

INVERNADERO DE MICOLOGÍA

PARA EL JARDÍN BOTÁNICO DE LA UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

MEMORIA DE PROYECTO DE TÍTULO DE ARQUITECTURA 2021

ALUMNA; CONSTANZA ALEJANDRA TRUJILLO ROJAS

PROFESORA GUÍA: GABRIELA MEDRANO VITERI

ÍNDICE

I. PRESENTACIÓN	
_ Motivaciones.....	5
_ Resumen.....	5
II. INTRODUCCIÓN	
_ Planteamiento del tema y problema arquitectónico	6
_ Preguntas de investigación.....	6
_ Objetivos de proyecto.....	7
III. MARCO TEÓRICO	
A) Desarrollo Sostenible.....	8
- Educación y ciencia para el desarrollo sostenible.....	9
- Educación del territorio.....	11
- Educación al aire libre.....	13
B) Reino Fungi	
- Ecología.....	15
- Hábitat.....	16
- Reino Fungi en Chile.....	18
- Cultivo y sistemas de climatización.....	21
- Biomaterial en base a micelio.....	22
B) Conclusiones.....	23
IV. LUGAR : VALDIVIA	
-Contextualización geográfica.....	25
-Clima y Ecosistemas.....	27
-Criterios para la elección.....	29
-Emplazamiento: Universidad Austral de Chile.....	31
-Plan Maestro Campus Isla Teja.....	33
-Jardín botánico UACH.....	33
V. PROYECTO	
-Antecedentes.....	35
-Idea de proyecto: Invernadero de Micología.....	37
-Programa y usuarios.....	38
-Relaciones programáticas.....	40
-Estrategias de diseño y referentes.....	43
-Materialidad y estructura.....	54
-Sostenibilidad.....	56
-Administración.....	56
VI. REFLEXIONES.....	58
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	60
VIII. ANEXOS.....	63



PRESENTACIÓN

MOTIVACIONES

El tema de la presente memoria es el resultados de tres intereses personales: la arquitectura, la ciencia y la naturaleza.

Durante los años de estudio de arquitectura siempre me vi interesada en las áreas de sostenibilidad, tecnología e innovación, áreas por las que llegué al tema de seminario de licenciatura "Micelio de hongo en la arquitectura", que me permitió aprender sobre los biomateriales como futuras posibilidades para lograr la sostenibilidad en la arquitectura y como la interdisciplina puede crear nuevas oportunidades.

Un año completo de aprendizaje sobre hongos dejó una afición por su rol ecosistémico y su belleza, que se suma a las intenciones de querer conservar el patrimonio natural desde un enfoque de identidad y territorio, en que la educación toma un rol fundamental para comprender el lugar que habitamos junto a todos los reinos de la naturaleza. El proyecto de título busca mezclar estas temáticas desde el punto de vista en que la arquitectura intenta colaborar en la inmersión ser humano en la naturaleza desde un punto de vista educativo y científico.

RESUMEN

La presente memoria es el pie teórico que impulsará el proyecto de título de arquitectura. Para la problemática ambiental que estamos viviendo existen planes para lograr un desarrollo sostenible como los 17 Objetivos para el desarrollo sostenible impulsados por la ONU, de los que se destaca la educación como una de las estrategias clave para lograr el resto de los puntos.

Dentro de los reinos de la naturaleza, el Reino Fungi es uno de los menos investigados y que cumple un rol ecosistémico tan importante como la degradación de materia, es decir, sin los hongos estaríamos rodeados de basura. En Valdivia, debido a su clima tan húmedo proporcionado por las lluvias y los ríos que rodean la ciudad, es posible visibilizar hongos conviviendo con los humanos en la ciudad, en los espacios públicos y parque urbanos, sin embargo, existe un estigma sobre ellos en cuanto a su toxicidad y generadores de enfermedades y plagas.

El proyecto de arquitectura buscar impulsar la identidad Fungi Valdiviana a partir de la educación y la ciencia, siendo la Universidad Austral de Chile como un ente investigativo representativo de la ciudad quien toma el proyecto como una oportunidad de aportar científicamente al Jardín Botánico de Campus Isla Teja e integrándose al nuevo Plan Maestro lanzado el año 2021.

Se propone el diseño de un Invernadero de Micología para la exposición de especies vivas y educación sobre diferentes temáticas en torno los hongos. En base a diferentes referentes de exposición de seres vivos, se definen cuatro espacios según las necesidades de habitabilidad de los hongos y lo que se quiere exponer.

A partir de esta investigación exhaustiva de hongos y sus posibilidades de exposición arquitectónica se basará la toma de decisiones para el Proyecto Final de Título.

Cortinarius magellanicus
Marcos Sepúlveda | iNaturalist
2020

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL TEMA Y PROBLEMA ARQUITECTÓNICO

Los hongos son organismos que conforman el Reino Fungi, debido a su tamaño y al hecho de que la parte vegetativa y funcional de ellos se encuentra bajo tierra, la investigación científica y la clasificación de especies ha sido más lenta que el Reino Plante y Animal, hasta hoy solo conocemos el 5% de los hongos. Entre sus funciones más importantes está descomponer la materia orgánica para rescatar nutrientes y la generación de simbiosis con otros organismos.

En Chile se encuentran hongos en toda su extensión, pero aumentan en cantidad en el sur debido a las condiciones climáticas húmedas. Específicamente en **Valdivia** y debido a la alta humedad proporcionada por los ríos y la lluvia, los hongos son especies muy presentes en la ciudad, antejardines, espacios públicos y parques urbanos, esta relación de la población con los hongos es un potencial educativo-científico que puede caracterizar a los hongos como un elemento de identidad territorial.

La educación y la ciencia serán los temas base del proyecto y serán trabajados desde un enfoque en que ambos son puntos clave para un desarrollo sostenible y combatir la crisis climática que estamos enfrentando como planeta.

El **problema arquitectónico** nace desde la necesidad de un espacio que permita la educación de los hongos en Valdivia y que colabore en la investigación científica, de la que surge la tipología arquitectónica del **Invernadero**, en el que se pueda exhibir y estudiar especies vivas.

La **Universidad Austral de Chile** aparece como un ente educativo privado pero con lineamientos que buscan ser parte de la comunidad valdiviana y que podría el ejecutor de un proyecto con estos objetivos.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Desde lo expuesto anteriormente surgen los siguientes cuestionamientos para el proyecto de arquitectura:

En espacios de conservación y observación de especies como invernaderos, aviarios o acuarios

1) ¿Cómo la arquitectura se hace cargo del bienestar de la especie expuesta y en base a esto asegurar la correcta observación desde el punto de vista del visitante?

Considerando que los hongos no son plantas y que un Invernadero para hongos es diferente a lo que se encuentra en el imaginario colectivo,

2) ¿Cuáles son las necesidades de los hongos que el diseño arquitectónico debe considerar para su bienestar?

3) ¿Cómo la arquitectura se hace cargo del aprendizaje de los hongos y a la vez propiciar los espacios para su investigación científica?

OBJETIVOS DE PROYECTO

OBJETIVO GENERAL

Educar, conservar y promover la investigación científica de hongos como una estrategia para lograr el **desarrollo sostenible**, a partir de un espacio integral que **valorice** estos organismos como parte de la **identidad valdiviana**.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

EDUCACIÓN

- Comprender los principales roles de los hongos en los sistemas naturales y las sociedades.
- Reconocer y visualizar los aprendizajes adquiridos en los sistemas naturales silvestres.
- Concienciar y sensibilizar sobre la importancia de la preservación y el cuidado de los sistemas naturales

CIENCIA

- Aportar a la investigación científica del Reino Fungi de la Universidad Austral de Chile.
- Incentivar a niños y jóvenes por la ciencia y la naturaleza

ARQUITECTURA

- Diseñar un espacio propicio para el habitar de los hongos, a partir del estudio de su biología.
- Aportar al Plan Maestro de Campus Teja desde un punto de vista modernización del campus.
- Generar un hito cultural dentro de la ciudad Valdiviana, tanto para habitantes y turistas.

El sistema económico, político y social en el que vivimos es insostenible, ha sido avalado por el "Informe de los Objetivos del Desarrollo Sostenible" que la Organización de las Naciones Unidas publica anualmente. En el informe 2020 menciona que la cantidad de recursos naturales que usamos cada año ha aumentado la huella material de 73.200 toneladas métricas en 2010 a 85.900 en 2017. En cuanto a las biodiversidades, hay más de 31.000 especies en peligro de extinción, las zonas forestales disminuyen por el aumento de zonas agrícolas debido al aumento de la población mundial, de estos alimentos el 13.8% se pierden en la cadena de suministro, a la vez, el 25.9% de la población mundial sufre de inseguridad alimentaria en 2019 (ONU, 2020). Estamos viviendo en un sistema que se **referencia de las estadísticas económicas para diagnosticar el desarrollo de los países**, sin embargo, existen variables como la sostenibilidad y el bienestar de las comunidades y los ecosistemas que no se están considerando.

El **desarrollo sostenible** tiene varias definiciones que se diferencian respecto a diferentes éticas. Las **posturas más integrales** contemplan aspectos ecológicos y sociales que buscan integrarse en una reconfiguración del sistema económico actual, como la Economía Circular que propone una sociedad en que la basura no existe, inicia desde el diseño de los productos con un ciclo de vida definido, estableciendo su término de ciclo en una de las estrategias de gestión de residuos como reciclaje, reutilización, compostaje, entre otras, así es la empresa la que se hace cargo de lo productos que produce. Otras **posturas más tradicionales** buscan mantener el sistema económico vigente, pero con ciertas normas que reduzcan impactos ambientales, sin considerar aspectos sociales o culturales. (Aznar , 2010)

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha desarrollado **17 Objetivos para un Desarrollo Sostenible (ODS)** dentro del marco de la Agenda 2030, estableciendo diferentes problemáticas que van más allá del concepto del medio ambiente e incluyen temas de equidad y justicia social que requieren de atención urgente como la pobreza, la salud, el agua, las energías, entre otros. Han sido desarrollados para guiar a los países para combatir en conjunto la crisis mundial, uno de los **logros ambientales**, en diciembre del 2019 el 17% de las aguas marinas bajo jurisdicción nacional estaban cubiertas por zonas protegidas, más del doble que en 2010 y en **logros sociales** son la disminución de la pobreza de 15.7% de la población mundial en 2010 a 8.2% en 2019, la tasa de finalización de enseñanza primaria aumento de 70% en 2000 a 84% en 2018 y se estima su aumento a 89% para el 2030. Sin embargo, la mayoría de los **logros sociales se han visto disminuidos por la pandemia mundial** que enfrentamos y son países de los continentes más vulnerables los que se ven más afectados como África y Latinoamérica. Luego de esta crisis es necesario volver a poner más énfasis en el desarrollo sostenible, porque si ya teníamos estadísticas desfavorables antes de la pandemia, ahora es peor. " ...porque la población solo estará segura en la medida en que lo estén los más vulnerables." (ONU , 2020)

El objetivo número cuatro de los ODS consiste en **"Educación de calidad" y se considera como punto clave para el logro del resto de las ODS**. Dentro de sus especificaciones se ha desarrollado el punto de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), "Su objetivo es examinar los propósitos y valores que sustentan la educación y reorientar todos los niveles de educación y de aprendizaje para contribuir al desarrollo sostenible..." (Organización de las naciones unidas, 2020). **Haciendo hincapié en que asegurar el acceso y la calidad de la educación no es suficiente, sino que hay que prestar atención en los contenidos de esta, enfocándose en el aprendizaje de rasgos como la solidaridad, la empatía y otros valores que permitan el desarrollo de personas que no solo busquen éxitos personales, sino que tengan la iniciativa de un bienestar común**. En términos generales se establece la educación como uno de los factores más importantes para lograr una reconfiguración económica, cultural y social que logre generar relaciones saludables entre las sociedades y los ecosistemas.

Así también las ciencias se vuelven fundamentales para la búsqueda de soluciones para la crisis medioambiental que estamos presenciando. "Es cada vez más evidente que el desarrollo sostenible requiere de la articulación entre **acciones locales o micro y acciones macro nacionales e internacionales**" (CEPAL, 2002), teniendo una base multiescalar y de cooperación mutua.

En América Latina y el caribe existen una de las tasas más altas de pérdidas con la conversión de los ecosistemas naturales, en su mayoría dadas por la instalación de sistemas agrícolas, desde esta problemática **la ciencia tiene el desafío de encontrar soluciones para la conservación de los ecosistemas y la producción alimenticia sostenible**. Para colaborar en la conservación de los ecosistemas las investigaciones plantean preguntas en torno a cuál es su historia, cómo han sido afectados y cuáles son los posibles futuros de su supervivencia a la crisis climática, estableciendo los límites y vulnerabilidad de estos en su contexto local.

El progreso del conocimiento científico también debe considerar los **conocimientos indígenas y campesinos** que son la consecuencia de siglos de sabiduría acumulada que son grandes aportes en el sentido de la convivencia con los recursos naturales.

La **arquitectura** puede abordar estos temas estudiando las nuevas formas de enseñanza y sus espacios, que pueden mezclarse con los espacios para la ciencia que son tan inaccesibles para la comunidad, haciendo de los procesos científicos una forma de educar.



EDUCACIÓN DEL TERRITORIO

Por definición, territorio se refiere a las extensiones de tierra pertenecientes al estado, provincia u otro tipo de división política (RAE). La geografía es la primera disciplina que abre el concepto a diferentes estudios y define como **" el territorio ayuda en la interpretación y comprensión de las relaciones sociales vinculadas con la dimensión espacial; va a contener las prácticas sociales y los sentidos simbólicos que los seres humanos desarrollan en la sociedad en su íntima relación con la naturaleza, algunas de las cuales cambian de manera fugaz, pero otras se conservan adheridas en el tiempo y el espacio de una sociedad"** (Llanos-Hernández, 2010). Con el tiempo ha ido tendiendo a la interdisciplina con ciencias sociales como la antropología o la sociología, debido a lo complejo de las sociedades en todas sus dimensiones. "Las culturas tienen expresiones espaciales organizadas en diversos niveles de integración que van desde el plano local o de la comunidad, pasando por la región hasta llegar a los espacios nacionales" (Bello, 2011, p. 42) y conceptos de paisaje que lo involucran desde las prácticas culturales y sociales más que de aspectos geomorfológicos. (Berkowitz, Warner, & Zoro, 2018).

Por lo tanto, tenemos **dos miradas del territorio**, una lo delimita desde convenciones políticas y la otra se dedica a estudiar la complejidad de las relaciones sociales dentro de estos límites, desde un enfoque antropocéntrico. Sin embargo, me gustaría hacer énfasis en un punto de vista que entiende el **territorio como Ecosistema**, es decir, un sistema de relaciones entre elementos, bióticos y abióticos: animales, plantas, sustrato, clima... (Parra, 1994) Así el territorio no se encierra en las relaciones sociales en su interior, también en las relaciones con el ambiente que nos rodea, entendiendo que somos parte del mismo sistema, **dejando la idea de que el territorio nos pertenece sino que somos un conjunto de seres vivos que pertenecemos al territorio.** (Espí, 2021)

Esta comprensión del territorio nos permite **generar conciencia** de la existencia y el bienestar de las otras formas de vida que nos rodean y así como existen los derechos humanos que se fundamentan en un respeto mutuo, también con el resto de las especies del Reino de la naturaleza. Teniendo esto presente como educadores podemos transmitirlo a las otras personas.

" ¿Qué se espera de la Educación? La tarea de la Educación tiene que ver con el tipo de mundo que queremos vivir " (Maturana, 1992)

La educación se puede clasificar en tres diferentes áreas según el contexto en que se imparte: 1) Educación formal: está regulada por ley y tiene una intención de formación profesional de los estudiantes. 2) Educación no formal: Está fuera de la organización normada, no están intencionadas para un perfil profesional, ej. Talleres de artesanía. 3) Educación Informal: Se da sin intención y sucede a lo largo de la vida en el contexto territorial, por ejemplo, la educación de los padres.

En un sentido de educación territorial:

- La educación formal tiene currículo generalizado para garantizar la calidad de la educación en todo Chile. Este año se ha publicado el Decreto Supremo de Educación N°97/2021 sobre Lengua y Cultura de los pueblos Originarios Ancestrales para su implementación de 1° a 6° básico que corresponde a las exigencias para poner en valor de nuestros pueblos originarios, sin embargo, siempre con un enfoque generalizado en el país.

En este sentido, la educación del territorio en que vive cada alumno del país se delega a los aprendizajes no formales e informales.

- La educación No Formal puede transmitir conocimientos entre pares que valoran estos aprendizajes territoriales y que tengan la iniciativa de compartirlas, por ejemplo: Taller de cultivo de hortalizas.

- La educación Informal al ser un espectro tan grande de aprendizaje, trae consigo una paleta de **aprendizaje territorial que se dan por la experiencia de vivir en este**, por ejemplo: Nombres de árboles o el conocimiento de mitos y leyendas de la zona.

La educación no formal e informal son una base educacional nutritiva e inclusiva del territorio, es decir, que los conocimientos se transmiten independiente de la edad, etnia o género ya que lo importante es habitarlo, dando un sentido de comunidad e identidad que une a las personas, tal como explica Humberto Maturana, biólogo, profesor, filósofo y escritor chileno, las personas somos sistemas que están en constante cambio, adquiriendo aprendizajes de nuestro entorno social, porque el aprendizaje se da en la convivencia con otros. Por lo tanto, hay conocimientos que se adquieren solo al habitar el territorio, por eso se valora tanto el concepto de viajar, ya que se aprende desde la experiencia.

“Parafraseando a Osborne y Wittrock (1983), los conocimientos previos son aquellas ideas que desarrollan las personas, así como los significados asignados a las palabras que se usan en ciencia y sobre esta base despliegan estrategias para conseguir explicaciones sobre cómo y por qué las cosas se comportan como lo hacen. **Si este concepto se simplifica a la vida cotidiana y se aplica al medio en que vive un individuo, el conocimiento previo es todas aquellas ideas de su entorno que las personas guardan en forma consciente o subconsciente.** Es este concepto el que explica la necesidad de los diagnósticos que se desarrollan, por ejemplo, previo a la mayoría de los procesos de educación ambiental. Sin un diagnóstico que nos permita rescatar los conocimientos previos de los individuos será imposible realizar un proceso de Comunicación y Educación para el Desarrollo Sostenible relevante y que contribuya a la gestión del desarrollo” (Solano, 2008)

La valoración de los conocimientos previos sobre el territorio permite la profundización de los aprendizajes respecto a este en un largo plazo. Es decir, si en un territorio un niño convive con la pobreza y se le otorga una buena educación, tendrá mejores herramientas para solucionarla ya que tiene aprendizajes desde la experiencia.

