativo a nivel térmico del aislante entropía, denominada por la norma NFPA 1801-2018 (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego) para termografías en cuanto calidad de imagen, usabilidad y disposición de un elemento físico (*aislante entropía*), frente a fenómenos térmicos.

UNE-EN ISO 7730:2006 - Ergonomía del ambiente térmico

Esta norma categoriza el confort térmico como una condición mental que manifiesta satisfacción con el ambiente térmico del lugar, debido a la gran variedad en satisfacción individual que existe en cada persona, es imposible encontrar un rango directo de lo que signifique confort térmico que satisfaga a todos, sin embargo la norma propone conseguir el mínimo número de personas insatisfechas, en donde plantea tres índices para describir la tasa de satisfacción en el ambiente térmico (International Organization for standardization [ISO],2006).

Fibras

En Colombia se persevera por la conservación ecológica de sus ecosistemas vivos, por ende, el Ministerio del Medio Ambiente, dictamina una serie de normas que permiten el uso exclusivo inteligente de fibras dentro del sector constructivo desde una perspectiva ambiental.

Resolución 1083 del 4 de octubre de 1996

Esta resolución ordena el uso de fibras dentro de la construcción, obras, proyectos o actividades con objeto ambiental, a partir de sus consideraciones se estipula alcances de las fibras dentro del uso adecuando y su manipulación dentro de obras civiles.

Que la ley 99 de 1993, otorga al Ministerio del Medio Ambiente la facultad de dictar regulaciones de carácter general tendientes a controlar y reducir la contaminación geosférica, hídrica, del paisaje, sonora y atmosférica, en el territorio nacional. Según la Resolución 1083 (1996).

Que las fibras naturales presentan ventajas ecológicas como la biodegradabilidad o capacidad de las sustancias de reintegrarse en los ciclos biológicos naturales del suelo y del agua; que aporta al suelo nutrientes mayores y menores; que ayuda al crecimiento de la

vegetación y que actúa como material facilitador para la germinación y el desarrollo vegetativo (p. 1).

Artículo 2: la autoridad ambiental competente, con base en los estudios ambientales presentados, podrá autorizar que en ciertas áreas del respectivo proyecto, obra o actividad se utilicen de manera alterna fibras diferentes a la natural. (p. 1).

Marco referencial

La perspectiva del proyecto entropía converge en la idealización y construcción a partir de teorías bioclimáticas y de sostenibilidad que alimenten la estructura ideal del aislante termoacústico que pretende combatir el déficit térmico y acústico que afecta zonas determinadas en el contexto nacional colombiano; a partir de este inicio, podemos discutir los conceptos que se extraen de las principales teorías.

Para determinar las teorías se demarcan en tres grandes grupos. El primero está dirigido a entender el fenómeno físico del sonido, debido a que es necesario caracterizar cada uno de sus comportamientos en la naturaleza, Federico Miyara (1999), ingeniero Electrónico demostró a partir de su libro *Acústica y Sistemas de Sonidos*, en sus primeros 5 capítulos, la capacidad que tiene el sonido como una onda de energía en espacios confinados por materia, desglosando posibles situaciones en la que la energía sonora impacta sobre dicha materia, y de forma matemática y física situar el proceso consecutivo a las situaciones presentadas.

Esta energía de alguna manera se disipa a lo largo del tiempo y el espacio, ahí es donde Entropía hace un análisis minucioso del comportamiento de la energía sonora y como este se puede disipar de manera más eficiente, a nivel temporal y espacial, en un lugar construido.

La discusión comienza a partir de las siguientes premisas, la primera es la elección correcta de los materiales que favorecen la pérdida energética del sonido y de la misma manera la disminución de la reverberación, la segunda es el análisis de distintas situaciones y como el aislante termoacústico ayudara al confort de las personas quienes lo habitan.

El segundo gran grupo entiende el fenómeno físico del calor, donde esta energía se comporta de una manera más caótica, debido a su composición molecular y como interfiere con el espacio, por ende es necesario mirar cómo se comporta esta energía en espacios, la discusión inicia en si el Fique como material primordial para reflexión y concentración calorífica, funciona de manera eficaz como aislante

térmico en momentos deseados y como contenedor de energía calorífica en momentos que se necesite dentro de las edificaciones.

El tercer grupo analiza las capacidades del Micelio (hongo utilizado como adhesivo natural en el aglomerado de fibras de fique y heno, prensadas y endurecidas con un aglutinante)

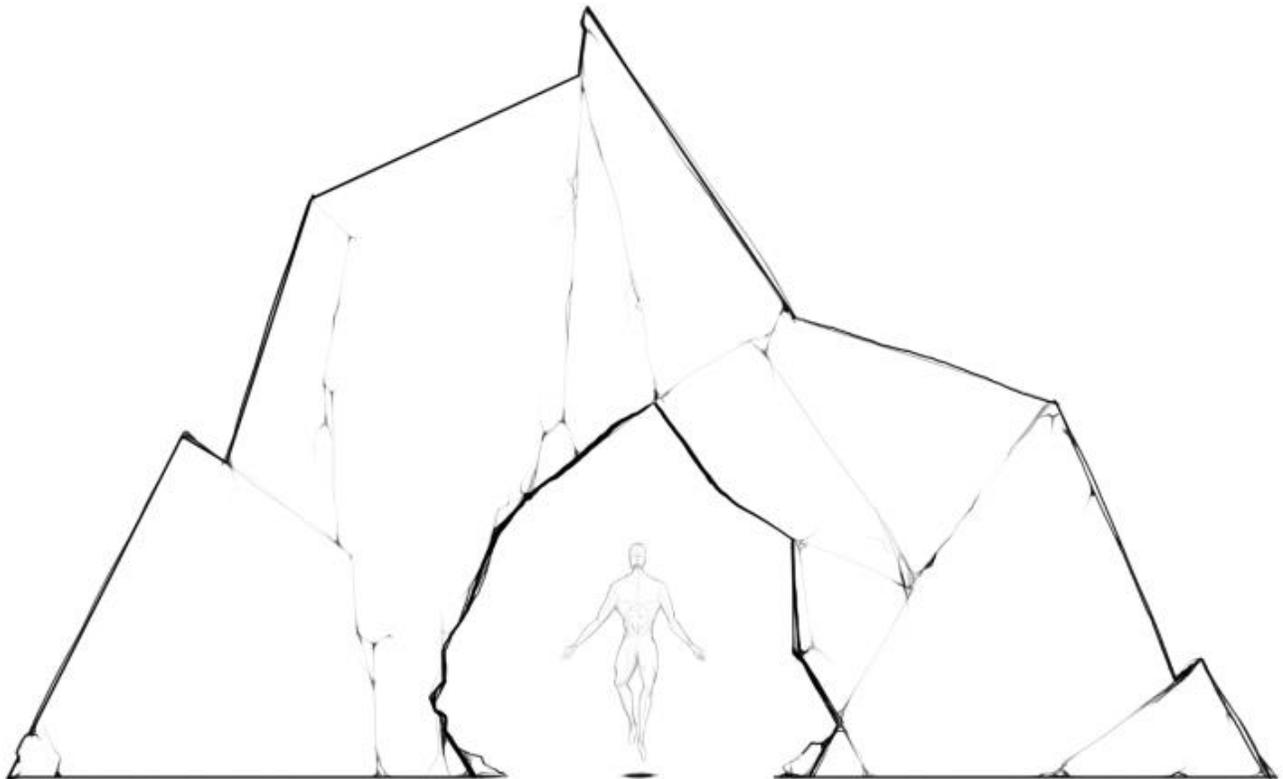
CAPÍTULO I: Aislantes

Los materiales aislantes desde tiempos inmemoriales, son la esencia en el mundo de la construcción, porque gracias a ellos se puede lograr alcances de fruición en necesidades psicológicas, fisiológicas e incluso físicas, dentro del ecosistema que el ser humano ha elaborado a lo largo de su historia, una vez que se puede deslindar el propósito de la materialidad de los aislantes, se puede caracterizar y categorizar la capacidad corpórea del material dentro de las actividades cotidianas del ser humano, esto quiere decir que la materia puede trabajar en función de nuestras necesidades. Entropía dentro de su filosofía, establece “sincretismo biológico”, a través de las sensaciones metabólicas del ser humano y la energía en la que se expresa cada material revelado en la naturaleza, dictaminado la arquitectura como un proceso de relación entre un receptor, aislante y emisor.

Desde la antigüedad el ser humano a buscado y transformado la materia a conveniencia de sus necesidades, tratando de resguardarse de su entorno, ya que ciertos parámetros producen en su ser un infort, por ende, selecciona los materiales más óptimos que contrarresten las determinantes impuestas por el contexto. Palomo (2017), abarca una gran cantidad de análisis en materiales sintéticos y naturales, categorizándolos a partir de su origen y los beneficios que proveen estos materiales a la construcción, uno de los alcances pertinentes del aislante Entropía es acoplar y comparar su eficiencia a nivel bioclimático dentro de un espacio a diferencia de los materiales utilizados actualmente en construcción, como lo son polímeros y fibras naturales.

Figura 1

La complejidad del ser con su entorno.

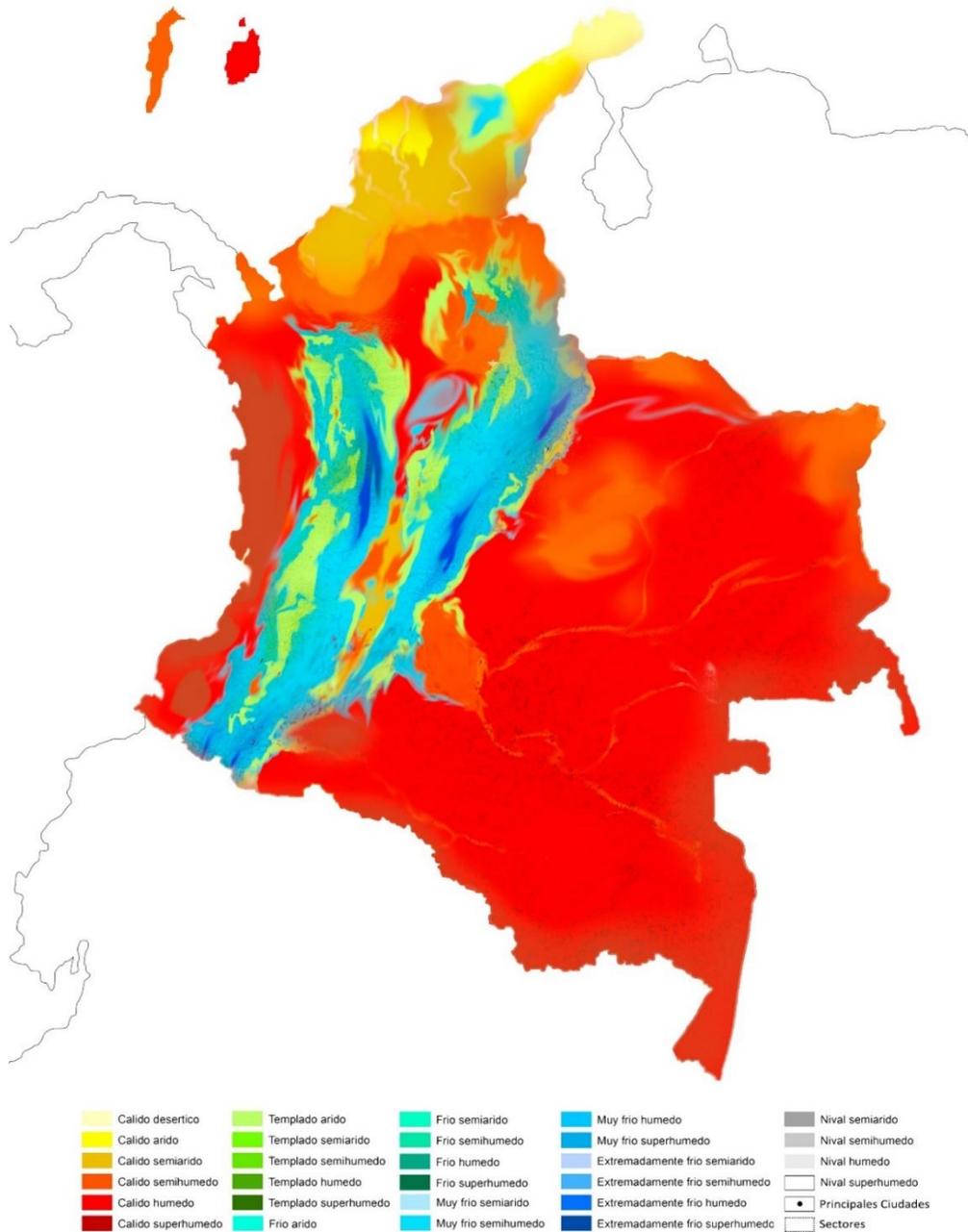


Nota. La ilustración gráfica representa la sensibilidad humana a partir de las emisiones de su contexto rudimentario, rescatando las propiedades naturales de la materia y la armonía que posee al confort. Elaboración propia.

