

“MEJORA DE UN BIOPOLÍMERO AGLOMERANTE EN BASE A AGAR AGAR PARA SU UTILIZACIÓN EN LA INDUSTRIA APÍCOLA DE LA REGIÓN DE LOS RÍOS”

Memoria para optar al título profesional de Diseñadora industrial

Autor: Andrea Isabel Santibañez Martinez
Profesor guía: Pablo Domínguez González
Santiago, diciembre 2023

AGRADECIMIENTOS

A Naruto, mi gato, por su contención, mimos, acompañamiento y travesuras asociadas durante los procesos de experimentación.

A mi madre por motivarme a explorar diversos ámbitos de la vida y familia por el apoyo en todo este tiempo, paciencia y contención.

A Pablo Domínguez, mi profesor guía, por su labor incansable en la docencia, entrega, cariño, persistencia, infinita paciencia y enseñanzas de calidad humana.

A mi amiga de infancia Bárbara Aguilera, por su acompañamiento en el proceso, viajando largas distancias junto a mi para entregarme su amistad y ayuda desde su vereda. Y a mis amigos que estuvieron al pendiente de este proceso y me brindaron fuerzas y acompañamiento para afrontarlo.

A todas las personas que fueron parte de este proceso y abrieron sus puertas para enseñarme y educarme en sus áreas.

Y a mí, por afrontar mis miedos.

Infinitas gracias.

RESUMEN

El presente proyecto muestra un periodo de experimentación mediante el cual se busca generar una mejora a un biopolímero de agar agar, a su vez se investiga la industria apícola para observar un posible uso, a raíz de los elementos presentes en la región de Los Ríos.

Palabras Clave: Agar Agar, Pelillo, Apícola, biopolímero.

ÍNDICE

RESUMEN	4
LISTADO DE FIGURAS	7
INTRODUCCIÓN	10
FORMULACIÓN	12
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	13
OBJETIVO GENERAL	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
METODOLOGÍA	15
CONTEXTO	15
DISCUSIÓN BIBLIOGRÁFICA	16
CRISIS MULTIDIMENSIONAL	17
SUSTENTABILIDAD, EL MUNDO Y CHILE.	18
CRADLE TO CRADLE	19
UN PUNTO MÁS: DESARROLLO A ESCALA HUMANA	20
ROL DEL DISEÑO	21
BIOMATERIALES	22
APLICABILIDAD DE LOS BIOPLÁSTICOS	23
REGULARIZACIÓN DE LOS BIOPLÁSTICOS.	23
MARCO JURÍDICO DE LA BIODEGRADABILIDAD Y COMPOSTABILIDAD	25
AGAR-AGAR	27
REGIÓN DE LOS RÍOS	31
IDENTIDAD REGIONAL	31
ESTADO DEL ARTE	33
EXPERIMENTACIÓN N°1	38
PERTINENCIA CULTURAL – SABER ANCESTRAL	49
EXPERIMENTACIÓN N°2	53
DISCUSIÓN BIBLIOGRÁFICA APLICACIÓN	64
DESARROLLO DE PROPUESTA	70
REQUERIMIENTOS	75
PROYECCIONES	83

CONCLUSIONES	84
BIBLIOGRAFÍA	85

84

85

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico producción de bioplásticos a nivel mundial.

Figura 2: Gráfico distribución de producción de bioplásticos a nivel mundial.

Figura 3: Esquema de biomateriales.

Figura 4: Algas rojas, gelidium, gracilaria, eucheama.

Figura 5: Alga pelillo.

Figura 6: Diagrama del proceso de extracción de agar agar.

Figura 7: Proyecto agar plasticity año 2016 Kosuke Araki.

Figura 8: Proyecto Desintegra.

Figura 9: Proyecto Lugae año 2020, muestras experimentales.

Figura 10: Proyecto Lugae año 2020, lámina de bioplástico agar agar.

Figura 11: Proyecto Lugae año 2020, lámina de bioplástico en base a carragenina.

Figura 12: Proyecto Bioprinter 2021, impresión en 3D bioplástico agar agar y almidón.

Figura 13: Proyecto NOT x LIENX 2022. Colección de alta costura bioplástica.

Figura 14: Proyecto Bioplástico territorial, imagen banner.

Figura 15: Proyecto Bioplástico territorial, productos packaging generados.

Figura 16: Proyecto Bioplástico territorial, elaboración biomaterial

Figura 17: Tabla de probetas.

Figura 18: Experimentación inicial.

Figura 19: Referencia de agua hervida.

Figura 20: Probetas iniciales.

Figura 21: Probetas iniciales secas.

Figura 22: Tabla de probetas.

Figura 23: Probetas de muestrario.

Figura 24: Probetas de muestrario en el agua.

Figura 25: Probetas en compost.

Figura 26: Probetas en metal.

Figura 27: Probetas sobre tierra.

Figura 28: Probetas entre tierra.

Figura 29: Paillako Lawen Zomo.

Figura 30: Kume Lawen.

Figura 31: Taller de elaboración de cremas de hierbas.

Figura 32: Taller de elaboración de cremas de hierbas.

Figura 33: Imagen hojas de laurel.

Figura 34: Probeta bioplástico base laurel.

Figura 35: Imagen hojas de matico.

Figura 36: Probeta bioplástico base matico.

Figura 37: Imagen hojas de canelo.

Figura 38: Imágenes de extracción de corteza de árbol canelo y probeta de bioplástico agar agar y canelo resultante.

Figura 39: Imagen hojas de ortiga.

Figura 40: Probeta bioplástico base ortiga.

Figura 41: Imagen hojas de laurel silvestre.

Figura 42: Probeta bioplástico base Laurel Silvestre.

Figura 43: Imagen hojas de radial.

Figura 44: Probeta bioplástico base radial.

Figura 45: Prueba en tierra de probetas generadas, en proceso experimental.

Figura 46: Prueba en tierra primera fase de probetas generadas, en proceso experimental.

Figura 47: Prueba en tierra segunda fase de probetas generadas, en proceso experimental.

Figura 48: Muestra de biodegradabilidad de probetas generadas, en proceso experimental.

Figura 49: Muestra de biodegradabilidad de probetas generadas, en proceso experimental.

Figura 50: Prueba en tierra segunda fase de probetas generadas, en proceso experimental.

Figura 51: Prueba en tierra segunda fase de probetas canelo y agar agar, en proceso experimental.

Figura 52: Vista cercana muestra de biodegradabilidad de probetas generadas, en proceso experimental.

Figura 53: Prueba en tierra tercera fase de probetas generadas, en proceso experimental.

Figura 54: Gráfico de exportación Chile.

Figura 55: Gráfico de exportación de miel Chile.

Figura 56: Gráfico de exportación Chile, otros insumos melíferos.

Figura 57: Gráfico de producción/rendimiento de la miel.

Figura 58: Caracterización de apicultores en Chile.

Figura 59: Dibujo probeta en árbol propuesta 1.

Figura 60: Dibujo prototipo propuesta 1.

Figura 61: Dibujo prototipo propuesta 2.

Figura 62: Proceso de la Varroa dentro de la colmena en la zona de larvas.

Figura 63: Tiempos de monitoreo de Varroa en colmenas.

Figura 64: Aplicación de tratamiento para varroa.

Figura 65: Diferencial semántico aplicado al material.

Figura 66: Nube de palabras proyecto.

Figura 67: Bosquejo propuesta N°3.

Figura 68: Bosquejo propuesta N°3.

Figura 69: Bosquejo propuesta N°3.

Figura 70: Modelo 3D de propuesta lámina medicinal.

Figura 71: Probetas.

Figura 72: Probeta empapada de ácido fórmico.

Figura 73: Aplicación de probeta en colmena.

Figura 74: Aplicación de probeta en colmena.

Figura 75: Aplicación de probeta en colmena.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la sociedad se rige por la cultura del desecho, se estima que el 80% de la carga ambiental de un producto se genera en el momento de diseñar, esto debido a las temáticas que aborda la profesión, estas deberían ir desde la utilización de la materia prima con la que se realizara el objeto, la determinación de su vida útil, y en que se convertirá una vez que se desechado, en la actualidad bajo el régimen de lo que se conoce como una economía lineal el último proceso no es considerado, sin embargo, para los nuevos estándares de vida y ante la evidente amenaza medioambiental bajo los efectos de la contaminación el diseñador debe hacer uso de sus facultades e insertar los productos dentro de un modelo de economía circular, formando parte de esta propuesta el ecodiseño. Frente a las diversas problemáticas Chile actualmente forma parte del tratado de París, en el año 2015 firmó asumiendo el compromiso de 17 objetivos en función de un desarrollo sostenible.

La sociedad actual se encuentra en un proceso de transición de mano de la cuarta revolución industrial hacia un modelo de sostenibilidad, este proceso de transición conlleva innovaciones que deben ser evaluadas para determinar si son aplicables o no dentro de los procesos humanos. En la carrera por alcanzar una economía circular e intentar frenar la crisis

climática han surgido una serie de ideas y propuestas para contrarrestar la situación actual. Dentro de las ideas que han surgido existen los biomateriales, que suponen materiales de origen orgánico que pudiesen ir en reemplazo de materiales utilizados comúnmente que tienen su base en el petróleo y en una cadena de producción de formato lineal que los lleva directamente al desecho, sin embargo, la comisión europea advierte sobre los biomateriales que estos deben ser evaluados a detalle pues se debe evitar el fenómeno del blanqueamiento ecológico, que se traduce finalmente como una estrategia de marketing para dar el carácter sustentable a un producto que realmente no lo es.

La presente investigación se desarrolla en el contexto de la Región de Los Ríos, en la búsqueda de una mejora y adaptación de un biomaterial en base a agar agar clasificado como un biopolímero aglomerante. La fijación en este material surge desde la iniciativa en algunas zonas de la región por la cosecha de pelillo, un alga chilena que tiene la capacidad de generar agar agar, identificando en esta iniciativa una oportunidad de desarrollar el material dentro de la región.

“En Chile existen más de 10 mil explotaciones apícolas que

administran más de 454 mil colmenas. El 86 % corresponden a la Agricultura Familiar Campesina y gran parte de las mieles que se producen en nuestro país son comercializadas en la Unión Europea y en Estados Unidos.” (Comunicaciones UACH, 2022)

De acuerdo con ODEPA en referencia a la Industria apícola en el país, la región de Los Ríos presenta la mayor cantidad de colmenas per cápita por apicultor a nivel nacional. En septiembre del año 2023 se celebró en Chile el 48° congreso mundial Apimondia, de cara a dicho congreso el ministerio de agricultura define que el rubro apícola se le debe dar énfasis en la sustentabilidad por medio del plan estratégico de desarrollo apícola 2030, en donde se definen directrices sobre la industria que se considera ha terminado la fase inicial de industrialización y debe proceder al siguiente paso; además, se hace énfasis en darle valor agregado al principal producto de la industria apícola: La miel.

Frente a dicha situación se levantan una proyección del biomaterial trabajado para apoyar y aprovechar aquella oportunidad de diseño.

FORMULACIÓN

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Es posible generar una mejora a un biopolímero de agar agar teniendo como base los elementos existentes dentro de la región de Los Ríos para ser usado dentro de la industria apícola en la misma región?

OBJETIVO GENERAL

Proponer una mejora a un biopolímero aglomerante basado en el gelificante agar agar a través de un trabajo experimental basado en elementos presentes en la región de Los Ríos, para definir requerimientos de una propuesta de aplicación del material en la industria apícola de la región ya mencionada.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Analizar recetas de mezcla de biopolímero de agar agar mediante la experimentación para determinar el comportamiento de las probetas generadas a partir de estas dentro del contexto climático de la región de Los Ríos.
- 2.- Determinar mejoras a realizar en el biopolímero de agar agar en base al resultado de primer análisis para así establecer la ruta de la segunda etapa de experimentación.
- 3.- Investigar en torno a la región de Los Ríos para determinar elementos de la zona mediante los cuales generar la adaptación del biopolímero y proponer mejoras desde los mismos.
- 4.- Aplicar proceso experimental mediante el cual se empleen los conocimientos adquiridos en los objetivos anterior para generar la propuesta de mejora.
- 5.- Estudiar y comprender la industria apícola en el país y región, para determinar posibles usos del biopolímero generado dentro de dicha industria.
- 6.- Establecer requerimientos para generar una propuesta de aplicación del biopolímero en la industria apícola.

METODOLOGÍA

La metodología de esta investigación se encuentra dividida en cuatro etapas fundamentales, la primera de ellas es descriptiva y analista, pues se estudia teorías cercanas a la sostenibilidad, así como antecedentes respecto de los componentes del presente proyecto, la finalidad de esta etapa es reconocer bajo que parámetros teóricos se desarrollara la mejora del material. Para llevar a cabo esta etapa se desarrolló revisión bibliográfica.

La segunda etapa consta de tres fases, la primera de ellas se basa en la generación de probetas con agar agar en distintas proporciones, tomando en cuentas las variables de densidad del material, elasticidad y rigidez de ésta, considerando que el material in situ se compone de agar agar, agua y glicerina. La segunda fase se realiza la selección de probetas de acuerdo con su textura considerando siempre las variables estudiadas en la etapa anterior, para definir cuales probetas pueden cumplir con los requerimientos de un biopolímero en base a la normativa citada. Para ello las probetas serán sometidas en dos tipos de estudio, el primero avalará la producción de orden industrial en la medida de lo posible, siendo sometidas a un horno para la eficaz pérdida de agua y conformación de la lámina polimérica, el segundo estudio consta de la observación de las probetas a temperatura ambiente desde su conformación hasta que la lámina de polímero se ha conformado. La tercera fase comprende el análisis del material mediante pruebas a las que será sometido para detectar sus propiedades

físicas, comportamiento ante el fuego, ante altas temperaturas y frente a bajas temperaturas. Dentro del contexto de la región de Los Ríos.

La tercera etapa es analítica y práctica, en base a la cual se tomarán las observaciones producidas durante la etapa dos a fin de repetir la experimentación, pero esta vez con datos recolectados referentes a la región, desde donde se desarrollará la propuesta de mejora para el biopolímero.

Finalmente, en la cuarta etapa se realizará análisis bibliográfico y trabajo de campo, consistiendo este primero en la comprensión de la industria apícola en el país y la segunda fase se desarrollará en conjunto a apicultores para determinar una posible aplicación al biopolímero.

Justificación de la investigación

CONTEXTO

Debido a la crisis climática frente a la cual se ve enfrentado el planeta tierra la sociedad comienza a atravesar una etapa de transición, esto ha abierto las puertas a la investigación de biomateriales, obteniendo un papel protagónico en el país al realizar el encuentro “Biopolimérica: Encuentro Latinoamericano de Biodiseño y Biomateriales” en la ciudad de Valdivia, región de Los Ríos, Chile.

En la misma línea se han creado laboratorios de biomateriales y se realizan investigaciones a fin dentro del campo del diseño, así como en ingeniería, sin embargo, la Comisión Europea de la Unión Europea, señala que debe existir un marco regulatorio al respecto y definiciones comunes para evitar malentendidos respecto de la biomaterialidad, en ese sentido indica que deben existir normas básicas bajo las cuales regirse para conformar un biomaterial y evitar el blanqueamiento ecológico.

Dentro de este contexto se decide explorar el biopolímero de agar agar, el cual posee un campo de investigación frente al cual aún resaltan algunas dudas respecto de su biodegradabilidad, situación que será abordada dentro de la presente investigación.

En la zona sur del país es muy conocida entre sus habitantes el “pelillo”, un alga roja que brota en las costas del país desde coquimbo hasta el archipiélago de Chiloé, zona en la cual se han desarrollado industrias en torno a las algas, siendo un pro-

ductor importante en productos como agar, lo que facilitaría su desarrollo dentro de la región de los ríos ya que esta es conocida por ser exportadora de esta alga, con asiento principal en la Isla del Rey.

Chile es el país n°29 en la exportación de miel, sin embargo, la industria apícola se encuentra en crecimiento y afrontando diversos problemas al mismo tiempo, debido a la baja en el precio dentro de Europa (principal comprador) de dicho producto, generando que el negocio no sea viable para aquellos apicultores que deciden exportar, sin embargo, la industria apícola en el país es apoyada y el año 2023 ha conseguido la hazaña de que Chile fuera sede del 48° congreso mundial Apimondia. Previo a dicho congreso el Ministerio de Agricultura emitió el “plan estratégico de desarrollo apícola 2030” del cual se determinan objetivos en el marco de la sustentabilidad y teniendo como línea de acción el “Apoyo a la producción apícola que permita exportar una proporción mayor de miel fraccionada y con valor agregado”.(Iturra Molina, 2022)

En concordancia con los datos anteriormente presentados este proyecto tomará como iniciativa la labor del diseño en favor de la sustentabilidad, buscando el desarrollo de una propuesta que dé valor agregado a productos apícolas.

DISCUSIÓN
BIBLIOGRÁFICA

La presente investigación tiene por objetivo generar una mejora en el biomaterial clasificado como bioplástico en base de agar agar dentro de la región de Los Ríos, para ello se exploraron teorías al respecto que desarrollaran la idea bajo la cual se sustenta este proyecto, que es aquella de la producción local.

CRISIS MULTIDIMENSIONAL

A lo largo de la historia la economía ha sufrido de grandes recesiones que son constantemente recordadas justamente por sus efectos adversos en los distintos ámbitos de la vida humana, una de las recientes comparece en el año 2020 en donde la población mundial se vio afectada por un virus denominado “SARS-CoV-2”, que generó una serie de cambios en lo que hasta entonces se conocía como normalidad, sin embargo, a razón del presente texto remito a una recesión anterior, la crisis financiera del año 2008, que estalló debido al colapso de la burbuja inmobiliaria de EEUU en el año 2006.