La educación al aire libre, como su nombre lo dice, busca establecer un tipo de educación fuera del salón de clases y que puede integrar cualquier tema del plan de estudios dependiendo de las intenciones de educador. Es un área que ya tiene especializaciones en el desarrollo profesional.

Tiene tres objetivos: **Educación ambiental, desarrollo social y personal**, es decir, su planificación no solo es recreativa.

Algunas de sus características son:

- Tener la experiencia de “viaje”, es decir, que requiere de transportarse a un lugar determinado para sentirse inmerso en la experiencia.

- Que el estudiante aprenda desde la experiencia, aprendiendo lo que viven y viviendo lo que aprenden.

- Es posible que haya peligros en el entorno a visitar, lo que exige los estándares profesionales para mantener la seguridad de los estudiantes.

- Se basa en el término noruego “friluftsliv”, que significa “sentirse como en casa en la naturaleza”, incentivando el respeto hacia esta. (Higgins & Loynes)

El actual modelo urbano que nos separa de los sistemas naturales sustenta este modelo educativo, **ya que es necesaria la “experiencia” en el entorno para comprender el territorio que se habita**, enfatizando en que cualquier tipo de aprendizaje teórico se internaliza mejor desde la experimentación y en este proceso, establecer conciencia de sí mismo y las personas que te rodean.

Este tipo de aprendizaje afecta también en la **emoción de las personas**, ya que, el ser humano es un ser racional pero también emocional. Si logramos tener experiencias en la naturaleza que generen emociones por ella, como amor, respeto o convivencia, podremos lograr su protección tal como protegemos a nuestros amigos o familia.

La educación al aire libre favorece la educación ambiental, de ecología y biología. **En el caso de los hongos**, salir a buscarlos pone al sujeto en un estado de **exploración y observación**, llevando al sujeto a las escalas más pequeñas del bosque, disminuyendo la velocidad de su recorrido, ofreciendo una forma de habitar el bosque, diferente a lo que se acostumbra de seguir senderos hacia un objetivo.



R E I N O F U N G I

ECOLOGÍA

Como SAPRÓTOS - que se alimentan de materia orgánica muerta - los hongos pueden encontrarse en entornos terrestres y acuáticos, utilizando organismos muertos como sustrato para su supervivencia. Así la principal función de los hongos es el reciclaje de nutrientes, encargándose de la **descomposición de organismos**, ya sea plantas o animales, devolviendo nutrientes inorgánicos a la tierra

Tienen impacto en **procesos geológicos**, siendo capaces de alterando rocas y minerales, interviniendo en la acumulación de metales para beneficiar la proliferación de comunidades de microorganismos. Gracias a la Geomicología se han descubiertos procesos de **biorremediación**, es decir se utilizan hongos para remediar ambientes muy contaminados.

Como SIMBIONTES - que son capaces de asociarse con otras especies - los hongos pueden ser mutualistas, comensales o parásitos.

Los mutualistas se asocian de forma que **ambas especies salen beneficiados** y generan una interdependencia, como los LÍQUENES, que son una asociación entre hongos y algas que generan una entidad morfológica propia, la MICORRIZA es la asociación entre un hongo y las raíces de una planta, también generan interdependencia y son el resultado de un proceso de coevolución del avance plantas acuáticas primitivas hacia el ambiente terrestre, es decir, que los hongos micorrícicos ayudaron a la colonización de plantas en la tierra y existen estudios que demuestran que existen antes de que los primeros vertebrados acuáticos salieran a colonizar la tierra.

Los endófitos se alimentan de la planta viva sin generar enfermedad en ella, incluso, pueden emitir sustancias que evitan que sean consumidas por los animales y aumentan la resistencia al estrés hídrico

Los parásitos se beneficia de su hospedador y genera daños en él, estos pueden perjudicar a plantas, animales y humanos.

HÁBITAT

El comportamiento y calidad de vida de los hongos dependen de tres factores vitales: calidad del sustrato, variables ambientales y competencias con otros organismos. Sin embargo pueden ser encontrados en múltiples hábitats, terrestres o acuáticos y que contengan **carbono orgánico**.

El **hábitat terrestres** es sin duda el hábitat más estudiado por los ecólogos de hongos, refiriéndose al suelo como la capa superficial con tierra poco comprimida formado por materia mineral, orgánica, agua, aire y organismos vivos. La proliferación de hongos en la tierra se debe a la cantidad de materia orgánica en esta capa de la tierra, proveniente de excremento de animal, hojas secas, ramas caídas, cadáveres de animales e insectos que generan gran cantidad de nutrientes, además es aquí donde se completa el ciclo del carbono. Su distribución se rige por la cantidad de oxígeno, la capa de suelo exterior tiene más oxígeno. Los hongos también pueden habitar ambientes **acuáticos**, agua dulce y salada. Pueden ser permanentes o transitorios. Los hongos permanentes son los que tienen todo su ciclo de vida dentro del agua y que generalmente son parásitos de algas y peces, los hongos transitorios son los que llegan por accidente a ambientes acuáticos, manteniéndose como esporas que pueden proliferar al volver a la tierra.

NUTRICIÓN

La principal fuente de oxígeno para los hongos aerobios es la atmósfera. Sin embargo, todos los hongos pueden obtener tanto el **oxígeno como el hidrógeno** a partir del agua que resulta del metabolismo de compuestos orgánicos de la que se encuentra presente en el medio. (Moore-Landecker, 1996).

El **Carbono** es el elemento más importante ya que representa la mitad del peso seco de un hongo, por esta razón, es el macroelemento que se requiere en cantidades mayores a los demás.

Elementos esenciales

Macroelementos Constituyen el micelio y las células fúngicas	Microelementos Son activadores enzimáticos y participan en la síntesis de vitaminas, esporulación y crecimiento
Oxígeno	Hierro
Hidrógeno	Zinc
Carbono	Cobre
Nitrógeno	Manganeso
Azufre	Calcio
Fósforo	Cobalto
Potasio	Molibdeno
Magnesio	Galio

Tabla 1: Elementos esenciales para el crecimiento de un hongo
Biología de Hongos | Universidad de Los Andes 2012

TEMPERATURA

Hay especies de hongos resistentes a ambientes extremos como los **termófilos**, que son capaces de aguantar temperaturas desde 20°C a 50°C o los **psicrófilos**, organismos que crecen en temperaturas entre los 16°C y 20°C.

CLASIFICACIÓN	TEMPERATURA DE CRECIMIENTO
Psicrófilos	Rango: 0°C - 17°C Óptimo: 8°C - 12°C
Mesófilos	Rango: 10°C - 35°C Óptimo: 20°C - 30°C
Termófilos	Rango: 20°C - 60°C Óptimo: 40°C - 50°C

Tabla 2: Tipos de hongos según temperatura de crecimiento
Fuente: Biología de Hongos | Universidad de Los Andes 2012

HUMEDAD

La humedad es parecida en casi todas las familias de hongos y se acerca al 70% de humedad en el ambiente, sin embargo, existen los hongos llamados osmófilos que son capaces de sobrevivir en ambientes con poca agua debido a las altas concentraciones de sal y azúcar en el ambiente.

LUZ

La luz desempeña un papel muy importante para los hongos en los procesos de señalización (Tisch & Schmoll, 2010). La luz visible (380 - 720 nm) no tiene un efecto importante en el crecimiento somático de los hongos (MICELIO). Por el contrario, sí ejerce un efecto marcado en la reproducción y en otros procesos de diferenciación (SETA).

Existe una característica llamada **fototropismo**, en que la formación de cuerpos fructíferos en algunos hongos es inducida por la luz, en algunas ocasiones es la luz UV o la luz azul la que puede tener este tipo de efecto sobre los hongos (Deacon, 2006; Griffin, 1994). En otras palabras la estructura se dirige a la fuente de luz. Los elementos fúngicos que presentan un fototropismo positivo son: esporangióforos de Zygomycetes como **Phycomyces Kunze sp.**, cuellos de los peritecios de Ascomycetes como **Sordaria Cesati & De Notaris sp.** y estípites de Basidiomycota como **Coprinus Persoon sp.**

ESTADO DEL ARTE EN LA CONSERVACIÓN DEL REINO FUNGI EN CHILE

Debido a la diversidad climática de Chile, existe una alta variedad de especies fúngicas que son capaces de sobrevivir a la diversidad climática de nuestro país.

Mundialmente la investigación científica del reino fungi ha tenido menos énfasis en comparación al Reino Plante y Animal, debido a que la parte vegetativa del hongo se encuentra bajo tierra, generando dificultades para la observación en su hábitat natural. Aún así, la investigación chilena se queda atrás en cuanto a las acciones de conservación del Reino Fungi.

Según el informe "Estado del Arte en la conservación de Reino Fungi en Chile" (Marín, Torres, Furci, Godoy, & Palfner, 2018) se establecen las siguientes deficiencias en la investigación y educación chilena de hongos:

- El Registro Nacional de Áreas Protegidas del MMA cuenta con una gran deficiencia de información respecto a la presencia de hongos en sus recintos.
- Los hongos no se encuentran listados ni en los planes de manejo ni en las bases de datos de especies de las áreas protegidas.
- Existen muchos trabajos de investigación fúngica en áreas protegidas chilenas que no han sido incorporados como información anexa a la documentación de cada área
- En el Inventario Nacional de Especies de Chile del MMA solo está consignado el 10,6 % de la diversidad chilena.



Ramaria flava, comestible
Marco Sepúlveda | iNaturalist
2020

En cuanto a la educación del Reino Fungi:

- Solo 9 de 322 documentos que componen el Currículum Nacional 2017 tienen algunas menciones a hongos, los que tienen omisiones fundamentales sobre el rol ecológico de los hongos.
- La enseñanza de ecosistemas se compone de "Fauna y Flora", el que debería ser "Fauna, Flora y Fungi"
- El mayor énfasis que se hace de los hongos como agentes patógenos y causantes de enfermedades.
- Por ahora, el **conocimiento micológico en Chile y su difusión** está limitado a Organizaciones No Gubernamentales como Fundación Fungi, Asociación Micológica de Chile, Micófilos Chile, Museo del Hongo, Fungifest, entre otros.
- Los hongos micorrícicos han sido una herramienta exitosa para **restauración ecológica** de bosques degradados, praderas y tras fuertes disturbios antrópicos como tala o minería, que tiene un gran potencial de incrementar la resiliencia de nuestros ecosistemas frente a eventos catastróficos.

Para mejorar el estatus de conservación del Reino Fungi en Chile es necesario:

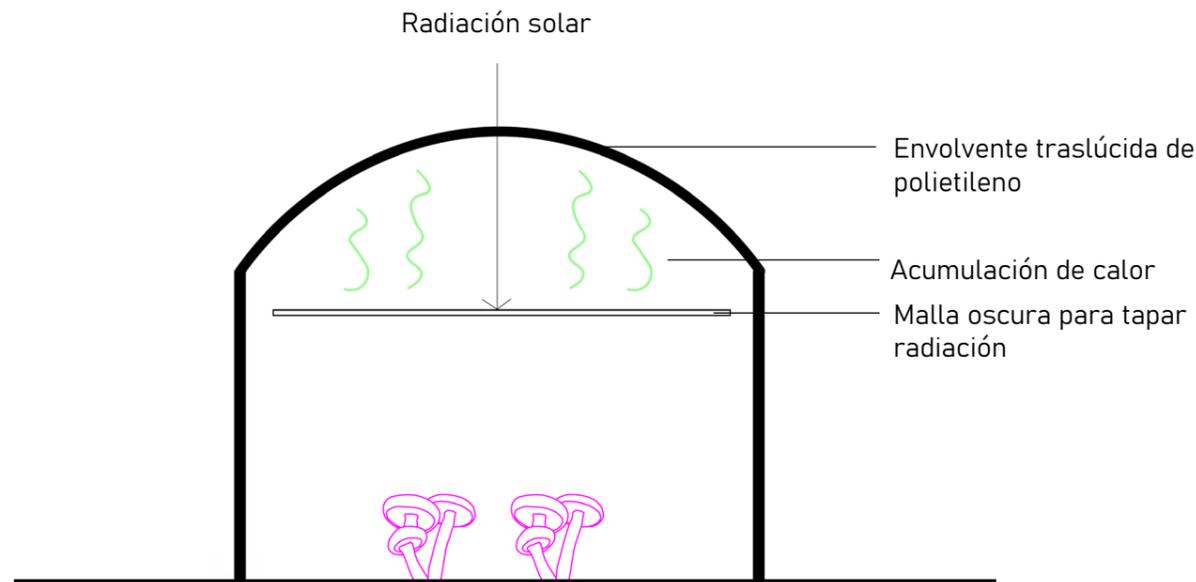
I) Mayor investigación (y financiación de la investigación) de la diversidad de hongos, particularmente en áreas protegidas

II) Recopilar los datos ya existentes, que incluso a nivel estatal están dispersos y no permiten una sistematización coherente de la diversidad fúngica;

III) **Mejorar la enseñanza de la micología en el sistema educativo chileno, mediante un esfuerzo intersectorial que involucre educadores, universidades, investigadores y organizaciones dedicadas a la micología, así como centros o entidades que recopilen la diversidad de hongos del país**

IV) Establecer documentos base como guías de conservación de hongos, que informen acerca de las especies de hongos amenazados en Chile

V) Crear iniciativas de difusión y cursos de capacitación por parte de investigadores nacionales y extranjeros, en particular para guardaparques y personal de áreas protegidas, para integrar sus conocimientos en aras de una mayor valoración de los hongos.

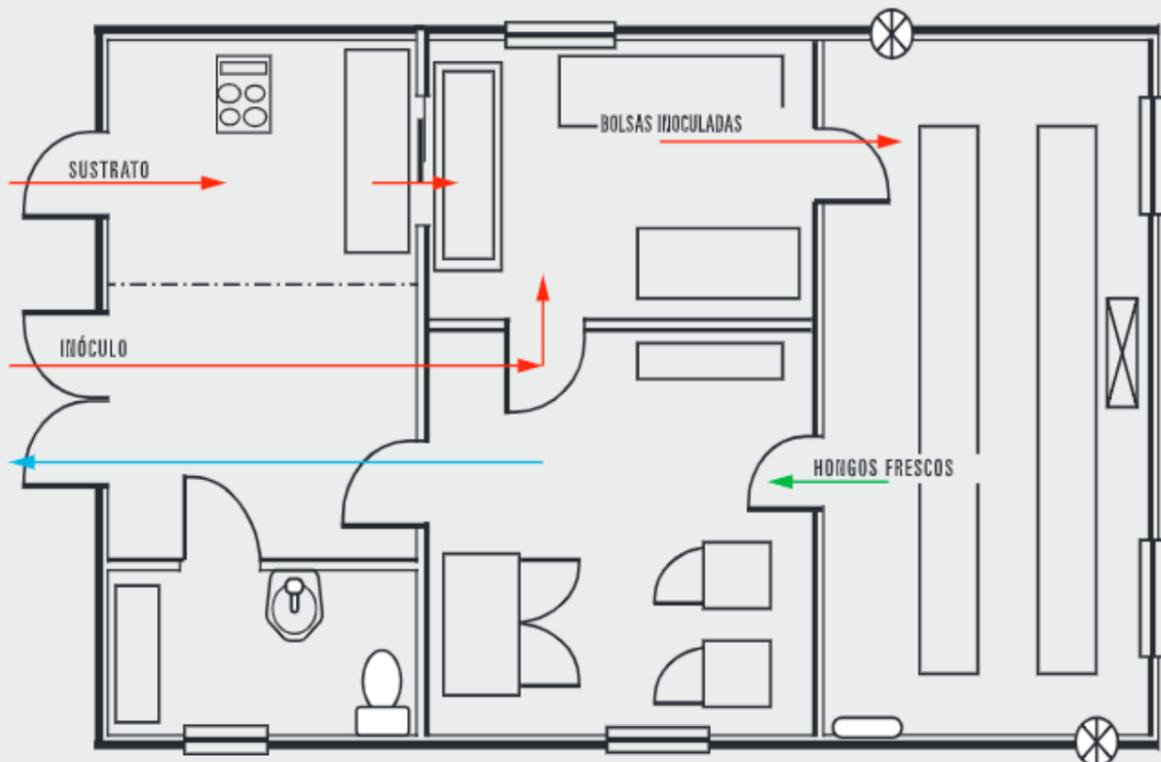


Esquema 1: Estrategias de climatización pasiva para invernaderos de cultivo de hongos comestibles

Fuente: Elaboración propia en base a Google

Esquema 2: Relaciones espaciales entre etapas de producción

Fuente: Guía de producción de Hongos Comestibles, Instituto Misionero de la Biodiversidad



Referencias

- Materia prima (MP)
- Producto intermedio (PI)
- Producto terminado (PT)

Debido a que no existen referencias de invernaderos de hongos para la exposición de setas vivas, se estudiarán los invernaderos de producción de setas comestibles para su comercialización.

Etapas	Descripción	Temperatura	Humedad	Luz	Ventilación	Tiempo (días)
Esterilización Sustrato	Disminución carga bacteriana					
Siembra	Inoculación del hongo en el sustrato					
Inoculación e incubación	En este proceso el micelio cubre el sustrato,	25 - 28°C	70%	Oscuridad total	Evitar corriente de aire	20-30
Inducción	Estimular la producción de setas por estrés	15 - 18°C		Mucha luz	Variación CO2 y O2	
Fructificación	Producción de setas	18-22°C	85-95%	Luz 12h Oscuridad 12h	4-6 por hora	15-20
Cosecha						

Tabla 3: Etapas de cultivo y condiciones para su realización exitosa

Fuente: Elaboración propia en base a (Grassi, Álvarez, & Restelli, 2019)

Control de humedad : Se recomienda la utilización de un sistema de riego automático mediante aspersores y además humedecer el piso para mantener una humedad constante.

Control de temperatura : Para el proceso de inducción de por estrés es recomendable el uso de aire acondicionado frío/calor, es preferible que exista una aislación térmica para evitar los cambios bruscos de temperatura

Control de iluminación : Para el proceso fructificación hay que asegurar la iluminación 12 y oscuridad 12 horas, se puede optar por un espacio oscuro iluminado artificialmente o también iluminación natural asegurando que sea pareja para todas las setas.