CAPÍTULO II: Confort Higrotérmico

Figura 2

Temperatura media anual en Colombia



Nota. La ilustración representa la distribución media anual de temperatura en Colombia, El promedio multianual se mide del periodo 1981 – 2010, su proyección fue con base a Gauss. Adaptado de “Temperatura media mensual Colombia 2014” por Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. S.f. (<https://bit.ly/3jXbdPI>)

En Colombia existe una gran variedad de rangos climáticos debido a su posición geográfica en el mundo, al estar paralelo a la línea del ecuador provee características apropiadas para la vida de ecosistemas enteros, al ser tan “estable” su cambio climático natural, permite proliferar la vida en el subsuelo terrestre. Su topografía determina una cierta área del suelo colombiano, exaltando monumentales cerros y su demarcada cordillera, estas características dividen una gama de fenómenos climáticos, albergando áreas de menor temperatura en sus picos más altos, y resguardando la humedad en áreas cóncavas, estos y muchos más fenómenos se enfrenta la actividad humana. Sin embargo, el ser humano determina su entorno a partir de sus sensaciones, pensamientos e ideologías, obligándolo a acomodar su entorno satisfaciendo sus necesidades.

El hombre siempre se ha esforzado por crear un ambiente térmicamente cómodo. Esto se refleja en las construcciones tradicionales alrededor del mundo desde la historia antigua hasta la presente. Hoy, se crea un ambiente térmicamente cómodo todavía es uno de los parámetros más importantes a ser considerado cuando se diseñan edificios (Chávez, 2002, p.20).

Esencialmente un hombre califica un espacio confortable, si no siente ningún tipo de incomodidad, donde implica toda la red sensorial de su cuerpo, dando respuesta a caídas térmicas y por la cual son percibidas por la piel, Chávez (2002) afirma que cuando ocurre este suceso, la red sensorial transmite impulsos al hipotálamo, y con el aumento de temperatura de igual forma se incrementan los impulsos; a esta red de sistemas se le conoce como la base fundamental para evaluar el ambiente térmico. Un factor fundamental para entender la pérdida de calor en el ser humano por actividad ejercida, es la calificación metabólica en la pérdida de energía en el cuerpo. Él brinda el siguiente calculo: Para medir el metabolismo, normalmente evaluado en Met. (1 Met. = 58.15 w/m² de superficie del cuerpo), donde normalmente un adulto promedio posee 1.7 m² y una persona en el confort térmico con un nivel de actividad de 1 Met. tendrá una pérdida de calor aproximadamente de 100 w.

De manera conceptual se percibe que la energía del ser humano influye directamente al contacto de la temperatura exterior, donde permite enfocarse a los parámetros físicos del ambiente. Es pertinente mencionar que el ser humano no siente la temperatura, si no, la pérdida de energía del cuerpo.

Tabla 4

Parámetros del ambiente

t_a	Temperatura del aire	°C
T_r	Temperatura media radiante	°C
V_a	Velocidad del aire	m/s
P_a	Humedad	Pa

Nota. La influencia de los anteriores parámetros, son de vital importancia para un análisis térmico de un espacio determinado. Tomado de " Zona variable de confort térmico " por F. Chávez del Valle. 2002. (<https://www.tdx.cat/handle/10803/6104>)

En la tabla 4 se distingue los parámetros físicos del ambiente, que proveen la iniciativa de la sensación térmica en espacios confinados. Esto quiere decir que para evaluar nuestro entorno técnicamente, es necesario tener los datos paramétricos físicos del ambiente e indagar las posibilidades térmicas que se puede brindar desde el diseño.

Sin embargo, estos patrones físicos nos son los únicos influyentes para atemperar la sensación térmica, también es necesario proyectar los siguientes parámetros: materialidad del lugar, muros, techos, ventanas etc. Todos trabajando en conjunto para mejorar la integridad mental del ser humano a nivel emocional. Ahora para entender la importancia directa que tiene el clima en el diario a vivir de las personas es importante determinar la materia que confina dichas actividades, y por la cual dispone directamente fenómenos climáticos menores que perjudican la sensación de los espacios. Por ende, se habla de la materia.

A partir de esto la arquitectura a lo largo de su historia ha implicado reflexiones profundas en la manera que debe estar compuesta materialmente el diseño, en esta búsqueda hemos fallado en la integridad simbiótica que tiene la materia prima con el ecosistema inmenso del planeta, afectando en gran porcentaje anualmente su proliferación natural desde las actividades de la construcción, por ende como profesionales en la construcción de espacios y visionarios del futuro, debemos éticamente mantener esta simbiosis de la materia prima y ecosistemas, desde la interpretación del mismo.

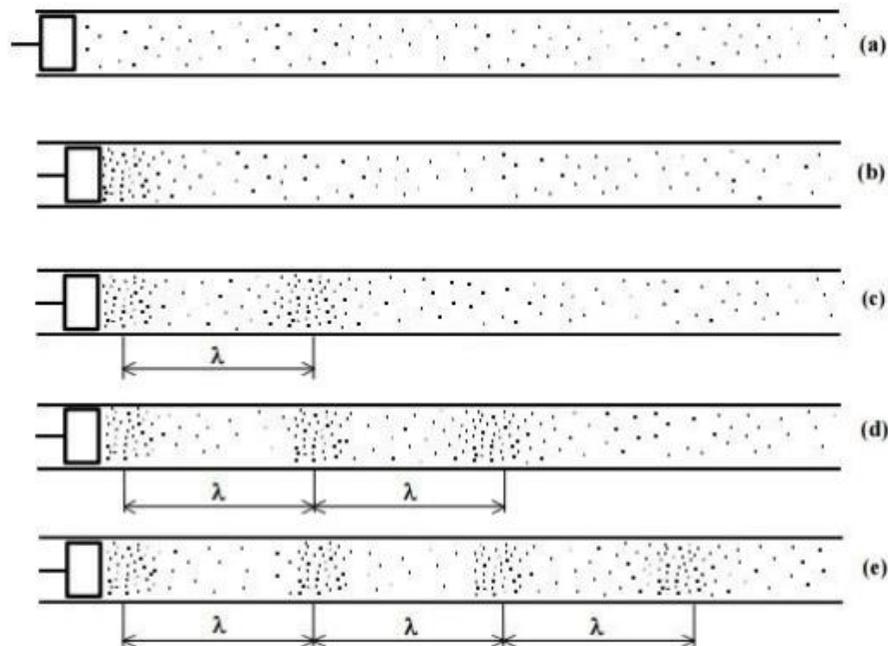
Indagar la relación que existe en estas dos premisas, permite enfocar directamente las propiedades que puede albergar un material que en la actualidad es un residuo agrícola,

CAPITULO III: Confort acústico

La naturaleza del sonido se expresa a través del tiempo, debido a un fenómeno natural de agitación térmica propagada en un equilibrio caótico y dinámico de pequeñas moléculas en el espacio, estas partículas cuentan con una particularidad, y es que están homogéneamente repartidas en el aire como si existiese una determinante que las limita a tocarse entre sí, ahora, el sonido consiste en una energía que se propaga y genera una perturbación en el aire direccionándose al mismo sentido donde fue aplicada la fuerza. Según Miyara (1999) esta onda cuyo radio inicialmente fue compacto y lleno de energía mientras se desplaza en el tiempo va aumentando su radio y perdiendo energía progresivamente

Figura 3

La complejidad del ser con su entorno.



Nota. Ilustración gráfica del sonido a través del tiempo, con una consecuencia de perturbaciones repetitivas. Tomado de: "Acústica y Sistemas de Sonido" por F. Miyara. 1999. (<https://bit.ly/2HJeZxJ>)

En la figura 3, gráficamente se puede apreciar como la onda incidente de energía intercepta el espacio y modifica la ubicación molecular de las partículas en el aire, por lo tanto, podemos apreciar otro fenómeno importante para el sonido; la longitud de onda, es la distancia que existe entre una perturbación y otra, al ser sucesivas en el tiempo es importante clarificar este término en la reverberación acústica debido que se puede deslindar la capacidad porosa en un material, y de forma homogénea estudiar la capacidad en que la materia, puede disminuir en gran proporción la propagación de la energía sonora.

La velocidad del sonido depende esencialmente del contexto, estas ondas se propagan a una velocidad C a una temperatura de 23°C , equivalente a: ($C= 345 \text{ m/s}$, $C= 1242 \text{ km/h}$), cabe resaltar que la velocidad varía en una mínima intensidad con la temperatura, aproximadamente un 0.17% , por lo tanto es pertinente para concluir un índice de confort acústico en espacios reclusos, implorar por un análisis del contexto en el que se recluirá la investigación, al verificar la variedad térmica de un espacio de convivencia habitual este factor no incide a un cambio, por ende se puede manejar los mismos parámetros que justifica Miyara en su libro acústica y sistemas de sonido.

La velocidad es un factor que prevalece a lo largo del tiempo y permite que dicha onda expansiva de energía, reverbere en conjunto de otras ondas emisivas por el espacio. Este fenómeno lo podemos distinguir como ruido (que es esencialmente, la premisa a solventar por un aislante acústico); la reflexión y propagación simultánea de ondas de energía acústica diluyen la intención principal del emisor, haciendo del lugar un espacio de difícil comunicación, por ende es concerniente caracterizar cada suceso importante dentro de la onda emisiva; El periodo es el tercer parámetro para lograr medir del sonido, principalmente acude a enumerar la duración en que perturba el espacio entre una onda y otra. En donde el ser humano logra percibir sonidos audibles en un rango de $0,05 \text{ ms}$ (sonidos agudos) y 50 ms (sonidos muy graves).

Ahora para lograr cualificar la cantidad de perturbaciones por segundo se requiere examinar la frecuencia, en donde es expresada por Hertz (Hz), llamada así en honor a Heinrich Hertz, dicho de otra manera, los Hz son las frecuencias audibles por segundo, 20.000 Hz (sonidos agudos) y 20 Hz (sonidos graves). Por último, probablemente el parámetro que determinara la eficiencia del aislamiento acústico en la presión en la que se genera dicha energía, conocida internacionalmente, esta unidad se expresa en Pa (pascales), en donde la presión audible para el ser humano varía entre 0.00002 Pa y 20p.

(Miyara,1999)

Psicoacústico

Esta rama, se encarga de estudiar la percepción del sonido, es decir como el oído y el cerebro procesan la información de tal manera que logra reconocer patrones y de la misma manera responder a ellos, congregando a componentes propios del ser humano, como lo es las sensaciones, el sonido de esta manera se puede estudiar a partir de:

Altura: los sentidos distinguen los graves y los agudos, diferenciando los sonidos en una escala musical (relacionada con la frecuencia). Sonoridad: sonidos fuertes y débiles (relacionada con la amplitud). Timbre: en este apartado el cerebro clasifica las cualidades del sonido, como los instrumentos y voces (relacionado con el espectro, posibles envolventes). Se puede concluir que el estudio psicoacústico aporta valor agregado a la intención de prevalecer el confort dentro un área delimitada, ya que entropía al examinar los factores que interfieren a nivel neurológico en el ser humano, la psicoacústica a nivel teórico enriquecería la arquitectura y a nivel técnico daría importancia a la construcción de aislantes acústicos en espacios arquitectónicos.

Reflexiones

En la arquitectura, podemos concebir las reflexiones como un fenómeno natural en la cual interactúa un emisor y un receptor, que al colisionar con materiales a lo largo de su trayectoria disminuye su intensidad y capacidad de ser audible por el ser humano; la arquitectura se enfoca en diseñar precavidamente sus intenciones independientemente de la necesidad de los usuarios. Es muy importante tener en cuenta este tipo de fenómenos dentro del diseño debido a su gran impacto de vivencia sensorial por el usuario, pero aún más cuando se trata de confort y habitabilidad, ahora la reflexión es el auge principal a indagar a la hora de planificar, si diseñáramos para un restaurante un espacio de convivencia social, donde posiblemente la comodidad de tener una conversación agradable, será nuestra intención final dentro de la planificación, sin pormenorizar factores estéticos y funcionales que le compete a la arquitectura demostrar.

Figura 4

La reflexión del sonido

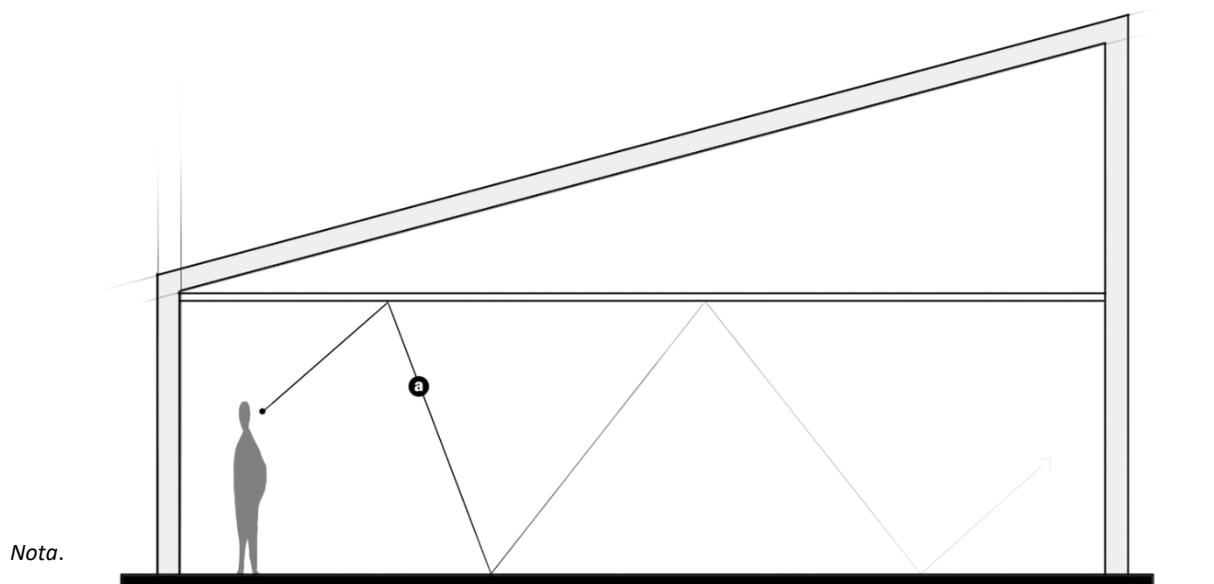


Ilustración gráfica del sonido a través del espacio, como consecuencia, el impacto energético de la onda del sonido sobre las superficies. Elaboración propia.