A raíz de la recesión económica del año 2008 toma fuerza el concepto de crisis multidimensional, pues con motivo de la crisis financiera se desata una serie de efectos secundarios, clasificados en: La crisis energética mundial que ya experimentamos y que muy probablemente experimentaremos con más intensidad en el futuro; El cambio climático; La pérdida de biodiversidad; El crecimiento de las desigualdades; La creciente inseguridad alimentaria; Pérdida masiva de diversidad lingüístico-cultural; Crisis demográfica. (Azkarraga et al., 2011)

La importancia de las recesiones económicas radica en el sistema económico que se maneja a nivel mundial, el cual es de tipo lineal y ha sido instaurada desde mediados del siglo XVII con la revolución industrial, bajo la premisa de extraer, fabricar y desechar (Melo Delgado et al., 2022). A raíz de la evidencia de este tipo de economía presente en nuestra realidad, existen diversas corrientes que plantean formas de abordar la crisis generada a causa de la economía lineal.

De acuerdo con la Agencia federal de Medio Ambiente de Alemania “El 80% de la carga ambiental se define en el momento de diseñar el producto”, esta definición claramente apunta al área del diseño, pues es al momento de pensar un producto en donde se deben resolver todas las variables, antes de llegar a la industria como tal, he aquí en el rol del diseñador un rol fundamental para la eliminación de la cultura del desecho. En el presente nos encontramos en una etapa de transición entre un modelo productivo de economía lineal a un sistema productivo basado en una economía circular, el cual se ve apoyado en la transición a su vez hacia una cuarta revolución industrial.

La cuarta revolución industrial se sustenta principalmente en la coexistencia de tres factores, el primero corresponde a la industria 4.0 y sus productos derivados, el segundo responde a la transición de un modelo lineal a uno basado en economía circular y sustentable y por último el enfrentamiento al cambio climático.(Petar Ostojic, 2016)

“Se ha evidenciado que, de continuar con el estilo de economía lineal, para el año 2050 se necesitarán tres veces más de materiales, 70% más de alimentos y la necesidad de agua y energía aumentarán en un 40%” (Barret et al., 2018).

Bajo estos parámetros de tipo general procederé a definir las bases teóricas bajo las cuales se sustentará el presente proyecto.

Sustentabilidad, el mundo y Chile.

El cuidado del medio ambiente ha existido desde siempre en la conciencia del ser humano, pues está demostrado que muchas de las antiguas civilizaciones cuidaban de este e ideaban sus ciudades de forma sustentable, sin embargo, la preocupación por el medio ambiente se hace presente la sociedad actual luego de la segunda guerra mundial. *“Las preocupaciones sobre el medio ambiente comenzaron a principios del siglo XX en los círculos académicos de los países industrializados, y después de la Segunda Guerra Mundial la discusión se propagó hacia otros países, hasta que en la década de 1970 se crearon los organismos mundiales encargados de la atención de los ecosistemas y de la adecuada explotación de los recursos naturales. A partir de ese momento, los países del llamado Tercer Mundo empezaron a analizar la problemática ambiental, lo que derivó en la creación de organismos gubernamentales encargados de estos asuntos, así como en leyes protectoras de los recursos naturales y que regularon su manejo y explotación.”* (Dehays, J. 2000)

Fue en 1972 cuando la problemática del medio ambiente se hizo conocida a nivel mundial después de la conferencia de Estocolmo, organizada por las naciones unidas, *“donde se reconoció el daño causado por el hombre en distintas regiones de la Tierra: contaminación del agua, el aire, la tierra y los seres vivos; trastornos del equilibrio ecológico de la biosfera; destrucción y agotamiento de recursos no renovables; así como el daño en el ambiente que rodea al ser humano, en donde vive y trabaja, con consecuencias nocivas para la salud”*.

Desde entonces se ha trabajado en distintas leyes y acuerdos internacionales para el cuidado del medio ambiente, en Chile la problemática no se encontraba presente a principios de los 90’, esto debido que al ser un país en vías de desarrollo la política económica estaba comprometiendo gravemente la capacidad de renovación y conservación de los recursos naturales. Fue entonces en el gobierno de Patricio Aylwin en donde se habla por primera vez respecto de la problemática medioambiental, en donde se promulga la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente (Ley 19.300 de 1994), con la cual se dota al país de una institucionalidad para abordar los desafíos en este ámbito. Esta ley ha sido modificada con fecha 06 de septiembre de 2023, con la modificación que da paso a la ley 21.600 denominada *“CREA EL SERVICIO DE BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS Y EL SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS”*. En si la ley 19.300 supone la base desde la cual se rige el país en temática medioambiental.

El marco legal debe abarcar todas aquellas actividades en la que se involucre de forma negativa el medio ambiente, vale decir emisiones de gas invernadero, agua, contaminación lumínica, acústica, entre otros, es por ello que las normativas medioambientales se sostienen en tres ejes:

Normas de calidad primaria: su objetivo es proteger la salud de las personas y tienen aplicación en todo el territorio de la República.

Normas de calidad secundaria: su objetivo es la protección o conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza. El decreto supremo que establece estas normas señala el ámbito territorial de su aplicación, que puede ser todo el territorio de la República o una parte de él.

Normas de emisión: son aquellas que establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante emitida al aire o agua de la fuente emisora. Su ámbito territorial de aplicación es señalado en el decreto supremo respectivo.

Estas corresponden las normativas base por las cuales se rige el país, siendo consideradas para el desarrollo del proyecto en un ámbito sustentable y amigable con el medio ambiente.

Cradle to cradle

En el año 2002 Michael Braungart y William McDonough publican el libro cradle to cradle el cual se convertiría en una especie de guía para el diseño sustentable.

La teoría se sustenta en tres pilares fundamentales que se basan en el funcionamiento de la naturaleza, al cual se buscara imitar (eco efectividad), entonces tenemos:

- Residuos = nutrientes (se debe comprender el residuo como una parte del ecosistema, es decir, una vez que este ha sido desechado se debe reintegrar a la tierra)
- Uso de energías limpias y renovables
- Fomento de la biodiversidad

Dentro de la teoría se destacan procesos que deben ser considerados para un desarrollo sostenible, un gran rol lo juega el diseño ya que posee la capacidad de tener una visión amplia en donde se integra el producto desde la base teniendo en cuenta su contexto, ya sea social, cultural, estructural u biológica si correspondiera para dar así una mirada hacia el ciclo de vida que contemplara el objeto a diseñar.

El producto a su vez debe garantizar un uso responsable que debe estar dado desde la base, teniendo en cuenta el tiempo de obsolescencia y la capacidad de reparación que vaya a obtener.

Sobre el proceso de fabricación este igual viene dado de base desde el momento en que se diseña un producto, sin embargo, es importante hacer énfasis en que los elementos empleados para la creación de un producto deben ser amigables con el

medio ambiente, así como también lo debe ser el proceso utilizando de forma eficiente la energía y agua.

Por otra parte, se deja entrever que dependiendo el tipo de producto que se vaya a crear se debe tener en consideración el punto de reutilización en el sentido de lo que sucederá con las piezas de larga duración una vez que el producto original ha dejado de funcionar. En el mismo sentido se considera el reciclaje a razón de que la materia prima pueda volver a ser inserta en la cadena económica.

“... pero de nuevo me chocó lo simple y elegante que puede llegar a ser el buen diseño y cuan adaptado a lo local.”(Mc-Donough & Braungart, 2002)

Con esta frase se pretende hacer hincapié que dentro del libro los autores hacen mucha observación del diseño dentro de los pueblos originarios, considerando elementos de la forma en la que estos construyen sus diversos instrumentos de uso común.

La teoría del cradle cradle será considerada al momento de analizar el proyecto para analizar la efectividad de este.

Un punto más: Desarrollo a escala humana

El desarrollo a escala humana es una teoría económica presentada en 1989, en donde mediante el proceso de observación económica se plantean directrices para un nuevo tipo de economía.

El DEH se compone esencialmente de seis principios, que podemos clasificar como: satisfacción de necesidades fundamentales, equidad e igualdad, sostenibilidad, participación, respeto a la diversidad cultural y promoción de la paz.

Estos principios se plantean en el sentido de que el DEH debe de considerar todo el ser humano, su entorno y contexto.

“La idea es que el desarrollo sea un proceso dinámico y continuo de satisfacción de las necesidades humanas fundamentales, que implica niveles crecientes de autodependencia y articulación orgánica entre los seres humanos con la naturaleza y la tecnología, los procesos globales con los locales, lo personal con lo social, la planificación con la autonomía y la sociedad civil con el Estado.”(Max-Neef et al., 1986)

Uno de los planteamientos principales acusa el hecho de hacer la economía dentro de lo local, es decir, desarrollar esta en lo micro para expandirse a lo macro dentro de la misma línea, el conocer e integrarse como parte de un lugar para así desarrollar una economía con características propias aludiendo a la parte humana de esta sin exceptuar la crematística, sin embargo, dándole una menor relevancia, al contrario de lo que

sucede en la actualidad.

Respecto del desarrollo a escala humana la teoría es tomada desde la perspectiva del diseño que no puede abarcar todas las áreas de la teoría, sin embargo, puede generar un diseño basándose en esta. Principalmente se rescata el desarrollo local, el respeto a la cultura presente en lo local, y la pertinencia hacia las personas que lo habitan.

Rol del diseño

“Hemos comprado la lógica de la deshechabilidad como algo valioso, sin entender que esa deshechabilidad nos está generando un problema mayor teniendo en cuenta que vivimos en un planeta finito. Las industrias deben asumir la responsabilidad de la basura que generan con sus productos y no dejársela únicamente a sus consumidores” (Muñoz,A. 2017)

Como se indica en las citas anteriores y en concordancia con su argumento la industria se ha encargado de potenciar la tecnología, de reducir los costos económicos, pero no de sus productos en la totalidad, la cultura del desecho ha calado profundo en los seres humanos y hoy forma parte de una costumbre difícil de erradicar. El modelo de producción actual involucra un proceso industrial a gran escala, llevando la producción de un objeto por piezas, generadas en distintos países, esto disminuye los costos de producción, pero a su vez genera una gran huella de carbono, esto es algo que también se debe considerar al momento de diseñar, puesto que forma

parte del producto, y no basta con hacerse cargo del desecho que se producirá.

Es tarea del diseñador encargarse de todo el proceso de un producto y no solo su forma. En la actualidad se han generado una serie de conceptos amigables con el medio ambiente, la ecología industrial es uno de estos, debido a que la industria es la que contamina en gran medida el planeta es el primer sector que se debe modificar, la ecología industrial postula bajar las emisiones de gases tóxicos y hacer a la industria en general más amigable con el medio ambiente, sin embargo, con la actual alerta medioambiental, se ha comenzado a hablar de la neutralidad del carbono, lo que supone una industria con cero emisiones de carbono, aplicando también para otras sustancias dañinas.

En las corrientes para contrarrestar el cambio climático está el ecodiseño, el cual se define, según la norma ISO 14006, «Sistemas de Gestión Ambiental. Directrices para la incorporación del ecodiseño», como «la integración de aspectos ambientales en el diseño y desarrollo del producto con el objetivo de reducir los impactos ambientales adversos a lo largo del ciclo de vida de un producto», dentro de la rama del ecodiseño se considerará el diseño de un objeto creado para volver al ciclo natural, “Ingresan en este ciclo los productos biodegradables, que tras su uso son arrojados al suelo y consumidos por microorganismos u otros animales, sin impactar o impactando positivamente” (McDonough & Braungart, 2005)

BIOMATERIALES

Dentro del campo del diseño los biomateriales se encuentran definidos como aquellos que son derivados de materias orgánicas vegetal, y pueden ser biodegradables y comportables. Bioplásticos en el mercado.

De acuerdo con AIMPLAS el mercado de los bioplásticos se encuentra en crecimiento, sin embargo, su producción sigue siendo menos del 1% en comparación a la producción de plásticos totales, sin embargo, se espera que al año 2026 la producción aumente en al menos 5 toneladas, como muestra el siguiente gráfico:

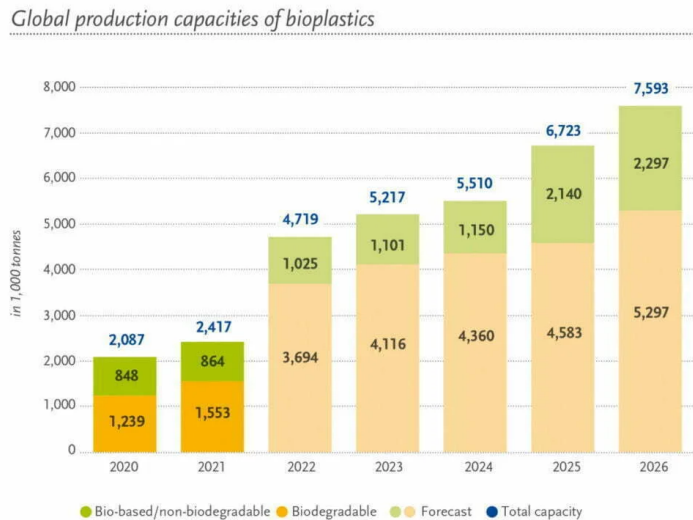


Figura 1: : Gráfico producción de bioplásticos a nivel mundial. Fuente: AIMPLAS

“Atendiendo a la distribución geográfica, la producción actual de bioplásticos se lleva a cabo mayoritariamente en cuatro regiones: Asia, Sudamérica, Norteamérica y Europa, representando Europa el 18,5% de la capacidad de producción mundial.”(AIMPLAS, 2022)

“En los próximos años se prevé un incremento muy significativo de la capacidad de producción en la región asiática y sudamericana, con porcentajes de hasta el 46,35 y 45,1 respectivamente para el año 2016. Europa y Norteamérica pasarán a representar escasamente un 4,9% y 2,5% de la capacidad de producción mundial.”(AIMPLAS, 2022)

Como se ve en la cita, uno de los lugares principales para la producción de biomateriales se encuentra en América del sur, pues se encuentra liderando la capacidad de producción, así lo demuestra también la instalación de diversos laboratorios de biomateriales instaurados en la región y congresos al respecto.

Global production capacities of bioplastics in 2021 (by region)



Source: European Bioplastics, nova-Institute (2021)
More information: www.european-bioplastics.org/market and www.bio-based.eu/markets

Figura 2: : Gráfico distribución de producción de bioplásticos a nivel mundial. Fuente: AIMPLAS

Aplicabilidad de los bioplásticos

“En cuanto a las aplicaciones de los bioplásticos el envase sigue liderando el uso de estos tipos de plásticos con cerca del 50% del mercado. Las aplicaciones en otros sectores como el textil, la agricultura, el automóvil, el transporte, o la construcción han ganado cuota de forma importante en lo que se refiere a materiales procedentes de fuentes renovables.” (AIMPLAS, 2022)

Como se evidencia, en lo que referencia a la modalidad de

packaging sigue siendo el producto por excelencia dentro de la producción de biomateriales, sin embargo, se sugiere que en base a la alimentación se requieren mayores estudios, de acuerdo con el Green Deal. (AIMPLAS, 2022)

Regularización de los bioplásticos.

“Es fácil pensar que son respetuosos con el medio ambiente por su prefijo «bio». Esto es verdad hasta cierto punto, pero solo si se cumplen determinadas condiciones específicas de sostenibilidad.”(Comisión Europea, 2022)

Durante el segundo semestre del año 2022, la Comisión Europea de la Unión Europea mediante una comunicación remite parámetros generales de definición de los bioplásticos con la finalidad de generar un entendimiento común y evitar diferencias nacionales y fragmentación del mercado. En esta línea se define la clasificación de los bioplásticos de origen biológico en dos categorías:

- Biodegradables: Al respecto se indica que son aquellos que tengan indicado el tiempo de biodegradabilidad y bajo que circunstancias esto sucede e indicar que no se deben desechados como basura. Por otra parte los productos que puedan ser desechados como basura no puede ser clasificados como biodegradables. (Comisión Europea, 2022)

- **Compostables:** Indica que el proceso de compostaje debe estar indicado en el producto y que además debe ser regularizado y cumplir con las normas pertinentes. (Comisión Europea, 2022)

Además, se hace énfasis en que el término bioplástico se debe aplicar bajo los parámetros regulados, ya que de lo contrario puede contribuir a un blanqueamiento ecológico que puede confundir a los consumidores. También se realza el hecho de preferir desechos y residuos para la realización de los biomateriales y que aquellos que no entren en esta categoría deben cumplir con un desarrollo sostenible. (Comisión Europea, 2022)

Se establecen los parámetros presentados por la Unión Europea a finalidad de tener un marco general de definiciones y puntos básicos para el desarrollo del material de la presente investigación.

Como se describe a continuación los biomateriales bajo el marco del diseño se clasifican en Cultivables, siendo estos aquellos que crecen en un sustrato y toman la forma del molde que se le da. Solo se les alimenta y su ciclo vital hace el resto del trabajo; luego cuando adquieren la forma deseada, se detiene su crecimiento con calor u otros procesos, y nos queda la estructura. y los de tipo aglomerante que se definen como aquellos que son el resultado entre un aglomerante que se extraen de fuentes naturales (endémicos del lugar) más un relleno.(Berríos et al., 2020).

Dentro de los biomateriales del tipo aglomerantes obtenemos una estructura biomaterial que clasifica los distintos elementos que debe tener para conformarse como tal, como lo es el agua, la glicerina para el nivel de movimiento que obtendrá el material, filler referente al pigmento que se le dará al material, conservante esto con la finalidad de darle una preservación al material y por último el aglomerante, el cual genera la interconexión dentro del material. (Berríos et al., 2020)

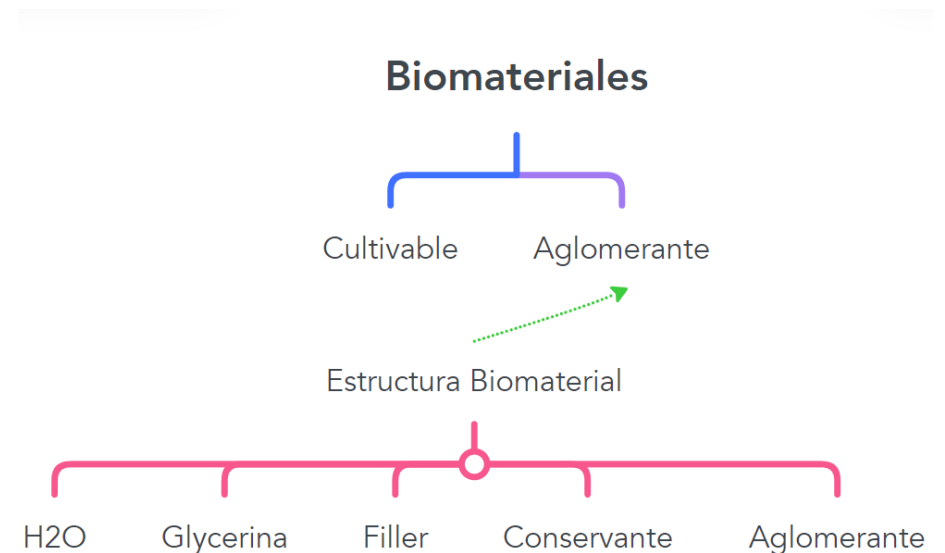


Figura 3: : Esquema de biomateriales. Fuente: Elaboración Propia

Aglomerante: La función del aglomerante dentro de los biomateriales como ya se indico es generar la interconexión, en si es la base estructural del material, cabe destacar que los tipos de aglomerantes se clasifican en: Agar agar, Alginato, Gelatina, Almidón y Quitina.