Control de ventilación : Puede ser mediante la instalación de extractores de aire, si se decide usar ventilación pasiva hay que considerar la instalación de malla o mosquiteros para evitar la entrada de insectos. En momento de esporulación de los hongos la ventilación es mayor para evitar riesgos en las vías respiratorias.

BIOMATERIAL DE MICELIO

El avance científico ha permitido el descubrimiento de diferentes aplicaciones en torno al crecimiento de los hongos, entre ellos se encuentran los biomateriales, que son materiales hechos a partir de elementos orgánicos como hongos, algas, cáscaras de huevo, bacterias, entre otros. Que se integran a los lineamientos de la economía circular reutilizando residuos orgánicos y transformándolos en objetos que puedan ser biodegradables.

El crecimiento micelial puede suceder en desechos agrícolas y transformarlos en objetos creados con un bajo consumo de energía y sostenibles en el tiempo. Tiene dos componentes principales: el micelio de hongo y un sustrato que aporte los nutrientes específicos para su nutrición. Se han desarrollado diferentes técnicas que otorgan diferentes propiedades al material, las que evolucionaron desde la técnica básica:

Utilización de hongos degradadores de madera que suelen tener un micelio más fuerte, el que se inocula en un sustrato con alto contenido de celulosa como paja, trigo o desechos agrícolas. El micelio comienza a crecer cubriendo todo el sustrato, en este momento se seca el material a una alta temperatura dejándolo como un bloque inerte.

Las propiedades del material dependen de la elaboración, la temperatura de crecimiento, el sustrato y los nutrientes que aporta y el tipo de hongos. Se han investigado una variedad de utilidades de las cuáles ya han salido al mercado cuero vegetal de micelio y espumas de embalaje que reemplazan el poliestireno expandido,

En el ámbito de la arquitectura tienen aplicación en el aislamiento acústico y térmico ya que son materiales porosos y de baja densidad, atrapando el aire y atenuando las ondas sonoras. Aunque se han hecho investigaciones para la aplicación estructural es difícil su normalización debido a los factores ya mencionados que influyen en sus características mecánicas



Mycelium Mockup
AFJD Studio
2015

Mycotree
Dirk Hebe
2017



LUGAR VALDIVIA

CONTEXTUALIZACIÓN GEOGRÁFICA: REGIÓN DE LOS RÍOS

La Región de Los Ríos está ubicada en el sur de Chile ($39^{\circ}48'30''\text{S}$ $73^{\circ}14'30''\text{O}$), se divide administrativamente en **dos provincias: Valdivia y Ranco**, en las que se reparten 12 comunas. Su nombre proviene de su calidad hidrográfica resultante de la acción de los hielos, las altas diferencias de relieves y el clima lluvioso. Tiene dos cuencas predominantes: Río Bueno que nace desde Lago Ranco y Río Valdivia que nace en el Lago Lacar, ubicado en Argentina, cruza la frontera, da forma a los Siete Lagos, en Valdivia se intercepta con el Río Cruces dando forma a la ciudad y a Isla Teja.

Cuenta con una **población** estimada de 400.935 habitantes al año 2018, de los cuales 196.876 son hombres y 204.059 mujeres. (INE, 2021). En los informes del Censo 2002 se estableció que el 68.3% de la población vivía en zonas urbanas, se deduce que este porcentaje pudo haber aumentado debido a la antigüedad del dato y al crecimiento de las ciudades. (INE, 2021)

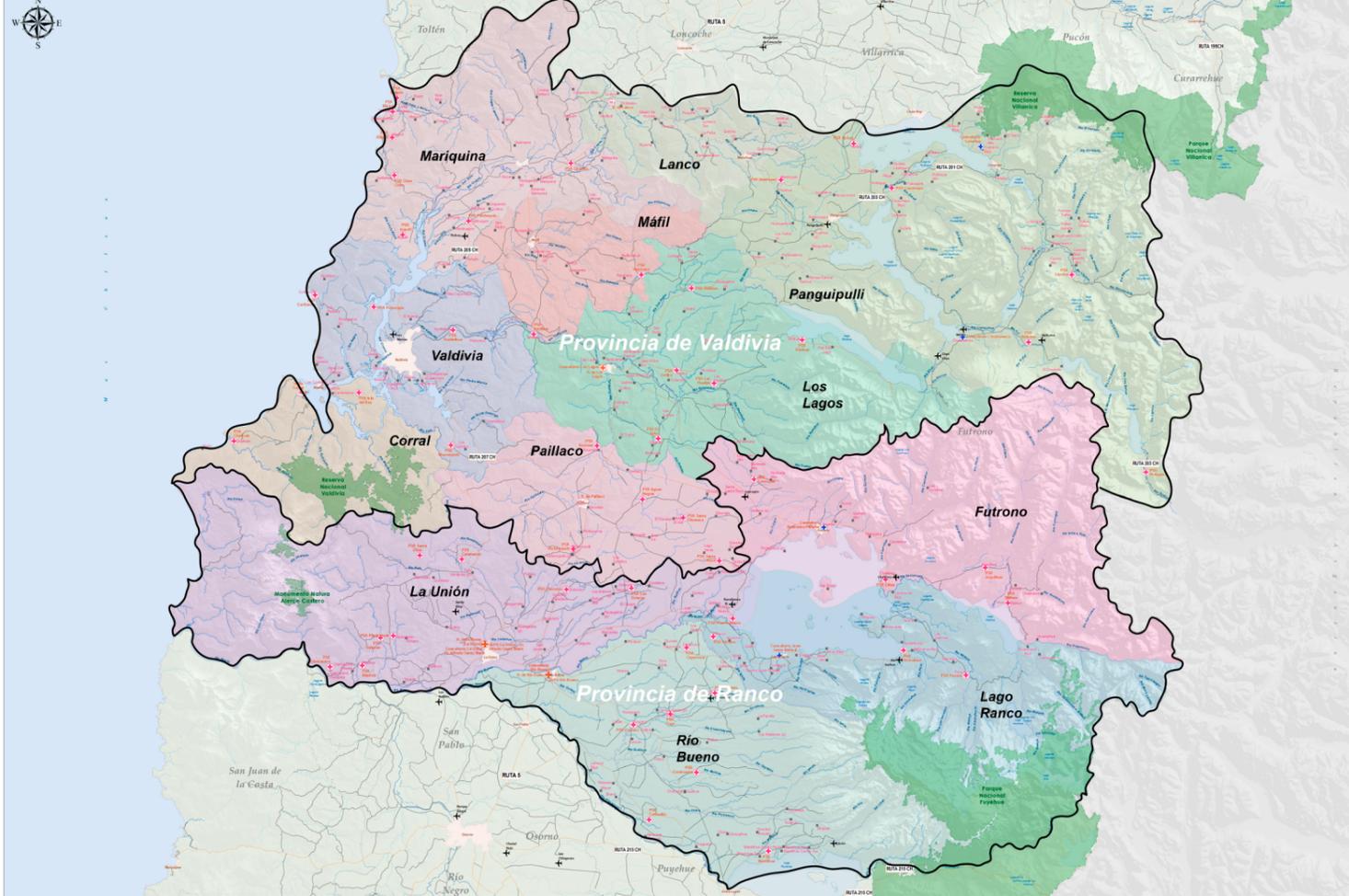
Las **actividades económicas** predominantes son la Silvicultura: extracción maderera y procesamiento de celulosa, también el desarrollo agrícola y ganadería. El turismo es una gran fuente de desarrollo de la Región debido a su geografía y sus paisajes, cuenta con áreas protegidas públicas y privadas, entre ellas se encuentra Parque Nacional Puyehue, Reserva Nacional Villarrica, Monumento Natural Alerce Costero y Reserva Costera Valdiviana.

COMUNA DE VALDIVIA

La comuna de Valdivia es la **capital regional**, se ubica en el sector costero de la región y cuenta con dos centros urbanos: ciudad de Valdivia y Pueblo de Niebla. La ciudad de Valdivia se encuentra en la convergencia de los ríos Calle Calle, Valdivia, Cau-Cau y Cruces, situación que le otorga características geográficas particulares ya que la ciudad se ve fragmentada por estos flujos de agua, sin embargo, al ser ríos navegables ofrecen oportunidades turísticas y comerciales. Tiene un área de 1015.6 km², ocupando el 5.5% del área regional, sin embargo, en esta zona habita el **43% de la población estimada de la región** (INE, 2021), lo quiere decir que tiene un alto nivel de densificación en comparación a la región.

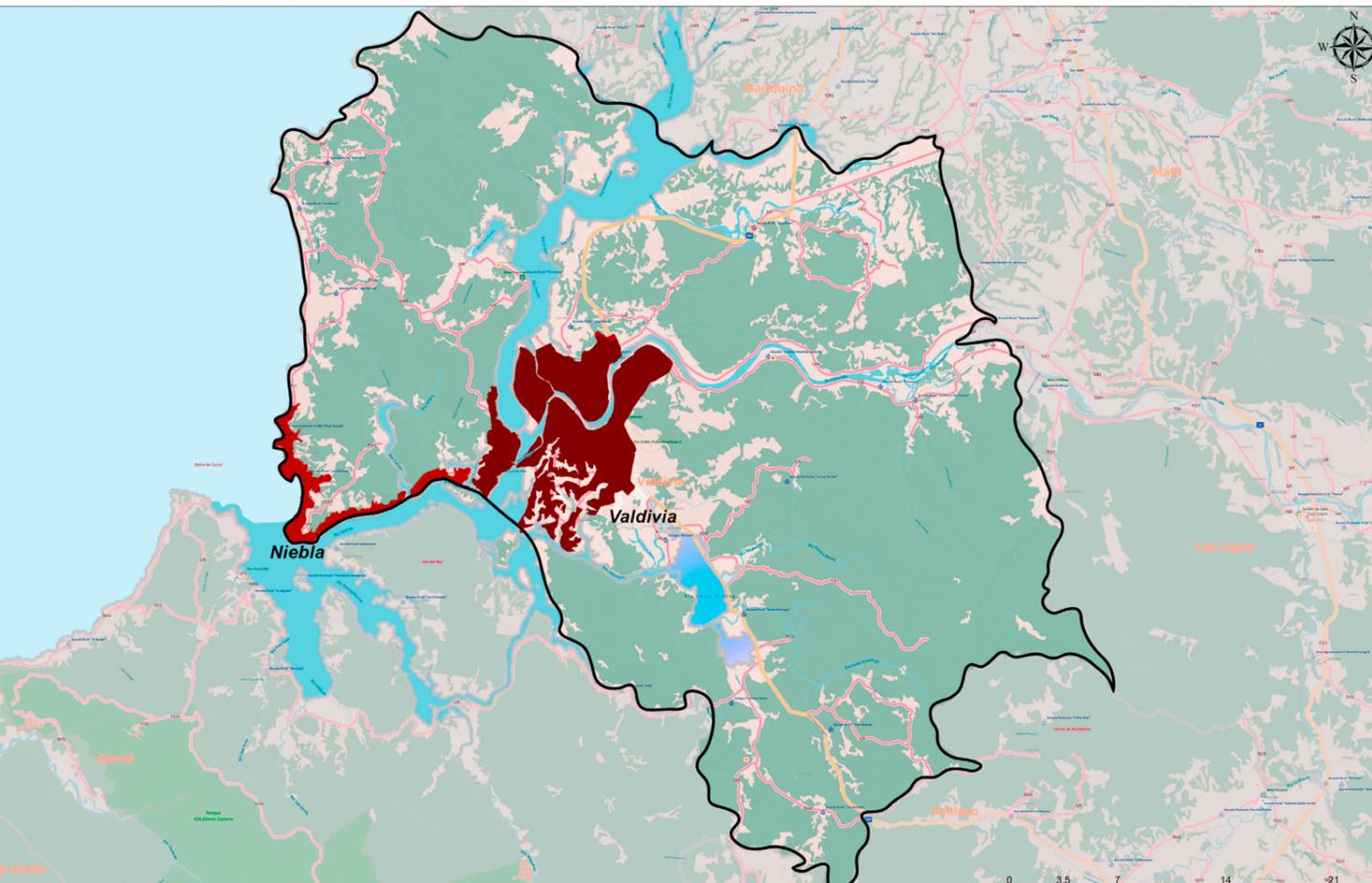
Aquí se ubican todos los **organismos organizadores** de la región como el Gobierno Regional, el Consejo Regional y secretaria regional; instituciones del poder judicial e instituciones gubernamentales interregionales como la Seremi de la Zona Macro Sur del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile, conformada por las regiones de La Araucanía; Los Ríos y Los Lagos.

Se caracteriza por ser **ciudad universitaria**, donde jóvenes de las regiones colindantes se trasladan a esta zona para realizar sus estudios superiores. La Universidad Austral de Chile fue fundada en Valdivia, además de contar con sedes de la Universidades privadas e Institutos.



Esquema 3: Provincias y comunas de la Región de Los Ríos
Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Esquema 4: Comuna de Valdivia en la Región de Los Ríos
Fuente: Elaboración propia sobre mapa de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile





Reserva Costera Valdiviana
Fuente: www.chileestuyo.cl

Marasmiellus alliiodorus
Felix Durán | iNaturalist
2021



CLIMA

El **clima** es de tipo templado lluvioso, es decir, que en época invernal el volumen de lluvia es alto, llegando a 2.307 mm/año con una temperatura promedio de 10°C según datos de la Dirección Regional de Aguas. La oscilación de la temperatura es baja, lo que responde a la característica de templado.

La **humedad** relativa es bastante alta, tendiendo al 100% entre los meses de junio y septiembre debido a la cantidad de precipitaciones, sin embargo, se mantiene en número altos durante todo el año, debido al contexto geográfico abundante en ríos y humedales (Anexo 1). Es uno de los factores que incide en la variedad vegetación y hongos existentes en la zona.

El **viento** predominante es Norte-Sur, sin embargo, según el gráfico de Sinca, no es una predominancia considerable ya que es un poco más del 15% anual, es decir, aproximadamente 4 días al año. Según la carta se puede deducir que tiene bastante variación de la dirección del viento. (Anexo 2)

ECOSISTEMAS

El área de la comuna está ocupada en un **67.95% por Bosque** (Anexo 3), siendo un 37% Bosque Nativo. Aunque en la comuna no existen áreas protegidas del estado, existen áreas protegidas por privados, como Área Costera Protegida Curiñanco (80 ha) y Parque Oncol (2.841 ha). Los tipos forestales que predominan son Siempreverde con un 52.27% correspondientes al Bosque Valdiviano, una ecorregión que se considera una isla biogeográfica por su cantidad de especies endémicas y es considerado uno de los 34 puntos más biodiversos del planeta. El Bosque Renoval ocupa un 63,17% (SINEF, 2019), que se caracteriza por ser bosques jóvenes que se dan por diferentes alteraciones de origen natural o antrópico.

En el centro urbano de Valdivia los **Humedales** son un tipo de ecosistema muy representativo ya que además de estar en el borde del río se encuentran en la trama urbana (Anexo 4). Se caracterizan como sistemas que dependen de una inundación permanente o intermitente para el desarrollo de sus flora y fauna. Su presencia en la ciudad aumenta luego del terremoto en mayo de 1960, el suelo se hundió 2 metros generando grandes inundaciones en terrenos colindantes al Río Cruces, que con los años fueron colonizados por vegetación acuática y diversidad de fauna, esto llevó a que se declararan Santuario de la Naturaleza.

Los **ríos, el clima y estos ecosistemas** propician lugares ideales para el crecimiento de una gran diversidad de hongos que se suman a la diversidad de flora y fauna.

CRITERIOS PARA LA ELECCION DEL LUGAR

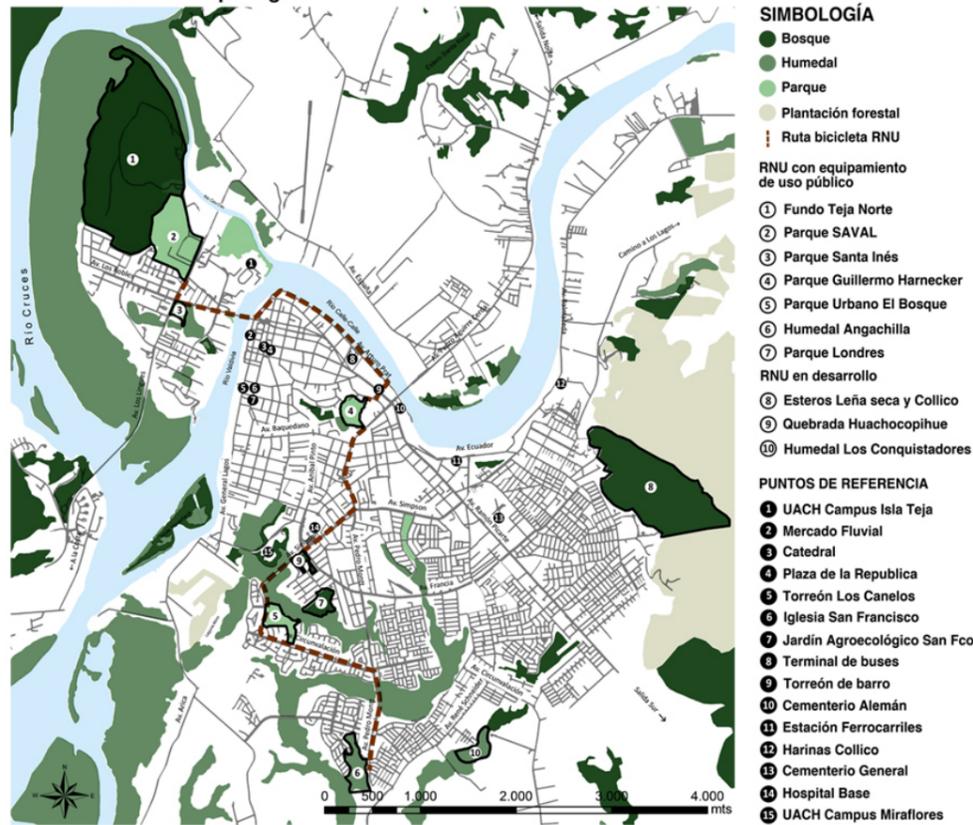
La ecorregión Bosque Valdiviano es una tipología caracterizada por un bosque siempreverde con un clima templado lluvioso y oceánico, como se mencionó anteriormente, cuenta con una gran diversidad de Flora, Fauna y Fungi. La urbanización valdiviana se encuentra sobre lo que un día fue masa vegetal, que a mediados del S XIX comienza a despejarse por asentamientos humanos. La ciudad actual ha tenido un crecimiento de manera que el **espacio construido logró tener un equilibrio con el bosque nativo**, que se puede apreciar en áreas verdes como antejardines, plazas, espacios públicos y parques, estos últimos han sido espacios culturales importantes para el ocio en la ciudad, entre ellos: Parque Botánico de la Universidad de Chile, Arboretum de la Universidad de Chile, Parque Saval, Parque Harnecker, Parque Santa Inés, Parque Urbano El Bosque, Parque y Fundo Teja Norte, Parque Urbano Prochelle y Parque Urbano Catrico. Esta distribución ciudad-bosque tiene como consecuencia que todos los hongos que fructifican en los bosques también se puedan observar en la ciudad, por lo tanto, **el hongo no solo está inserto en las explanadas de bosque valdiviano, sino que son elementos que se integran la ecología y paisaje urbano.**

En este paisaje urbano fúngico, existen **diferentes percepciones** de los hongos en ciudad, existe una parte de la población que siente temor ya que existen especies venenosas al consumo, provocan daño hepático y si no se tratan a tiempo pueden llevar a la muerte. Esta **estigmatización** hacia los hongos se suma a una visión general mundial que relaciona los hongos con la suciedad, la enfermedad, la muerte... de la misma que nace el concepto coloquial chileno **“valer callampa” o “valer hongo”**, que se refiere a algo que no tiene cuantía, resulta inútil, decepcionante, no cumple expectativas mínimas o simplemente no vale nada. (Salazar, 2011 de (Ferrer, 2017))

A continuación, se presenta el prólogo de la revista “En Valdivia no llueve IV”, una selección de relatos que ponen en valor de cotidianidad Valdiviana, así como de los hongos:

“Lo Fungí, lo honguístico o lo callampa nacen desde estos márgenes, desde los túneles o recovecos: el lumpen, la champurria, ahí es donde proponemos mirar (...) La invitación de esta revista es inmiscuirnos en los túneles, incomodarse, asustarse y divertirse. Conocer y reconocer a su vecina y vecino, ya sea en sus autores o autoras como en los protagonismos dentro de relatos, vidas al azar, minúsculos de resistencia. El hongo y estos relatos tienen eso en común, pertenecer y no pertenecer, pensar en la paradoja de habitar en un espacio público, pero al mismo tiempo, ser relegados de este.