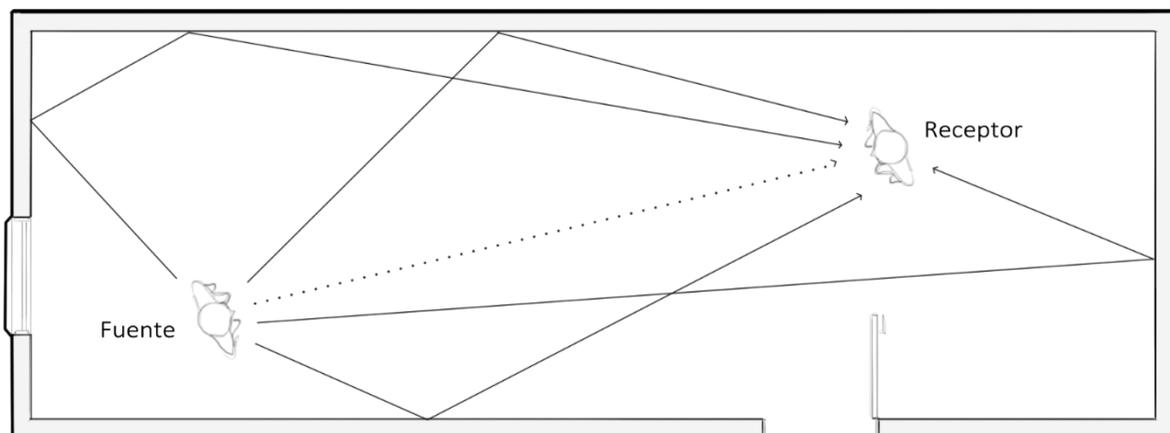
“Arquitectónicamente, la ambiencia se puede lograr por un cuidadoso diseño que involucra trazar, sobre un plano de sala, “rayos” acústicos” (Miyara,1999, p. 45). Actualmente, por medio de programas se puede revisar y tomar mejores decisiones para cada eventualidad constructiva, pero las herramientas nos han demostrado que la eficiencia acústica depende del material por el cual impacta el sonido; por ende, la elección determinará la comodidad en la que se habitará el espacio.

Reflexiones tempranas

La reflexión temprana, es probablemente el ítem principal que determinará un espacio confortable acústicamente, debido a que, si es construido en situ, de tal manera que exista un espacio que amplíe el tiempo de reflexión, muy probablemente se distinguirá por el oído el tiempo de diferencia que exista de una reflexión a otra, por lo tanto, se generará eco dentro del lugar haciendo de este espacio determinado, por términos descriptivos, un espacio desolado.

Figura 5

La reflexión temprana del sonido



Nota. La expresión gráfica representa reflexiones del sonido dentro de una habitación. a) la fuente que emite el sonido, dispersa por el espacio tiempo una onda de energía que viaja a través de él. b) la línea punteada demarca el sonido directo emitido por la fuente. c) las líneas llenas representan una de las posibles reflexiones tempranas que se puede emitir a partir de la fuente, con la diferencia de tiempo que tiene con la reflexión directa. Elaboración propia.

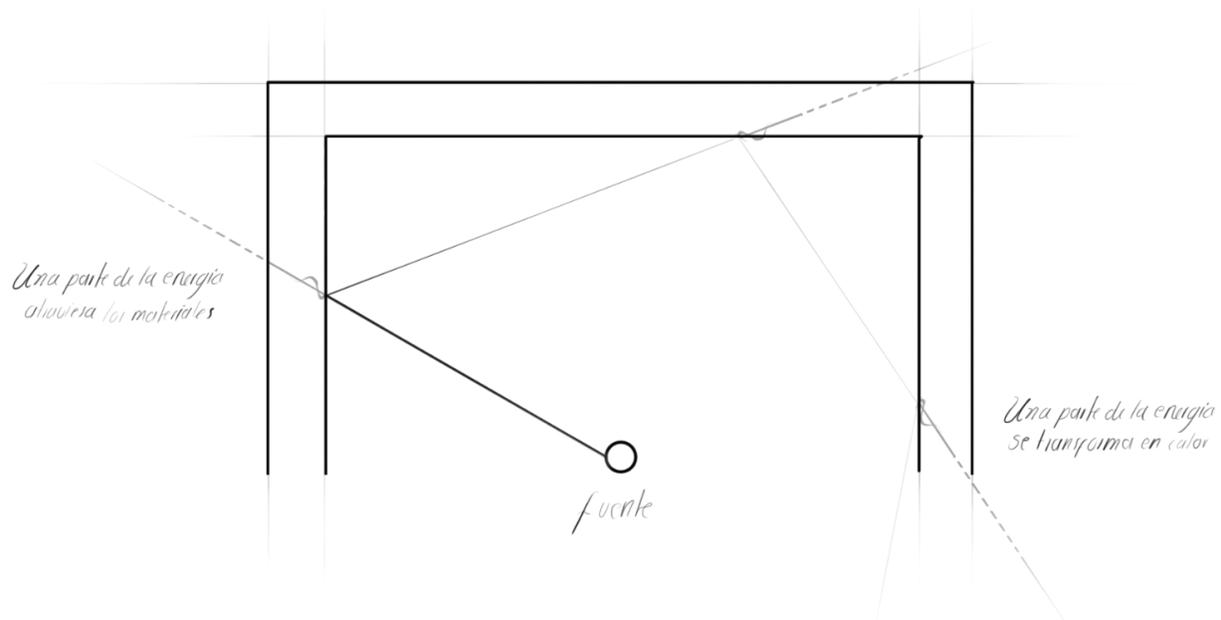
Perfectamente este fenómeno no será percibido si existe varios objetos dentro del lugar que disminuyan su intensidad energética y sea totalmente inaudible. Pero esto no deja de ser perceptible si el lugar es determinado por una altura desproporcionada, que alimente el tiempo de reflexión en el espacio. Pero es en este determinado punto donde la materialidad dispone de sus cualidades y favorece al lugar, sin importar las dimensiones en las que este determinado dicho lugar, un material con porosidad efectiva, podrá disminuir en su interior, la mayor capacidad de energía sonora, impidiendo que salga de ella suficiente energía para reflexionar en otra superficie y ser escuchada por el receptor, a tal punto, la onda de energía será tan mínima que será desapercibida por este. Siendo conscientes de la capacidad que puede brindar los materiales con cualidades excepcionales, la arquitectura puede ser más vivencial y apropiada para el gusto emocional.

Reverberación

La reverberación como fenómeno acústico, estudia la disipación de energía colisionada en los materiales, donde determina y categorizando cada uno de los materiales con cualidades que posee a nivel microscópico, discerniendo en lo más y menos favorable para cada lugar, lo cual según Miyara (1999), no lleva a definir el coeficiente de absorción sonora, como cociente entre la energía absorbida y la energía incidente. En la indagación de materiales es muy importante la energía absorbida debido a su comportamiento acústico dentro del material, esto definirá como el sonido se comportará a nivel de confort, por lo general los materiales más duros, como el hormigón o la piedra, son materiales muy reflectantes, por lo tanto, su coeficiente de absorción sonora será mínima.

Figura 6

Disminución de la energía, reverberación



Nota. la ilustración representa una reflexión posible dentro de un espacio delimitado por el espacio, la intención primordial está situada en el alcance de esta onda al impactar por dicho material delimitante. a) la fuente emite un sonido, viaja a través del espacio e impacta en una superficie categorizada por materialidad. b) parte de la energía emitida por el sonido se transforma inicialmente en calor. C) estas reflexiones al impactar numerablemente por objetos en el espacio van perdiendo su energía inicial, disminuyendo su intensidad y volviéndose cada vez más inaudible. D) parte de esta energía logra atravesar dicha materialidad y ser audible, dependiendo de la densidad del material, así mismo será la intensidad sonora. Elaboración propia.

Ahora, para ver los alcances del *aislante entropía* dentro de los factores acústicos, se indaga e investiga la capacidad que provee materiales actualmente comercializados como aislante acústico, caracterizando la capacidad de absorción en función de la frecuencia acústica, la disposición eficiente del material depende del contexto enfrentado, por ende, se mide en 6 espacios distintos a partir de la fórmula de Sabine.

$$T = 0,161 \cdot V / \alpha \cdot S$$

T: tiempo de reverberación

V: volumen de la habitación en m³

S: Área de la superficie en m²

α : Coeficiente de absorción sonora

Esta fórmula definirá la capacidad en la que el material por su composición disminuirá a través del tiempo la intensidad de la energía, hasta llegar a 60 dB (por debajo de esta intensidad, la sensación del oído ante este fenómeno sonoro es completamente nulo, por ende, es inaudible) sin embargo si los materiales no poseen la capacidad de disminuir la energía en la primera reflexión, acudirá al fenómeno de las reflexiones tempranas, hasta extinguir totalmente la onda sonora.

Tabla 5

coeficiente de absorción a la frecuencia

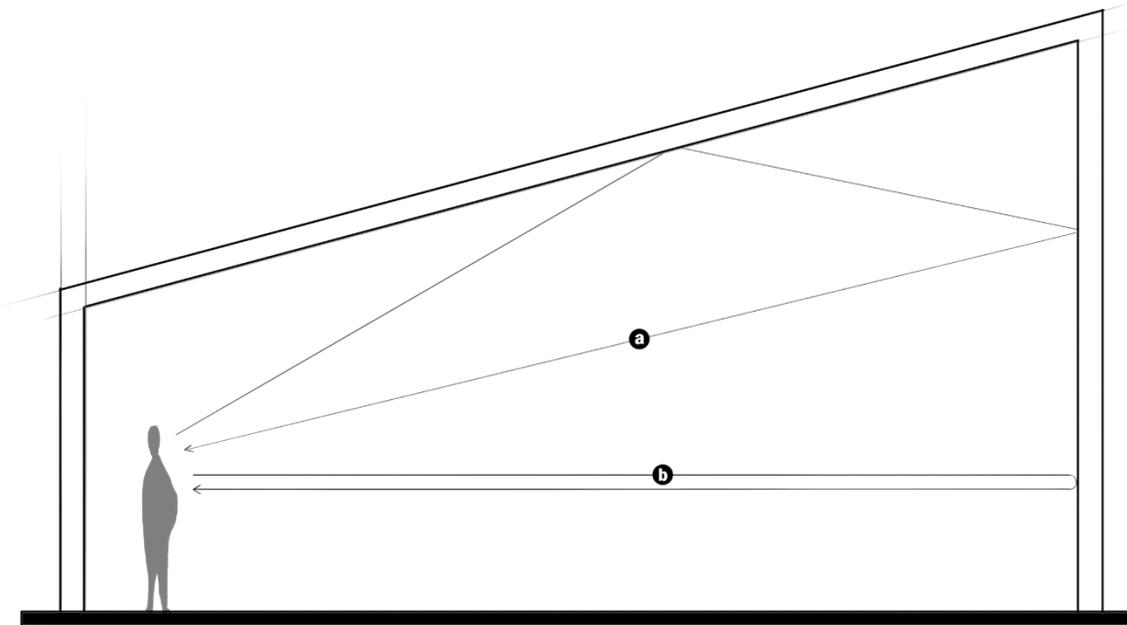
MATERIAL	COEFICIENTE DE ABSORCIÓN α A LA FRECUENCIA					
	125	250	500	1.000	2.000	4.000
Espuma de poliuretano (Fonac) 35 mm	0,11	0,14	0,36	0,82	0,90	0,97
Espuma de poliuretano (Fonac) 75 mm	0,17	0,44	0,99	1,03	1,00	1,03
Espuma de poliuretano (Sonex) 35 mm	0,06	0,20	0,45	0,71	0,95	0,89
Espuma de poliuretano (Sonex) 75 mm	0,13	0,53	0,90	1,07	1,07	1,00
Lana de vidrio (Fieltro 14 kg/ m ³) 25 mm	0,15	0,25	0,40	0,50	0,65	0,70
Lana de vidrio (Fieltro 14 kg/ m ³) 50 mm	0,25	0,45	0,70	0,80	0,85	0,85
Lana de vidrio (Panel 35 kg/ m ³) 25 mm	0,20	0,40	0,80	0,90	1,00	1,00
Lana de vidrio (Panel 35 kg/ m ³) 50 mm	0,30	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00
Madera en paneles (a 5 cm de la pared)	0,30	0,25	0,20	0,17	0,15	0,10
Madera aglomerada en panel	0,47	0,52	0,50	0,55	0,58	0,63
Hormigón sin pintar	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04
Mármol o azulejo	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Vidrio	0,03	0,02	0,02	0,01	0,07	0,04

Nota. En la anterior tabla se extrae información significativa en la eficiencia de absorción acústica por cada material dispuesto como aislante acústico y comparado con la capacidad de reverberación del *aislante entropía*. a) los valores involucrados en la segunda fila de la columna 2 a la 7 hace referencia a la energía incidente, y los valores de la fila 3 entre la columna 2 a la 7 hacen referencia a la energía absorbida. b) entre mayor sea el número en la energía absorbida, mayor la capacidad de reverberación de un material. Adaptado de: "Acústica y Sistemas de Sonido" por F. Miyara, 1999. (<https://bit.ly/2HJeZxJ>)

Las reflexiones, por naturaleza presentan un suceso particular entre la materia receptora y la energía emisora (sonido dicha energía colisiona con la superficie y se redirecciona en el espacio, ahora un aislante acústico acude a caracterizarse en esta instancia, debido a que, si su porosidad y densidad molecular es apropiada, será capaz (cuando la energía colisione en su superficie) de minimizar la presión de esta energía y reflexionarla en el espacio con menor densidad. Este portento es tecnicado como absorción sonora.