Para efectos de este estudio se especificará el aglomerante Agar Agar, ya que el material que se presenta tiene su base en dicho gelificante.

El agar agar es un hidrocoloide polisacárido, una sustancia gelatinosa con propiedades gelificantes y con la capacidad de espesar, sin variar el color, olor y sabor. Se clasifica como un aditivo espesante, cuya nomenclatura es E-406.

Sus principales usos y aplicaciones se encuentran principalmente dentro del campo de la microbiología, alimentación y biotecnología. En el primer caso es usado como cultivo para hongos, bacterias y virus principalmente debido a su capacidad de resguardar agua. Dentro del campo de la alimentación sus usos generalmente son en calidad de gelificante dentro de repostería y diversas recetas. Finalmente se utiliza para separar y analizar compuestos.

Marco jurídico de la Biodegradabilidad y compostabilidad

Como fue indicado en la primera etapa este proyecto busca un material biodegradable, en esa línea se exponen algunas normas respecto de la biodegradabilidad y sus requerimientos mínimos para considerar a un producto biodegradable.

Lo biodegradabilidad se puede definir como aquel proceso en que un objeto/producto es degradado microorganismos (bacterias u hongos) en agua, gases naturales (como dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄)) y biomasa. Además, depende de las condiciones climáticas y ambientales. (CEP, 2020)

La biodegradabilidad en los plásticos se encuentra regulado mediante las siguientes normas ISO:

ISO 14851:2019(es) Determinación de la biodegradabilidad aeróbica última de materiales plásticos en medio acuoso. Método mediante la medición de la demanda de oxígeno en un respirómetro cerrado.

ISO 14852:2021(es) Determinación de la biodegradabilidad aeróbica última de materiales plásticos en un medio acuoso. Método mediante análisis del dióxido de carbono desprendido.

ISO 14855-1:2012(es) Determinación de la biodegradabili-

dad aeróbica final de materiales plásticos en condiciones controladas de compostaje. Método mediante análisis del dióxido de carbono desprendido. Parte 1: Método general.

ISO 14855-2:2018(es) Determinación de la biodegradabilidad aeróbica final de materiales plásticos en condiciones controladas de compostaje. Método mediante análisis del dióxido de carbono desprendido. Parte 2: Medición gravimétrica del dióxido de carbono desprendido en una prueba a escala de laboratorio.

Agar-agar

“Se ha descubierto que muchos procesos bioquímicos que ocurren en organismos y microorganismos marinos pueden ser utilizados para la producción de biomateriales que además tienen la propiedad de ser biodegradables.”(Figueroa.M, 2010)

Chile es un país con una costa extensa, de la cual se obtienen diversos productos marinos tanto para el interior del país como para exportación, siendo la industria acuícola una de las más grandes del país, representando un 8% de las exportaciones industriales del país de acuerdo al último estudio de la OEC, y ha tenido un crecimiento del 20,7% en el año 2018 (sernapesca, 2018), dentro de esta industria los productos algales representan el 4% , de acuerdo a sernapesca, exportando un total de 54.779 toneladas de productos algales al año. Dentro de las familias de las algas encontramos tres tipos: las algas pardas, las algas verdes, y las algas rojas, estas últimas se considerarán para este estudio, las cuales son denominadas de esta forma debido a los pigmentos accesorios que poseen.



Figura 4: : Algas rojas, gelidium, gracilaria, euchema Fuente: Hablemos de algas

El agar-agar es un hidrocólide polisacárido, una sustancia gelatinosa con propiedades gelificantes y con la capacidad de espesar, sin variar el color, olor y sabor. Se clasifica como un aditivo espesante, cuya nomenclatura es E-406. Se obtiene a partir de las algas rojas por medio de diversos procesos, estas algas son por lo general de origen japonés, lugar en el que tienen mayor consumo, por ende, industrias en el rubro, dedicadas

a su producción debido a los múltiples usos que tiene el agar, los cuales van desde la cosmética hasta la repostería y un sinnúmero de ramas. La *Gracilaria chilensis*, conocida de forma corriente como “pelillo” es un alga hidrocólide común en la región de los ríos y los lagos, teniendo una gran presencia en las costas de dichas regiones, esta alga pertenece a la especie de algas rojas, clasifica dentro del género *Gracilaria*, el cual junto a algas del género *Euchema* y *Gelidium* tienen la capacidad de producir agar-agar, sin embargo, también posee características que la diferencian y hacen más fácil su exportación puesto que “presenta una gran plasticidad fenotípica, siendo capaz de sobrevivir por largos periodos fuera del agua, lo cual facilita su transporte y dispersión, enrollada a troncos u otras algas que floten.” (Padilla, P. 2015)



Figura 5: : Alga pelillo Fuente: Elaboración propia.

El alga posee una estructura celular en la cual la pared de esta se encuentra rodeada de colídeos, galactanos, polisacáridos de cadena larga, entre otros componentes, de los cuales los colídeos le otorgan rigidez y flexibilidad, es de esta pared desde la cual se extrae el agar-agar. Es importante mencionar que el alga *Gelidium* posee un agar de mejor calidad

que *Gracilaria chilensis*, sin embargo, el género *Gelidium* es más común en la zona centro del país, además la sobre explotación indiscriminada del alga años atrás generó una serie de investigaciones para generar zonas de cosechas artificiales, además de reponer las zonas en donde se generaba de forma natural, de aquellos estudios se instauraron huertos bajo más que consisten en un cordel previamente intervenido con brotes de *G. chilensis*, amarrado a estacas bajo agua, de esos estudios también se indica “En los cultivos realizados en la zona submareal los valores de biomasa fueron superiores a los obtenidos en la zona intermareal. Las variaciones temporales muestran una estacionalidad con períodos de mayor producción en otoño y primavera y de valores mínimos en invierno y principios de verano. Esta situación se reflejó en las frecuencias de cosecha mensual, bimensual y trimensual.” (Wettermeier, R., Rivera, P., Gómez, I., 1991)



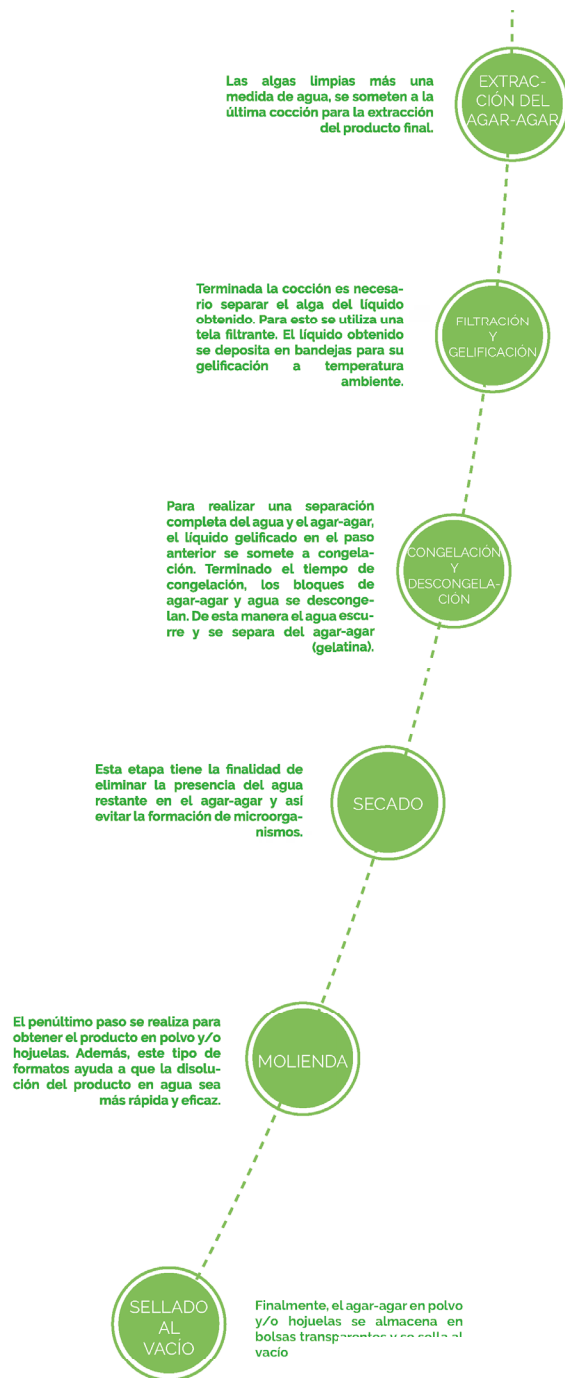


Figura 6: : Diagrama del proceso de extracción de agar agar Fuente: Fundación Chinquihue. Elaboración propia.

Esto se observa del proceso que realizan comunidades para extraer el agar y venderlo, refleja el proceso para obtener agar-agar orgánico, puesto que cuando es procesado por industrias se aplican soluciones no orgánicas que deterioran la calidad biodegradable del producto.

El “pelillo” o *Gracilariaria chilensis*, es una de las algas que se puede clasificar como domesticada, puesto que “ha sido cultivado de manera intensiva mediante el sistema de “esqueje o propagación vegetativa” a lo largo de la costa chilena, y una de las pocas especies con claras señales de domesticación.” (UC, 2017)

De acuerdo con un estudio realizado por Plos One, revista de ciencia, se indica que contrario a su nombre, esta alga tiene su origen en Nueva Zelanda, específicamente de la costa este de dicho país. “Su fecha de llegada a Chile, basándose en la información genética y el conocimiento de la tasa de mutación del ADN utilizado en este estudio, se pudo inferir que ésta ocurrió alrededor del final de la última era del hielo, es decir, hace unos 18.000 años. En esta época, las corrientes marinas se intensificaron, permitiendo que varias especies de algas e invertebrados flotaran a la deriva desde Nueva Zelanda hasta Chile.” (Padilla, P. 2015)

“El cultivo de esta alga se desarrolló extensivamente a finales de 1980, sin embargo, su uso por los seres humanos es probablemente mucho más antiguo. De hecho, estudios arqueológicos publicados en la revista Science mostraron que esta especie encontrada en el sitio arqueológico de Monte Verde, cerca de Puerto Montt, fue utilizada por los primeros habitantes de esta zona hace alrededor 14.000 años atrás, probablemente para alimentarse y/o con fines medicinales.” (Padilla, P. 2015)

Actualmente en las regiones de los lagos y los ríos, existen tres empresas dedicadas al rubro del agar: Algas marinas S.A, Agar pacífico y PROAGAR, sin embargo, a esta cosecha se suman comunidades independientes que tratan el agar de forma artesanal, comunidades que han pasado de ser extractores de pelillo a productores de agar, lo cual, debido al

proceso que la extracción de este material conlleva les genera un mejor sustento económico, principalmente por el valor agregado que posee la producción del gel de forma artesanal y a que producen este de forma continua, ya que de acuerdo a las indicaciones de gente de la isla el pelillo posee épocas de extracción que comprenden principalmente los meses de septiembre a diciembre, debido a enero y febrero corresponden a los meses en que industrias como las de cosméticas realizan compra de materias primas.

En ámbito legal solo el alga *gracilaria chilensis* posee un marco regulatorio de protección para un sistema de sustentabilidad, esto debido a que la explotación del pelillo llegó a un nivel tan alto en que se iniciaron zonas de plantación en las costas, debido a que se había agotado la producción natural de este, a causa de la alta demanda por parte de las empresas que abarcan sus diversos usos, su precio era alto y era conocida como el “oro verde”, luego de la medida de resguardo su producción se controló, sin embargo, aún existen centros de plantación en las costas.

El agar tiene usos en muchos tipos de industrias. La industria alimenticia es la principal. El agar se utiliza para fabricar gelatinas y como espesante de helados, yogurt, sopas, mermeladas y varios tipos de postres. Además, tiene un uso muy importante en la cocina molecular. En la industria microbiológica se usan placas de agar para cultivar microorganismos. La industria farmacéutica utiliza el agar como laxante, debido a su alto contenido en fibra. Además, tiene un aporte muy bajo de calorías, grasas y azúcar. El agar es utilizado en la industria cosmética para la elaboración de cremas faciales y corporales, como también de desmaquillantes en crema, entre otros.

Región de Los Ríos

“La creación de la región de Los Ríos se formalizó con la promulgación de la ley N° 20.174 por parte de la Presidenta de la República, Michelle Bachelet, en Valdivia el 16 de marzo de 2007. El 5 de abril de 2007, la ley se publicó en el Diario Oficial.” (SUBDERE)

La región de los ríos es una de las más jóvenes del país, puesto que como se expresa en el párrafo anterior esta fue promulgada como tal en el año 2007, tras una extensa lucha ciudadana de 33 años por promulgar la región y a la ciudad de Valdivia como capital regional; dicha situación hoy en día comprende una parte fundamental del carácter de la región.

Su capital regional es la ciudad de Valdivia, se encuentra dividida en dos provincias, la provincia de Valdivia que agrupa las comunas de Valdivia, Corral, Lanco, Los Lagos, Máfíl, Mariquina, Paillaco y Panguipulli, y la provincia del Ranco, compuesta por las comunidades de La Unión, Futrono, Lago Ranco y Río Bueno, albergando según el último censo registrado una población aproximada de 384.837 de acuerdo al censo del año 2017. (BCN)

Además, posee una extensión de 18.429,5 kilómetros cuadrados, que representa el 2,4% del territorio nacional.(MINAGRI)

De acuerdo con la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile el clima de la región de Los Ríos responde a un régimen lluvioso con ausencia de periodos secos en el transcurso del año, presentando variaciones por el efecto relieve. Este punto es importante a considerar puesto que en el presente proyecto se procederá al desarrollo de un material dentro de las condiciones climáticas de la región de los ríos.

Respecto del ámbito económico de la región, esta se desarrolla en la industria forestal, comercio, prestación de servicios, turismo y gastronomía principalmente.(BCN)

El 96,5% de la superficie de la región está comprometida dentro de lo que comprende la actividad forestal, forrajera y cerealera; respecto del rubro forestal destacan como principales especies el pino radiata y eucalipto, mientras que en el rubro del forraje se encuentra la ballica y avena. (MINAGRI)

Al respecto se observa de acuerdo a los datos entregados por CORFO que la región de Los Ríos ha experimentado un incremento del PIB de un 25,6%. Además, hoy en día representa el 1,4% del PIB nacional. Desglosando estas cifras encontramos que los rubros que han aumentado su participación en el desarrollo económico de la región lo son el comercio, la construcción, los servicios de vivienda e inmobiliarios, y en menor medida las actividades de servicios financieros y empresariales, y la administración pública. Por el contrario, se observa una disminución de participación en los rubros de transporte, información y comunicaciones, la actividad agropecuaria-silvícola, la electricidad, gas, agua, y gestión de desechos, la industria manufacturera y los restaurantes y hoteles.

Identidad regional:

La región de los ríos es una confluencia de tres sociedades distinguibles: huilliches, chilenos y colonos europeos. La cultura desarrollada en la región responde a estas tres sociedades que se encuentran mezcladas dentro de la zona.

La región de los ríos, antes del estado chileno se conformaba como parte de la Huilliche Huichan Mapu (Alianza Territorial de la Gente del Sur), que comprende desde San José de La Mariquina (en el extremo norte de la región) hasta la isla de Chiloé. Dentro de los documentos históricos se encuentra que dentro de los asentamientos indígenas de la época destaca el de Ainil, en las riberas del Ainilefu, que hoy en día es conocido como río calle-calle.

Respecto de la sociedad europea, “La intervención de los colonos en Val-

divia derivó en una reinención del perfil de la ciudad, que se erigió en un núcleo industrial importante y con características culturales particulares.”(Consejo Nacional de la Cultura y las Artes, 2012)

La industrialización trajo como progreso a la ciudad de Valdivia la Universidad Austral de Chile, que hasta el día de hoy es un pilar fundamental para la región de Los Ríos.

En este repaso breve por la historia de la región se ve como la confluencia de tres sociedades ha forjado el carácter de una región, generando hoy en día una confluencia entre estas existiendo aún diferencias marcadas entre ellas, del mundo indígena el conocimiento ancestral mientras que de los colonos se obtuvo la industrialización.

ESTADO DEL ARTE

El presente proyecto se encarga de realizar una mejora dentro de un biomaterial en base a agar agar, para ello se analizará algunos de los usos que se le dan en la actualidad, definiciones respecto de algunas de sus propiedades que desencadenan de los mismos proyectos y recetas para su elaboración en la actualidad.

Dentro del mundo de los bioplásticos el agar agar es uno de los aglomerantes más comunes por sus propiedades, lo que ha significado que sea utilizado en diversas recetas para desarrollo de bioplásticos. Uno de los principales hitos al respecto ocurre en el año 2016 el proyecto *“Agarplasticity”* ganó el premio Lexus Design Award 2016.

En este proyecto se explora la posibilidad de incluir el agar agar como un plástico sustituto de packaging y embalaje principalmente, así como otras áreas como se muestran en las imágenes adjuntas.