Año a año las callampas nacen y desaparecen, pisoteadas, devoradas u olvidadas. Sin embargo, proliferan y ahí están, con su belleza particular, con su esencia, alimento y veneno. Porque son un Reino, al igual que esta escritura: marginal, callampa, incluso deficiente si usted así lo quiere, pero en resistencia, en desorden y rebeldía”



Reservas Naturales urbanas de Valdivia
Fuente: <https://rnuvaldivia.wordpress.com>

Hongo en árbol en espacio público, Valdivia
Fuente: Elaboración propia



EMPLAZAMIENTO: UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

La temática de proyecto tiene relación con la educación y la ciencia del Reino Fungi, por lo que su gestión estaría liderada por una organización dedicada a la preservación, como fundaciones o ente universitario que se dedique a la investigación científica del territorio. He decidido ligar este proyecto a la Universidad Austral de Chile debido al rol que ha tenido en el desarrollo de las ciudades australes.

La **Universidad Austral de Chile** fue fundada en Valdivia el año 1954, con la necesidad de instalar una entidad de educación superior universitaria en el sur de país. Es una universidad privada y cuenta con dos campus en Valdivia, Isla Teja y Miraflores, además de campus en Puerto Montt, Osorno y Coyhaique. Actualmente se encuentra acreditada por la Comisión Nacional de Acreditación por 6 años, hasta noviembre de 2021. Figura en la posición 6 del ranking de universidades chilenas según CSIC.

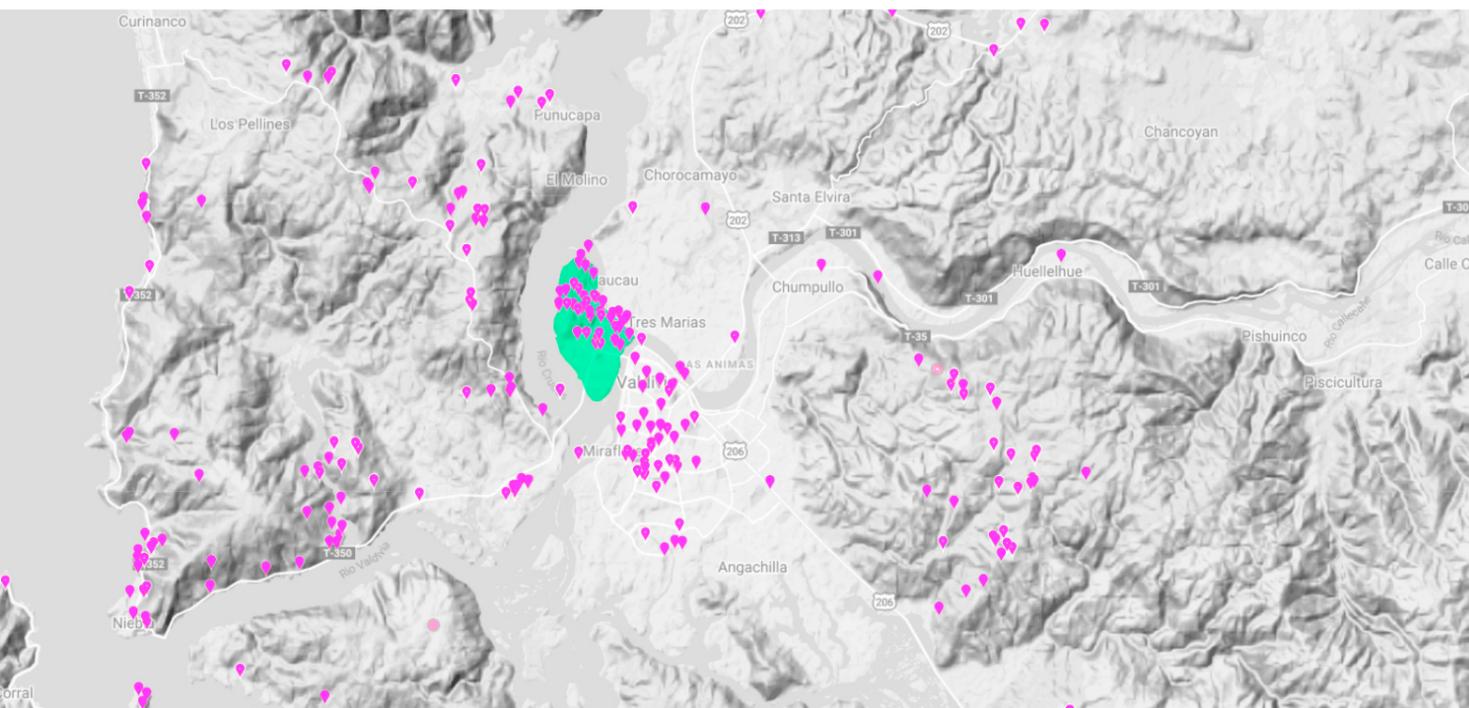
En el tercer artículo de los estatutos de la universidad se señala “**Acorde con su origen fundacional, la Universidad dará especial preferencia al conocimiento de los recursos naturales de la zona sur-austral, procurando la conservación de sus ecosistemas. Así mismo, promoverá especialmente los estudios tendientes a resolver los problemas del ser humano de la zona sur-austral, primordialmente los atinentes a la educación, salud y vida en comunidad, brindándole también apoyo preferente a la preservación de su patrimonio histórico y desarrollo cultural**” (Universidad Austral de Chile, 2016). Lo que se ha concretado en una serie de asociaciones que investigan problemáticas correspondientes al territorio sur-austral como el Centro de Estudios Ambientales (CeAm) que tiene como objetivo el desarrollo humano sostenible, Núcleo Transdisciplinario en Estrategias Socio-Ecológicas para la Sostenibilidad de los Bosques Australes (TESES), Centro de Investigación en Suelos Volcánicos (CISVo), Núcleo de Investigación de Excelencia en Cs. Aplicadas y Tecnologías para la Evaluación y Mitigación de Riesgos Naturales y Antropogénicos en Chile (RiNA), entre otros.

La universidad cuenta con un sistema de residencias a alumnos de bajos recursos que provengan de diferentes contextos, tomando en cuenta la variedad de zonas rurales que no cuentan con los recursos para financiar los estudios superiores de su comunidad. Además, cuenta con dos de los parques más visitados de la ciudad de Valdivia y que están creados para la preservación e investigación de especies, estos son el **Jardín Botánico y Arboretum** que cuenta con 32 hectáreas. **Ambas están abierta a la población con la intención de abrir los espacios naturales a la comunidad valdiviana.**

Por otro lado tenemos las comunidades en torno a los hongos que buscan protegerlos, estudiarlos y difundirlos. **Fungifest** es un festival que tiene como objetivo la difusión de los hongos se realiza físicamente en la ciudad de Valdivia, sin embargo, la pandemia ha cambiado los medios de difusión del festival, abriendo las fronteras con expositores desde Costa Rica, Uruguay, Ecuador, Argentina, Brasil, Colombia y Reino Unido. Las actividades que realizan se enfocan en el área artística, gastronómica, científica, recreativa, turística y de diseño, en su sexta versión en 2021 lograron tener 10.0000 espectadores, han logrado aumentar el interés por los hongos a nivel país y regional, colaborando con el reconocimiento sobre el valor cultural del reino Fungi y la valoración como un elemento de identidad en la comuna y región, transformándose incluso representante nacional e internacional del Reino Fungi.

En los datos de la aplicación iNaturalist, que permite el catastro de especies junto a su ubicación geográfica, se puede observar que en la ciudad de Valdivia hay una concentración de observaciones de especies fúngicas, **lo que no quiere decir que aquí haya más hongos, sino que hay más gente observando**. Dentro del 100% de especies registradas el 35,21% está identificada con nombre, la mayoría por personas especializadas en el Reino Fungi y el **63,58% no está identificada, ya sea por falta de datos científicos o porque el observador no está informado, lo que refleja que existe un interés en la observación Fungi un público general que está aprendiendo del tema.**

Existe una oportunidad de educar a una población que está cada vez más interesada por especies que se encuentran en su entorno, existe un aprendizaje previo que tiene gran potencial para su profundización en la investigación científica para la preservación de hongos.



- Isla Teja
- ▲ Puntos de observación de hongos

Catastro geográfico de observaciones Fungi realizadas en Valdivia y sus alrededores
Fuente: iNaturalist

PLAN MAESTRO CAMPUS ISLA TEJA

El Plan Maestro de Campus Teja de la Universidad Austral de Chile fue liderado por el Rector de la Academia de Düsseldorf, Karl Heinz Petzinka y el ex decano de la Facultad de Arquitectura y Artes UACH, Prof. Roberto Martínez. El objetivo fue transformar este lugar en uno de los espacios educativos más innovadores y modernos a nivel nacional, proyectándolo en cuatro etapas en un plazo de 20 años en el futuro, para lo que se realizaron diferentes actividades de participación con la comunidad Uach y Valdiviana durante el año 2020. Se proponen 5 lineamientos:

- Nube Verde: espacios de movilidad y conectividad entre los diferentes sectores
- 12 Clusters: Subdivisiones del campus que funcionan como unidades sociales
- Vegetación: crear el campus de los 10.000 árboles
- Sostenibilidad: reciclaje, generación de energía, transporte limpio
- Pueblos originarios: Integración de diferentes expresiones

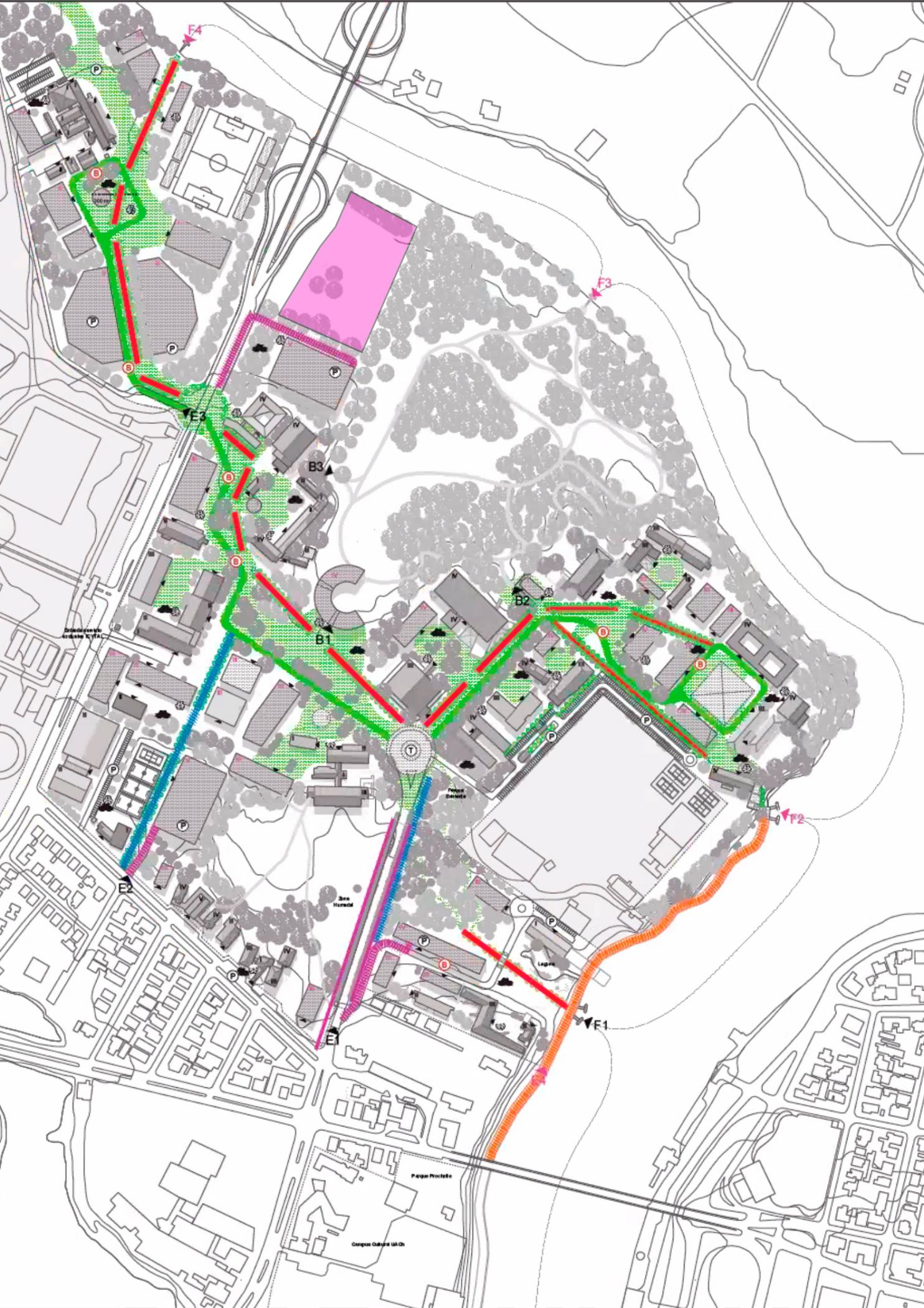
Incluye también la construcción de nuevos edificios, algunos reemplazarán y juntarán programas repartidos en pequeñas edificaciones y otros con nuevos programas que beneficiarán a la comunidad universitaria. Dentro de estas propuestas se encuentra un **ESPACIO VERDE**: “Posible edificio complementario al Jardín Botánico universitario, abre la posibilidad de fortalecer su rol educativo y/o turístico, como la re evaluación del uso de sus inmediaciones” (UACH, 2021). Según las intenciones que la universidad tiene para este terreno, es el lugar ideal para el emplazamiento de un proyecto en torno a la educación, investigación y exposición del Reino Fungi.

JARDÍN BOTÁNICO UACH

Los Jardines Botánicos se definen como una institución que posee colecciones documentadas de plantas vivas para fines de investigación científica, conservación, exhibición y educación. (Oldfiel,2007). El plan de desarrollo del Jardín Botánico Uach (2016) describe que fue diseñado como un espacio del territorio que contribuiría a la conservación de la biodiversidad mediante colecciones de muestras ex situ e in situ.

Según menciona Contreras (2019) los últimos años se ha perdido algunos de los objetivos principales del Jardín Botánico relacionados a la investigación científica, conservación, exhibición y educación, quitándole el reconocimiento como institución de carácter botánico, siendo percibido por la población como un parque de carácter recreacional. Su relevancia académica ha disminuido a pesar de estar inserto en una institución referente al desarrollo científico y cultural. Esta problemática ha estado ligada a la falta de recursos por parte de la universidad y al incendio que el año 2007 afectó al Edificio Emilio Pugín que contenía una gran cantidad de estudios referidos al Jardín Botánico.

Un proyecto con cercanía al Jardín Botánico de la Uach, sería una contribución al Plan de Desarrollo del Jardín Botánico de la Uach 2016, que pretende volver a dar la relevancia académica con la que se intencionó el jardín botánico. Es por esto que un Jardín Fúngico podría aportar como un espacio de interés turístico que colabore con la reivindicación del Jardín Botánico como un lugar de carácter científico y académico.

- 
- Terreno
 - Nube Verde Conectora
 - Vereda Techada
 - Ruta Buses Eléctricos
 - Acceso Vehicular
 - Ruta Peatonal
 - Extensión costanera
 - F Entrada por taxi fluvial

Plan Maestro Isla Teja UACH
2021
Fuente: UACH

PROYECTO

ANTECEDENTES URBANOS

Isla Teja se reconoce por diferentes caracteres de acuerdo al programa urbano que posee:

Histórico y cultural: La época industrial de Valdivia tiene gran importancia debido al crecimiento económico que fue impulsó, en Isla Teja se posicionaron una serie de industrias las que fueron arrasadas por el terremoto y posterior tsunami del año 1960. Aún existen poblaciones del Seguro Obrero y la Cervecerías Unidas.

Conservación: Además de las áreas conservadas por UACH, existe el Parque Saval y una serie de humedales en el interior y exterior de la isla que está protegidos.