Figura 7

Existencia de ecos y resonancias



Nota. En esta ilustración se puede identificar un espacio modulado por una forma determinada, e independientemente de su forma causa un fenómeno conocido como es el eco, otorgado por la primera reflexión y las posibles reflexiones tardías. Elaboración propia. a) esta primera reflexión al definir su trayectoria más distante que la otra, tardará más en ser recibida por un emisor. b) este trayecto muestra la reflexión más próxima y por ende la menos tardía al atravesar el espacio. c) este fenómeno es causado gracias a la diferencia de tiempo que existe entre las reflexiones y la capacidad del oído en escuchar la diferencia sonora entre cada reflexión. Elaboración propia.

Este fenómeno no frecuente en espacios habitacionales, de vivienda comercio e industria, debido a que por lo habitual estos espacios están dotados de innumerables objetos (mobiliario, personas, texturas, materiales e incluso fenómenos climáticos) que intervienen en la onda espacial que se requiere para generar el eco, sin embargo, en los espacios que se presenta este fenómeno, se debe primar la porosidad y eficiencia de los materiales si se desea un confort acústico de dicho espacio.

Gracias a las investigaciones ya realizadas en fibras naturales frente a la eficiencia de confort acústico en la arquitectura (ver Capítulo I aislantes) se puede persuadir en la capacidad de estas fibras y generar una hipótesis (ver hipótesis) enfocada en la eficiencia y posibles relaciones simbióticas que generé el micelio con las fibras, esto quiere decir que de acuerdo a la composición biológica del micelio se obtiene una gran probabilidad de aumentar la energía absorbida de la energía incidente dentro del coeficiente de absorción α .

CAPITULO IV: Fique

El fique es originalmente de América tropical, sobre todo en la región andina de Colombia, y par de la cordillera en Venezuela, a partir de este lugar se difundió hacia la costa Oriental de Brasil y luego a todas las Antillas. En Colombia crece espontáneamente en la Hoya del Rio Dagua, Valle del Cauca, donde la mata de fique se puede ver fácilmente en los montes junto con otras especies de gramíneas, cactus o “curadores de un suelo seco”. Las especies que actualmente son cultivadas en el territorio nacional son de origen científico *Furcraea gigantea*, conocidas normalmente como tunosa común, Fique Tunosos, Pitera y pita en Brasil, aloe y creole en Mauricio. (Martínez, 2002; Ministerio de Ambiente [Minambiente] 2002.

La fibra de Fique se obtiene de una planta de la familia Agavaceae, es originaria de América tropical, de la cual existen muchas especies emparentadas con el Yute. De grandes importancias económica desde tiempos precolombinos y debido a la variedad de especies se obtienen fibras con alta resistencia, la cual influye en la fabricación de cuerdas y empaques. (Muñoz & Cabrera, 2007, p. 10).

CAPITULO IV: Heno

El heno es hierba, de gramíneas o de leguminosas, cortada, seca y utilizada como alimento para los animales. Las flores de pasto también suelen ser parte de la mezcla. Las plantas que se utilizan comúnmente para el heno incluyen el ballico italiano (*Lolium multiflorum*) y el ballico (*L. perenne*), con mezclas de otras hierbas y tréboles (rojo, blanco y subterráneo). Aleph (2021, p.1)

La avena, la cebada y el trigo también suelen formar parte del heno. En muchos países, la alfalfa constituye un heno de calidad superior, para el ganado bovino y los caballos. Wikipedia (2021, párr. 1)

Sin embargo, la composición en el contexto colombiano, no es ajeno a esta composición mencionada, debido a que esta mixtura la caracteriza tipos de hierbas ("*grass*") tamo de trigo, tamo de cebada, tamo de maíz, trigo y algunas otras especies pertenecientes de la misma familia.

Por efecto del crecimiento del hongo en el heno de Transvala, el consumo de MS de este material se puede incrementar en 0,8% a 2,6 de PV. La mejoría en el consumo del heno, genera otra opción de uso de este material forrajero, el cual entonces puede el empleado como sustrato para el crecimiento del hongo y luego como alimento para rumiantes, con la ventaja de que también se obtiene un producto con alto valor nutricional para el ser humano como es el hongo ostra. WingChing (2009, p. 151)

De acuerdo a WingChing (2009), el heno, debido a su composición nutritiva y su crecimiento biológico a lo largo de su vida, aporta significativamente componentes nutritivos en su estructura molecular a la producción de setas comestibles de *Pleurotus Ostreatus*; si se infiere directamente a la investigación de *entropía*, el hongo utilizado en la investigación de Wing es directamente la misma especie, por ende, la similitud es de gran aporte. Ahora, el micelio crece de manera asertiva y constante

cuando se realizan las pruebas nutricionales dentro de la composición física del aislante *entropía*, dando veracidad y certeza a la investigación realizada; por otra parte, el heno debido a su composición originaria, constituye similitudes en los nutrientes biológicos del mismo, por ende, se establece tablas nutricionales de crecimiento similar en ambos procesos y se enmarca la fidelidad del crecimiento micelial dentro de las fibras de heno. Se concluye y se verifica el crecimiento óptimo del micelio dentro de las fibras se realiza pruebas de resistencia rudimentarias dentro de la metodología de entropía para establecer las capacidades técnicas de un aislante.

CAPITULO IV: Micelio

Los hongos son parte fundamental de los ecosistemas vivos, tanto vegetal como animal, se encuentran en todos lados desde aguas marinas y dulces; *Armillaria Ostoyae* es el organismo más grande del mundo ubicado en el bosque Nacional de Malheur, en Oregón estados Unidos, comenzando como una spora hasta extenderse 890 hectáreas, equivalente a 1665 campos de fútbol según Carrillo (2011). Para lograr tal magnitud, hay que entender su estructura microscópica, al reproducirse sexual o asexualmente posee un cuerpo generalmente formado por filamentos muy ramificados, llamados hifas. (Sánchez & Royse, 2001) Esta particular característica permite crear una red simbiótica entre nutrientes y su crecimiento en particular, permitiendo expandirse por todo el subsuelo terrestre. Su estructura es diferente al de las plantas, la mayoría de los hongos están conformados por micelios y/o hifas.

En la investigación se realizó procesos rudimentarios para la obtención del micelio, como lo fue la cultivación de (hongo), (presentar el laboratorio donde se hizo la cultivación y extracción de las semillas de micelio),

La constitución del micelio permite la cultivación masiva propia del mismo a partir de pocos requerimientos industriales, por ende, su proceso de implementación es más factible que otros procesos de manufactura en aislantes. El micelio para lograr ser un “aglomerado” dentro de los dos componentes de Entropía (Fique y Heno) requiere de un alimento nutricional para que pueda crecer en su mayor capacidad, (elección del nutriente), Actualmente en Colombia no existe un mercado específico para el micelio, debido a que en el contexto colombiano se utiliza principalmente para producción de orellanas, descartando el uso del micelio en otros

Metodología

El proceso teórico y conceptual fue de vital importancia para la construcción tangible del aislante termoacústico, por la cual, se estructura cada proceso a tener en cuenta para solventar todos los requerimientos de un aislante térmico, acústico y sostenible; ahora, el proceso metodológico comprende la virtud empresarial, en donde se designa el proceso de extracción del material, manufactura y administración de cada proceso hasta la obtención del aislante, por ende este proceso será manifestado en las siguientes tres etapas, la primera etapa comprenderá el proceso de extracción de cada material, enfatizándose en la evaluación rigurosa de la unión simbiótica entre estos materiales y las posibilidades que brinda como un solo elemento (esto quiere decir que su herramienta principal será la investigación cualitativa de los materiales a partir de muestras de los laboratorios electos; la segunda etapa entabla específicamente cada proceso que se llevó a cabo para obtener el aislante termoacústico, mostrando las alternativas que se requirieron para lograr el objetivo final, la tercera etapa recapitula los anteriores procesos y los cataloga dentro de una estructura empresarial donde comprende el valor inicial de cada material, y le da un nuevo valor a partir del proceso constructivo.

Su principal enfoque inicia desde la partición de fases constructivas a nivel teórico y de construcción. Así que se realizó la siguiente caracterización:

Enfoques cualitativos y cuantitativos desde sus similitudes y diferencias, por ejemplo, el primer ítem abarca la Medición de fenómenos, caracterización y apropiación de las temáticas a intervenir, desde la participación natural de la materia hasta la manufactura y actividades realizadas por el ser humano.

Se realiza un minucioso cronograma donde parte la obtención de la materia prima, tratamiento del lugar y requerimientos preventivos para el trato del Micelio y fibras. Para iniciar la metodología se

realizó una práctica guiada por Ana Leonor Vivas MSc. bióloga, quien muy amablemente compartió su conocimiento acerca del crecimiento morfológico y todos los requerimientos del micelio para su crecimiento en mayor virtud dentro de las condiciones que establece el proyecto entropía, Por ende, la participación constante de la experiencia a nivel biológico fue de vital importancia para la investigación

Obtención

En este apartado se hará de manera descriptiva e ilustrativa el proceso de obtención de la materia prima para el desarrollo analítico del crecimiento micelial dentro de las fibras naturales, posteriormente se hará mención de la simbiosis generada a partir de la unión micelial con el fique, heno, tamo de trigo y viruta de madera, finalmente se establece una serie de pruebas donde se indaga la eficiencia térmica, acústica del aislante entropía, con la intención de comparar su eficiencia frente aislantes comercializados actualmente.

Fique

Su obtención se realizó de manera comercial en la plaza de Cucaita Boyacá por medio de comerciantes que realizan manualidades artesanales y que posteriormente hacen uso comercial de estas artesanías en distintos pueblos de Boyacá, la fibra de fique no contaba con más de un mes de extracción de la planta de fique (desfibradora de hojas de fique), de esta manera podemos asegurar su procedencia natural.

Tabla 5

Fibra de Fique, características de su obtención.

CARACTERÍSTICAS								
NOMBRE	CANT.	E.	PROCEDENCIA	T.E.	N.	P.N.M.	PRECIO	OBSERVACIONES
Fibra de fique	2 kg	90%	Plaza comercial	1 mes	100%	80%	\$ 6000	Se distingue aun restos de bagazo dentro de las fibras

Nota. en la anterior tabla se presenta un análisis básico de su procedencia y características. a) nomenclatura: NOMBRE: denominación del residuo agrícola o componente biológico; CANT.: cuantía significativa del producto obtenido; E.: estado biológico del residuo agrícola o componente biológico; PROCEDENCIA: del lugar donde se extrajo; T.E.: Tiempo de extracción, refiriéndose al tiempo en el que fue separado de su aborigen hasta el día de su obtención; N.: naturalidad, se hace referencia a la confiabilidad de su procedencia y si tubo algún cambio químico a partir de su proceso de extracción; P.N.M.: Posibilidad de nutrición micelial, haciendo énfasis en la capacidad nutritiva que posee para permitir el crecimiento del micelio; PRECIO: Valor en pesos colombianos. Elaboración propia.

Caracterización como aislante

Para hacer comprensivo el uso de la fibra dentro del ámbito térmico fue pertinente percibir sus capacidades de masa térmica (ver fique como aislante). Los promedios conductivos de masa térmica oscilan entre (0.045 w/m²c) - (0.032 w/m²c) haciendo de esta fibra un oponente ideal para las fibras actualmente usadas como aislantes térmicos.

Ahora, la simbiosis micelial se estima que mejore su condición térmica, al comportarse como un "aglutinante" (entiéndase como adhesivo) dentro de las fibras de fique, y mejorar su estructura a nivel de tensión y comprensión, determinará un aislamiento microscópico más compacto, al interceder por el crecimiento de hifas dentro de cada fibra expuesta por el micelio. (ver capítulo micelio)

Se puede concluir la composición micelial con la fibra de fique como un aporte de mayor garantía a la conductividad térmica, reduciendo esta misma y mejorando su capacidad de masa térmica, como uso opcional para la construcción de espacios.

Heno

La obtención del heno fue directamente en establecimientos de venta en alimento y compostaje para animales, se averiguo su precedencia, proceso y manipulación, todo determina un uso natural y adecuado para uso investigativo.

Tabla 6

Obtención del heno

CARACTERÍSTICAS								
NOMBRE	CANT.	E.	PROCEDENCIA	T.E.	N.	P.N.M	PRECIO	OBSERVACIONES
Heno	2 kg	85%	Plaza comercial	Aprox. 4 meses	100 %	83%	\$ 3500	Venta mínima, "paca".

Nota, en la anterior tabla se presenta un análisis básico de su procedencia y características. a) nomenclatura: NOMBRE: denominación del residuo agrícola o componente biológico; CANT.: cuantía significativa del producto obtenido; E.: estado biológico del residuo agrícola o componente biológico; PROCEDENCIA: del lugar donde se extrajo; T.E.: Tiempo de extracción, refiriéndose al tiempo en el que fue separado de su aborigen hasta el día de su obtención; N.: naturalidad, se hace referencia a la confiabilidad de su procedencia y si tubo algún cambio químico a partir de su proceso de extracción; P.N.M.: Posibilidad de nutrición micelial, haciendo énfasis en la capacidad nutritiva que posee para permitir el crecimiento del micelio; PRECIO: Valor en pesos colombianos. Elaboración propia.