Además dentro de su conclusión se indica que al estar hecho de agar los residuos no presentarían problemas con el medio ambiente pues solo se desgradarían.



Figura 7: Proyecto agar plasticity año 2016 Kosuke Araki. Fuente: sitio web <https://www.kosuke-araki.com/agarplasticity>



Figura 8: Proyecto Desintegra. Fuente sitio web <https://margaritatalep.com/Desintegra-me-desarrollo>

Desintegra.me

La diseñadora chilena Margarita Talep, presenta el proyecto Desintegra.me en donde presenta el desarrollo del bioplástico en base a agar agar como una alternativa a los plásticos de un solo uso, para ello realiza una serie de envases que se muestran en las imágenes conjuntas.

En este proyecto se puede apreciar la versatilidad del material, la capacidad de moldeo, transparencia, colorimetría lograda, entre otras propiedades. Dentro de la presentación de este proyecto la diseñadora indica que posee un tiempo de biodegradabilidad de 4 meses a lo máximo incluso en invierno. Además es la misma diseñadora que participa en la biblioteca de materiales de materim.org, en donde se comparten las recetas de elaboración, las cuales serán consideradas dentro del proyecto.

De este proyecto se extrae el análisis respecto de la capacidad de moldeo del material, resistencia y posibles aplicaciones del material dentro del contexto del reemplazo de los plásticos de un solo uso.

Lugae.

Lugae es un proyecto de investigación y desarrollo de bioplásticos que nace en pos de realizar una propuesta en base al agar agar, experimentando con diversas recetas encontradas en diversos medios de internet a fin de generar una propuesta funcional, realizando muestras con dichas recetas a fin de ir perfeccionando estas mezclas en función de los requerimientos necesarios para que un bioplástico tenga una aplicación real. En este proyecto se indica que, mediante el estudio de los resultados técnicos del material, que dio laminas plásticas frágiles y/o rígidas. Luego de la primera etapa de experimentación el proyecto centra su atención en otro gelificante también de origen algal, llamado carragenina, ya que de acuerdo a su descripción esta materia prima local, se produce y exporta en mayores cantidades que el agar-agar. Desde entonces la experimentación de su proyecto se basa en la carragenina.



Figura 9: Proyecto Lugae año 2020, muestras experimentales. Fuente sitio web <https://www.lugae.cl/>



Figura 10: Proyecto Lugae año 2020, lámina de bioplástico agar agar. Fuente sitio web <https://www.lugae.cl/>



Figura 11: Proyecto Lugae año 2020, lámina de bioplástico en base a carragenina. Fuente sitio web <https://www.lugae.cl/>

Bioprinter

Es un proyecto del Ingeniero Mecánico Nicolás Campos en colaboración con FabLab presenta una “aplicación de bioplásticos a base de Almidón y Agar-agar a tecnologías FDM” según se indica en la página web del laboratorio, al respecto, se basa en biopolímeros CIY, es decir aquellos que se pueden cocinar en casa, y bajo varios métodos de perfeccionamiento de la mezcla inicial se logra un filamento de biomaterial que posee la capacidad de ser usado como material para una impresora 3D.

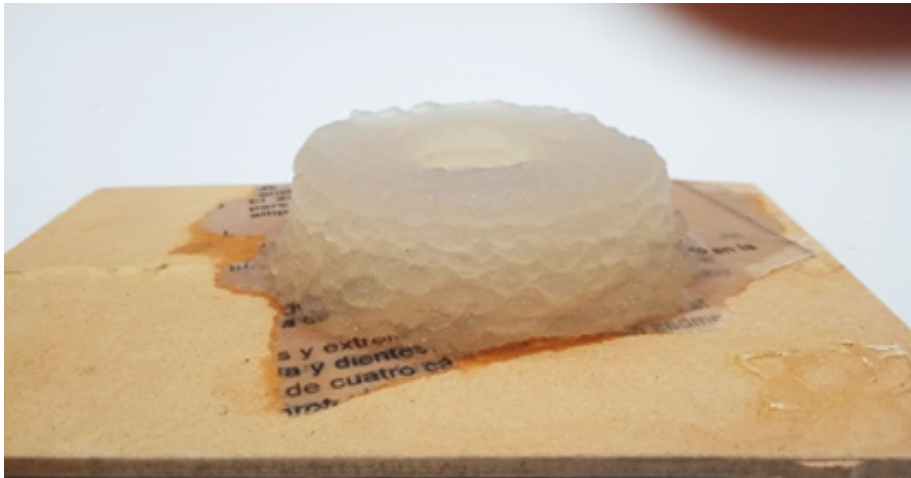


Figura 12: Proyecto Bioprinter 2021, impresión en 3D bioplástico agar agar y almidón. Fuente sitio web FabLab Universidad de Chile.

NOT x LIENX

Otras incursiones en la materialidad de bioplástico en base a agar agar se encuentran en lo que respecta a indumentaria textil, explorando el material como un nuevo elemento de esta. El proyecto not x lienx es una propuesta de alta costura en base a bioplástico de agar agar que busca explorar el potencial textil de este elemento fabricado en casa. Las imágenes a continuación muestran el proceso de fabricación y la composición del biomaterial dentro de una prenda de vestir.



Figura 13: Proyecto NOT x LIENX 2022. Colección de alta costura bioplástica. Fuente sitio web revista de arquitectura y diseño designboom.

Bioplástico territorial

Proyecto desarrollado por investigadores de la Universidad de Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile y Fundación Chiquihue, financiado por FONDEF-ANID.

“El proyecto Bioplástico Territorial tiene como objetivo proporcionar un set de datos clave para apoyar el desarrollo de un mercado nacional de bioplásticos. El enfoque se basa en la necesidad de reducir los costos de I + D de materiales, principalmente para empresarios, micro, pequeños y medianas empresas, en particular en áreas de innovación, ya que los costos de investigación son altos y de difícil acceso.”(Bioplástico territorial, 2023)

Este proyecto se centra en la Región de Los Lagos y busca generar un bioplástico en base a agar agar bajo los elementos que se encuentran en la región con la finalidad de generar una propuesta de valor que genere un aporte a la economía de la región.

Al igual que ha sido propuesto en el presente proyecto la materia principal para la elaboración del biomaterial es el agar agar, ya que es encontrado en la pared celular del alga Agarophyton chilensis de nombre común pelillo, la cual es común dentro de las costas del sur y existe un área de conocimiento generalizado al respecto por parte de los locales y pescadores.

El objetivo principal como se indica arriba es la entrega de información, para el ello el proyecto cuenta con una pagina web en donde se va actualizando la información, en la actualidad presenta información respecto de la extracción de agar más no posee mayor detalle de recetas sobre el bioplástico. Además, dentro de ello se muestra la propuesta a lograr y los procesos de fabricación por parte de los equipos asesores.

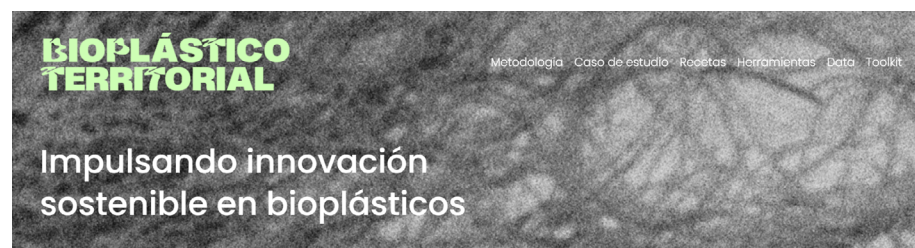


Figura 14: Proyecto Bioplástico territorial, imagen banner. Fuente sitio web <https://www.bioplasticosterritorial.com/>



Figura 15: Proyecto Bioplástico territorial, productos packaging generados. Fuente sitio web <https://www.caropacheco.work/bpt>



Figura 16: Proyecto Bioplástico territorial, elaboración biomaterial. Fuente sitio web <https://www.caropacheco.work/bpt>

EXPERIMENTACIÓN N°1

En concordancia con la información entregada con anterioridad, para este proyecto se ha analizará un material en base de agar-agar para constituir un polímero biodegradable. Este polímero se genera por medio del gel extraído del alga roja, que ha pasado por el proceso de secado, por ende, se encuentra en forma de polvo, este es combinado con agua y glicerina, esto debido a los siguientes resultados:

Agua y agar-agar: Generan una lámina rígida, pero altamente quebradiza, esto se debe a que el agar-agar en si es una sustancia gelatinosa al entrar en contacto con el agua, sin embargo, cuando pierde humedad la propiedad gelatinosa va desapareciendo hasta volver nuevamente a ser agar-agar y separar sus partículas.

Agar-agar: Requiere si o si de otro elemento, incluso cuando está en su estado natural, por lo general agua, el agar en forma natural comprende un conjunto de fibras tubulares.

Agua: El agua otorga al agar-agar la propiedad de unir sus partículas, sin embargo, solo funciona como solución para la liberación de la sustancia gelatinosa que posee el agar.

Glicerina: Este componente permite otorgar flexibilidad al material, evitando que se quiebre fácilmente, sin embargo, esta propiedad se hace mayor cuando la cantidad de glicerina corresponde a un volumen mayor al 7% del total de la probeta, cuando sobrepasa aquel porcentaje la lámina de polímero se contrae y evapora, dejando sedimentos en el recipiente de preparación.

Una de las tantas industrias en las que está inserto el agar-agar es la de alimentos, es por ello que una de las propiedades que posee este material es que resulta comestible, sin causar problemas al cuerpo humano, pues como ha indicado el entrevistado Iván Gómez “El agar-agar es un producto algal por lo que a diferencia de otros geles, como los de origen animal, no produce reacciones alérgicas.” También es importante considerar que como el agar posee un sabor neutro se le puede dar un sabor alternativo.

En congruencia con lo abordado en el proceso de investigación, el material será realizado en base al PET (Tereftalato de polietileno) ya que al ser uno de los plásticos más comunes se busca encontrar alguna similitud con este, por lo cual las propiedades de este polímero serán consideradas como punto comparativo para evaluar las cualidades del polímero biodegradable producido a partir de agar-agar.

Para ello las pruebas a realizar serán:

Secado

Pruebas mecánicas a 23°

Pruebas a intemperie

A continuación se detallan las probetas con sus respectivos porcentajes de sus componentes, agua, glicerina, y agar-agar, ya que estás de acuerdo al porcentaje en que son utilizadas cambian las propiedades del material. Las probetas se han realizado en base a una receta encontrada en materiom.org y a continuación se ha hecho una variación en la mezcla en búsqueda de encontrar una receta adecuada para las propiedades que se desean conseguir.

Variabes	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Probeta 4	Probeta 5	Probeta 6	Probeta 7	Probeta 8
Polvo agar-agar	4 gr	1.6 gr	3.2 gr	2 gr	3 gr	4 gr	2 gr	3 gr
Agua	120 ml	40 ml	80 ml	220 ml	250 ml	420 ml	220 ml	250 ml
Glicerina	2.5 ml	2.7 ml	5.4 ml	1.25 ml	1.5 ml	2.5 ml	1.25 ml	1.7 ml

Figura 17: Tabla de probetas Fuente: Elaboración propia.

Se reúnen los elementos y se pesa el agar agar, y la glicerina se mide en una jeringa para obtener la cantidad exacta, además se usa un termómetro para ver el punto de ebullición del agar agar que son 80°.

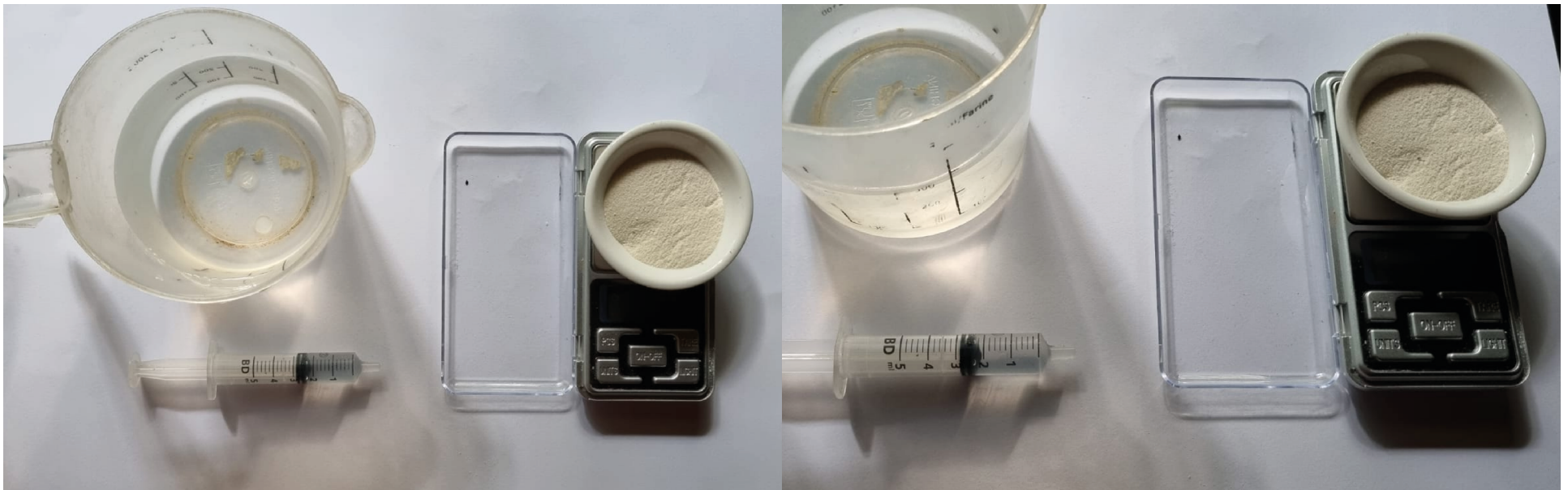


Figura 18: Experimentación inicial Fuente: Elaboración propia.

Proceso de cocción:

El proceso de cocción se realiza en una cacerola previamente desinfectada con alcohol para evitar la proliferación de impurezas en el material, se ponen los ingredientes juntos y una vez que el agua hierve se procede a medir la temperatura hasta que llegue a los 80°, momento en que la mezcla se retira del fuego y se procede a verter sobre la placa de vidrio.



Figura 19: Referencia de agua hervida Fuente: Mi cocina.

Proceso de elaboración:

Una vez que el proceso de cocción se ha realizado se procede a verter el contenido en una fuente de vidrio, esto debido a sus capacidades de desmolde, el proceso de secado del material debido a las condiciones climáticas de la zona puede variar entre 7 a 9 días, para acelerar el proceso se puede realizar una prueba de secado, sin embargo, presenta algunas contraindicaciones, es por ello que es mejor opción dejar que las probetas sequen a temperatura ambiente.



Figura 20: Probetas iniciales Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra en imágenes el resultado de las probetas evaluadas:

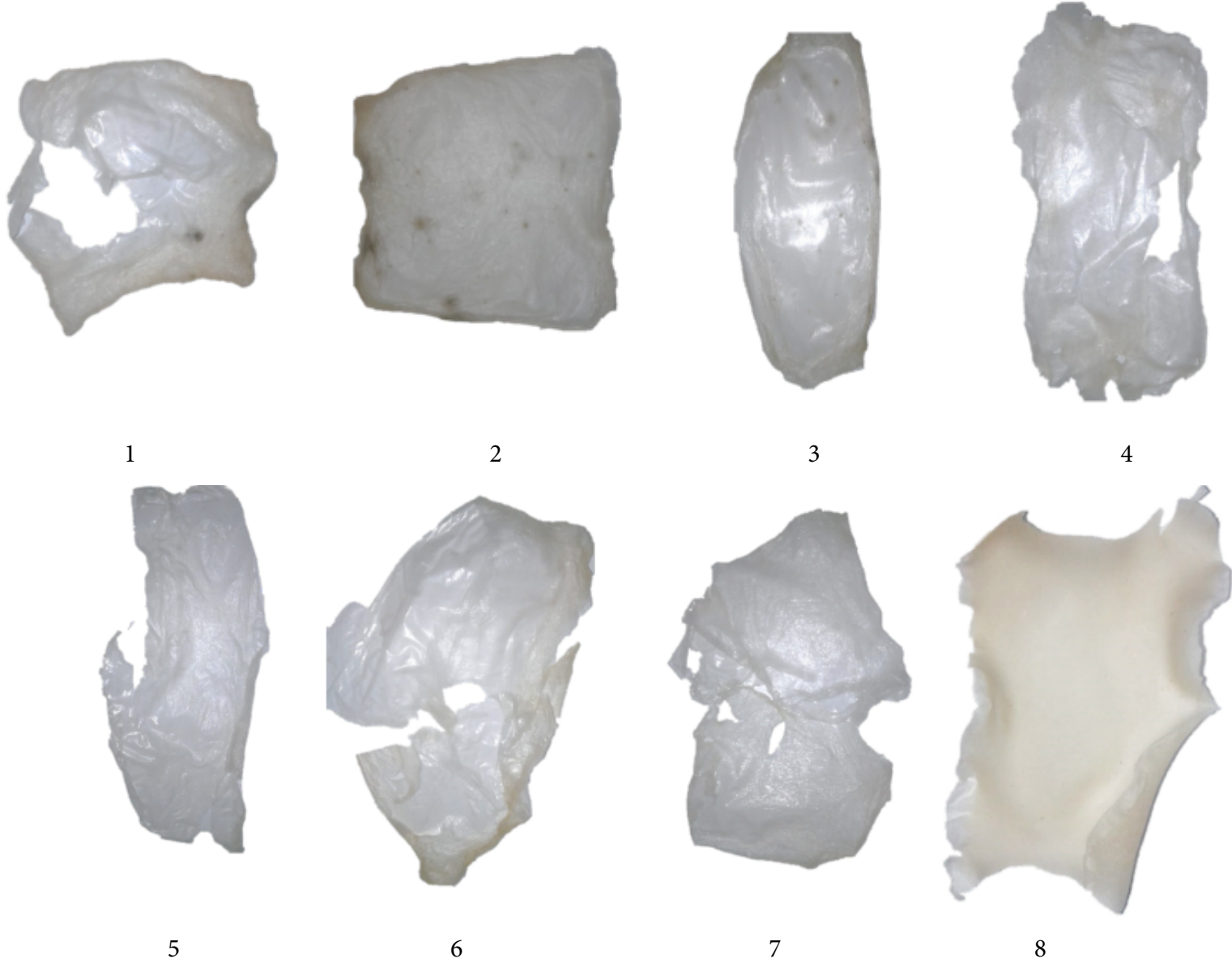


Figura 21: Probetas iniciales secas Fuente: Elaboración propia.