Residencial: La parte sur de isla se reconoce como un área residencial, hacia el poniente se encuentran viviendas de clases sociales más altas.

Universitario: De los campus de la UACH, Campus Teja el que tiene mayor área con 46.2 hectáreas y la mayor oferta de carreras con 133 edificaciones destinadas a la investigación, educación, espacios para alumnos, profesores y comunidad Valdiviana. Dentro de sus dependencias cuenta con 50 hectáreas de conservación biológica conformadas por el Arboretum, Populetum y Jardín Botánico.

La isla se conecta al centro de Valdivia mediante el puente Pedro de Valdivia que permite el acceso vehicular y peatonalmente, enlazando los programas de equipamiento que se extienden hacia la isla.

El lugar escogido para el proyecto se encuentra en un lugar privilegiado en cuanto a la conectividad, pudiendo acceder por de las tres vías que conecta Isla Teja con el continente. En este sentido el proyecto toma el carácter de bienvenida desde la entrada norte de la isla, a la que se accede por el puente Cau-Cau.

ANTECEDENTES NORMATIVOS

El terreno de la universidad entre Av. Los Lingües y Las Encinas está afecto a la normativa de la zona ZU-9 (Anexo 5), de las cuáles afectan directamente al emplazamiento:

- Al estar ubicado en uno de los límites del campus se ve afecto con los distanciamientos y antejardines que retranquean el volumen 5 metros.

- Considerar es la cantidad de estacionamientos, al ser una edificación perteneciente a Educación y Cultura, requiere de 1 estacionamiento cada 200m².

- La rasante no logra interferir en la edificación.



- Vía Troncal
- Vía Colectora
- Vía de servicio
- Emplazamiento
- Dependencias UACH
- Zonas protegidas UACH
- Centro de Valdivia
- Lagunas
- Parques Urbanos
- Humedales
- Ríos

Zonificación Urbana Isla Teja
Fuente: Elaboración propia en base a diferentes planos

IDEA DE PROYECTO: INVERNADERO DE MICOLOGÍA

Para el diseño de un espacio para la investigación, educación y exposición de hongos se propone la **tipología arquitectónica del invernadero**, estos han utilizado incluso desde antes de la creación del vidrio como material constructivo, utilizando piedras traslúcidas para la entrada del sol. La colonización de nuevas tierras y continentes más la necesidad de climatización para las especies exóticas que se intercambiaban surgió el **invernadero, edificación específica para la mantención de vegetación exóticas y que representa una de las expresiones de la vinculación entre arquitectura y naturaleza**. De un principio eran construcciones que identificaban a la elite, que tenían los recursos para construir espacios para plantas, pero a medida que el metal y el vidrio se hacían mas accesibles, comenzaron a abrirse al público como espacios de colección, investigación y educación.

Un **invernadero para hongos** es muy diferente a lo que tenemos como imaginario ya que no son plantas, quedan fuera de esta clasificación ya que no hacen fotosíntesis, por lo tanto no necesitan luz, sin embargo, se pueden asociar con otras especies que si lo necesitan.

El proyecto está íntimamente **ligado con el Jardín Botánico**, siendo un complemento educativo, científico y turístico, lo que será evidenciado en las conexiones espaciales y visuales.

Es un espacio abierto a toda la comunidad Valdiviana, por lo que existen espacios de tipo **públicos** de carácter educativo-expositivo y **privados**, relacionados a funciones universitarias en torno a la investigación y educación. La arquitectura se encargará de poder mezclar estas situaciones de manera que los programas de investigación como laboratorios sean visibles a los visitantes, generando una mayor interés por las labores científicas.

EL LUGAR

El emplazamiento también tiene las características público-privado en cuanto a los accesos disponibles, tiene la particularidad de tener muchas formas de ingresar, que se traduce en **diferentes formas de involucrarse con el proyecto**.

Avenida Los Lingües: Este acceso se relaciona con el edificio de estacionamientos proyectado por el plan maestro que será ocupado por la comunidad universitaria y por visitantes externos.

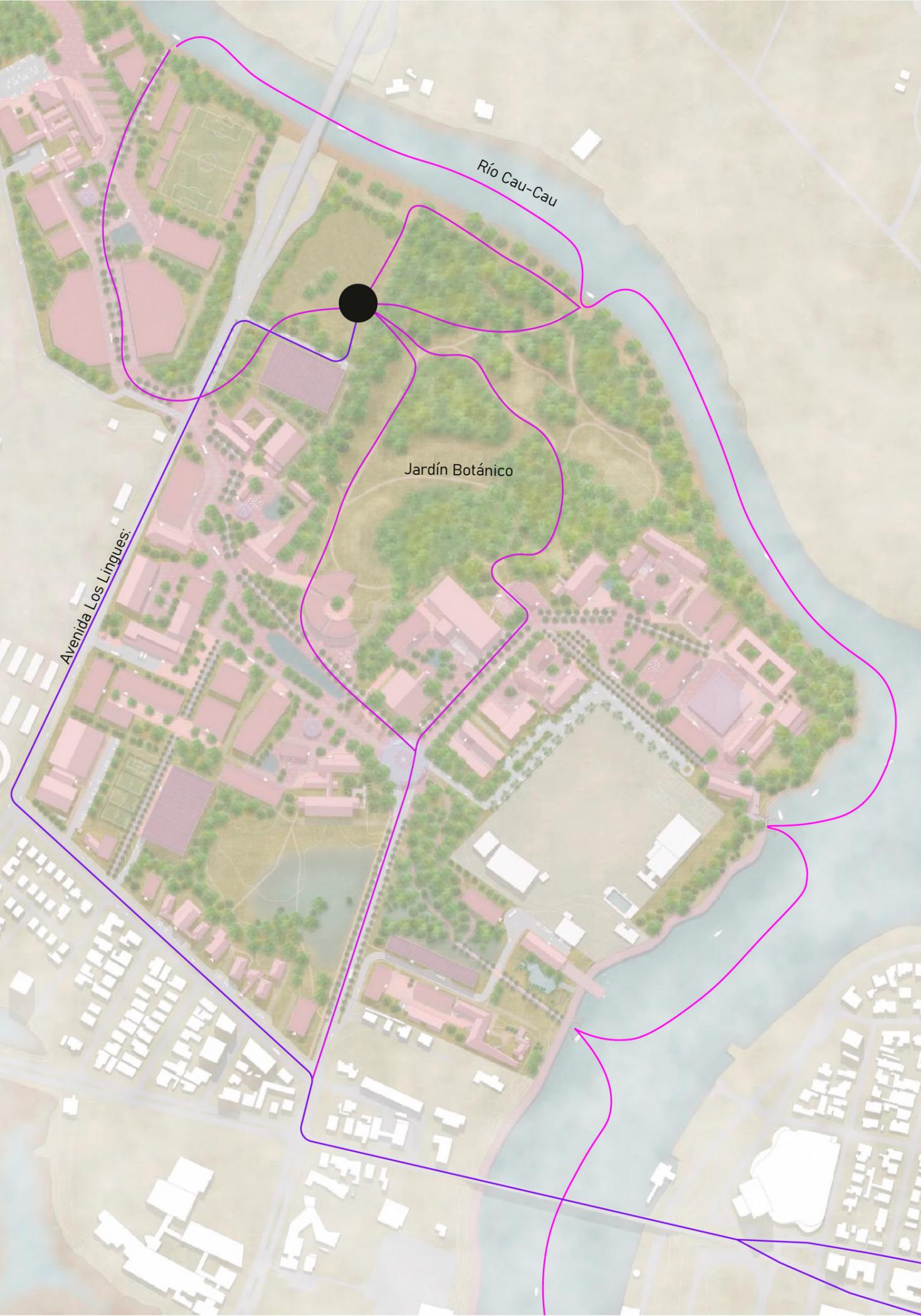
Jardín Botánico: Reúne los accesos desde diferentes puntos de la universidad, está orientada para el acceso de estudiantes y visitantes que hayan decidido ingresar desde el Jardín Botánico.

Río Cau-Cau: Este acceso proviene de la proyección de una parada de taxi-fluvial, está considerado para visitantes.

Los últimos dos descritos acceden desde el Jardín Botánico, en cambio el que viene de Avenida Los Lingües entra directamente al proyecto sin recorrer el Jardín Botánico previamente.

- Ruta Taxi Fluvial
- Accesibilidad Vehicular
- Accesibilidad Peatonal
- Proyecto

Accesibilidad al lugar
Fuente: Elaboración propia sobre
imagen final Master Plan UACH



NÚCLEO	PROGRAMA	USUARIOS	M2
Jardín Micológico	- Bosque de Micorrizas - Descomponedores de madera - Liquen Terrarios - Sensibles a la luz	Visitante Personas de mantención Estudiantes UACH	2000
	- Sala de preparación de sustratos. - Sala de esterilización. - Sala de inoculación. - Cámaras de inoculación y fructificación	Personal de cultivo	200
Jardín de cultivo de setas comestibles	- Sala micro climática	Visitante Educador	
	- Laboratorios - Biblioteca micológica - Sala de reuniones - Oficinas - Archivo - Administración - Ceparío General	Micólogos Estudiantes UACH Administrativos	300
Centro de Investigación Micológica	- Fungario de setas	Visitantes	
	- Sala de clases 30 personas	Micólogos Estudiantes UACH	90
Generales	Auditorio	Micólogos Estudiantes UACH Visitantes	200
	Salón de Exposiciones	Visitante Artistas	120
	Hall	Todos los usuarios	70
	Cafetería	Todos los usuarios	45
	Tienda	Visitantes	40
		TOTAL	3065
		TOTAL TERRENO	13.419

La definición de Programas y Usuarios toma en consideración el proyecto como una inversión de una universidad privada con fines del desarrollo en la investigación en torno a los hongos, a la que se suma el diseño de espacios propicios para la educación de los "Visitantes", esta denominación incluye a estudiantes de educación escolar y universitaria, comunidad Valdiviana y turistas.

Invernadero de Micología

Espacio de conservación ex situ de hongos, es decir, fuera de su hábitat natural. y tiene como objetivo la **investigación, educación y exposición de setas vivas**. Se realizará mediante la metodología de inoculación en sustratos y tendrá diferentes zonas según las características del hongo.

Invernadero de Cultivo de setas comestibles.

Debido al aumento de interés por los hongos y la cosecha de setas silvestres, el jardín de cultivo de setas comestibles que tiene con el **objetivo la enseñanza de la forma correcta de cosechar hongos en el bosque** de forma que no perjudique al organismo, la forma de educación será mediante la práctica. Se propone este espacio como un espacio de recaudación de recursos mediante la venta de setas comestibles.

Centro de Investigación Micológica

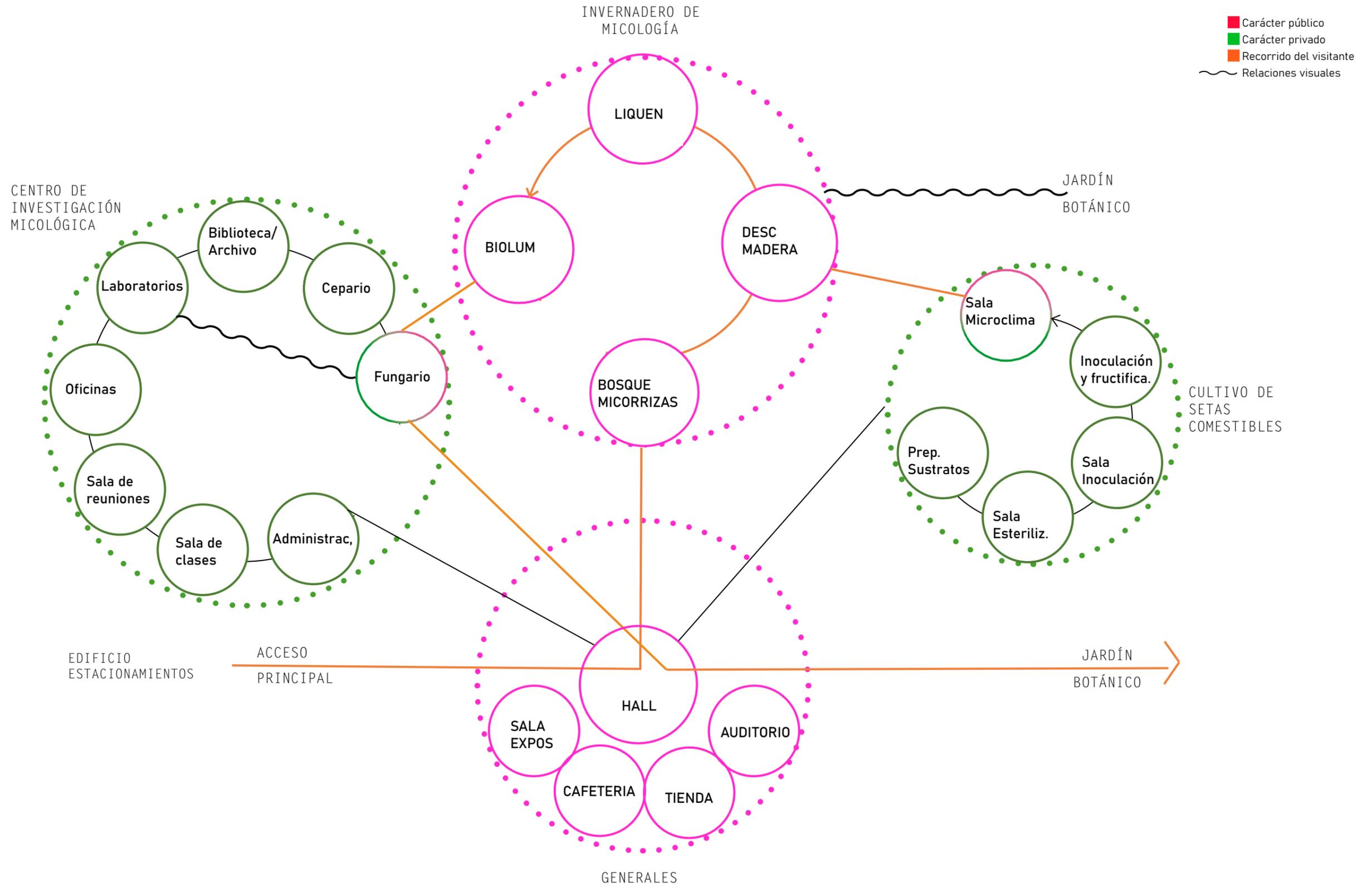
El Centro de Investigación Micológica es el conjunto de espacios **destinados a la ciencia y educación universitaria**, orientados a generar espacios que generen mejores oportunidades para estudios del Reino Fungi.

Solo uno de estos espacios está abierto al público, el Fungario de setas será la exposición del género Basydiomicota, las que serán conservadas mediante proceso de liofilización, técnica de conservación de organismos que permite la preservación por aproximadamente 23 años. La zona privada del Fungario será la colección de hongos de otros géneros que no tiene tanto valor expositivo.

Generales

Espacios de uso general para todos los usuarios, tienen como **objetivo apoyar a las actividades académicas y educativas de los visitantes**.

RELACIONES PROGRAMÁTICAS



ESTRATEGIAS DE DISEÑO Y REFERENTES

INVERNADERO DE MICOLOGÍA

Para el diseño del invernadero se ha tomado como referente principal el Proyecto de Título de Arquitectura de la Universidad de Chile "Fungario Nacional" de Valentina Acha, un proyecto desarrollado el año 2018 que es muy similar a la presente memoria y con una calidad de información muy completa, la **especificidad del tema y la falta de referentes construidos** requiere tenerlo como base para el diseño arquitectónico propio.

El proyecto combina la temática de **conservación del Reino Fungi con la conservación patrimonial**, esta última tiene gran relevancia desde la historia del Parque Quinta Normal y su antigua función de Jardín Botánico y que se ve reflejada en su entusiasmo de revitalizarlo en conjunto con el Reino Fungi.

El Fungario utiliza 820 m² y se divide en cuatro situaciones:

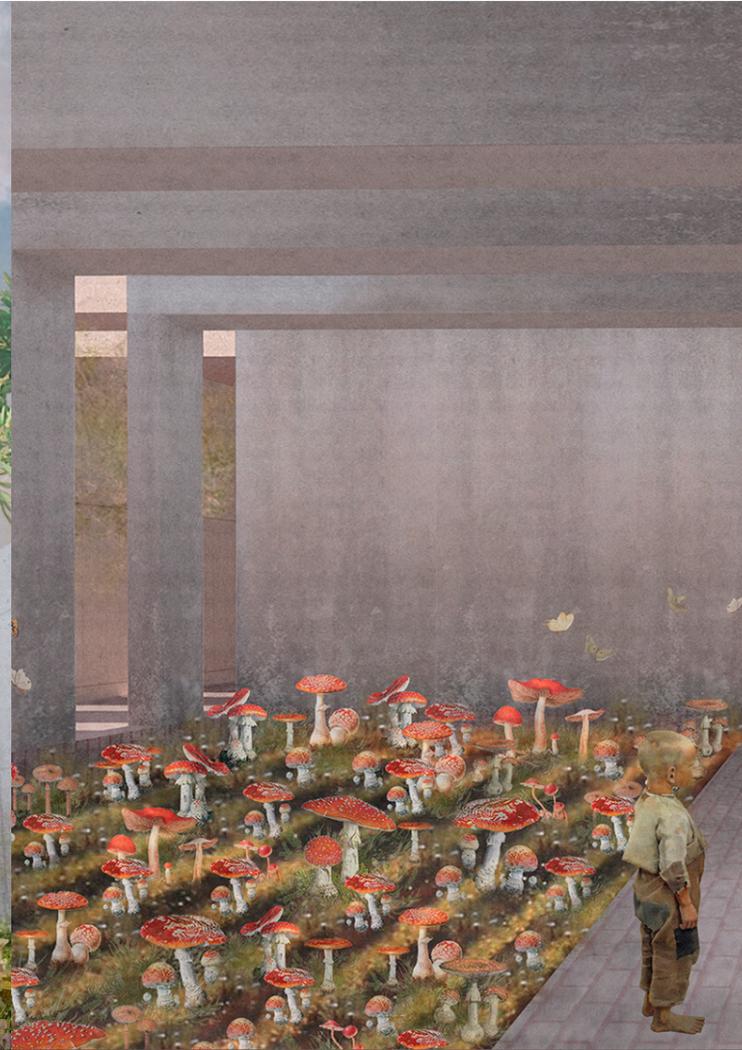
1) Patio Productores: Conformado por dos templetas, ambos dedicados a la exposición de hongos chilenos en sustratos de fácil crecimiento y producción.