Caracterización como aislante

Debido a su composición biológica y el uso rudimentario de algunos campesinos en la construcción, el compostaje natural del heno provee tamo de trigo, "Grass"(hierbas(pasto)) y antaño (paja obtenida tras el trillado de las parvas (separación del grano de caña cereal)), la mezcolanza de estos residuos agrícolas determinara el compostaje final del aislante termo acusito y su eficiencia, dentro del campo térmico y acústico.

De acuerdo con Derive Studio, estudio sostenible de casas sostenibles con paja (s.f.) la paja es un material que se ha usado por siglos, para el uso constructivo y habitual del ser humano, se trata de un material altamente sostenible, natural y sobre todo amigable con el medio ambiente, gracias a su bajas emisión de gases y biodegradabilidad.

Aparte de sus características naturales aporta una gran capacidad térmica y acústica en viviendas unifamiliares y multifamiliares, Derive Studio afirma su aislamiento térmico y acústico superior a cualquier material convencional. “ Todo ello deriva en un gran ahorro en climatización que puede rondar entre el 75 y el 90%, llegando tranquilamente a valores similares a los marcados por el estándar alemán Passivhaus” (párr. 3).

Ahora, sin pormenorizar el hecho de que actualmente ya usan este tipo de fibras dentro del sector comercial para la construcción, la implementación del micelio podría redireccionar un enfoque natural y sostenible dentro del sector constructivo, sin usar pegamentos artificiales ni procesos químicos que perjudiquen el medio ambiente se logra un elemento natural y biodegradable dentro de la construcción de un espacio para el ser humano. Comprender la naturaleza del entorno nos podría enfocar en el cambio del reproche de materia prima y el uso adecuado biológico de cada material.

Como determinante para la investigación *entropía*, sugiriendo todas las capacidades de los residuos agrícolas (fibras), el uso del micelio es preciso en las fibras, ya que en la naturaleza el micelio crece esporádicamente en espacios donde los podemos apreciar, pero si se ha apreciado su crecimiento dentro de innumerables fibras, casi como autóctono de aquellas fibras.

Micelio

La obtención del micelio fue guiada por el Manual de Producción de Micelio de Hongos Comestibles (2016) por López, donde hace previo aviso de cada uno de los pasos a seguir en función de la germinación de esporas miceliales en medios de cultivos óptimos, sin embargo, la finalidad del manual es el crecimiento y cosecha de frutos propios del micelio (setas comestibles), donde se hace caso omiso a los últimos pasos, debido a que la formación del micelio dentro del medio de cultivo es el interés principal de la investigación *entropía*.

En el punto exacto antes del crecimiento de setas, el micelio logra invadir de manera completa la fibra utilizada por el productor y es ahí donde el hongo compacta las fibras por medio de sus hifas, y donde se genera el compostaje necesario para generar un elemento rígido.

Tabla 7

Obtención del micelio *Pleurotus Ostreatus*.

CARACTERÍSTICAS								
NOMBRE	CANT.	E.	PROCEDENCIA	T.E.	N.	P.N.M	PRECIO	OBSERVACIONES
<i>Pleurotus ostreatus</i>	1 lb	100 %	Propia	2 meses	100 %	N.A.	\$ 300 UN	Semillas

Nota, en la anterior tabla se presenta un análisis básico de su procedencia y características. a) nomenclatura: NOMBRE: denominación del residuo agrícola o componente biológico; CANT.: cuantía significativa del producto obtenido; E.: estado biológico del residuo agrícola o componente biológico; PROCEDENCIA: del lugar donde se extrajo, en este caso al ser elaboración propia está sujeto a cambios químicos o biológicos por manipulación; T.E.: Tiempo de extracción, la extracción preliminar no duro más de dos horas, sin embargo se hace la suma de tiempo en la que demora el micelio inocular las semillas, para su debido crecimiento; N.: naturalidad, se hace referencia a la confiabilidad de su procedencia y si tubo algún cambio químico a partir de su proceso de extracción; P.N.M.: no aplica para el componente analizado; PRECIO: Valor en pesos colombianos. Elaboración propia.

Para entender metodológicamente la obtención del micelio (ver Fase I Inoculación) se estructura tiempo estimado, características principales para el cuidado del crecimiento (desinfección del área de trabajo) y todas las determinantes de crecimiento óptimo (alimento, temperatura, humedad, condiciones lumínicas, y prevenciones infectarías).

Se determina la mejor manera de obtener el micelio, donde se refiere específicamente en la manipulación propia del microorganismo y la cultivación privada de los medios de cultivo, debido a su bajo costo en grandes cantidades de producción micelial.

Caracterización como aislante

El micelio provee cualidades extraordinarias, las hifas al ser una red de filamentos cilíndricos, se esparce por el espacio acondicionándose a su estructura irregular y adhiriéndose a las superficies expuestas por el espacio, sin embargo, si estas superficies no están dotadas de alimentos ricos en azúcares, dióxido de carbono y otros nutrientes primordiales para el micelio este no crecerá de manera efectiva y su producción será casi nula.

Cuando el micelio logra reinar todo el espacio concebido por el medio de cultivo su aspecto físico es algodonosos y de aspecto seco, sin embargo, dentro de su composición es bastante húmedo y provee vida al micelio.

En este momento exacto es cuando la investigación propone por referencia metodológica de *Ecovative*, la deshidratación del compuesto micelial y el medio de cultivo por medio del uso calorífico, donde extingue la humedad del compuesto y lo convierte en un sólido consistente, biodegradable y con las propiedades directas del medio del cultivo (donde la investigación propone como medio de cultivo residuos agrícolas no usados o documentados anteriormente (fique).

Ahora, el análisis composicional de fibras nos encamina al uso de un aglutinante natural, donde le micelio provee las características adecuadas para determinar el enfoque de un aislante termoacústico.

Fase I, inoculación

Para lograr una inoculación eficaz del micelio, se hace un listado minucioso de todos los materiales y procedimientos necesarios para esterilizar un espacio a trabajar, sin embargo, para mayor eficiencia se realiza una cabina de flujo laminar para poder trabajar biológicamente la seta *Pleurotus ostreatus* y evitar contaminaciones externas.

Cabina de flujo laminar

Esta cabina cumple con los siguientes estándares generales ofrecidos por empresas fabricantes de cabinas de flujo laminar:

- Filtración del 99.9% de material particulado
- Las dimensiones de la cabina de flujo laminar representarán la potencia necesaria para el espacio en que se va a trabajar, en este caso es suficiente la potencia que nos ofrece el purificador de aire "Wurden" HS-KJ150B/ HS-KJ150B-CO que posee una potencia de 45 W.
- La cabina debe aislar totalmente el exterior, su única particularidad es permitir el paso del flujo del aire purificado, desde una apertura donde atraviesa una serie de purificadores marca HEPA, y finalmente desemboca este flujo de aire por una apertura inferior.
- Para uso estratégico de las cabinas de flujo laminar esta apertura se aprovecha para lograr la manipulación de microorganismo con herramientas estériles.
- La cabina no debe presentar ningún tipo de abertura secundaria, debe ser hermética desde su parte interior y exterior.

La cabina de flujo laminar casera cumplen con los estándares necesarios para manipular agentes microbiológicos, haciendo un sellado pertinente para aislar cualquier agente contaminante. El primer diseño resulto fallido debido a que se implementó un ventilador casero que no tenía la potencia

suficiente para absorber aire del exterior y poderlo filtrar en el transcurso de las tres etapas que se diseñaron previamente.

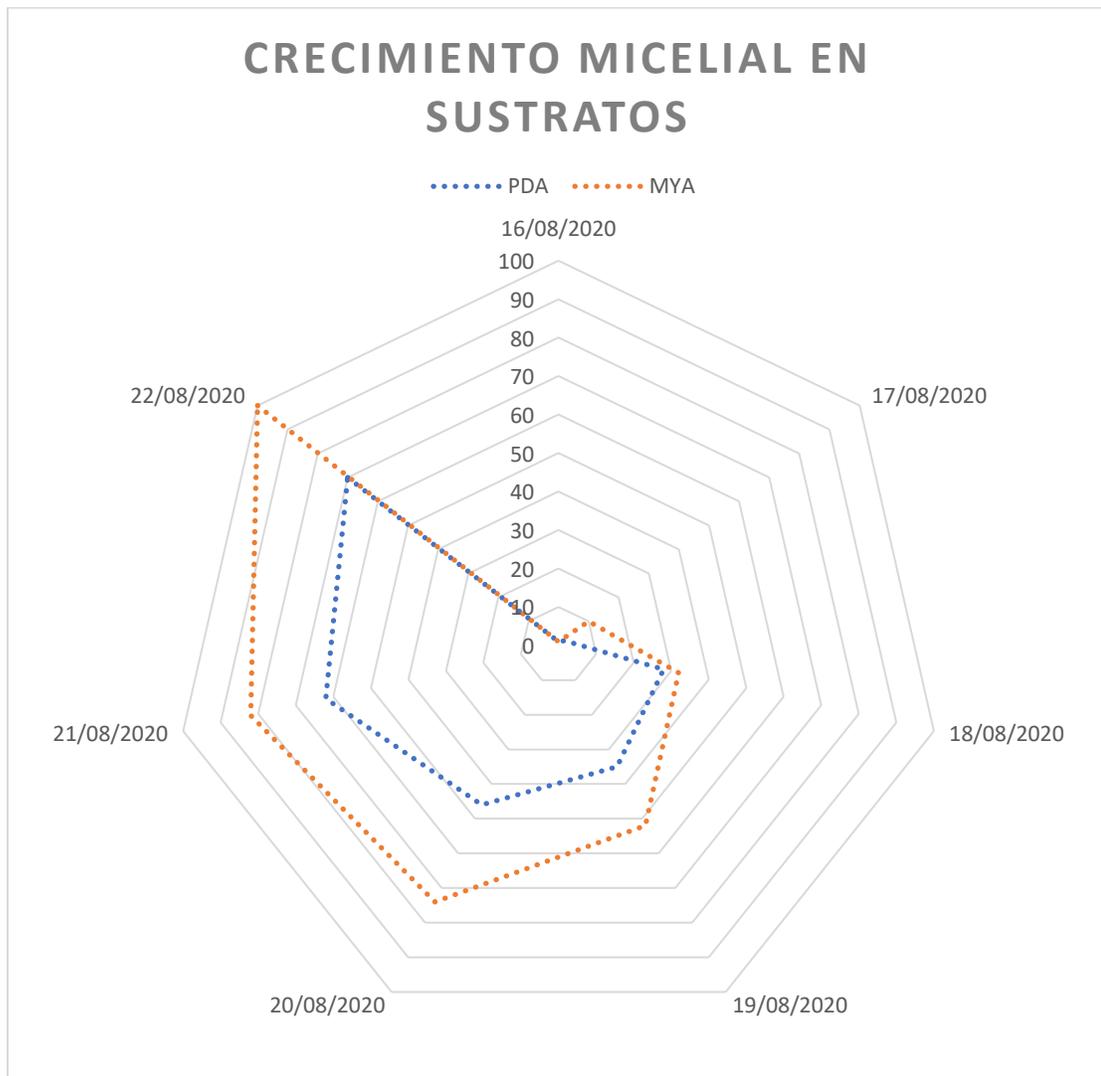
Inoculación

Ahora, el proceso de extracción de las esporas consistía en implementar la seta cortada longitudinalmente en papel aluminio, después de unas horas se podía apreciar las esporas en la superficie del papel aluminio, para evitar contaminación en este espacio se ingresa la seta en la cabina de flujo laminar, con herramientas esterilizadas se extrae las esporas y se establecen dentro de una probeta con solución salina. Una vez extraído se incuba herméticamente a una temperatura de 25° C.

La siguiente fase consistía en hallar el medio de cultivo más eficaz para el crecimiento del micelio, se analizó la capacidad del sustrato PDA, (esencia de papa, agar microbiológico, miel o dextrosa) y del sustrato MYA (estrato de malta, agar microbiológico, harina, agua mineral), en la tabla 2 se muestra la eficacia de crecimiento micelial en los sustratos.

Tabla 8

Comparación de crecimiento micelial dentro de sustratos



Nota. En la anterior grafica se muestra el crecimiento del micelio en los dos sustratos escogidos, a) el análisis consistía en observar las dimensiones máximas que presentaba el micelio dentro de placas Petri durante 7 días, b) el crecimiento es significativo en el sustrato MYA c) las unidades de medidas son en milímetros, de 0 a 100. Elaboración propia.

Inmersamente en las pruebas diarias el sustrato MYA mostro mayores índices de crecimiento en el primordio micelial del *Pleurotus Ostreatus*, por ende, se pasa a la incubación de los primordios con sustrato MYA a una temperatura de 25° C con humedad del 67%, en la fase de incubación, en aproximadamente 18 días se obtiene completamente reinado el sustrato por el primordio micelial *Pleurotus Ostreatus*, mientras las pruebas con PDA muestran un crecimiento del 68% en la misma cantidad de tiempo. (ver figura 8)

Figura 8

Crecimiento micelial en sustrato MYA



Nota. En 18 días el sustrato MYA logro nutrir de manera efectiva el micelio, siendo más efectivo el proceso que el otro sustrato probado (PDA), si se desea ver el progreso fotográfico. Elaboración propia.

Figura 9

Crecimiento micelial en sustrato MYA



Nota. En 18 días el sustrato PDA logro nutrir de manera efectiva el micelio, sin embargo, el proceso fue un poco más lento, si se desea ver el progreso fotográfico. Elaboración propia.