Prueba de secado

Para efectos de la investigación las probetas fueron sometidas a dos tipos de secado, en horno a 50°, durante 6 horas, debido a que su punto de ebullición es a los 90°, y secado natural a la intemperie, esto debido a lo que conformaría un proceso industrial, y el otro tipo de secado se propone debido a los tipos de ambientes en que los plásticos suelen ser desechados.

En la siguiente recuadro se exponen los resultados de las probetas sometidas a la prueba de secado.

Secado en horno 50°	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Probeta 4	Probeta 5	Probeta 6	Probeta 7	Probeta 8
Observaciones	Tendencia a encogerse, no mantiene su forma.	Forma extendida pta forma de la superficie.	Pierde poca densidad, mantiene una forma corrugada y elástica.	Tiende a encogerse debido a la delgadez de la lámina.	Forma una lámina quebradiza.	Pierde bastante densidad formando una lámina rígida.	Tiende a corrugarse y romperse.	Forma una capa quebradiza.
Secado en interperie 22° a 32°	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Probeta 4	Probeta 5	Probeta 6	Probeta 7	Probeta 8
Observaciones	Se encoge de los bordes y forma hongos.	Tiende a formar aperturas dentro de la lámina, sin embargo, mantiene la elasticidad.	Forma una lámina corrugada, muy flexible.	Disminuye su tamaño en aproximadamente un 60% resultando una lámina delgada y quebradiza.	Forma aperturas en la lámina y la formación de hongos.	Lámina rígida con formación de hongos.	Lámina rota.	Lámina con apariencia plástica, sin embargo, tiendo a quebrarse.

Figura 22: Tabla de probetas Fuente: Elaboración propia.

Luego de esta prueba las probetas 1, 4,5,6 y 7 fueron descartadas, debido a su fragilidad, poca resistencia y poca facilidad de uso.

Pruebas de propiedades mecánicas

Para estas pruebas se ha decidido ocupar como referencia las propiedades solicitadas para un plástico pet, sin embargo, no se han logrado realizar todas con exactitud, debido a que requiere de elementos de precisión.

Pruebas a la intemperie

En observación del material frente a la intemperie y la interacción con el material, se puede apreciar la tendencia a la aparición de hongos cuando la probeta tenía mucha cantidad de agua. Al observar las probetas durante meses, solo una de ellas no presenta hongos o alguna falencia, sin embargo se aprecia que es la que posee mayor cantidad de material y no posee propiedades similares a un plástico pet por ejemplo.

En la siguiente imagen se exponen las probetas que serán puestas a prueba en las distintas pruebas que se dispongan para analizar la biodegradabilidad del producto en si.

Obviando la aparición de hongos, se considera la receta de la probeta n°6 por ser la que tiene mejores características físicas, se generan las probetas en base a esta receta, generando una diferencia en los gramos de agar utilizados, en este caso se usarán 5 gramos.



Figura 23: Probetas de muestrario Fuente: Elaboración propia.

Muestrario de probetas en base a las probetas iniciales que presentaron mejores capacidades, para ello se harán las pruebas respecto de la biodegradabilidad, de acuerdo a la teoría presentada en el estado del arte, las probetas deberían degradarse en un plazo menor a 180 días, para ello se disponen:

Prueba dentro del agua:

En una corriente de agua simulando la situación ocurrida cuando los plásticos de uso convencional caen en lugares parecidos.



Figura 24: Probetas de muestrario en el agua Fuente: Elaboración propia.

Al pasar el tiempo (15 días) se observa que la muestra de agar agar se hincha y luego debido a la fuerza de la corriente se rompe y se libera dentro del agua. Se deja la sobra que queda de la prueba para poder observar su frente al agua que corre y es helada tiende a degradarse o no, al pasar los días no suceden mayores cambios y la pieza sigue intacta, por lo cual se decide dejar la muestra por los 3 meses que corresponden a la biodegradabilidad, pero la muestra solo se desparrama sobre el cordón al cual fue inicialmente amarrado, pero no hay indicios de degradación.

Prueba en Compost:

Esta prueba se hace con la finalidad de ver si el material es biodegradable frente a un compost de lombriz californiana.



Figura 25: Probetas en compost Fuente: Elaboración propia.

Se analiza la muestra cada quince días con la finalidad de ver si la lombriz se interesa en la muestra de bioplástico, se observa que en los primeros días la muestra sigue intacta, por lo cual se procede a enterrar esta dentro de la tierra para que así sea de más fácil acceso a la lombriz. Al paso de un mes se observa como la lombriz ya ha tenido interacciones con el bioplástico, sin embargo, tarda un aproximado de dos meses en interesarse completamente por él y descomponerlo.

Prueba sobre una base metálica:

Simulando las superficies encontradas en la ciudad comúnmente, con la finalidad de ver su reacción frente a este tipo de materialidad.



Figura 26: Probetas en metal Fuente: Elaboración propia.

Con el paso del tiempo se observa como en esta prueba el biomaterial comienza a absorber el oxido de la placa metálica, sin embargo, en exposición al clima lluvioso de la región de los ríos no presenta mayores variaciones, la textura se siente más seca, pero sobrepasa los tiempos de biodegradabilidad y no hay descomposición del biomaterial.

Prueba sobre tierra

Se realiza una prueba sobre la tierra para observar si se puede degradar fácilmente al estar en contacto con la superficie.



Figura 27: Probetas sobre tierra Fuente: Elaboración propia.

Sobre la tierra la probeta recibe distintas interacciones ya que, al ser temporada de otoño en la región de los ríos, continuamente ve su forma alterada ya que se hincha debido a la cantidad de lluvia en la zona, variando entre estar hinchada y en su grosor normal durante largos meses, al finalizar los 180 días de análisis de biodegradabilidad se concluye que el material no es biodegradable en esta condición.

Prueba entre tierra:

Se realiza prueba entre tierra para ver que sucede al enterrar el material dentro de un terreno normal sin agentes especializados en la descomposición como lo sería la lombriz californiana.



Figura 28: Probetas entretierra Fuente: Elaboración propia.

Se procede a insertar la probeta cerca de una planta con la finalidad de que el material en si otorga sus propiedades a esta y se biodegrade, sin embargo, tras una continua revisión y al pasar el tiempo transcurrido por la normativa para ser considerado biodegradable, se concluye que no lo es bajo estas condiciones, pues se mantiene intacto, solo sucio de tierra debido al tiempo transcurrido. Frente a esto se llegan a conclusiones que se presentan como problemáticas para una futura experimentación.

Conclusiones Primera Experimentación:

Tras una evaluación de este biomaterial dentro del contexto de la región de Los Ríos, se concluye que debido a la humedad presente en el ambiente, la cual es de forma continua a lo largo del año en la zona, el biomaterial de agar agar genera hongos en las recetas más resistentes, esto se debe a sus características propias, sin embargo, como un material que entrara en contacto con el ser humano, no es viable si produce hongos, existen elementos que pueden ser utilizados como anti-fúngicos como: Limón, Sal, Vinagre, Azúcar, Ajo y Clavo de olor, sin embargo, a excepción del ajo, los otros productos no son producidos en la región, y el ajo es producido escasamente, es por ello que se averiguarán otras alternativas en virtud de reducir la huella de carbono del producto.

De acuerdo con el estado del arte de los estudios presentados de este material se asegura que es biodegradable y que cumple con la normativa internacional, sin embargo, luego de realizar las revisiones pertinentes como se muestra en las paginas anteriores respecto de la experimentación de su nivel de biodegradabilidad y por la antigüedad que presentan alguna probetas sin ser degradadas se llega a la conclusión de que se debe inferir en la receta para mejorar la característica biodegradable.

De las probetas utilizadas se rescata la receta de la probeta N°6 ya que cumple con las características físicas requeridas para el material final que se desea conseguir, por lo cual se procede a tomar esta receta como base con la modificación realizada de aumentar la cantidad de gramos del agar agar, ya que al poseer mayor cantidad obtiene una mejor consistencia que se traduce en una mejor estructura.

PERTINENCIA
CULTURAL –
SABER ANCESTRAL

PERTINENCIA CULTURAL – SABER ANCESTRAL

En base a las observaciones realizadas durante la primera etapa de experimentación y al desarrollo de este biomaterial mediante el marco teórico planteado en el primer capítulo, se determina que la forma en que se deben abordar las soluciones a las problemáticas presentadas debe ser desde una visión integral en la región.

Como se explicó en la caracterización de la región de Los Ríos, esta región está compuesta por tres sociedades que han mezclado sus culturas y generan denominadores comunes entre ellos.

“...un cuarto de la población censada en la región de Los Ríos se considera perteneciente a algún pueblo originario, esto es 96.311 personas.”(INE)

En concordancia con la cita presentada se muestra que a lo menos un cuarto de la población censada en la Región de Los Ríos se considera parte de un pueblo originario, a su vez, dentro de la región se observan distintos movimientos en favor de recuperar las lenguas ancestrales, así como su contenido, es decir, el conocimiento ancestral. Entre dichos conocimientos hay uno que resalta para la población y es el de las plantas medicinales, levantando distintas iniciativas para el rescate del conocimiento en torno al denominado “Lawen” (Planta medicinal), como lo es por ejemplo: “Paillako Lawen Zomo” un libro que rescata pequeñas reseñas respecto de hierbas me-

dicinales presentes en la región de los ríos de mano de mujeres mapuche de la comuna de Paillaco. O la iniciativa “Kume Lawen” un proyecto mediante el cual una escuela rural del sector de Melefquen pretende recuperar conocimiento ancestral instaurando un huerto de cultivo de plantas medicinales



Figura 29: Paillako Lawen Zomo Fuente: Fernandez Rodolfo.



Figura 30: Kume Lawen Fuente: diario austral.

Esta observación se hace en base a la pertinencia cultural bajo la cual se plantea el presente proyecto, es por ello que en consideración con las dos problemáticas existentes durante el proceso de experimentación como lo son la presencia de hongos debido al clima imperante de la región en donde abunda la humedad y la no biodegradación del material en los tiempos estipulados por la norma D6400, de 180 días de biodegradación.

Dentro del proceso de levantamiento de información se asiste a un taller de cremas basadas en hierbas medicinales dictado dentro de la “ruka comunitaria de Paillako” por mujeres pertenecientes a las comunidades indígenas adscritas a la comuna de Paillaco, abierto a personas mapuche y no mapuche. Dentro de dicho taller se aprovecha el espacio para hacer consulta respecto de plantas medicinales que tengan la propiedad

fungicida, bajo esta se llega a la siguiente lista de plantas que poseen esta propiedad:

- Laurel (de cocina)
- Matico
- Canelo
- Ortiga
- Laurel (Silvestre)
- Radal



Figura 31: Taller de elaboración de cremas de hierbas Fuente: Elaboración propia.



Figura 32: Taller de elaboración de cremas de hierbas Fuente: Elaboración propia.

EXPERIMENTACIÓN N°2

Esta etapa de experimentación se realizará en base a las observaciones realizadas en la primera etapa basándose en los dos puntos principales:

- Biodegradabilidad dentro de la normativa internacional.
- Eliminación de hongos de forma natural.

Por ende, bajo estas dos directrices se dispone a realizar la primera experimentación en base a las plantas propuestas.



Figura 33: Imagen hojas de laurel
Elaboración propia.

Primera prueba: Laurel

Para realizar esta prueba se debe hacer con las hojas de laurel, se ocupan 5 hojas de este árbol durante la mañana, observando que no posean afecciones como picaduras de algún insecto o de otro tipo. Se realiza la recolección y entonces por instrucciones se colocan las hojas dentro de una cacerola desinfectada, para verter agua caliente sobre estas, luego de ello se deja macerar por alrededor de 15 minutos.

Una vez que el líquido se encuentra, macerado se procede a colar la mezcla con un colador de tela ya que retiene las impurezas de forma mas efectiva que otro tipo de coladores y se aparta el liquido en un jarrón previamente desinfectado.

Luego de ello se procede a seguir la receta de producción de bioplástico de agar agar con la receta ya presentada, quedando de esta forma:

- 400ml de líquido de laurel.
- 5 gr de agar agar.
- 2,4 ml de glicerina.

Resultado de la prueba:

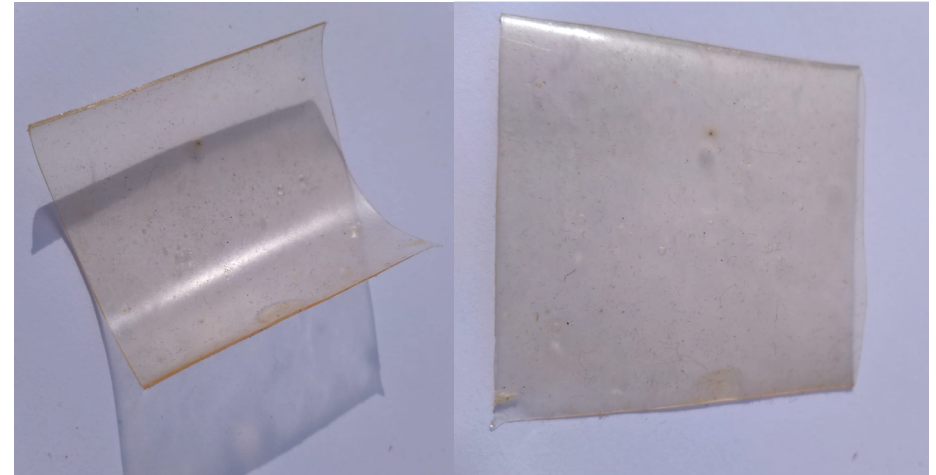


Figura 34: Probeta bioplástico base laurel. Fuente: Elaboración propia.

El resultado otorga una lámina que es más rápida que las otras en eliminar el exceso de agua de su composición tardando cerca de 5 día en estar lista, genera una menor cantidad de hongos que una lámina de agar agar común. Como se aprecia en la imagen se obtiene una lámina translúcida de color anaranjada y elástica. Se descarta en primera instancia debido a la presencia de hongos en ella, sin embargo, debido a sus propiedades también se evalúa en otras instancias.

Cabe destacar que se rescata la propiedad elástica, ya que en las probetas iniciales esta característica solo era dada por la glicerina, sin embargo, en esta probeta se observa que la capacidad es un poco mayor en comparación a las otras probetas conteniendo en su composición la misma cantidad de glicerina, por lo cual se atribuye a que la esta característica está dada a su vez por los propios componentes del laurel.



Figura 35: Imagen hojas de matico. Elaboración propia.

Segunda prueba: Matico

Para la prueba del matico se debe hacer una recolección de 3 hojas de este árbol, ya que por su tamaño tiende a rendir más, sin embargo, se debe tener la precaución de que la hoja no esté afectada por algún agente externo, para que de esta forma la prueba sea limpia.

Al igual que en la prueba del laurel se procede al método de verter agua caliente sobre las hojas de matico previamente lavadas con agua, una vez que el líquido macera por aproximadamente 15 minutos, se procede a la elaboración del bioplástico siguiendo la receta de base.

Resultado de la prueba:



Figura 36: Probeta bioplástico base matico. Fuente: Elaboración propia.

Se observa una lámina con alta presencia de hongos, a pesar de las propiedades del matico, se infiere que puede haber ocurrido contaminación en el proceso de elaboración, por lo cual se repite la prueba sin mayores resultados positivos en cuanto a la aparición de hongos, por ende, se concluye que la relación de la hierba medicinal es distinta al ser aplicada en una sustancia distinta de su uso medicinal.

No obstante, el lado de la probeta que se encuentra pegada al vidrio se observa una apariencia plástica, de color café oscuro, brillante y con elasticidad como se puede apreciar en la fotografía adjunta.



Figura 37: Imagen hojas de canelo.
Elaboración propia.

Tercera prueba: Canelo

Para la prueba del canelo se procede con un método distinto pues la propiedad fungicida no se encuentra en las hojas si no que, en el tallo del árbol, para la recolección de la corteza de este árbol se procede a hacer un pequeño corte incisivo en la corteza extrayendo un pequeño extracto del cual se obtiene la materia prima como fungicida.

Una vez que se obtiene la corteza se procede a quitar la parte exterior de esta quedando la parte interna, esta parte es la que se lleva al mismo método anterior, dentro de una cacerola previamente desinfectada se colocan los extractos de corteza y se procede a verter agua hirviendo sobre ellas, dejando que se macere por 15 minutos, luego de ello se pasa por un colador de tela, ya que este posee mayor capacidad de filtro, esto debido a que la corteza de canelo suelta pequeños trocitos de madera que pueden interferir en el proceso.

Con el líquido apartado en un jarrón se procede a la receta que en este caso quedaría conformada como:

- 400ml de líquido de canelo.
- 5 gr de agar agar.
- 2,4 ml de glicerina.

Resultado de la prueba:

Con el canelo se generó una lámina sin presencia de hongos, de color naranja por el pigmento natural de la planta, con alta



Figura 38: Imágenes de extracción de corteza de árbol canelo y probeta de bioplástico agar agar y canelo resultante. Fuente: Elaboración propia.

resistencia, translúcida con buen aspecto y óptima.

Se selecciona esta probeta debido a la capacidad que posee y al hecho de que no posee hongos, lo cual permitiría que esta receta pueda ser replicada en varios lugares sin temer la intervención de agentes externos, esto significa una baja en los costos de producción en una lámina de bioplástico, puesto que al evitar la producción de hongos sin requerir de cuidados extremos para su elaboración.

De las características presentadas por la lámina se aprecia la capacidad de plasticidad, resistente, evitando que se rompa fácilmente, sin embargo, el ser un bioplástico de agar agar posee un nivel de fuerza mediante el cual se rompe. Además, posee un color característico que le da una identidad.