2) Paseo de los Líquenes: Recibe luz natural dado que tiene en exposición líquenes chilenos (alga + líquen) siendo necesaria la radiación.

3) Patio Hipóstilo: Conformados por un orden de pilares, en los cuáles se encuentra un cubo de vidrio en su interior, el cual contiene setas liofilizadas. Se dedica esta espacialidad para hongos con requerimientos muy específicos para su fructificación.

4) Patio de la Simbiosis: Patio protagonista de Proyecto, el cuál actúa como hito subterráneo en la superficie, al ser la principal entrada de luz. Esto dado que es el único patio en que estaría en convivencia el reino vegetal con el reino fungi, teniendo exposición de especies endémicas de Chile, tanto en hongos como arbóreas haciendo alusión al bosque del sur de Chile, principal hábitat de los hongos nacionales.

La estrategia de creación de patios o zonas es concordante con la diversidad de especies y características que tiene el reino Fungi, para el Invernadero de Micología se utilizará la misma estrategia basada en tipos de hongos, las necesidades ambientales que necesiten.



Imágenes objetivo de los cuatro patios del proyecto "Fungario Nacional"
Fuente: Fungario Nacional, Valentina Acha

BOSQUE DE MICORRIZAS

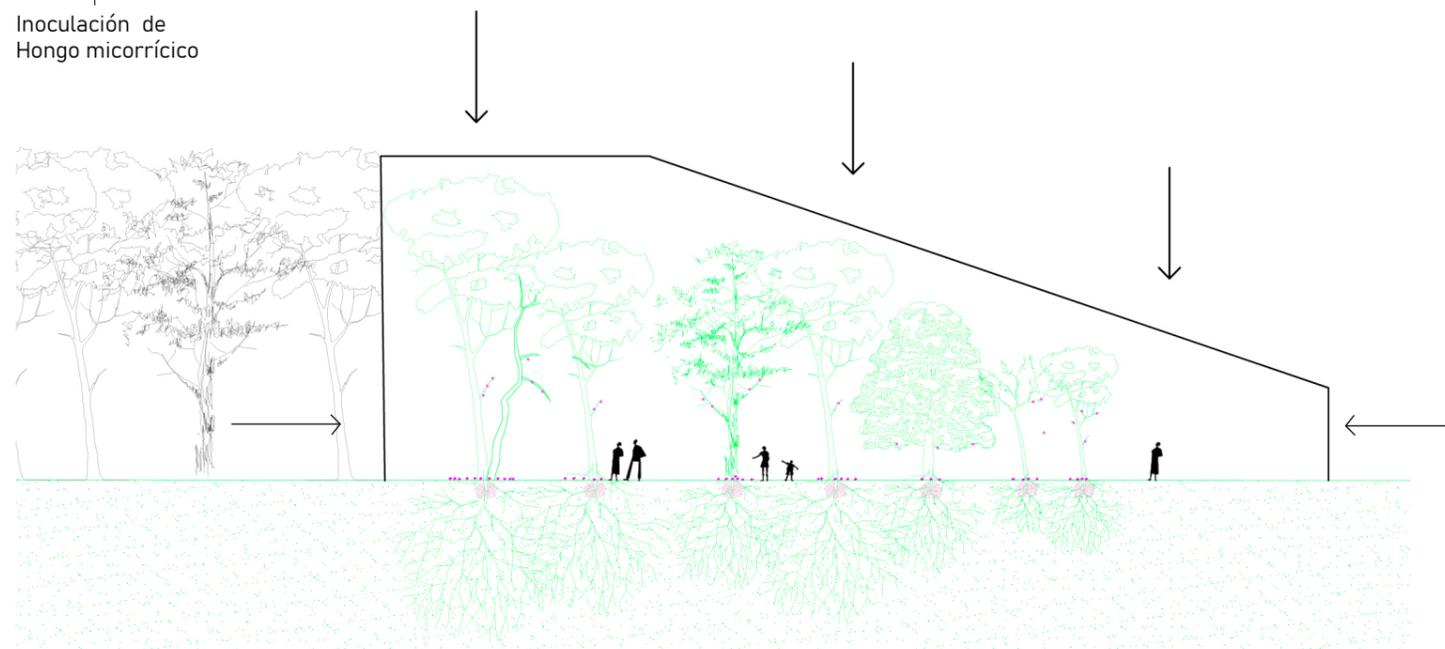
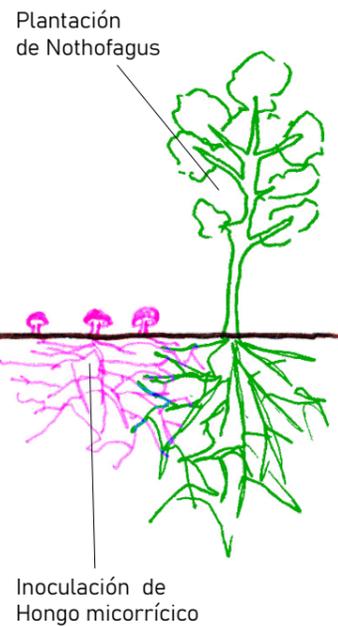
DEFINICIÓN La micorriza es la simbiosis entre un hongo y una especie del Reino plantae, colaborando en el traspaso de nutrientes que la planta no puede absorber por sí sola. En Chile la mayoría de los hongos micorrícicos nativos se asocian a especies de árboles del género *Nothofagus*.

OBJETIVO Este espacio pretende entregar las condiciones necesarias para la investigación científica de micorrizas relacionadas a especies de *Nothofagus*, además educar al visitante sobre estos procesos tan importantes para la supervivencia de algunas especies de la naturaleza.

PROPUESTA Se propone un invernadero que proteja la plantación de especies jóvenes de **árboles *Nothofagus*** a los que se les inocula el hongo micorrícico, de modo que garantice el control de temperatura y la entrada de radiación necesaria para los árboles.

ESTRATEGIAS La **altura** de crecimiento de los árboles se reflejará en una respuesta arquitectónica que tendrá una escala que será mucho mayor en comparación al resto del proyecto **Para reducir el impacto de la diferencia de altura** se puede aprovechar los árboles existentes en el lugar como **escala referencial**, acercando el invernadero a estas zonas con una estructura liviana y translúcida que permita la percepción de que es parte del bosque.

ESPACIALIDAD Los árboles y la arquitectura que los contiene tendrán mucha más presencia que los hongos, de un principio los visitantes observarán hacia arriba pero la misma arquitectura guiará la mirada al suelo para transmitir que bajo sus pies hay una red de micelio de hongo que crece.



La arquitectura del Bosque de Micorrizas se compara con la escala del Jardín Botánico, acercarla a este reduce la diferencia de escala con los otros espacios del invernadero, el uso de diagonales direcciona la mirada hacia el suelo. La iluminación entra por todas las caras.

REFERENTE: SNOWDON AVIARY

CEDRIC PRICE & LORD SNOWDON

Según la RAE, el aviario es una colección de aves distintas, vivas o disecadas, ordenadas para su exhibición o estudio, o sea, no se refiere al objeto de arquitectura si no que a lo que contiene. La arquitectura se adecua a su habitante principal: las aves, que en este caso están vivas, con objetivos de conservación, estudio y educación de las especies con especial cuidado en las que están en peligro de extinción.

La primera necesidad es asegurar un vuelo libre con el mayor espacio posible, que se traduce en abarcar **grandes luces sin pilares** que interrumpan el vuelo, para esto se propone una estructura Tensegrity, estructuras que funcionan a partir de barras que reciben las cargas de compresión; y cables que reciben cargas de tracción, el equilibrio de esfuerzos genera la estabilidad de la estructura. La estructura aporta **ligereza al diseño**, que se complementa con las mallas translúcidas que delimitan el espacio, Su **escala** permite incorporar vegetación en variedad incluyendo árboles y se dejan **áreas de suelo con estrato vegetal**, lo que da a entender la estructura como un elemento que se apoya en un ambiente pre-existente.

El **segundo usuario** de este espacio es el humano y cumple un rol de visitante, para esto se **restringe su movimiento** mediante pasarelas en el nivel -1 y 1, en la parte baja se pueden observar aves que no vuelan y la parte alta las aves si lo hacen.



Fuente Imágenes: Google

DESCOMPOVEDORES DE MADERA

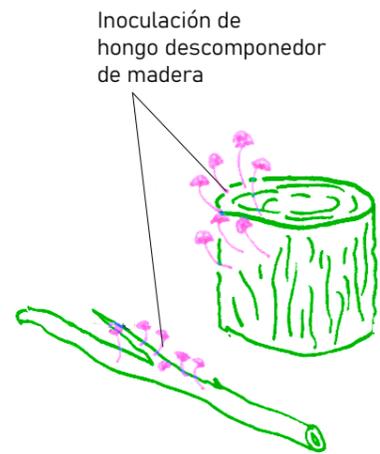
DEFINICIÓN Los hongos aprovechan los nutrientes de los organismos muertos y los reutilizan para sobrevivir, los descomponedores de madera son particulares debido a que la madera es más resistente que otros sustratos como las hojas, por esto tienen un micelio más fuerte, capaz de penetrar y degradarla.

OBJETIVO Crear un espacio propicio para investigación científica de esta familia de hongos y educar sobre la importancia de la función recicladora y descomponedora de los hongos a partir de la exposición de especies vivas.

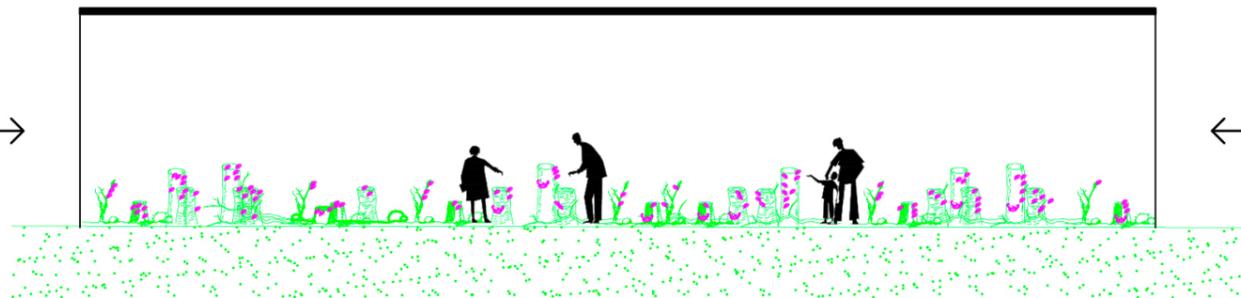
PROPUESTA Se propone un invernadero que ofrezca las condiciones ambientales necesarias para el cultivo de los hongos directamente en madera nativa muerta que puede ser recolectada de árboles caídos en el bosque.

ESTRATEGIAS Las estrategias de diseño de este espacio se basan en **dos variables**, por un lado tenemos la generación de las condiciones ideales para la producción de setas (humedad, poca luz, ventilación, temperatura) por otro lado tenemos la experiencia arquitectónica para la visualización de ellas. Para la habitabilidad de los hongos, **necesitamos un espacio controlado en el que no ingrese la radiación solar directa y con alto porcentaje de humedad**, es un lugar más protegido que un invernadero tradicional. Para proteger de la radiación solar se puede diseñar una cubierta para sombra a las setas u optar por la utilización de vidrios polarizados si se quiere tener una continuidad material con el invernadero de micorrizas. Los hongos son organismo muy pequeños, por lo tanto la arquitectura también ha de **disminuir su escala** ya que una espacialidad muy grande empujaría al hongo aún más. Esta clase de hongos puede crecer en ciertos tipos de madera muerta, la que funciona como un objeto de la que depende la forma de exponer el organismo, **sacándolo del suelo y acercándolo a la vista del visitante**.

ESPACIALIDAD En comparación al Bosque de Micorrizas, la observación en este espacio se dará en el plano horizontal, donde la extensión del lugar será mayor que su altura.



Madera nativa muerta



La escala disminuye para acercar al visitante al hongo, la percepción del espacio es de forma horizontal y la iluminación entra por los laterales, evitando la entrada de radiación por la cubierta.

REFERENTE: INVERNADERO JARDÍN BOTÁNICO GRUENINGEN, ida Studio

Cuando hablamos de invernaderos en arquitectura nos imaginamos estructuras de grandes dimensiones que contienen una infinidad de especies en su interior incluyendo árboles. En el Jardín Botánico Grüeningen se diseñó un invernadero con solo 180 m², diseñado para el cultivo de plantas subtropicales como plátano y papaya.

El proyecto busca **sumar metros cuadrados al Jardín Botánico** sin competir con las especies que lo rodean, su **geometría busca incorporarse al bosque** con pilares a modo de árboles de acero, utilizando el Diagrama de Voronoi con puntos en antiguos troncos que existían en el lugar.

Su **escala se adapta a la altura de los árboles del bosque** pero en su interior las diferentes diagonales logran **disminuir la altura del espacio**, además, para la exposición de las plantas se diseñan jardineras que las acercan a la vista del visitante.

La **materialidad** es parte de lo que se ha usado históricamente para los invernaderos, el ofrece una estructura liviana que puede sostener el vidrio que permite la entrada de la luz solar, este último también se utiliza para la **subdivisión de espacios dentro del invernadero, ofreciendo una continuidad visual**.



Fuente Imágenes: Plataforma Arquitectura

TERRARIO DE LÍQUENES

DEFINICIÓN “Los líquenes están constituidos por un hongo (micobionte) y un alga (ficobionte) que se desarrollan en íntima simbiosis... El micobionte realiza el principal aporte estructural y forma los cuerpos reproductores” (Redón, 1985), El ficobionte se encarga de realización de fotosíntesis y el procesamiento de nutrientes.

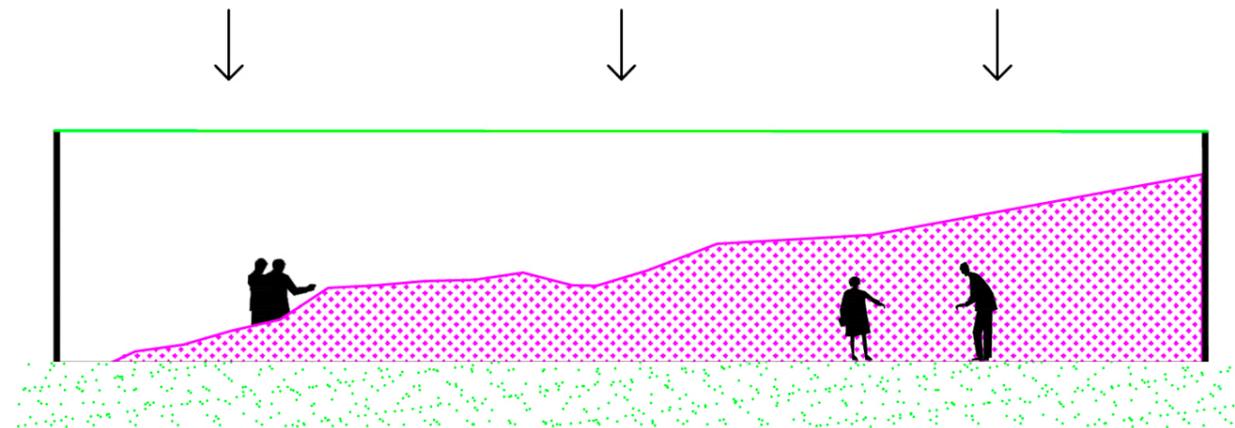
OBJETIVO Generar un espacio propicio para la investigación científica y educar a los visitantes en torno a esta particular simbiosis entre dos organismos que crean una especie individualizada.

PROPUESTA El líquen requiere de radiación solar y humedad para sobrevivir, pero su crecimiento es muy lento y su cultivo muy difícil. Por estas características se propone la realización de un terrario y crear un micro ecosistema con otros elementos como tierra, piedras, musgos, pequeños hongos, ramas y hojas.

ESTRATEGIAS Al ser organismos independientes que no requieren de un sustrato especial para crecer, **su escala de visualización es menor que los hongos**, ya que no tiene un objeto que lo exponga como es el caso de los hongos descomponedores de madera que pueden variar su altura de visualización según el tamaño de la madera a la que está asociado. Para esto se decide diseñar un **terrario que sea habitable, en que la suma de pequeñas especies puedan formar una gran masa viva como un micro ecosistema.**

El líquen se expone por si solo a modo de **terrario** con un ambiente que lo mantenga con la humedad y radiación necesaria, La suma de estos pequeños organismos pueden crear un terrario habitable hasta lograr una escala en la que el visitante pueda sentirse empequeñecido por este gran organismo.

ESPACIALIDAD Este espacio pretende que el visitante sienta que se encuentra frente a un organismo vivo más grande que él, que no solo está en el suelo sino que en los muros. La escala habitable por personas disminuye aún más, siendo el líquen el que use el mayor porcentaje de espacio.



La masa de vegetación ocupa gran parte del espacio, la luz entra solo de forma cenital permitiendo el acceso de radiación solar.