Efectivamente se decide implementar el sustrato MYA en una cantidad generosa de pruebas para tener mayor cantidad de primordios, posteriormente se inocula el micelio dentro de semillas.

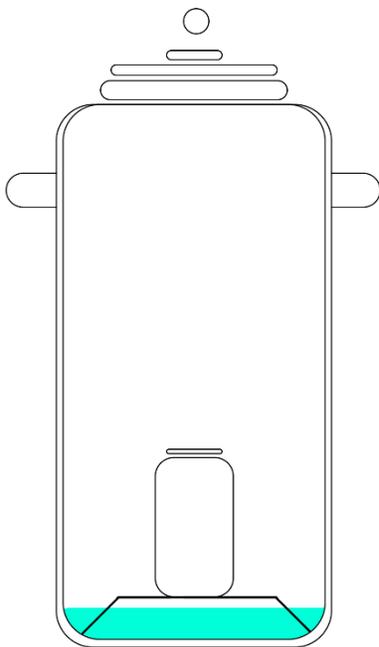
Fase II, semillas

Para que el micelio logre mayor “fortaleza” y pueda adherirse a las fibras, se debe germinar primeramente en algún grano o cereal, el Manual de Producción de Micelio de Hongos Comestibles (2016) por López sugiere usar semillas de trigo, algunos otros autores también sugieren este grano.

Para lograr tal proceso, se debe esterilizar y dar manejo adecuado al trigo, por medio de una autoclave, esterilizando elementos para la manipulación y conservación de la semilla.

Figura 10

Autoclave o estañón, esterilización.



Los parámetros principales para una adecuada desinfección están demarcados en el paso a paso para una buena limpieza del medio de inoculación.

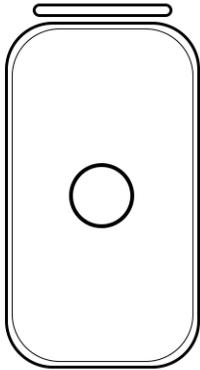
Primero se dispone de potes previamente limpios y desinfectados con hipoclorito de sodio.

Posteriormente se somete a 121°C a 15 PSI en la autoclave, para su debida esterilización se prevé una malla metálica en el fondo del recipiente para no hacer contacto directo con la fuente calorífica (si se realiza en estañón y no en autoclave).

Nota. La figura muestra esquemáticamente la intención principal de esterilizar los instrumentos y elementos que permitirán la inoculación efectiva del micelio. Elaboración propia.

Figura 11

Pote de inseminación



Para optimizar el crecimiento del micelio dentro de la semilla trigo se cumplen con las siguientes recomendaciones:

- Materialidad del pote vidrio o plástico
- Semillas con una humedad de 60% - 80%
- En la base inferior se dispone de un material que absorba humedad
- La tapa debe de llevar un filtro para poder inocular por este medio

Nota. La figura muestra la primera intención grafica de una semilla dentro de un pote, si se desea ver el proceso tangible de la investigación. Elaboración propia.

Figura 12

Inoculación efectiva



Cuando se cumple con los parámetros mínimos de desinfección la semilla obtiene la humedad necesaria y nutrientes correspondientes para la inoculación micelial, esta fase es importante debido a que es la manera tangible en el que el micelio se adapta a una semilla y toma suficiente fuerza para ser inseminada en los residuos agrícolas.

Nota. La representación gráfica, muestra una semilla de trigo inoculada con micelio, sin duda alguna es a nivel grafico lo que se muestra por ende en la fase metodológica se realiza en más semillas en el mismo pote. Elaboración propia.

Se concluye la importancia de este proceso para la fase investigativa debido a que, dependiendo el medio o sustrato nutricional, proveerá mayor eficiencia en el crecimiento del micelio en sus primeras etapas, y por ende el tiempo de desarrollo constructivo dentro de un aislamiento termoacústico.

Fase III, preparativos y muestras

En este apartado se aploma el significado de la naturaleza de las fibras y el micelio de la mano con la arquitectura, debido a que el preparativo de las muestras se distingue la función de los fenómenos del sonido y el aislamiento térmico.

Acudiendo a las teorías planteadas por el sonido y el calor de un espacio se prevé dimensiones, formas y composición de cada molde para el desarrollo del micelio en las fibras y de la misma manera satisfacer necesidades estéticas.

Desinfección de fibras

Para esta etapa, se realiza un proceso de desinfección previo a la pasteurización, el fin incide en despojar microorganismo que puedan afectar el micelio en la inseminación.

Figura 13

Corte del heno



La finalidad en la que se hace estos cortes es para optimizar el crecimiento del micelio, y pueda adherirse de manera correcta donde su esfuerzo sea mínimo, de igual manera se realiza con cada fibra.

- Se realiza cortes de las fibras en trozo de 2 cm a 3 cm
- Se sumergen en agua durante 48 horas para hidratar las fibras
- Se desinfecta con hipoclorito de sodio a 20ppm por 10 min
-

Nota. Los cortes se realizan de forma perpendicular a la fibra en longitudes de 2cm a 3 cm. Elaboración propia.

Figura 14

Desinfección de fibras



Las condiciones en la que las fibras se caracterizan no son las más óptimas debido al estar inmerso en espacios en las que se desconoce las condiciones y por fenómenos naturales que haya recorrido, por lo tanto es importante acondicionar las fibras para inocular el micelio.

Se vierte 35 Litros de agua potable, equivale a 20 mililitros de hipoclorito de sodio. Solución:

- 720 mililitros de hipoclorito de sodio
- 35 litros de agua potable

Nota. En la imagen se aprecia un recipiente de agua, esto ayuda a sumergir totalmente las fibras y adecuar un lavado óptimo. Elaboración propia.

Después de 10 minutos se retira las fibras de la mezcla y se hace un lavado de agua potable para eliminar el hipoclorito de sodio dentro de la composición de las fibras, posteriormente se vierte con agua potable y Cal.

La desinfección sería más óptima en espacios más adecuados, sin embargo se lleva minuciosamente todos los protocolos necesarios para la eficiencia de la misma, el valor del hipoclorito de sodio en grandes cantidades mejoraría el aspecto económico del aislante.

Pasteurización

La pasteurización consiste en desinfectar el sustrato de manera química para eliminar microorganismo no deseados, el método seleccionado está enfocado en la reacción química de la Cal (carbonato de calcio) con agua potable y microorganismos; se acondiciona la cantidad de Cal y de agua potable dependiendo del peso obtenido por las fibras.

Figura 15

Componente de pasteurización



Nota. Carbonato de calcio agrícola en envase previamente desinfectado. Elaboración propia.

La mezcla consiste en agregar 20g de Cal por cada Litro de agua potable, y sumergir las fibras dentro de esta mezcla durante 24 horas.

La mezcla consiste en agregar 20g de Cal por cada Litro de agua potable, y sumergir las fibras dentro de esta mezcla durante 24 horas. Solución:

- 35 litros de agua potable
- 845 gramos de Cal

En el transcurso de la pasteurización se apreció la capacidad en la que el hipoclorito de sodio y la Cal hace reacción en la mezcla, debido a que el agua potable torna de color marrón oscuro, se concluye que el tiempo de los procesos podría ser más favorable en manufacturas de mayor densidad, de igual manera el valor sería menor se realizara en mayor producción debido a la cantidad de materia prima usado para la desinfección.

Incubadora

Para confinar el desarrollo del micelio, es preventivo crear un espacio donde mitigue el riesgo de infección por patógenos y microorganismos que alteran el crecimiento micelial, por ende, se construye una incubadora con dimensiones apropiadas para almacenar el calor y moldes dentro de una habitación, por fortuna la habitación cuenta con muros metálicos en los que son correctos en las horas de calor, al ser de este material la habitación aumenta el calor considerablemente.

Sin embargo, en la noche se perjudica la convección térmica del espacio, debido que la pérdida calorífica del lugar es rápida, al ser un material de baja resistencia térmica, por lo tanto, es preventivo usar calefacción artificial en las horas nocturnas, principalmente cuando desciende la temperatura (normalmente después de las 18:00 horas), se inactiva la calefacción artificial cuando las condiciones del clima natural son apropiadas (normalmente después de las 09:00 horas).

Es pertinente la mención del estado climático del lugar, debido a que la intención principal es crear un espacio artificial muy similar al estado natural en el que el hongo crece. Al interactuar con un microorganismo vivo la principal función de la incubadora será confortar su habitad hasta el objetivo final de la investigación.

Otro aspecto importante es la concentración de CO₂ que se requiere, por ende, los parámetros constructivos de la incubadora deben ser rigurosos, entiéndase en el aislamiento del espacio exterior al interior (hermético).

Por último, en la fase del crecimiento micelial el hongo crece de manera “fructificadora” en nutrientes, por ende, es atractivo para plagas de insectos, se prevé un cerramiento hermético y un proceso cauteloso de la desinfección antes del ingreso a la incubadora; se maneja trampas para moscas alrededor de la incubadora, desinfección de las herramientas, material, equipos y accesorios.

El protocolo diario está en la desinfección de pasillos con hipoclorito de sodio, y la desinfección de overol, guantes, monogafas y herramientas para el ingreso.

Figura 16

Estructura de la incubadora



La incubadora está estructurada por palos de madera con dimensiones de 2cm x 2cm, la dimensión de toda la estructura corresponde a una altura de 1.90 m, longitudinalmente de 1.50 m y transversalmente de 1.00 m

Las dimensiones son adecuadas para la manipulación del microorganismo y las fibras, su altura es congruente para disipar el calor artificial dispuesta por la calefacción, de la misma manera para el almacenamiento de módulos de 50 cm x 50 cm.

Nota. En la anterior fotografía se puede apreciar las dimensiones adecuadas para confinar el “ambiente” óptimo para el crecimiento del micelio. Elaboración propia.

Figura 17

Temperatura interna de la incubadora



El recubrimiento es esencial y trabajado de manera certera, debido a la importancia que tiene la pérdida de calor y el aislamiento térmico que debe de tener en horas nocturnas, también el aislamiento fue diseñado para prevenir contaminantes no deseados como plagas, insectos y bacterias. El calibre de plástico negro es de 7 y sus dimensiones concuerdan con la estructura, posteriormente se realiza un ingreso con cierre hermético.

Nota. Carbonato de calcio agrícola en envase previamente desinfectado. Elaboración propia.

Fase IV, nutrientes

Esta fase determina el alimento nutricional del micelio dentro de la fase de inseminación en fibras, la investigación sugiere 6 nutrientes de distinta procedencia que satisface las necesidades de nutricionales del micelio, tratando de acondicionar su “dieta” como se encontraría en la naturaleza.

Figura 18

Alimento nutricional para el micelio



- Cal Bicarbonato de calcio, 1%
- Sulfato de calcio, 1%
- Melaza, 0.5%
- Componente 1, 3%
- Componente 2, 3%
- Componente 3, 2%
- Agua potable 720 Mililitros
- carbonato de calcio, 1%

Nota. La mezcla después de un reposo de aproximadamente 20 minutos se dispone totalmente homogénea y se puede utilizar para la dispersión en las fibras; la cantidad de alimento nutricional fue dispuesto por la cantidad de pruebas y moldes realizados. Elaboración propia.

A partir de investigaciones se acondiciono los nutrientes más óptimos para el desarrollo del micelio dentro de las fibras, sin embargo, este sujeto a prueba debido a que no se a realizado una mezcla con los componentes mencionados y con las porciones distinguidas.

La investigación demuestra en la fase de crecimiento (ver fase VI) los alcances obtenidos por las porciones y alimentos nutricionales dispuestos. Se hace mención de un crecimiento optimo, sin embargo, existen factores desconocidos por la investigación que puede mejorar este proceso, conocidos por facultades biológicas, como es la micología; siendo un gran aporte si se construyera en mayor densidad y cantidad de aislantes.

Fase V, moldes

La fase de moldes desarrolla y aplica conclusiones teóricas a partir de la teoría de la función del sonido en espacios arquitectónicos, el confort térmico que se puede lograr en un espacio confinado y posibles diseños estéticos que se puede prever en el diseño de los moldes. Por eficiencia investigativa también se realizan moldes (pruebas) de menores dimensiones, para persuadir y distinguir las capacidades del micelio dentro de mezclas homogéneas en fibras y en cada una de ellas.

Figura 19

Moldes para aislantes termoacústicos entropía

**Dimensiones**

Su composición esta demarcada por madera, debido a que en el crecimiento micelial se requiere temperatura entre 20 °C y 25 °C, y la madera es un componente eficaz para mantener el calor dentro del contenedor, posteriormente estos moldes requieren un recubrimiento limpio para garantizar la higiene dentro del molde y en su contorno. Dimensiones: 50cm x 50cm x 5cm

Nota. La mezcla después de un reposo de aproximadamente 20 minutos se dispone totalmente homogénea y se puede utilizar para la dispersión en las fibras; la cantidad de alimento nutricional fue dispuesto por la cantidad de pruebas y moldes realizados. Elaboración propia.

Figura 20

Moldes con recubrimiento



Nota. Se realiza un curado respectivo a los moldes para subir el índice de eficacia dentro de la elaboración del aislante, posteriormente se cubre en la parte superior para aislar el ambiente. Elaboración propia.