Figura 39: Imagen hojas de ortiga.
Elaboración propia.

Cuarta prueba: Ortiga

Para la prueba de ortiga se debe seleccionar la parte superior de la planta puesto que esa zona posee la parte más nueva de esta, por ende, mayores propiedades fungicidas, al igual que en los otros procesos se procede a tomar aquellas hojas que no tengan presencia de agentes externos, y así seleccionarl

Una vez que ha sido recolectada la planta se procede a seguir el procedimiento anteriormente descrito que supone las hojas de ortiga dentro de una cacerola para poder verter agua hirviendo sobre esta y dejar macerar por 15 minutos.

Una vez que el macerado esta listo se procede a colar y realizar la mezcla, quedando de la siguiente forma:

- 400ml de líquido de ortiga.
- 5 gr de agar agar.
- 2,4 ml de glicerina.

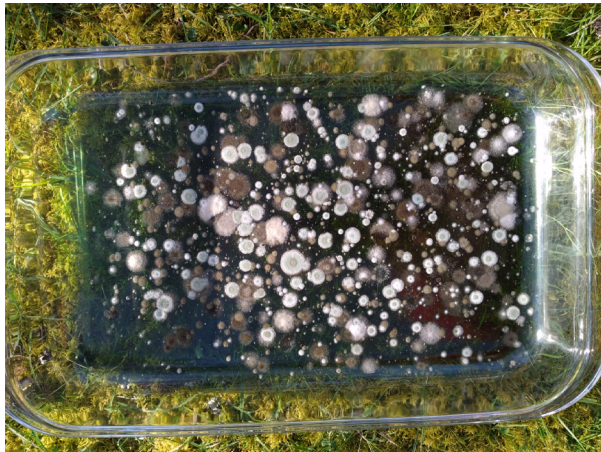


Figura 40: Probeta bioplástico base ortiga. Fuente: Elaboración propia.

Resultados de la prueba:

De la prueba de ortiga se obtiene una lámina con alta presencia de hongos, a pesar de no ser quebradiza debido a la capacidad plástica otorgada por la glicerina, la probeta tiende a romperse fácilmente puesto que al intentar estirar la lamina para analizar la flexibilidad del material no es resistente y termina por romperse.

Por ende, esta muestra es descartada rápidamente ya que no cumple con las características de un plástico de uso común en la medida de un bioplástico, sin embargo, se debe rescatar que la ortiga otorga un color verde a la lámina bastante característico al momento de ser desmoldado, pero con el pasar de los días se torna oscuro opaco.



Quinta prueba: Laurel silvestre

Para la prueba de laurel silvestre se realiza al igual que con el laurel normal, sin embargo, al ser de una consistencia distinta y al tener el árbol una flor que suelta mucho pelillo, por ende, primero

Figura 41: Imagen hojas de laurel silvestre. Elaboración propia.

se debe limpiar para que la hoja de laurel no tenga contaminación.

Una vez que las hojas están limpias se proceden a lavar con agua fría para que no se pierdan las propiedades de esta planta. Entonces se procede a dejar las hojas dentro de una cacerola y verter el agua hirviendo sobre las hojas para dejar reposar durante 15 minutos.

Luego se procede a realizar la mezcla de elaboración de bioplástico quedando de esta forma:

- 400ml de líquido de Laurel silvestre.
- 5 gr de agar agar.
- 2,4 ml de glicerina.

Resultado de la prueba:

De esta prueba se obtiene una lámina bioplástica con poca presencia de hongos, en un nivel bastante menor a las pruebas fallidas. Además, a diferencia de la prueba con laurel normal, esta lámina adquiere transparencia incolora, bastante flexible y con resistencia normal, por ende, se estima que posee buenas propiedades bioplásticas, vale decir también que a diferencia



Figura 42: Probeta bioplástico base Laurel Silvestre. Fuente: Elaboración propia.

Descripción

de las laminas de agar agar normal que presentan una apariencia más porosa, la lámina lograda con el líquido de laurel silvestre se aprecia más plástica.



Figura 43: Imagen hojas de radal.
Elaboración propia.

Sexta prueba: Radal

Para la prueba de radal, se ocupan dos hojas debido al tamaño que posee la hoja, por ende, la cantidad necesaria indicada son dos hojas. Para realizar la prueba se retiran dos hojas del árbol y se procede con el proceso ya descrito

con anterioridad. En el momento en que el líquido ha macerado se dispone a realizar la prueba en base a la receta de base obteniendo la modificación que se muestra a continuación.

- 400 ml de líquido de Radal.
- 5 gr de agar agar.
- 2,4 ml de glicerina.

Resultados de la prueba:



Figura 44: Probeta bioplástico base radal. Fuente: Elaboración propia.

Presenta hongos en una gran cantidad al momento de encontrarse en el proceso de secado, sin embargo, cuando se seca baja la cantidad. No presenta las propiedades adecuadas para un bioplástico ya que al momento de desmoldar ocurre una situación parecida que con la probeta de matico respecto de la facilidad para romperse, poca elasticidad. Posee un lado opaco y un lado brillante con apariencia plástica.

Análisis a la interperie

Luego de haber realizado el proceso de experimentación en busca de la propiedad antifúngica que permita láminas sin presencia de hongos para tener un bioplástico de mayor capacidad, es por ello que la probeta que se hace en base a canelo es la elegida ya que otorga propiedades interesantes al bioplástico, representando una mejora respecto de las probetas originales.

Por otra parte, respecto de la capacidad de biodegradabilidad se someten a las probetas en una prueba de contacto con la tierra identificando cada una de ellas para apreciar su capacidad de biodegradabilidad dentro de las normas internacionales.

A continuación, procedo a demostrar la prueba de biodegradación a la intemperie.



Figura 45: Prueba en tierra de probetas generadas, en proceso experimental. Fuente: Elaboración propia.



Figura 46: Prueba en tierra primera fase de probetas generadas, en proceso experimental. Fuente: Elaboración propia.

Pasado un mes se procedió a revisar el muestrario para observar su capacidad de biodegradabilidad, encontrando que las muestras se encontraban enroscadas en su mayoría debido a la temperatura presente en el ambiente al momento de la prueba, algunas de las probetas presentan pequeños orificios.



Figura 47: Prueba en tierra segunda fase de probetas generadas, en proceso experimental. Fuente: Elaboración propia.

Luego al segundo mes de haber puesto la prueba se vuelve a revisar la muestra para analizar el proceso de biodegradación sobre la tierra dejando que esta siga su curso natural.



Figura 48: Muestra de biodegradabilidad de probetas generadas, en proceso experimental. Fuente: Elaboración propia.



Figura 50: Prueba en tierra segunda fase de probetas generadas, en proceso experimental. Fuente: Elaboración propia.



Figura 49: Muestra de biodegradabilidad de probetas generadas, en proceso experimental. Fuente: Elaboración propia.



Figura 51: Prueba en tierra segunda fase de probetas canelo y agar agar, en proceso experimental. Fuente: Elaboración propia.

Al tercer mes se observa que el material está casi degradado por completo por lo cual se concluye que el material en base agar agar y canelo se desgrada y cumple con la normativa propuesta.



Figura 52: Vista cercana muestra de biodegradabilidad de probetas generadas, en proceso experimental. Fuente: Elaboración propia.



Figura 53: Prueba en tierra tercera fase de probetas generadas, en proceso experimental. Fuente: Elaboración propia.

Análisis

Se concluye que el biomaterial en base a agar agar y con líquido de canelo, posee las características buscadas en este proyecto en el sentido de ser un bioplástico flexible, con capacidad de elasticidad, sin hongos y biodegradable.

El canelo (*Drimys winteri*) es uno de los árboles endémicos de la región de Los Ríos, además posee la calidad de árbol sagrado por el pueblo nación Mapuche, por ende, la relación con el agar agar producido desde el pelillo hace que el bioplástico tome un carácter regional, lo que hace que el material esté centrado dentro de las teorías planteadas en el primer ítem.

Respecto de las bases teóricas bajo las cuales se linearon los parámetros para la experimentación se cumple con el hecho de que el material se vuelva parte de la tierra una vez que ha sido usado durante un plazo correspondiente a 2 meses aproximadamente.

El material guardado en condiciones óptimas no tiende a degradarse, así como lo hace en la intemperie, esto es un punto para considerar.

Se induce que el material es perfectible respecto de algunos ítems planteados para un material biodegradable, como lo es la cantidad de agua requerida para generar el biopolímero.

El material cumple con lo estipulado por la normativa internacional, respecto de ser un biomaterial en base orgánica de una materia prima que no es un desecho, sin embargo, en esa mis-

ma línea también se induce que es perfectible, para cumplir a cabalidad algunas observaciones por parte de la comisión europea.

DISCUSIÓN
BIBLIOGRÁFICA
APLICACIÓN

Industria Apícola

Chile es la 39º mayor economía de exportación en el mundo y la economía más compleja 44º de acuerdo con el Índice de Complejidad Económica (ECI). Esto se traduce como un país cuya principal actividad económica se centra en la exportación de materias primas, y a su vez estas exportaciones se reparten a gran parte del globo terráqueo, sin embargo, existen dos grandes compradores para el país, China a quien se exporta un 38,1% del total de los productos generados en el país, y EE.UU país a quien se exporta el 15,7% del total de las exportaciones de acuerdo a el gráfico proporcionado por OEC basado en datos del año 2021.

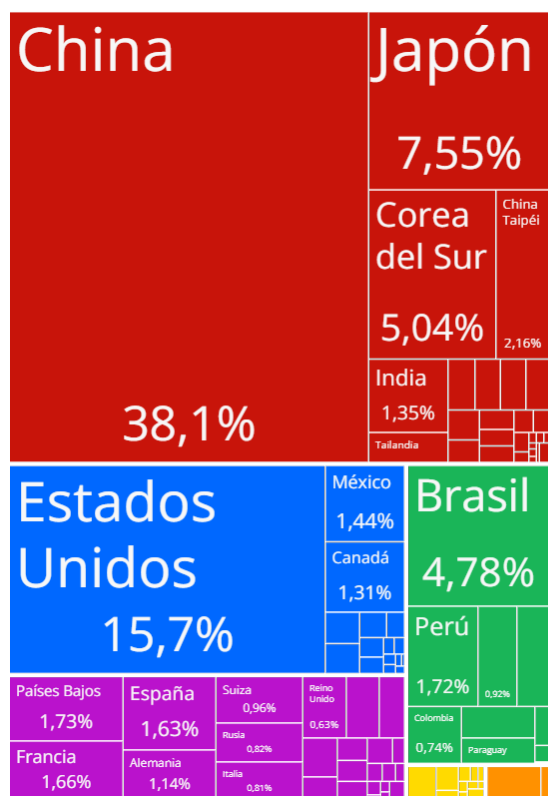


Figura 54: Gráfico de exportación Chile. Fuente: sitio web OEC

Dentro de la economía de exportación del país, la industria apícola tiene productos que se encuentran a la clasificación de “Productos comestibles de origen animal” y “Grasas, aceites y ceras animales o vegetales”, entrando en las clasificaciones de “Miel”, “Miel Natural” y “Cera de abeja”; las cuales representan un 3,19% de las exportaciones en américa del sur y 0,47% de las exportaciones de miel a nivel mundial y 0,12% de las exportaciones en américa del sur y 0,040% de las exportaciones de miel a nivel mundial, respectivamente.

Se estima que de las exportaciones de chile hacia el extranjero “El 94,4% corresponde a la exportación de mieles naturales y orgánicas, mientras que el 5,6% restante a la venta de Cera de Abejas.”(Iturra Molina, 2021)

Respecto de las exportaciones de chile dentro del rubro apícola los países que importan estos productos son principalmente dos, dentro del rubro de la miel es Alemania el mayor comprador para Chile con el 78,7% del total exportado, en tanto que para los productos de cera de abeja el mayor comprador es EE. UU. con el 99,4% de las importaciones. (FAO)

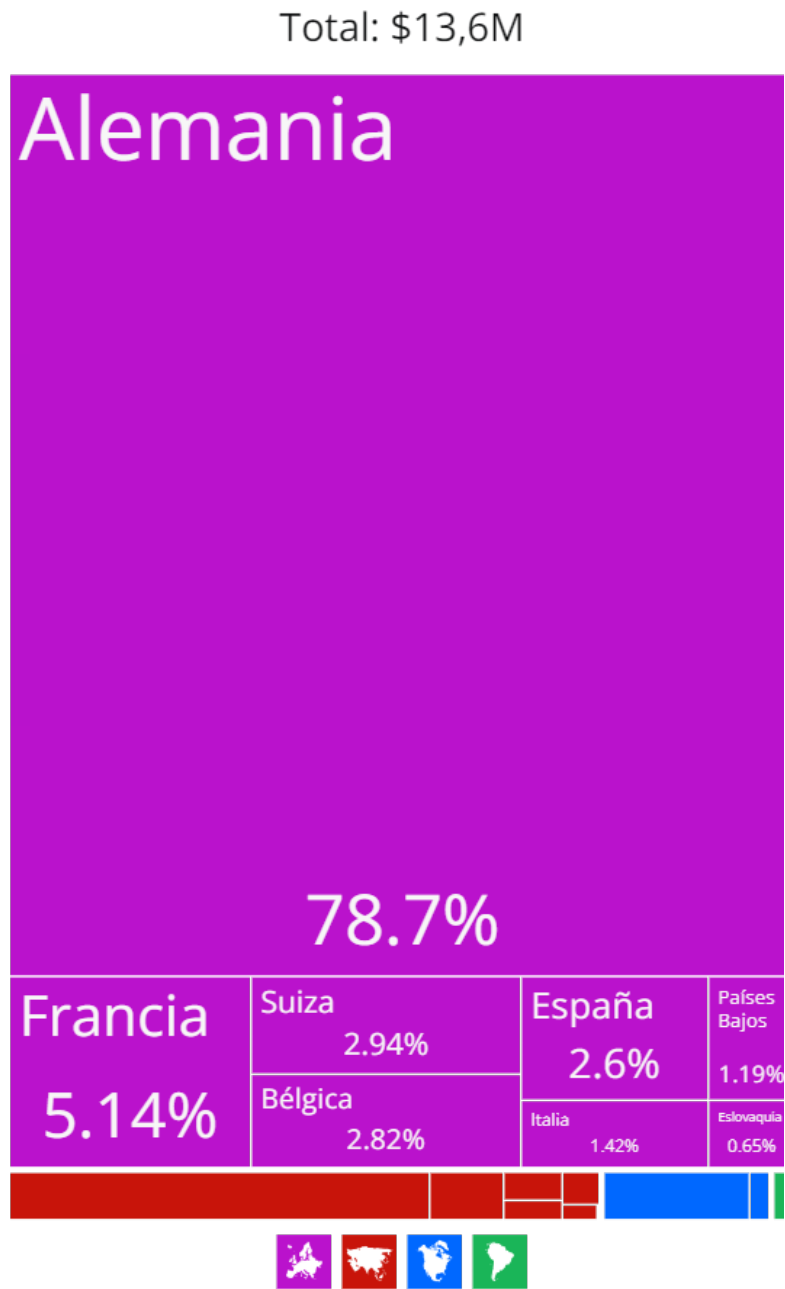


Figura 55: Gráfico de exportación de miel Chile. Fuente: OEC



Figura 56: Gráfico de exportación Chile, otros insumos melíferos. Fuente: sitio web OEC

“Chile se encuentra en la posición 29 dentro de los productores mundiales de miel, con 11,6 mil toneladas anuales en 2019 (0,68%)” (Molina, 2021)

En 2021 se estima que el país produjo 11.928 toneladas teniendo una baja respecto del año 2020 en el cual se produjeron 12.067 toneladas, de acuerdo con FAO, como se muestra en el gráfico adjunto. Se estima que el total de las exportaciones entre miel y miel orgánica alcanzó un valor de USD 6,17 millones, lo que de acuerdo con la información entregada representa 53% menos que los años anteriores, sin embargo, se estima que la miel clasificada como orgánica se estima que alcanzó un valor de USD 800 mil, lo que representa un aumento del 32% de su valor.

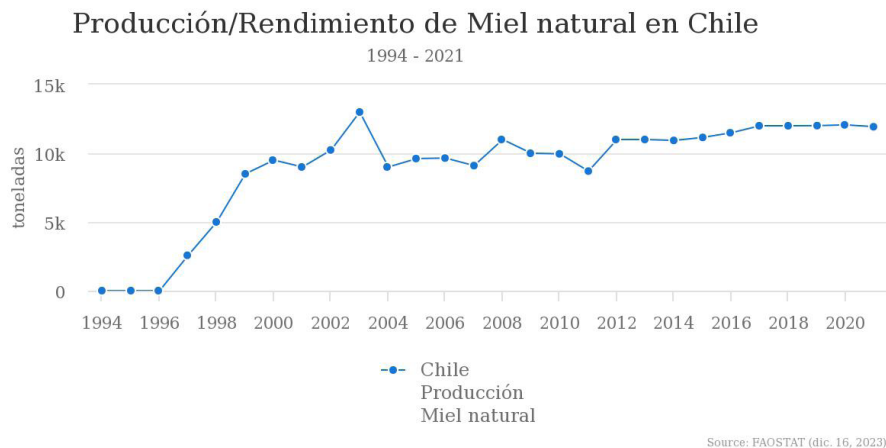


Figura 57: Gráfico de producción/rendimiento de la miel. Fuente: sitio web FAO.