REFERENTE: THE WATER

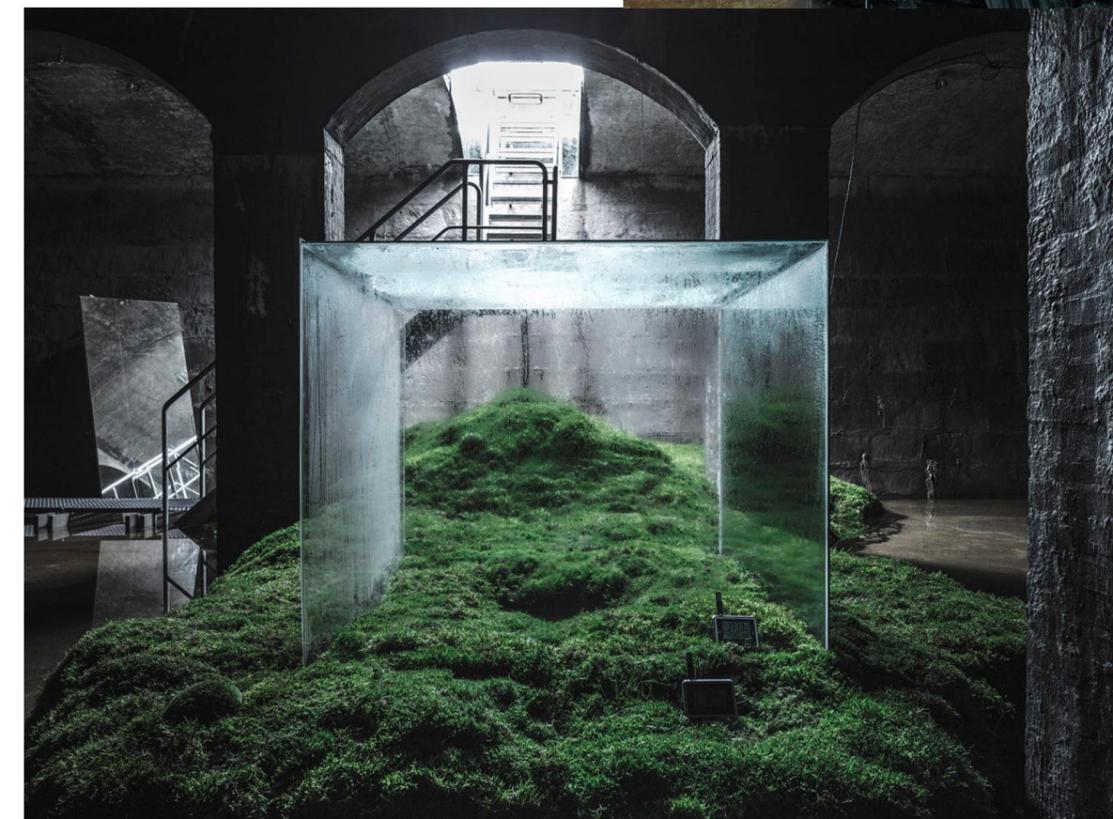
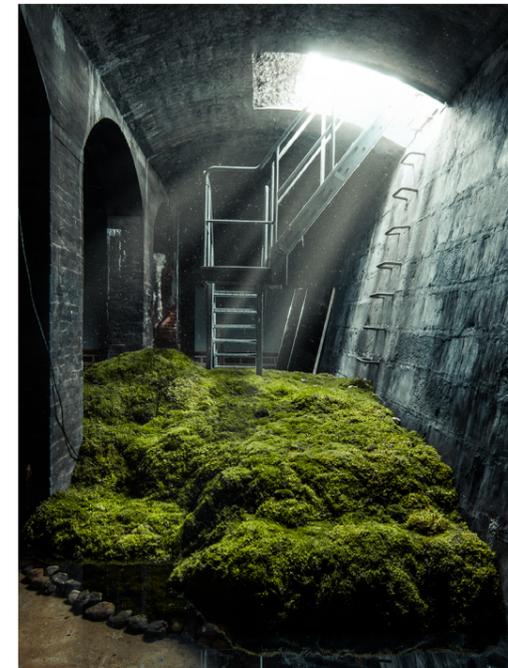
Hiroshi Sambuichi

Hiroshi Sambuichi es un arquitecto japonés que diseña y trabaja con los elementos de la naturaleza, en que el agua, el viento o la tierra se junten con la arquitectura creando una **simbiosis entre el espacio natural y el espacio construido.**

La instalación está hecha en un antiguo depósito de agua en Copenhague, un espacio subterráneo que no recibe luz, mucha humedad y alto nivel de CO2, dificultando el habitar humano, pero al momento de permitir el ingreso la luz se hace un lugar propicio para la vegetación.

El arquitecto busca resaltar la belleza del espacio a partir de la presencia de los elementos naturales, la apertura de la exposición responde a la presencia de la luz y en invierno se cierra antes ya que el sol se esconde más temprano dando cuenta de la **importancia de cada elemento** que forma la exposición.

Aunque la intención de este proyecto es poner en valor la belleza del espacio, lo hace mediante la **materia viva y cómo esta depende de los elementos que son la esencia del lugar.** El visitante al ingresar al lugar se interna en el “hogar” de esta masa de vegetación viva.



Fuente Imágenes: DesignBoom

FOTÓTROPOS Y BIOLUMINISCENTES

DEFINICIÓN Los hongos Fotótrofos crecen de acuerdo al foco de luz, direccionado su cuerpo fructífero hacia ella; los hongos bioluminiscentes generan su propia luz a partir de una reacción química y pueden ser visualizado en la oscuridad. Ambos son hongos que responden de diferentes formas a la **presencia o ausencia de luz**.

OBJETIVO Generar un espacio propicio para la investigación científica y educar a los visitantes en torno a las respuestas de los hongos a la luz. Tiene un carácter más expositivo donde la biología de los hongos se mezcla con la experiencia arquitectónica y visual.

PROPUESTA Se propone un espacio en el que se puedan visualizar las dos diferentes respuestas a la luz y además sean los organismos los que generen el espacio.

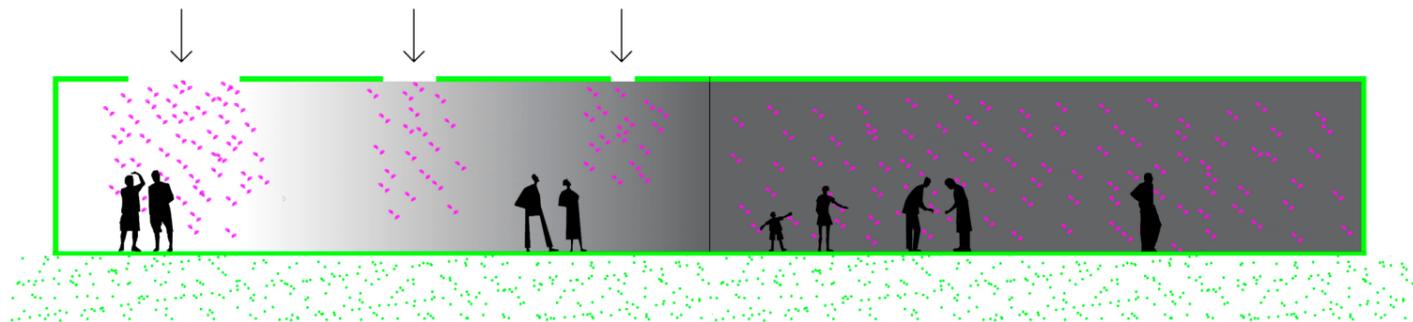
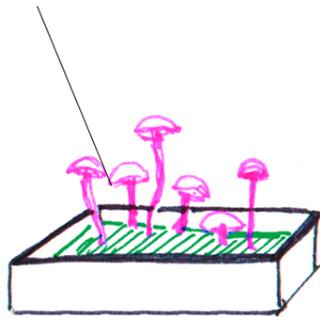
ESTRATEGIAS Para hacer evidente el crecimiento de los **hongos fotótrofos** se propone un espacio oscuro en el que la luz provenga de pequeños focos a los que el hongo irá direccionando sus cuerpos fructíferos.

Para la visualización de los **hongos bioluminiscentes** se requiere la ausencia de luz, por lo que se propone un espacio recorrible en el que la experiencia arquitectónica está dada por la luz de los hongos. Aunque no se han descubierto macro-hongos bioluminiscentes en Chile, se propone la utilización de hongos exóticos.

El hábitat del ser vivo (sustrato) logra ser generador de espacios, que se va expresando a medida que la luz cambia, **generando una gradación desde el espacio más iluminado a la oscuridad**.

ESPACIALIDAD La atmósfera de este espacio provoca incertidumbre en el visitante, el espacio cada vez se oscurece más y se introduce en el hábitat del micelio del hongo "bajo tierra" y rodeado de seta en muros y techo.

Inoculación en sustrato



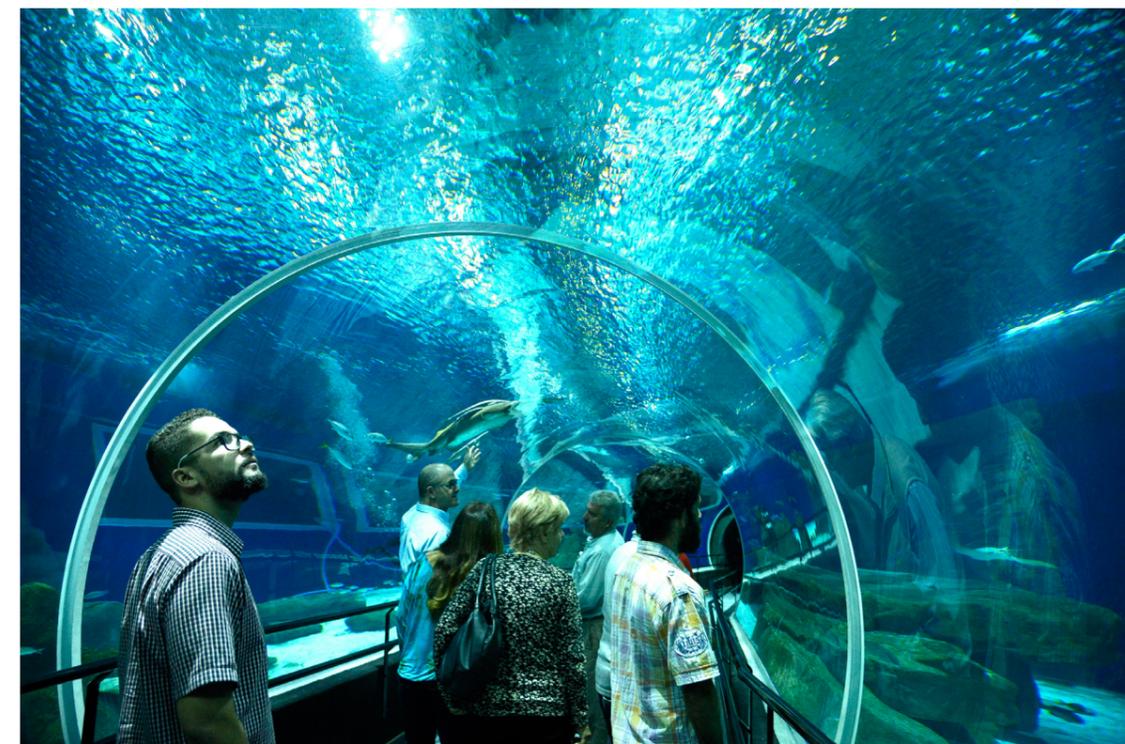
Existe una gradación lumínica que comienza con pequeñas aberturas permitirán la entrada de luz para los hongos fotótrofos, que disminuyen hasta llegar a oscuridad donde se encuentran los hongos bioluminiscentes.

REFERENTE: AquaRio Autor desconocido

Ubicado en Río de Janeiro, con un área de 26 mil m² fue diseñado para la exposición y conservación de tres mil animales en 28 ambientes, lo que suma 4,5 millones de litros de agua salada.

Para la exposición de especies marinas es complejo poder imitar el ambiente natural debido al tamaño del mar y a la vez poder transmitir esta escala a los visitantes.

La primera estrategia de diseño en este proyecto es crear un acuario lo más grande posible para asegurar la habitabilidad de los peces, teniendo esto está el cuestionamiento de cómo el visitante observará los peces en esta masa de agua, tomando en consideración el constante movimiento de los peces, para esto se introducen los espacios para las personas dentro de la masa de agua y gracias a la transparencia permite observar las especies en su movimiento por todo el acuario y además ofreciendo **la experiencia de sentirse dentro del hábitat de los peces, el que a la vez construye el espacio del visitante, ofreciendo la sensación de que existe un convivencia entre humano y pez**.



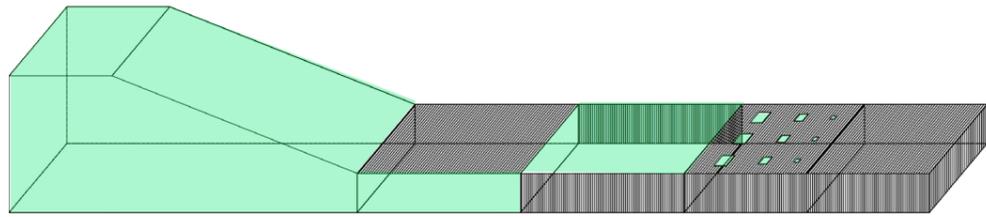
Fuente Imágenes: Google

RECORRIDO

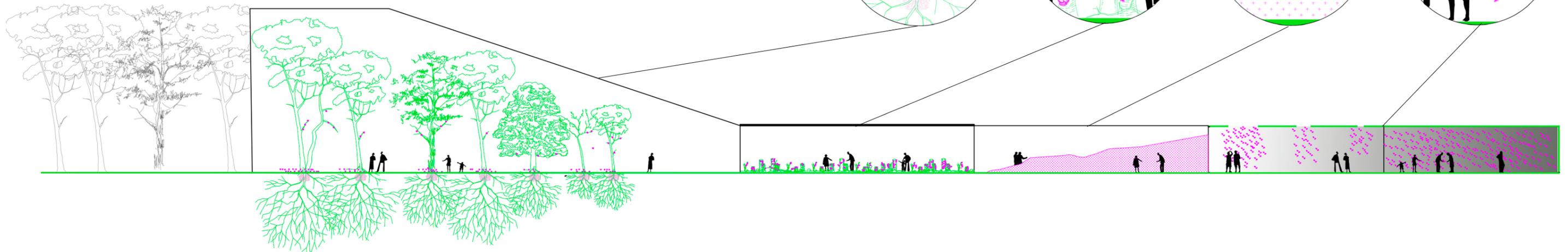
El proyecto se encuentra asociado al Jardín Botánico, por lo que se intencionará un recorrido que comience y termine en él, de modo que al volver al internarse en el bosque el visitante sea capaz de concientizar la presencia y las funciones que los hongos están cumpliendo en ese lugar, **de forma que el aprendizaje adquirido en el invernadero se fortalezca al reconocerlo en el entorno inmediato.**

El recorrido comienza en lo más parecido al ambiente natural de los hongos, el bosque, la arquitectura comienza a disminuir su escala y **los hongos se toman el espacio hasta envolver al visitante.**

A partir de la comprensión de las necesidades de cada especie, se puede esquematizar las entradas de luz y los espacios de oscuridad, que se verá traducido en las decisiones de materialidad y estructura.



Las diferentes zonas se conectan a modo de recorrido pero generando una sola unidad.



Nothofagus dombeyi (Coigüe)
Thibaud Aronson / iNaturalist



Pleurotus ostreatus
María José Dibán, iNaturalist



Parmotrema reticulatum
Varbara | iNaturalist



Cyttaria Espinosae Jmcansino / iNaturalist



Trametes versicolor
Atlas Micológico 2ª edición



Parmotrema reticulatum
Pumanomada_ | iNaturalist



Hongo Fotótrofo
Género Pilobolus



Género boletus
Félix Durán / iNaturalist



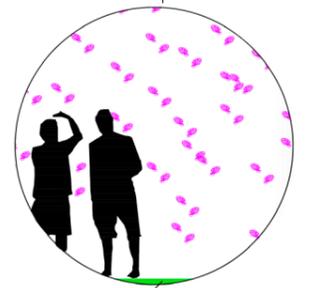
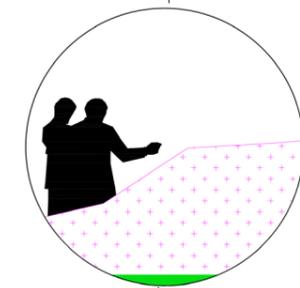
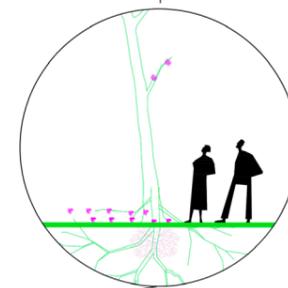
Ganoderma australe
GJN | iNaturalist



Placopsis
Cristian Estuardo | iNaturalist



Hongo Bioluminiscente
Panellus stiptucus | Hayimveg.cl



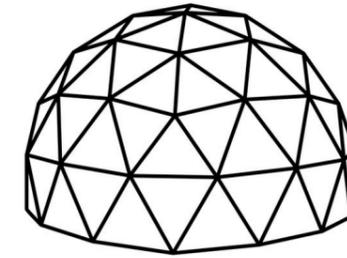
ESTRUCTURA Y MATERIALIDAD

Para la elección **material** es necesario entender que aunque sea un invernadero de hongos, existen espacios que tienen especies del Reino Plantae que requieren sol. Para el planteamiento estructural se tomará de referencia el **invernadero del Reino Plantae** con estructuras de metal capaces de contener grandes luces con vidrio que otorga la transparencia. Y también el **invernadero de Cultivo de Hongos** que utilizan madera como estructura y plástico de polietileno y mallas para cubrir la radiación solar.

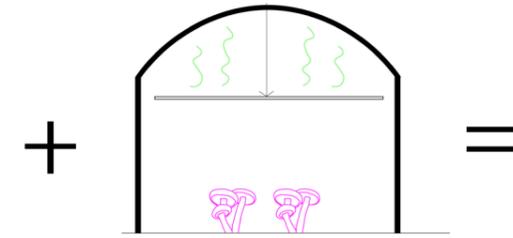
La estructura será reticulada en base a la triangulación como respuesta a la necesidad de generar grandes luces para contener árboles, que a la vez sea capaz de adaptarse a las **diferentes escalas del proyecto desde los pequeños espacios interiores hasta la escala del Campus Teja**, donde su interior y su exterior responden a diferentes situaciones. La materialidad será de **madera**, como un material que tiene una muy cercana relación a los hongos ya sea viva o muerta, además de ser un material sustentable ya que su producción se da en la misma zona colaborando en la producción local. Debido a la humedad presente al interior del invernadero es necesario un tratamiento que la impermeabilice y asegure su durabilidad en el tiempo.

La **envolvente** será la encargada de la **iluminación** que en combinación con el **grano de la retícula de la estructura** puede generar diferentes gradientes de luz en los espacios, para esto se requiere un material traslúcido que estará en todo el invernadero; y otro opaco que se instalará por dentro de la estructura en el espacio que lo requiera, generando una capa de aire aislante, evitando el cambio drástico de temperatura.