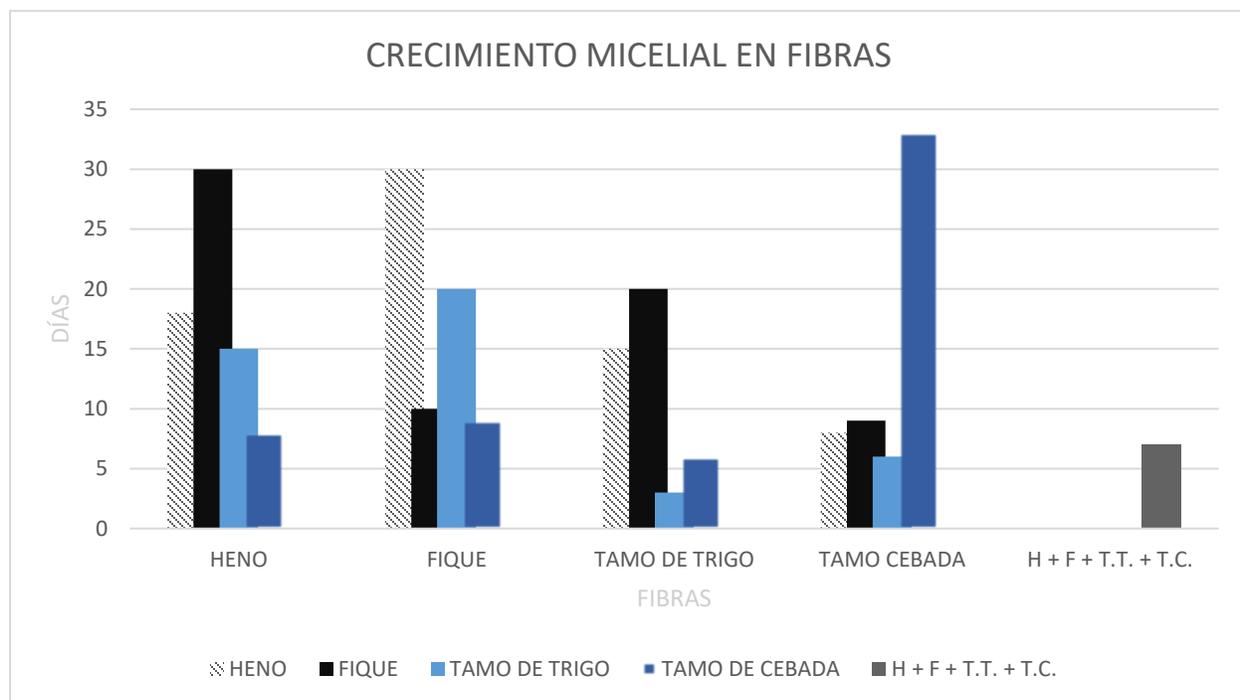
Este apartado es de vital importancia para la construcción tangible del aislante termoacústico entropía, no solo por su composición si no por los alcances eficaces dentro de estándares térmicos y acústicos; respectivamente se realizó un análisis en el que demuestra la eficiencia de un aislante dentro de las edificaciones, se demuestra que a partir de su composición (residuos agrícolas y micelio) sus dimensiones deben oscilar entre 50cm y 20 cm de largo y ancho, la investigación también demuestra la importancia de las muestras termográficas y acústicas, donde se sugiere paneles de dimensiones de 50cm por 50 cm en altura y ancho; sin embargo, su espesor lo define su finalidad, si el uso comprende la arquitectura estética y visualmente se parecía, su grosor oscilará entre 3cm y 1 cm. Si el aislante se dispone a usarse como elemento constructivo en muros portantes su espesor podría llegar a ser hasta 10 cm de espesor, las dimensiones dependerán del espacio a intervenir térmicamente o acústicamente.

Fase VI, crecimiento micelial

La estructura en la que converge el análisis diario de las pruebas está enfocada en examinar el nivel de crecimiento diario del micelio dentro de cada fibra, desde el diagnóstico de concentración de CO₂, control de temperatura dependiente del clima, desinfección constante del espacio de incubadora y la prevención de contaminantes.

Tabla 9

Crecimiento micelial en fibras.



Nota. El análisis se realizó dependiente del crecimiento más efectivo hasta el menos efectivo, la primera muestra en invadir totalmente la fibra se apreció en la muestra del tamo de cebada, sin embargo, la muestra de fique más heno lleva un proceso similar. Elaboración propia.

En los primeros 5 días se presencié bastante formidable el micelio en absolutamente todas las pruebas, sin ningún tipo de complicaciones, la red de hifas se podía apreciar desde el tercer día de su inseminación, cada muestra mostraba una alta concentración de CO₂, su temperatura fue regulada durante la noche de manera artificial. En el octavo día se presencia en algunas muestras tornar de color

rojizo, es curada todas las pruebas en totalidad, se inyecta antibiótico para controlar la bacteria, unas muestras mejoran al transcurrir el paso del tiempo y otras se contaminan totalmente.

Figura 21

Crecimiento micelial en fibra de fique



Nota. En la imagen anterior se aprecia el crecimiento micelial durante 33 días, desde el día 3 después de la inoculación de las semillas miceliales hasta el día 33. Elaboración propia.

El micelio inoculado en fibra de fique es afectado por moho de color negro y verde desde el día 23, por ende, es apartado de las otras muestras, sin embargo, se mantiene en la cámara incubadora, siendo tratada térmicamente, con humedad adecuada y concentración de CO₂ adecuado.

Se estima que los daños fueron efectuados por algún tipo de contaminante externo, debido a que si hubiese sido humedad estaría afectado en mayor porcentaje, sin embargo, el moho negro está ubicado en uno de los agujeros realizados para el cambio gaseoso necesario en una de las etapas de crecimiento del micelio.

Figura 22

Crecimiento micelial en fibra de Heno



Nota. En la imagen anterior se aprecia el crecimiento micelial durante 33 días, desde el día 3 después de la inoculación de las semillas miceliales hasta el día 33. Elaboración propia.

El micelio dentro de la fibra de heno se ha mostrado formidable en todos los aspectos, sin embargo, ha tardado en mayor medida su crecimiento, se estima que este efecto esta relaciona en la “vejes” que presenta la fibra, al no recolectarse la fibra días después de su corte (trillado), el paso del tiempo descompone en gran medida la fibra y no provee los nutrientes necesarios para un correcto crecimiento del hongo.

Figura 23

Crecimiento micelial en fibra de Tamo de heno



Nota. En la imagen anterior se aprecia el crecimiento micelial durante 33 días, desde el día 3 después de la inoculación de las semillas miceliales hasta el día 33. Elaboración propia.

En la prueba micelial en fibra de tamo de trigo tuvo percance referente a microorganismos, el micelio creció determinadamente los primero 11 días, después estos días se detuvo y presento una forma oscura en la parte distal de las hifas, en el día 13 se tornaron de un color negro y marrón, por lo tanto, su crecimiento se vio afectado para los días posteriores, en el día 20 no se muestra de crecimiento y se determina como muestra fallida.

La hipótesis impuesta, es la procedencia de la fibra, se caracteriza por encontrarse en estado deteriorado, por ende, es de vital importancia que las fibras sean manipuladas después del corte (trillado), donde podríamos incrementar las posibilidades de crecimiento micelial dentro de las fibras.

Figura 24

Crecimiento micelial en fibra de Tamo de Cebada



Nota. En la imagen anterior se aprecia el crecimiento micelial durante 33 días, desde el día 3 después de la inoculación de las semillas miceliales hasta el día 33; en la fase final se puede apreciar uno de las setas (“frutos”) del micelio. Elaboración propia.

Figura 25

Contaminación en muestra micelial con fibra de Tamo de Trigo



En la muestra de Tamo de Trigo su crecimiento fue efectivo y efectivo, durante los 33 Días mostro crecimiento constante y sin complicaciones, sin embargo, el día 7 presento un enrojecimiento que fue tratado con antibióticos, en efecto el color desapareció y el micelio creció adecuadamente; en el día 33 se presentó setas, producto del buen trato ambiental del micelio, por otra parte, este suceso no traerá problemas al aislante debido a fue retirado para la fase VII.

Nota. En la imagen se puede percibir enrojecimiento en aproximadamente 4 áreas de la prueba, se destaca la más pronunciada. Elaboración propia.

Figura 26

Crecimiento de micelio en fibra de Fique y heno



Nota. En la imagen anterior se aprecia el crecimiento micelial durante 33 días, desde el día 3 después de la inoculación de las semillas miceliales hasta el día 33. Elaboración propia.

En la actualidad no se ha realizado registro alguno, en el que de testamento al crecimiento micelial dentro de la fibra de fique, en la muestra esta emparejada con la fibra de Heno (motivo por el cual está enfocada la investigación); La muestra indica la capacidad del micelio en las fibras, sin embargo no obtuvo el crecimiento más eficiente, se determina probabilidades y se indaga que el crecimiento esta demarcado principalmente por la cantidad de semillas germinadas he inoculadas dentro de la muestra, humedad de la prueba, longitud de fibras (debido a que el corte más estrecho favorece el crecimiento micelial), temperatura constante y concentración de CO₂.

Esta prueba también indica los porcentajes más favorables en lo que se requiere en cantidad de semillas, humedad y concentración de gases. Se determina con esta prueba la posibilidad de hacer aglomerados (aislantes termoacústicos) a partir de micelio, fique y heno.

Figura 27

Crecimiento de micelio en fibra Fique y Tamo de Trigo



Nota. En la imagen anterior se aprecia el crecimiento micelial durante 33 días, desde el día 3 después de la inoculación de las semillas miceliales hasta el día 33. Elaboración propia.

Gracias al análisis registrado en las anteriores pruebas se descarta una mala procedencia de la fibra de fique, debido a que en la anterior prueba (Fique y Heno) se demuestra que el crecimiento fue exitoso, sin embargo, en esta prueba se clarifica lo contrario.

Las probabilidades de infección están encaminadas a la procedencia del Tamo de Trigo, esto es debido al tiempo que duro la fibra cortada hasta la obtención para la investigación. Otra de las teorías está demostrada en la contaminación recibida, debido a que en el día 8 la prueba muestra las mismas condiciones de la muestra de Tamo de Trigo, ver figura 25.

Figura 28

Crecimiento de micelio en fibra Tamo de Trigo y Heno



Nota. En la imagen anterior se aprecia el crecimiento micelial durante 33 días, desde el día 3 después de la inoculación de las semillas miceliales hasta el día 33. Elaboración propia.

El crecimiento micelial en esta muestra fue demarcado por una dilación constante, se aprecia el micelio en la fase inicial formidable, sin embargo, al invadir las fibras el hongo no torno su color puro (blanco) y se va decolorando a lo largo de los días, se estima que un factor ambiental perjudico el estado natural del micelio y por ende su crecimiento tardío.

Se determina que la procedencia puede ser el factor fundamental, debido a que el tamo ha presentado el mismo factor de daño en la mayor parte de muestras.

Figura 29

Crecimiento de micelio en fibra de heno y Tamo de cebada



Nota. En la imagen anterior se aprecia el crecimiento micelial durante 33 días, desde el día 3 después de la inoculación de las semillas miceliales hasta el día 33. Elaboración propia.

La muestra de fibra de heno y Tamo de cebada se apreció de manera estable en los primeros 7 días de su inoculación, no obstante, en la parte central e inferior izquierda mostro decoloraciones marrones, siendo común este factor algunas pruebas, sin embargo, su procedencia de infección se estima en la falta de intercambio gaseoso en el día 5, al tener agujeros menores que en las otras pruebas se indaga la posibilidad de ser el factor primordial de su infección.

El crecimiento tardío está relacionado con las pruebas de tamo de trigo y la prueba de fique y tamo de trigo, su relación más estrecha converge en el lavado conjunto de estas pruebas.

Figura 30

Crecimiento de micelio en fibra de heno, Fique y Tamo de Trigo



Nota. En la imagen anterior se aprecia el crecimiento micelial durante 33 días, desde el día 3 después de la inoculación de las semillas miceliales hasta el día 33. Elaboración propia.

El ensayo micelial dentro de la fibra de Heno, Fique y Tamo de Trigo se apreció significativamente como el micelio invadía efectivamente fibras de fique y heno, posteriormente se vio una decadencia en su crecimiento cuando la fibra hacia contacto con el Tamo de Trigo, se indaga la misma posibilidad de contraer infecciones el Tamo de Trigo por su mal estado y el estado en el que se encontraba la fibra en almacenamiento antes de ser adquirida.

Contrae las mismas características antes mencionadas en la prueba de Tamo de trigo y heno, prueba heno y tamo de cebada y en la prueba de Tamo de trigo.

Su principal relación está en la decoloración marrón y moho de color negro en el parto posterior de la prueba.

Figura 31

Crecimiento de micelio en fibra de heno, Fique, Tamo de Trigo y Tamo de Cebada



Nota. En la imagen anterior se aprecia el crecimiento micelial durante 33 días, desde el día 3 después de la inoculación de las semillas miceliales hasta el día 33. Elaboración propia.

El micelio al estar involucrado con todas las fibras utilizadas de manera experimental, se demarca por el crecimiento parcial, las semillas germinadas crecen de manera radial desde su origen, si bien en muestras individuales se muestra un crecimiento idóneo, al estar esta prueba involucrada con todos los fenómenos biológicos de todas las fibras se aumenta las posibilidades de infección.

Se aprecia todos los factores ya relacionados en las muestras anteriores, enrojecimiento, decoloración marrón, moho negro en la parte posterior de la prueba.

Fase VII, deshidratado micelial

Esta fase consiste en involucrar el aglomerado constituido por el micelio y las fibras a altas temperaturas para lograr un deshidratado micelial acorde los estándares recomendados por Ecovative. El impacto colateral que genera el calor al micelio impide su crecimiento como naturalmente lo realizaba, esto también implica a nivel biológico la fase terminal del micelio, sin embargo, la oportunidad que brinda la composición celular de las hifas, permite una cohesión significativa para la composición del aislante, es por esto que al pasar el tiempo permite mantenerse estable como un aglomerado, esta fase permite de igual manera condensar toda la estructura interna y externa del aislante, la humedad y parte nutritiva compuesta con fluidos, durante todas las fases es evaporada, por lo tanto, unifica de manera más adecuada las fibras y el micelio para obtener de manera más asertiva el aglomerado deseado.