“A nivel regional en 2020, la exportación de mieles y otros productos de la colmena en términos de valor exportado se registraron mayoritariamente en las regiones Metropolitana (45,3%) y Los Ríos (41,5%).”(Iturra Molina, 2021)

No obstante, se observa que existe una tendencia de disminución de los envíos de miel hacia el exterior con un porcentaje estimado del 50% de un año en comparación al anterior debido a que los precios se han mantenido bajos. (Molina, 2021)

En la misma línea el Movimiento Nacional de Apicultores de Chile, indica la misma situación haciendo notar que los precios de la miel en Alemania se dan a la baja, lo que hace que el negocio no sea conveniente y por el contrario les representa una dificultad para el mantenimiento y cuidados que se debe de tener con las abejas para la producción fructífera de miel. (Guzmán Buchón, 2023)

La industria apícola en Chile se desarrolla principalmente entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos ya que en esta zona es en donde se encuentran cerca del 99% de los colmenares del país. Produciendo al igual que en el caso de las exportaciones miel como principal producto, a ello le siguen material vivo, servicio de polinización y otros productos que se derivan de la colmena. En septiembre del año 2020 se registraron 8.777 personas dedicadas al rubro de la apicultura, siendo principalmente pequeños productores que califican dentro de la agricultura familiar campesina, de ellos un 21% señala dedicarse a la exportación. A su vez, se declaró un total de 1.241.504 colmenas que se encuentran dentro de 16.973 apiarios. (Iturra Molina, 2021)

A continuación, se detallan los datos de caracterización de los apicultores en el país mediante la tabla presentada.

Tabla 1: Caracterización de apicultores/as a nivel nacional, 2016-2020

	2016	2017	2018	2019	2020
APICULTORES/AS	3.223	4.657	6.260	7.812	8.777
Exportador (Ramex)	-	-	1.606	1.721	1.809
Mujeres	833	1.333	1.849	2.434	2.737
Hombres	2.390	3.133	4.146	5.045	5.661
Con Personalidad Jurídica	-	191	265	333	379
COLMENAS	664.555	778.914	985.466	920.142	1.241.504
Trashumantes	395.175	162.967	587.996	587.996	763.562
Fijas	269.380	615.947	397.470	332.146	477.942
APIARIOS	6.853	8.851	12.013	12.521	16.973

Fuente: Odepa con Datos Sipec Apícola, SAG.

Figura 58: Caracterización de apicultores en Chile. Fuente: Informe Apicultura Chilena: principales cifras y desafíos futuros (Iturra Molina, 2021, pág. 8)

Se estima que cada año el número de apicultores y colmenas registradas incrementa en un 29% y 18% respectivamente. De la distribución nacional en el rubro apícola se estima que en las regiones de Los Ríos, O'Higgins y Valparaíso poseen un promedio de 277, 212 y 191 colmenas por apicultor respectivamente. (Iturra Molina, 2021)

El rubro apícola es uno de los más importantes no solo por a producción de miel como un alimento rico en propiedades benévolas para el ser humano, si no que tiene impacto directo sobre la agricultura debido al proceso de polinización, en la misma línea ayuda a mantener la biodiversidad y sustenta económicamente, así como en las dos características ya mencionadas dentro de la agricultura familiar campesina, siendo un beneficio para las comunidades que practican esta actividad. Bajo esta mirada de la agricultura en el primer semestre de 2022 se generó el “*PLAN ESTRATÉGICO DE DESARROLLO APÍCOLA 2030*”, de cara al 48° Congreso de Apimondia, uno de los más importantes dentro del rubro apícola, que se celebró en septiembre del año 2023.

Previo al plan estratégico se dispusieron directrices bajo las cuales debería llevarse este desde ODEPA, entendiéndose que la apicultura en Chile se encuentra culminando el primer proceso de industrialización y que debe dar el siguiente paso, entre ellos se insiste en dar valor agregado a los productos de colmena producidos en el país.

“En el caso de las mieles, si bien los volúmenes transados a nivel internacional no son significativos, las oportunidades para agregar valor son múltiples, especialmente si se analizan los altos precios que se obtienen por la venta de mieles fraccionadas versus a granel, como lo hace la mayor parte del sector actualmente.”(Molina, 2021)

Bajo esta premisa, y destacando las propiedades particulares y fortalezas que posee la industria apícola en el país desde ODEPA se proponen lineamientos básicos para el futuro de la apicultura en Chile, las cuales se exponen a continuación:

1. Diferenciación por calidad y autenticidad de todos los productos apícolas para exportación y mercado interno.

2. Profesionalización y capacitación en todas sus actividades (miel, polinización, abejas reinas).

3. Adaptación a los efectos del cambio climático y su relación con otros sectores del agro y el territorio.

4. Relevar el rol de las colmenas polinizadoras como factor productivo en la agricultura y mantención del patrimonio genético y sanitario de las abejas en Chile.

Así mismo dentro del “PLAN ESTRATÉGICO DE DESARROLLO APÍCOLA 2030” se disponen tres dimensiones clasificadas como:

- Dimensión comercialización, promoción y nuevos mercados.
- Dimensión desarrollo de capacidades e innovación.
- Dimensión sustentabilidad y territorio.

Dentro de estas dimensiones se definen los objetivos para desarrollar la apicultura en el plazo del año en curso hasta 2030, de entre ellos en el sentido de este proyecto y en la búsqueda de su aplicabilidad se destacan:

Objetivo seleccionado: *“Consolidar una producción apícola que garantice la sanidad de las abejas e inocuidad, calidad y trazabilidad de todos los productos de la colmena”*(Iturra Molina, 2022)

Línea de acción a considerar: *“Apoyo a la producción apícola que permita exportar una proporción mayor de miel fraccionada y con valor agregado.”*(Iturra Molina, 2022)

Objetivo seleccionado: *“Posicionar los productos de la colmena en el mercado interno y global como productos de alto valor comercial, funcionales y de gran calidad.”*(Iturra Molina, 2022)

Líneas de acción a considerar:

“Implementación de estrategias y herramientas de marketing y promoción de los productos y servicios de la colmena que permita al consumidor del mercado interno y global conocer sus propiedades, usos y beneficios y al sector apícola chileno (marca sectorial, publicidad redes sociales u otras).”(Iturra Molina, 2022)

“Apoyo a la producción apícola que permita exportar una proporción mayor de miel fraccionada y con valor agregado.”(Iturra Molina, 2022)

Se seleccionan estos objetivos y líneas de acción en función de poder generar una propuesta que ayude a cubrir dicho segmento desde el diseño.

DESARROLLO
DE PROPUESTA

Para el desarrollo de esta propuesta de aplicación para el material en base a agar agar y canelo, se dispone hablar y entrevistar apicultores de la región de Los Ríos para tener en cuenta desde su perspectiva como se ve el rubro y las falencias que podrían ser cubiertas desde el diseño a razón de aplicación del biomaterial.

Del primer sondeo realizado dentro del campo apícola por parte de los apicultores se clasifican las siguientes problemáticas:

- Los envases que se utilizan actualmente para comercializar la miel de forma fraccionada no son los adecuados ya que son plásticos y transparentes, esta condición del envase hace que las propiedades de la miel se pierdan, ya que para mantener los beneficios de esta se debe guardar en un envase oscuro y preferentemente de un material que no sea permeable.
- La abeja es un insecto polinizador, por lo cual, se ha levantado la inquietud desde algunos sectores agrícolas el solicitar los servicios de polinización a los apicultores, significando esto el traslado de colmenas a los lugares solicitados, para aumentar la polinización de determinadas plantas, sin embargo, la abeja no siempre se dispone a polinizar la plantación requerida, ya que responden a sus instintos.
- Muchos materiales que requieren en la zona sur son comercializados desde Santiago, lo que implica tiempos de espera que limitan y complican el proceso productivo.

- La sobreproducción de la industria forestal dentro de la región amenaza de forma continua la flora nativa, esto supone la disminución de producción de algunas mieles específicas que poseen valor agregado, como lo es por ejemplo la miel de ulmo.

- En lo que respecta a la región de Los Ríos y los apicultores entrevistados manifiestan que la exportación se ve en peligro, debido a los precios de venta que no les favorece, además debido a diversas problemáticas indican que se han generado disyuntivas con la UE que les quitaría el sello y autorización para vender.

Luego de haber realizado el proceso de conversación con la finalidad de identificar problemáticas, se presenta el material a los apicultores para recibir directrices de que aplicación podría tener dentro del mundo apícola.

Al tratarse de un bioplástico se lanzan alternativas a elementos plásticos que se utilizan dentro de la apicultura, como una alternativa a los envases plásticos que son utilizados, etiquetas del producto, elementos accesorios como tarjetas de presentación, paletillas medicinales alternativas y comederos.

Frente a ello se supone hacer una serie de propuestas a ser evaluadas por los apicultores, la finalidad de estas propuestas es trazar ideas alternativas que puedan llevar a una posible aplicación.

Propuesta N°1: Comedero.

Basado dentro de una de las problemáticas expuestas respecto del atraer a las abejas hacia plantas específicas la primera propuesta consiste en un comedero con forma de panal cuya finalidad es atraer a las abejas hacia un árbol específico para aumentar la producción de un tipo de miel en específico.

Esta propuesta busca utilizar la lámina de agar agar y canelo en una construcción tal que pueda contener entre su interior muestras de miel, para así atraer a la abeja hacia ella. La idea principal es que el comedero esté ubicado debajo de un árbol específico del cual se quiera potenciar un tipo de miel, de esta forma la abeja se atraería hacia él y generaría la polinización del árbol o planta seleccionada para llevar consigo la materia prima a la colmena.

Las medidas estimativas comprenden un comedero de 20x20, pues la finalidad es atraer más no generar que la abeja ocupe el material como base para una colmena.

La disposición sería que este objeto sea colgante para así poder sujetarlo a una rama del árbol o planta deseada.

Evaluación:

Al ser presentada la propuesta frente a los apicultores se determina que no es viable, ya que si bien la idea es interesante, es difícil trazar el camino de una abeja mediante este método, además de considerarse incensario en la producción de miel

ya que las estaciones del año deberían dar el curso natural para la abeja.



Propuesta de comedero, este se ubicaría en un árbol para poder ser accesible a las abejas.

Figura 59: Dibujo probeta en árbol propuesta 1. Fuente: Elaboración propia.

Propuesta de comedero, visión cercana de como se lograría ver de cerca una vez que estuviese prototipado.



Figura 60: Dibujo prototipo propuesta 1. Fuente: Elaboración propia.

Propuesta N°2: Envase biodegradable.

Un envase que pueda contener productos apícolas para la comercialización, esto debido a la tonalidad oscura que adquiere la lámina de agar agar y canelo, la finalidad de esta propuesta es generar un envase para la miel u otro producto apícola de rápida comercialización.

Evaluación:

Dada la permeabilidad de la lámina bioplástica se determina que esta propuesta no es viable debido a que podría contaminar de agentes externos a los productos que se deseen conservar en su interior.



Figura 61: Dibujo prototipo propuesta 2. Fuente: Elaboración propia.

Propuesta N°3: Kit de valor agregado.

Como fue expuesto dentro del capítulo anterior uno de los objetivos para la industria apícola es generar valor agregado dentro de sus productos, es por ello por lo que tras evaluar el material se dispone una propuesta de valor agregado.

La producción del bioplástico de agar agar y canelo se genera por medio de una lámina que contiene las propiedades del bioplástico, esta lámina puede variar de tamaño de acuerdo con la cantidad de material que sea requerido, entonces con la finalidad de aprovechar todo el material elaborado se propone un kit que aprovecha cada parte de la lámina.

Dentro del cuidado que se debe tener con las abejas se aplican tiras medicinales para eliminar el ácaro “varroa”, estas se aplican de forma constante dependiendo de la salud de cada colmena, se propone una alternativa a esta lámina para el sistema libre de químicos que aplican pequeños apicultores bajo una conciencia ecológica de la producción de productos apícolas.

Con el excedente de material se propone realizar accesorios de valor agregado que ayuden a la comercialización de los productos apícolas.

Evaluación:

Al proponer implementos que sean un valor agregado a los productos apícolas la respuesta es positiva, y se abre la posibilidad a experimentar con el agar como una paleta medicinal.

Varroa

La varroa es un ácaro parásito que infecta a las abejas melíferas, dentro de sus facultades esta la capacidad de contagiar a las colmenas del “virus de la abeja” (Ramsey et al., 2019)

Su forma de atacar es por medio de la adhesión al cuerpo de la abeja, desde donde le causa heridas y en su capacidad parasita se alimenta de esta y de las crías expidiéndose poco a poco hasta infectar la colmena completa.

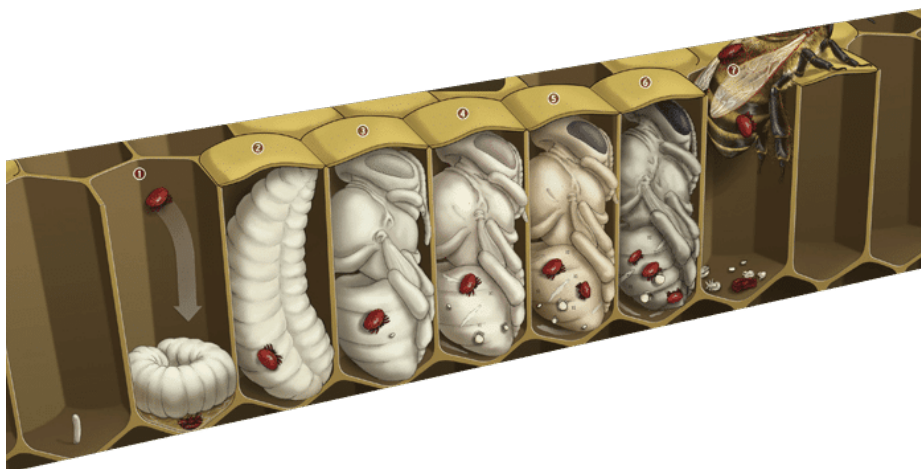


Figura 62: Proceso de la Varroa dentro de la colmena en la zona de larvas. Fuente: sitio web tienda del apicultor.

Como se aprecia en la imagen la varroa tiene la capacidad de atacar a la abeja desde que es una cría, por ende, cuando la abeja termina su ciclo de cría ya se encuentra infectada por el ácaro y esto puede llevar a la muerte a la abeja.

A continuación, se presenta un ciclo de revisión que se debe de aplicar a las abejas a fin de evitar esta amenaza, esta tabla es una medida internacional que se debe adaptar a la realidad de cada zona.

Momento de monitorización	Objetivo
Primavera temprana	La detección temprana hace posible planificar de forma efectiva y evaluar la necesidad de un tratamiento temprano de primavera sin altas melarias. Será necesario un segundo seguimiento después de este tratamiento para confirmar su efectividad.
Durante una mielada*	Detectar un crecimiento masivo de varroa y planificar un posible tratamiento intermitente entre mieladas.
Finales Julio – Agosto	Elegir el tratamiento de final de temporada que mejor se adapte. Dependiendo del nivel de infestación.
Septiembre hasta Diciembre	Asegurar la efectividad del tratamiento de otoño y evaluar la necesidad de un tratamiento adicional en invierno (sin cría) o a principios de la primavera siguiente.

*Especialmente en áreas donde hay un número elevado de colmenas de diferentes apicultores.

Figura 63: Tiempos de monitoreo de Varroa en colmenas. Fuente: sitio web tienda del apicultor.

La finalidad es realizar los monitoreos a tiempo para poder aplicar la medicación a tiempo y así no tener una colmena infectada del ácaro.

Los tratamientos contra la varroa pueden ser químicos o naturales, en cualquiera de sus formas la aplicación es mediante tablillas impregnadas con el medicamento que se escoja por parte del apicultor.

Los tratamientos químicos se encuentran regulados, los principales son: Amitraz, Ácido oxálico, Ácido fórmico, Coumáfos, Timol y Piretroides: flumetrina, tau-fluvalinato.

Por otra parte, existen tratamientos contra la varroa “libres de químicos” estos suelen ser utilizados por apicultores que no desean utilizar los medicamentos tradicionales, principalmente utilizan aceites esenciales de menta y tomillo.

Aplicación de la medicación contra la varroa



Figura 64: Aplicación de tratamiento para varroa. Fuente: sitio web tienda del apicultor.

Análisis:

De la información presentada se observa que las paletas de medicación funcionan por medio de inmersión en un medicamento líquido y luego de ello se dispone a ser puesto dentro de los cajones de colmenas de abejas, en esa propiedad es donde se infiere que el agar agar puede servir ya que posee la capacidad de absorber líquido levemente y expeler el aroma.

Se infiere que por la delgadez que posee la laminilla de medicamento el agar puede funcionar de forma óptima puesto que las láminas de bioplástico que se logran elaborar son de grosor mínimo, bordeando los 0.2mm.

Al momento de observar la aplicación del medicamento dentro de la colmena se aprecia que los apicultores utilizan dos tipos de paletilla, una de madera y la otra es de plástico, con la de madera al pasar los días se parecía que se adhiere a la cera de las abejas, lo que dificulta sacarlas, en tanto que la paletilla de plástico convencional no posee este problema.

REQUERIMIENTOS

La aplicación que se haga con el bioplástico debe ir en pos de generar una propuesta de valor para los productos apícolas, esto es un parámetro requerido por los informes entregados desde el ministerio de agricultura respecto de las proyecciones que se tiene de la industria apícola en el país, así como también es requerido por los apicultores.

La industria apícola siempre ha sido característica por sus distintivos de estilo gráfico por los patrones que la abeja entrega de manera natural y que siempre son replicados como gráficas en los productos de venta, en ese sentido, se infiere que la propuesta debe abordar las gráficas características de la industria apícola.

La aplicación debe ser compatible con el material generado, sin embargo, para ello se logró una lámina antifúngica que evite cualquier presencia de agentes externos.

La aplicación debe ser amigable con las abejas, para ello se realizaron pruebas acercando la lamina a ellas, y se observó un comportamiento positivo.

PROPUESTA

Para la aplicación del biopolímero de agar agar se propone la propuesta número 3 denominado kit de valor agregado. En primera instancia al momento de consultar con apicultores fue la propuesta aceptada ya que por las características del agar agar y el hecho de ser un biopolímero puede darles un toque relevante a los productos, siendo esta una colaboración en productos que son producidos dentro de la propia región de Los Ríos y con elementos propios de la zona.

En si la propuesta consiste en la subdivisión de las láminas de agar aprovechando cada espacio de esta, esto con la finalidad de tener consciencia y control respecto de como será ocupada y posteriormente desechada.