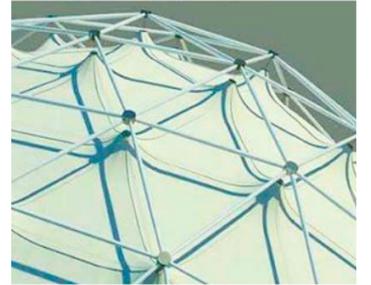
Dentro de la paleta de materiales se integrará el biomaterial en base a hongos como una forma de exponer las utilidades de la investigación científica para la elaboración de materiales sustentables. Se utilizará como un material no estructural, aprovechando sus características de aislamiento, ligereza, con una estética capaz de generar un espacio de cálido y acogedor. La capacidad de moldaje puede generar texturas en muros y techos.



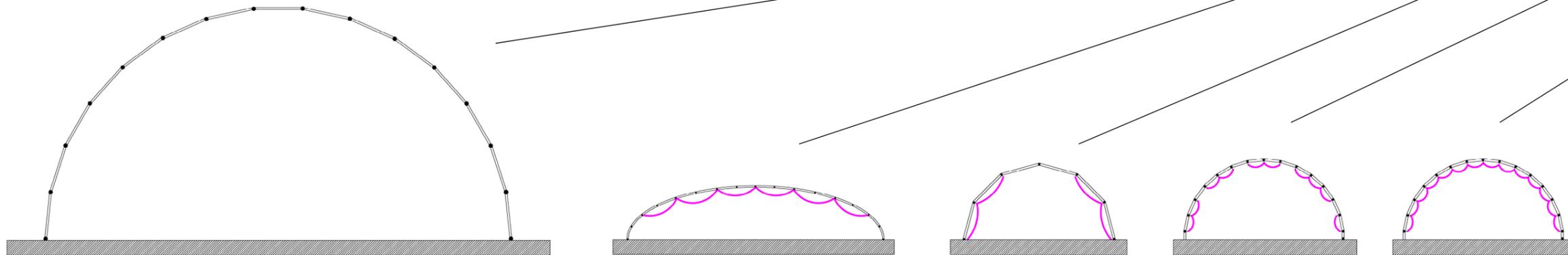
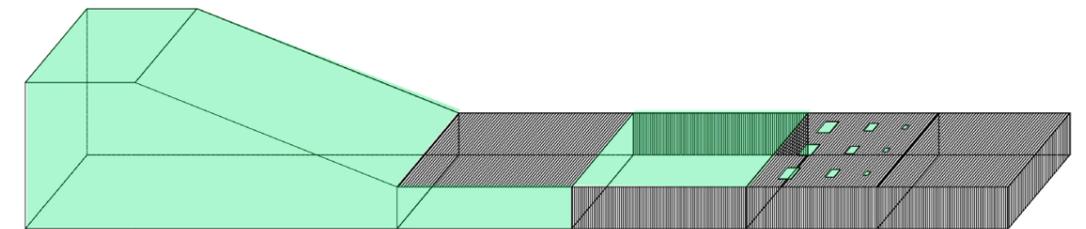
Invernadero Reino Plantae
Estructura en base a triángulo



Invernadero Reino Fungi
Técnica climatización pasiva



Estructura en base a triángulos que se adapta a las diferentes escalas, cubierta con un material transparente para la entrada de la luz. Envolvente interior que evita la entrada directa de la radiación.



Esquema de diferentes granos de la estructura y formas de aplicación de la envolvente opaca según los esquemas de transparencias para la habitabilidad de los hongos.



SOSTENIBILIDAD

Debido a que la sostenibilidad es una de las bases teóricas del proyecto se debe tener también como criterio de diseño en todas sus etapas del ciclo de vida del edificio:

- **Diseño:** En esta etapa se deben considerar todas las técnicas de climatización pasiva con el fin de **disminuir los gastos energéticos** del edificio, así como tomar en cuenta factores de gestión de residuos y agua. Además considerar el proyecto como parte de un Jardín Botánico debe provocar el **mínimo impacto a la pre-existencia** y si es mejor, aumentar el área de vegetación. La decisión material se basa en la mínima contaminación en su producción, en los que se integra el Biomaterial de micelio.
- **Construcción:** La construcción genera más o menos residuos dependiendo de la materialidad escogida, en este caso la madera como estructura prefabricada no genera residuos en el lugar.
- **Habitabilidad:** Esta etapa es la consecuencia de la etapa de diseño y que se complementa con la correcta gestión de edificio, como hacerse cargo de los residuos reciclados o educar a la población en cuanto al uso del agua.
- **Fin de ciclo de vida:** El fin del ciclo de vida del edificio se piensa para disminuir los residuos en una posible demolición. El proyecto se propone como una estructura prefabricada, con posibilidad de desarmarse y reutilizarlo en otro lugar o reutilizar las piezas de madera por separado.

GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN

Los fondos para la construcción provienen de la propia universidad, aunque es una entidad privada puede optar a fondos públicos entregados por el Ministerio de Educación, como el subsidio a la Investigación Científica y Tecnológica o el Aporte Fiscal Directo otorgado a universidades pertenecientes al Consejo de Rectores.

El manejo científico del Jardín Botánico UACH está a cargo del Instituto de Botánica UACH, su administración y mantenimiento está a cargo de la Dirección de Servicios encargada del mantenimiento de espacios comunes de la universidad.

El mantenimiento económico proviene de los fondos generales de la universidad sumados a aportes de los visitantes en la venta de entradas y su interacción con los programas interiores como la Tienda Fungi y la cafetería. Además se propone la producción y ventas de setas vivas como una oportunidad de generar ingresos constantes.



*El bosque encantado de
Autor: Hans Malmberg y Gunnel Linde*

REFLEXIONES

Desde la educación y la ciencia existen oportunidades para la proyección arquitectónica, de una principio existió la cuestionante de **cómo la arquitectura puede educar sobre la naturaleza**, siendo que en su esencia, la arquitectura es un forma de protegerse de ella, sobretodo en ambientes tan hostiles como Valdivia en que la lluvia y el frío invitan a resguardarse y a utilizar más los espacio cerrados.

La arquitectura se diseña para el humano también revisamos en algunas definiciones de Territorio que se enfocaban en las relaciones sociales de las personas en un área, dejando de lado cómo nos estamos relacionando con la naturaleza. El proyecto se contextualiza en un **territorio definido como Ecosistema, en que convivimos con la naturaleza en la misma jerarquía.**

La educación no se da solo gracias a la arquitectura, ya que como nos menciona Humberto Maturana, **el aprendizaje se da en la interacción con otras personas**, por lo tanto el proyecto busca generar un lugar para que se generen las conversaciones adecuadas en torno a los hongos con diferentes cuestionantes en cada espacio, en las que participan diferentes usuarios como estudiantes, comunidad Valdiviana y Micólogos.

El avance del proyecto presentado en la presente memoria **se enfoca en el funcionamiento del Invernadero de Micología** ya que es el espacio que requiere de más investigación sobre hongos para llevarlo a la arquitectura. La segunda parte contemplará la inclusión del resto de los programas y cómo se integran con el invernadero, además de integración de conocimientos ancestrales en torno a los hongos que es necesario agregar ya que forman parte de la historia del territorio.

BIBLIOGRAFÍA

Acha, V. (2018). Fungario Nacional, Revianizando desde su historia al Parque Quinta Normal .

Angel, D. (2006). Evaluación de técnicas de conservación para hongos filamentosos y levaduriformes en el cepario de la Pontificia Universidad Javierana.

Aznar , P. (2010). Educación para el desarrollo sostenible: reflexiones teóricas y propuestas para la acción. *Edetania* 37, 129-148.

Berkowitz, D., Warner, R., & Zoro, B. (2018). Liderar un territorio educativo: Algunas nociones y herramientas para comprender y movilizar el territorio como un recurso educativo desde el nivel intermedio. *Lideres Educativos*, Nota técnica nº5.

CEPAL. (2002). Ciencia y tecnología para el desarrollo sostenible, una perspectiva latinoamericana y caribeña. Santiago.

Cepero de García, M., Restrepo, S., Franco-Molano, A., Cárdenas, M., & Vargas, N. (2012). *Biología de Hongos* . Santiago: Universidad de Los Andes.

Climate Data. (22 de 06 de 2021). Climate Data . Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/chile/xiv-region-de-los-rios/valdivia-5063/>

Contreras, C. (2019). Localización ideal' de exhibiciones satélite del Jardín Botánico UACH en la Región de Los Ríos: contribuyendo a una planificación ambiental regional.

Espí, M. V. (2021). El territorio desde la perspectiva ecológica. Obtenido de <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n42/ac3.html>

Ferrer, J. (2017). El Museo del Hongo, cruce entre arte, ciencia y diseño.

Gaitán-Hernández , R., Salmenes, D., Pérez, R., & Mata, G. (2006). *Manual Práctico de Cultivo de Setas*. Veracruz.

Grassi, E., Álvarez, P., & Restelli, F. (2019). *Guía de producción de hongos comestibles*. Argentina: Instituto misionero de la biodiversidad.

Higgins , P., & Loynes, C. (s.f.). *Of the nature of outdoor Education* .

INE. (22 de 06 de 2021). Los Ríos, población total estimada por sexo, nacimientos, matrimonios, defunciones y defunciones fetales según regiones, provincias y comunaS. Obtenido de Instituto Nacional de Estadísticas : https://regiones.ine.cl/los-rios/estadisticas#Estad%C3%ADsticas_Vitales

INE. (22 de 06 de 2021). Los Ríos, Población total según área urbana y rural por hombre y mujer, superficie e índice de masculinidad. Censo de Población y Vivienda de 1992 y 2002, según provincias y comunas. Obtenido de <https://>

regiones.ine.cl/los-rios/estadisticas#Estad%C3%ADsticas%20Sociales

Llanos-Hernández, L. (2010). El concepto del territorio y la investigación en las ciencias sociales. *ISSN agric. soc. desarro* vol.7 no.3 .

Llanos-Hernández, L. (sep./dic. 2010). El concepto del territorio y la investigación en las ciencias sociales. *agric. soc. desarro* vol.7 no.3.

Marín, C., Torres, D., Furci, G., Godoy, R., & Palfner, G. (2018). Estado del arte de la conservación del reino Fungi en Chile.

Maturana, H. (1992). *El sentido de lo humano* .

ONU . (2020). Progresos realizados para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Informe del Secretario General. Obtenido de <https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2020/secretary-general-sdg-report-2020--ES.pdf>

ONU. (06 de 25 de 2020). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2020. Obtenido de https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020_Spanish.pdf

Organización de las naciones unidas. (2020). Educación para el desarrollo sostenible, Hoja de Ruta .

Parra, F. (1994). *La ciudad como ecosistema*.

Ringelling, N. G. (2013). Proyecto de título: Centro Avanzado de Estudio de Humedales .

SINEF. (2019). Comuna de Valdivia, informe comunal.

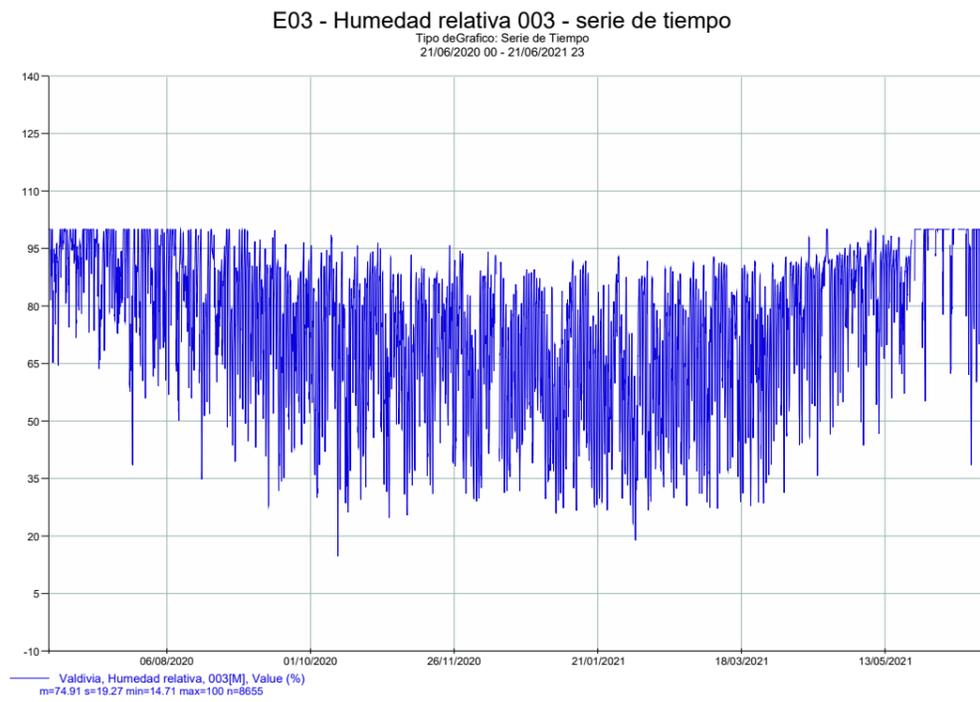
Solano, D. (2008). *Estrategias de comunicación y educación apra el desarrollo sostenible* .

Universidad Austral de Chile . (2016). *Plan estratégico 2016-2019*.

ANEXOS

Anexo 1 | Página 27

Humedad relativa,
Valdivia



Anexo 3 | Página 27

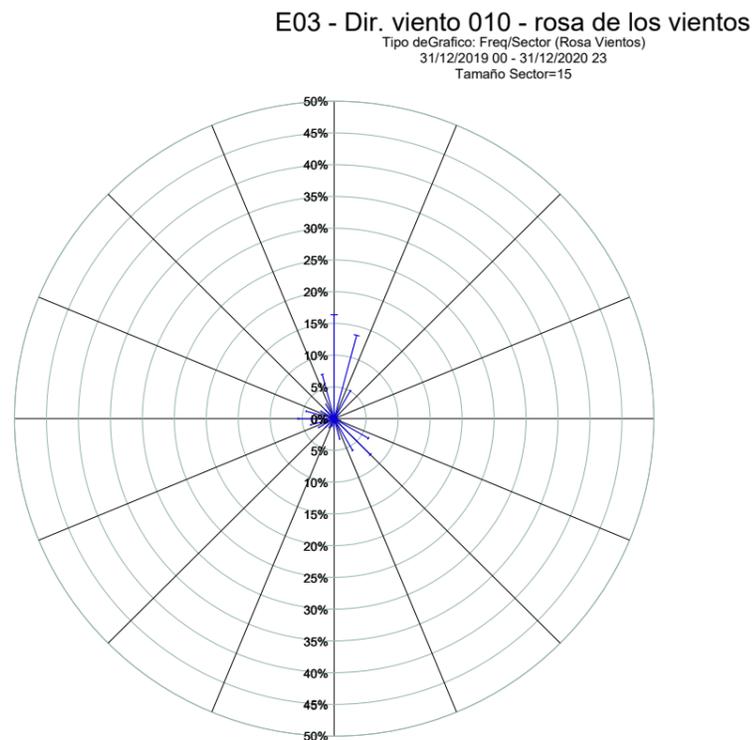
Uso de tierra, comuna de
Valdivia.

Fuente: (SINEF, 2019)

Bosques	67,95%	69.507,19 ha
Praderas y Matorrales	17,88%	18.287,98 ha
Cuerpos de agua	5,62%	5.746,55 ha
Humedales	5,02%	5.136,49 ha
Áreas Urbanas e Industriales	2,56%	2.618,68 ha
Terrenos Agrícolas	0,88%	901,36 ha
Áreas Desprovistas de Vegetación	0,09%	90,98 ha

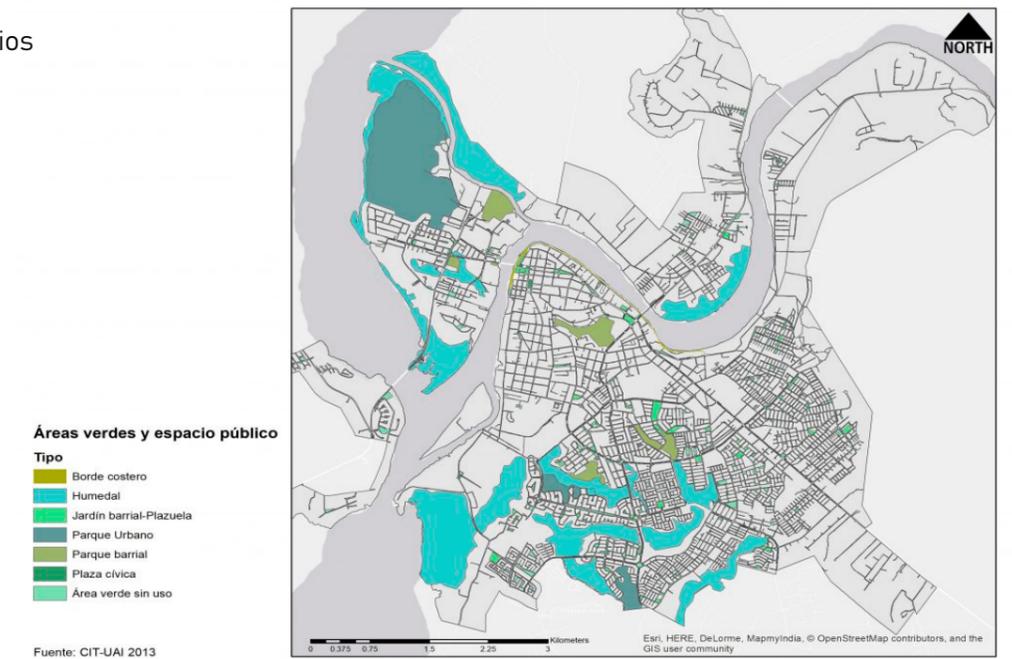
Anexo 2 | Página 27

Rosa de los vientos,
Valdivia



Anexo 4 | Página 27

Áreas Verdes y espacios
públicos, Valdivia



Anexo 5 | Página 35

Tabla de normativa zona ZU-9

Fuente: Plan Regulador Comunal de Valdivia.

Uso de suelo permitido	-Vivienda de todo tipo y escala -Equipamiento de todo tipo y escala. -Edificios destinados a la academia -Investigación -Extensión -Actividades recreativas -Deportivas -Esparcimiento -Turismo de escala regional e interurbana.
Superficie predial mínima	2000 m ²
Frente predial mínimo	30 m
Porcentaje máximo de ocupación de suelo	50%
Sistema de agrupamiento	Aislado
Altura máxima de edificación	Respetando rasantes, de acuerdo a lo especificado en el artículo 2.6.3 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (60°)
Antejardín mínimo	5m
Distancia mínima a medianeros	5m
Estacionamientos	1 cada 200 m ² de superficie útil construida