Después de estar expuesto al calor, pasa a un estado de apaciguamiento térmico, donde las fibras y el micelio deshidratado se contraen para dar paso a su fase terminal, en este proceso la composición obtiene su estado más sólido y donde se densifica y estructura la forma del panel.

Fase VIII, conclusiones

Después de realizar todo el proceso investigativo de entropía, se puede concluir que al estar inmersos en el sector constructivo, tanto como la arquitectura y la ingeniería, estamos destinados a proveer evolución en cada proceso técnico tanto como en habilidad, tecnología y relación simbiótica con la naturaleza, donde la materia al ser el objeto tangible extraído de la naturaleza, somos responsable de su transformación y de su restablecimiento en la misma, por ende, se concluye una de las perspectivas más oportunas para nuestros tiempos, donde impera entender la naturaleza para manipularla de una manera adecuada y poder sacar provecho de ello.

Se identifica un aporte académico, biológico nunca antes documentado dentro de los campos de investigación, el Fique y el micelio lograron obtener una simbiosis coherente a partir del proceso metodológico de *Entropía*, donde ambas especies armonizaron un ambiente micro celular logrando proveer nutrientes al hongo para facilitar su crecimiento oportuno, de igual manera, se logró verificar el comportamiento adecuado del crecimiento a lo largo de un tiempo establecido, así mismo concretar el aglomerado deseado.

También, se puede inferir un aporte significativo dentro de la materialidad en piezas estructurales o arquitectónicas de la construcción de una obra, la incursión biológica de materia celular en el catálogo de materiales de elementos arquitectónicos es una novedad en nuestros tiempos y también una posibilidad, donde este documento infiere de manera implícita el uso de nuevos materiales sustentables al sector más contaminante del mundo.

Los materiales a base de la red de Hifas miceliales generan positivamente la mitigación de la emisión nociva de algunos materiales actualmente utilizados en el campo de la construcción, al proponer un material biodegradable y que entiende el ciclo natural de sus componentes, de manera explícita, realiza un cambio estructural de como concebimos los materiales en la construcción, se concluye un aporte en la innovación que podría generar dicho aporte en la materialidad en obra.

En el contexto colombiano se demuestra la deficiencia constructiva de muchas obras, tanto en viviendas, industrias, comercio y complejos constructivos, principalmente estas construcciones incurren en el déficit térmico o acústico por falta de planificación, por ende, la investigación hace énfasis en la mitigación de estos fenómenos arquitectónicos dentro de cada espacio que pueda aportar mayores sensaciones de confort higrotérmico.

Se concluye la gran posibilidad que tiene el sector Fiquero dentro del sector constructivo, debido a que esta fibra posee cualidades excepcionales en el campo higrotérmico de espacios confinados; es oportuno mencionar el gran aporte investigativo que ya existe de esta fibra como aislante y como la fibra natural más resistente, sin embargo, la unión que puede llegar a tener con el micelio, es un impulso mercantil significativo dentro del comercio del Fique

A partir de la investigación se realizaron 72 pruebas, en la cual únicamente 5 pruebas fueron asertivas dentro de la inoculación fibrosa, esto se debe al proceso metodológico rudimentario empleado, no se contaba con las herramientas precisas para favorecer la manipulación y todo el espacio directo que afectaba el crecimiento micelial, se concluye, que, a pesar de las condiciones, se puede mejorar cada aspecto para mejorar tiempos y la capacidad propia del micelio para crecer.

El agotamiento de materias primas, como el petróleo, demuestra en un futuro cercano la insuficiencia para satisfacer algunas necesidades del ser humano, por ende, la búsqueda de materiales que se puedan desarrollar sin generar este impacto ambiental, es de gran importancia para la supervivencia humana en el mundo (visualizando este tema en el pero de los escenarios ambientales del mundo), se concluye la importancia de incentivar la búsqueda de materiales que generen el mismo impacto que podría generar un desarrollo metodológico ambiental dentro de las materia utilizada en el sector constructivo, y en general, los sectores que manipulan los recursos mundiales.

Es importante mencionar los costos reales que podría generar el “cultivo” de *aislantes Entropía*; al visualizar e interpretar en la manera que biológicamente crece el organismo vivo, se indaga la posibilidad de ajustar las áreas de incubación he invernadero de manera más técnica y eficiente, para poder generar un micro ecosistema que permita al micelio propagarse de manera más extensa y poder sacar provecho de su capacidad dentro de la multiplicación del mismo aglomerado.

Debido a la capacidad del ser humano de distribuir y especificar cada rama del saber, se propone realizar un proyecto interdisciplinar, donde se concluye la gran importancia que tiene trabajar conmutativamente ideas de dos facultades como lo fue la biología y la arquitectura.

La aplicación actual del micelio en productos tangibles se limita a una serie de componentes que solucionan algo muy en particular, como lo son embalajes y aislantes, sin embargo, se concluye la capacidad de este organismo para brindar posibilidades en otros campos como lo son, textiles, componentes electrónicos, entre otros.

El apartado estético dentro de la arquitectura juega un gran papel si lo inferimos en un componente totalmente natural, esto quiere decir que al retomar materiales naturales e intervenirlos dentro de un espacio arquitectónico, podría llegar a tener un impacto positivo dentro de las conexiones que tiene el ser humano con la naturaleza.

La importancia que tiene la gestión actual dentro de la edificación, como lo es el Building Information Modeling (BIM) demuestra lo oportuno que es tener en cuenta cada aspecto en términos de material dentro de una construcción; al implementar un material que tiene una vida útil y que puede retornarse a la naturaleza sin generar un impacto negativo, se abre la posibilidad de insertarse dentro de los lineamientos que actualmente existen en los certificados de sostenibilidad ambiental.

Los estudios realizados apuntan a determinar que el micelio podría llegar a ser un material del futuro; se establece la diferencia que tiene el micelio frente a otros materiales que fueron determinados como materiales del futuro, por ejemplo, el plástico inventado inicialmente por el químico inglés Parkes Alexander, se creía como un material futurístico debido a su capacidad extraordinaria de durar en el tiempo, su impermeabilidad, y su resistencia a la tracción y compresión, sin embargo no se realizó un estudio sólido del impacto que este podría generar al ambiente. El micelio, por lo contrario, al ser proveniente directamente de su ecosistema y no ser alterado por procesos químicos, satisface ese impacto que se pudo evitar en materiales en el que no fue estudiado.

Lista de Referencia

- Acevedo H., Vásquez A. & Ramírez D. (2012) Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. *Gestión y ambiente*. 15 (1) 105-118.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/30825/39307>
- Aleph. (2021, 14 de abril). ¿Cómo se hace el heno? <https://aleph.org.mx/como-se-hace-el-heno>
- Alfaro, L., Díez G. & Masero, J. (2018). Estimación del consumo de energía de todos los elementos de un edificio desde su diseño. <https://www.construible.es/comunicaciones/comunicacion-estimacion-consumo-energia-todos-elementos-edificio-diseno>
- Asociación de academias de la lengua española. (2014, octubre). Diccionario de la lengua española.
<https://dle.rae.es/>
- Asociación Española de Normalización. (2006). *Ergonomía del ambiente térmico Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local* (UNE-EN ISO 7730:2006). <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0037517>
- Asociación Nacional de Protección contra el Fuego. (2021). *Estándar sobre cámaras termográficas para el servicio de bomberos* (NFPA 1801). <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=1801>
- Carrillo, J. (2011, 18 de abril). EL MONSTRUOSO HONGO DE MIEL DE OREGON ES EL ORGANISMO VIVO MÁS GRANDE DEL MUNDO. *Pijamasurf*. <https://pijamasurf.com/2011/04/el-monstruoso-hongo-de-miel-de-oregon-es-el-organismo-vivo-mas-grande-del-mundo/>

Casas, O., Betancur, C. & Montaña J.(2015). Revisión de la normatividad para el ruido acústico en Colombia y su aplicación*. *Entramado*,11 (1), 264-286.

<http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v11n1/v11n1a19.pdf>

Consejo colombiano de eficiencia energetica CCEE. (2021). Estandares ISO-50000 para la Gestión de la energía. http://cceecol.org/newweb_ccee/areas-de-interes/gestion-energetica/

Chávez, F. (2002). *Zona variable de Confort Térmico*. [Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya]. UPCommons. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/93416>

Derivestudio. (2021). Construcción de casas sostenibles con paja.

<https://derivestudio.com/construccion-paja/>

Governing Council United Nations Environment Programme (UNEP). (2013). *Proposed medium-term strategy for the period 2014–2017*. Naciones Unidas.

<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/10609/K1350046.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Heno. (2021, 19 de octubre). En *Wikipedia*. Fecha de consulta: 15:47, noviembre 26, 2021 desde

<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Heno&oldid=139143688>.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2014). Temperatura Media.

<https://bit.ly/3jXbdPI>

López, A. (2016). *Manual de producción de micelio de hongos comestibles*. (2016 ed.)

https://www.researchgate.net/publication/308994810_Manual_de_Produccion_de_Micelio_de_Hongos_Comestibles_Edicion_2016

Martínez, L. (2002). *Innumerables usos del fique*. (N°00019-9) <https://1library.co/document/q2nenx2q-innumerables-usos-del-fique.html>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2011). *Los materiales en la construcción de viviendas de interés social*. (2ª ed). https://issuu.com/latinosalmon/docs/guia_asis_tec_vis_2

Miyara, F. (1999). *Acústica y sistemas de sonido*. UNR Editora (Universidad Nacional de Rosario).

<https://es.scribd.com/doc/228027871/Miyara-Federico-Acustica-y-Sistemas-de-Sonido-COMPLETO>

Muñoz, D. Cabrera, G. (2007). El fique como aislante térmico. *Bioteología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial*, 5(1), 9-16.

<https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/bioteologia/article/view/652>

Naciones Unidas (S.f). Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente.

<https://www.un.org/ruleoflaw/es/un-and-the-rule-of-law/united-nations-environment-programme/>

Norma técnica colombiana. (2001). *ACÚSTICA.MEDICIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO EN LOS EDIFICIOS Y DE LOS ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN. PARTE 5. MEDICIONES IN SITU DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO DE ELEMENTOS DE FACHADAS Y DE FACHADAS* (NTC 4945).

https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-96894_Archivo_pdf.pdf

Palomo, M. (2017). *Aislantes térmicos criterios de selección por requisitos energéticos* [Trabajo de grado, universidad politécnica de Madrid, escuela superior de Arquitectura de Madrid]. Archivo digital UPM. <https://oa.upm.es/47071/>

Resolución 1083/1996, octubre 4, S.f.. Ministerio del Medio Ambiente. (Colombia). Obtenido el 25 de noviembre de 2021.

https://www.maciasabogados.com/archivos/documentos_normatividad/Resolucion1083de1996.481.pdf

Resolución 8321/1983, agosto 04, S.f.. Ministerio de Salud. (Colombia), Obtenido el 25 de noviembre de 2021. <https://www.cornare.gov.co/SIAR/aire/RUIDO/NORMATIVA/Resolucion-8321-1983.pdf>

Rivero, V. (2016). *Análisis medioambiental de los aislamientos térmicos en la construcción* [Trabajo de grado, universidade da coruña]. Repositorio Institucional.

<https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/17490>

Sánchez J. (2015). El Estrés Térmico Laboral: ¿Un Nuevo Riesgo con ¿Incidencia Creciente?. Revista colombiana de salud ocupacional, (5) 3, 5-10. [https://doi.org/10.18041/2322-](https://doi.org/10.18041/2322-634X/rcso.3.2015.4903)

[634X/rcso.3.2015.4903](https://doi.org/10.18041/2322-634X/rcso.3.2015.4903)

Sánchez, J. & Royse, D. (2001). *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* Uteha (Noriega editores) -Ecosur.

<http://www.biomicel.com/Interes/Tecnologia/43.pdf>

Souza, E. (2020, 10 de octubre). ¿Edificios de hongos? Las posibilidades del micelio en la arquitectura.

<https://www.archdaily.co/co/949011/edificios-de-hongos-las-posibilidades-del-micelio-en-la-arquitectura>

WingChing, R. & Alvarado, G. (2009). VALOR NUTRICIONAL DEL HENO DE TRANSVALA INOCULADO CON EL HONGO *Pleurotus ostreatus* sp1. *Agronomía Costarricense*, 33(1),147-153.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43612054013>

Lista de Bibliografía

- Castaño, J., Rodríguez M., Lasso, L., Gomez, A. & Ocampo, M. (2013). Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes. *Tecnura*, 17 (37), 121-129.
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2013.4.a09>
- Cadena Productiva Nacional del Fique. (2006). *Guía ambiental del subsector fiquero* (ed.2)
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12855/43452_54923.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Illana, C. (2016). Hifas de hongos como material de construcción II. *Yesca*. 28. 19-24.
https://www.researchgate.net/publication/311233529_Hifas_de_hongos_como_material_de_construccion_II
- Ministerio de Agricultura. (2018). *Cadena del Fique y su agroindustria*. [Diapositivas en PDF].
Minagricultura. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Fique/Documentos/2018-11-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Ministerio de Agricultura y desarrollo rural. (2019). *Cadena Agroindustrial del Fique*. [Diapositivas en PDF]. Minagricultura. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Fique/Documentos/2019-06-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>