La principal aplicación es de carácter experimental, pues se dispone que la lámina de agar pueda ser utilizada como un producto para administrar medicamento en contra de los ácaros pertenecientes a las abejas, sin embargo, la finalidad de este producto es generar un valor agregado, reemplazando materialidad de desecho utilizada por los apicultores para contar una historia respecto de como la región se interconecta por medio de innovación en productos.

En base a eso se dispone de elementos como tarjeta de presentación, etiquetas y otros elementos que cumplan la función característica de generar un valor agregado a sus productos.

PROPUESTA

Proceso de bosquejos

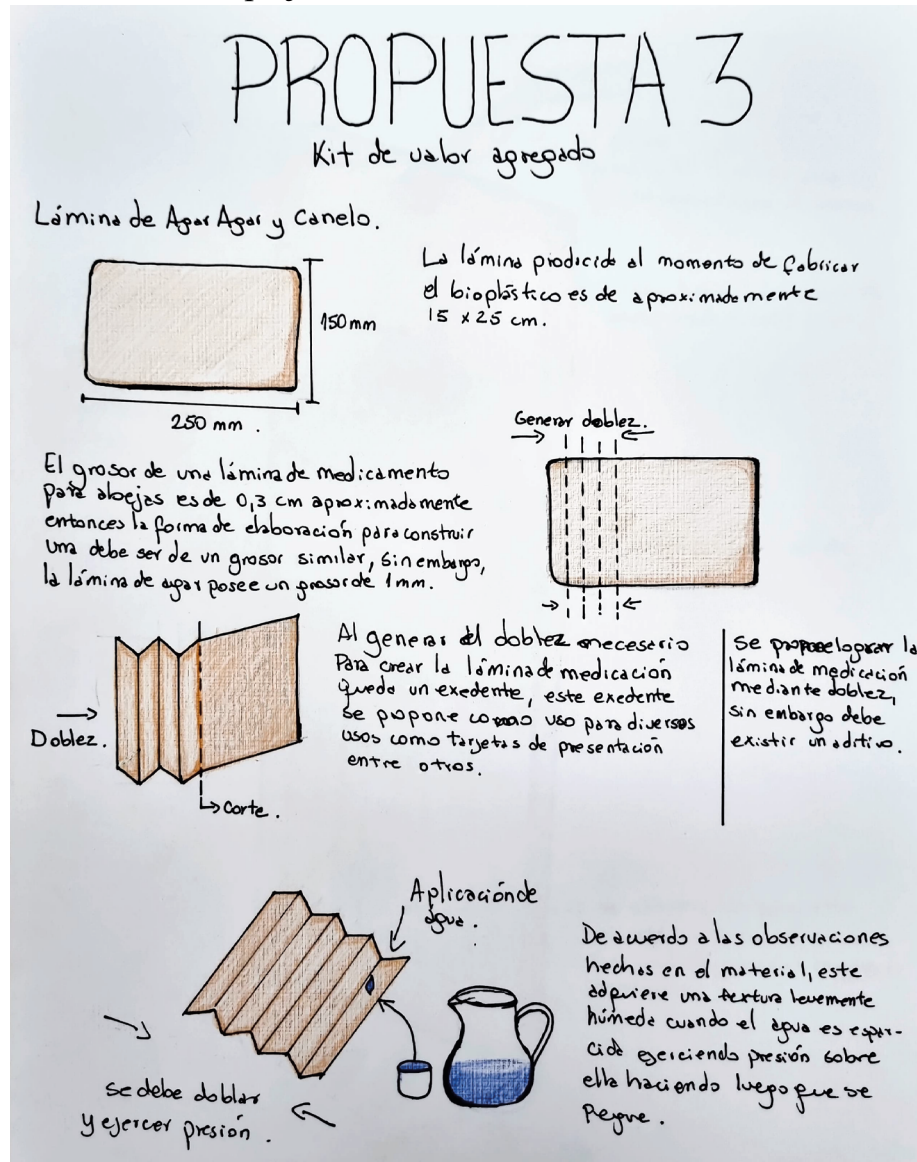


Figura 67: Bosquejo propuesta N°3. Fuente: Elaboración propia.

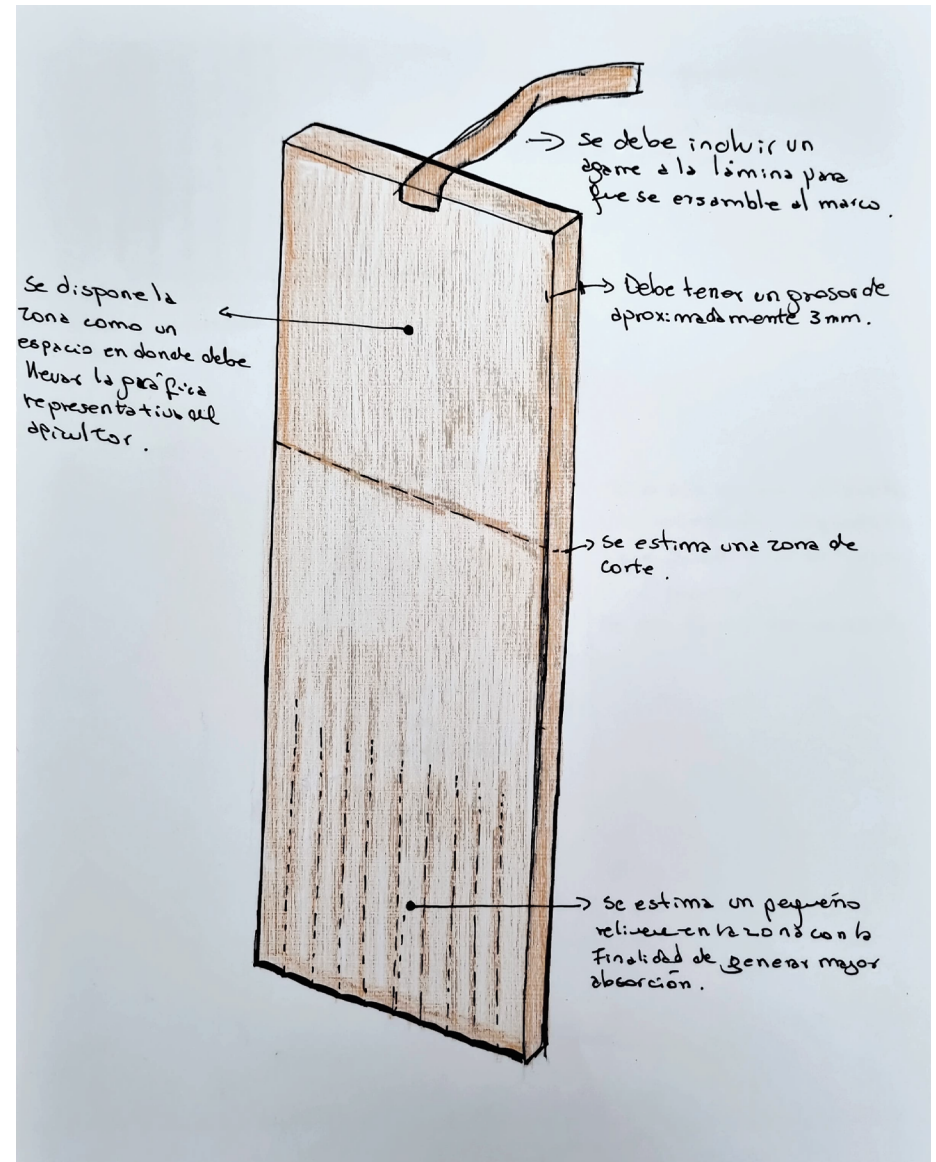
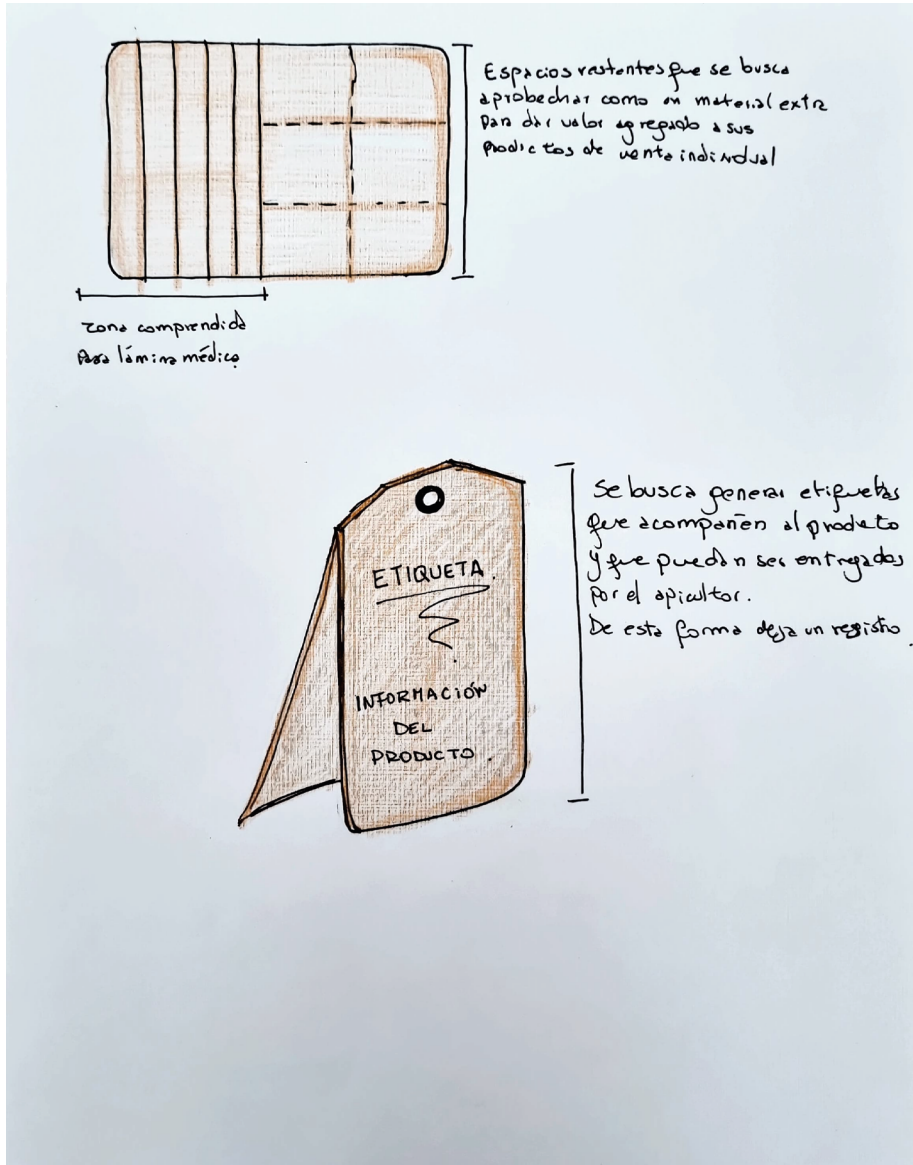


Figura 68: Bosquejo propuesta N°3. Fuente: Elaboración propia.

PROPUESTA

Proceso de bosquejos



Mediante la etapa de bosquejo se estima la forma en que se desarrollara la probeta para la aplicación apícola, mediante un doblez de lámina que se ve facilitado por las propiedades que aporta la corteza de canelo al biomaterial, el cual al contacto con el agua adquiere una consistencia pegajosa que permite crear una forma dentro del biomaterial que se mantiene debido a esta característica.

Figura 69: Bosquejo propuesta N°3. Fuente: Elaboración propia.

PROPUESTA

Modelo 3D de propuesta de paleta de medicación intencionando la forma que se desea

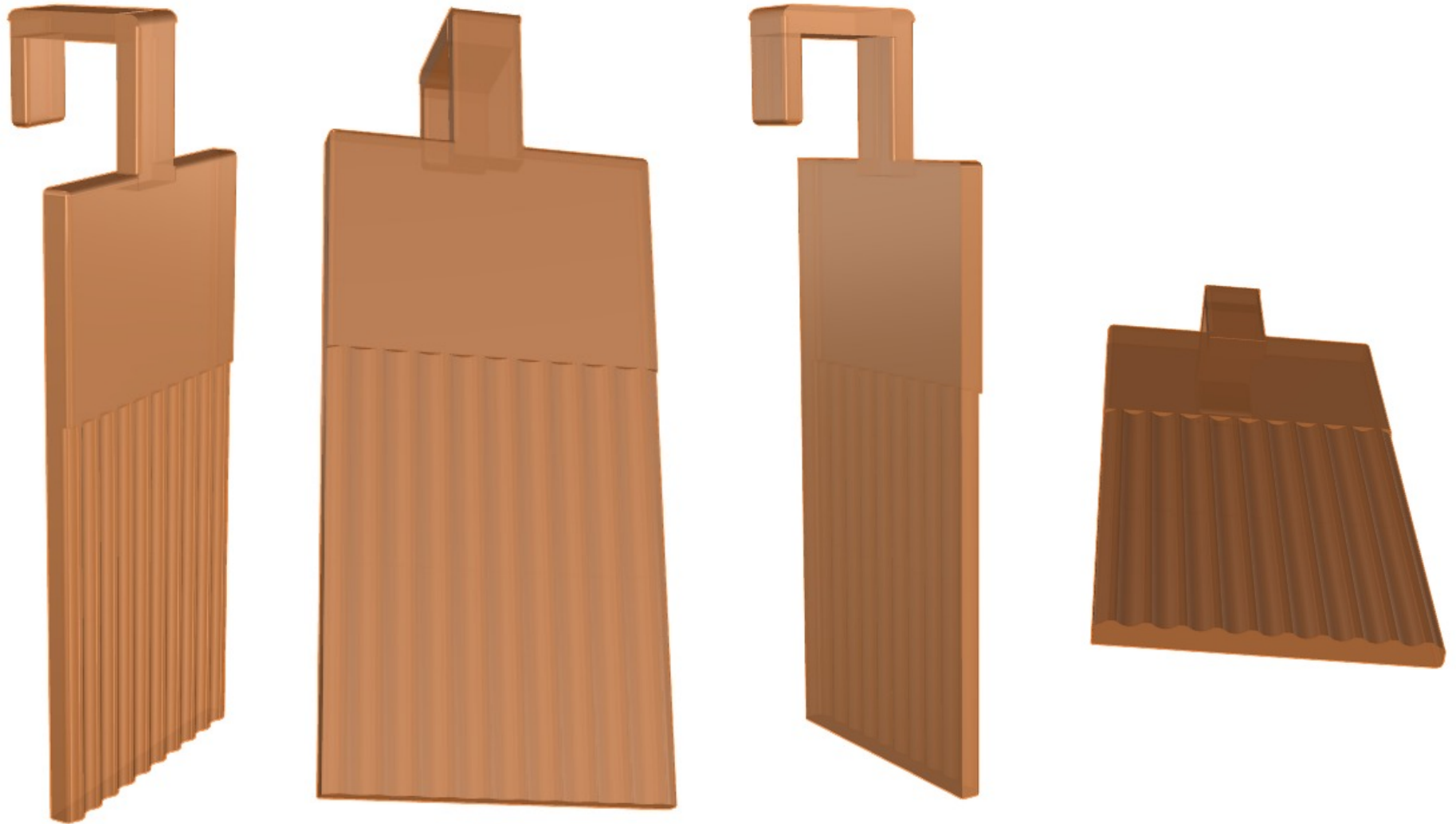


Figura 70: Modelo 3D de propuesta lámina medicinal. Fuente: Elaboración propia.

DESARROLLO PROPUESTA

Para la lámina medicinal se decide una forma que no tenga mayor intervención con las abejas, liviana, que se adapte a la forma de ellos marcos y que sea fácil de tratar para las abejas en el sentido de que la puedan adaptar a su colmena mediante el propóleo. Bajo la propiedad de absorción que posee el bioplástico el químico pertinente al tratamiento que sea fácil de manipular para los apicultores. La lámina se realiza del mismo modo que se planifico durante la etapa de bosquejo, resultando en una lámina plana que posee la capacidad de adoptar la forma prediseñada, como se muestra en la imagen adjunta.



Figura 71: Probetas. Fuente: Elaboración propia.

La finalidad de este propuesta es la creación de una lámina medicinal que permita combatir el ácaro de la varroa a fin de ser un tratamiento biodegradable contra la varroa.

En la imagen adjunta se muestra el proceso previo a la aplicación del tratamiento de la lámina contra la varroa, en el cual se procede a empapar la lámina de bioplástico en ácido fórmico el cual se encuentra indicado para el tratamiento contra la varroa, mediante un proceso de inmersión se logra que el bioplástico absorba el químico y de esta forma ya se encuentra apta para ser aplicada.



Figura 72: Probeta empapada de ácido fórmico. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, mediante las imágenes adjuntas se observa el proceso de aplicación de las láminas contra la varroa en colmenas de abeja, la aplicación se realiza de forma tal que no debe intervenir en la vida de la abeja y debe estar predispuesta para que ellas lo adecuen en su colmena, en este caso, la abeja tiende a “pegar” la lámina con propóleo dentro de su colmena, de esta forma la hacen parte de su entorno y no les irrumpe en su quehacer diario. Por otra parte, para observar la caída de varroa, se procede a insertar una hoja en blanco bajo la colmena con la cual se puede observar si el tratamiento causa efecto o no sobre el ácaro, en el caso de la aplicación de probetas de bioplástico se observa como en la hoja blanca aparecen pequeñas manchas que muestran al ácaro muerto.



Figura 74: Aplicación de probeta en colmena. Fuente: Elaboración propia.



Figura 73: Aplicación de probeta en colmena. Fuente: Elaboración propia.



Figura 75: Aplicación de probeta en colmena. Fuente: Elaboración propia.

PROYECCIONES

Las proyecciones para este proyecto se enfocan en continuar la investigación del biopolímero de agar agar, en el sentido de las reacciones que posee frente a diferentes elementos, y analizar de ese modo si se puede presentar como un producto nocivo o presenta diversas dificultades, esto en el marco de las proyecciones externas que existen del material como se puede apreciar en el estado del arte.

Explorar otras posibles aplicaciones dentro de la industria apícola para el biopolímero de agar agar, se observa que las abejas tienen un comportamiento receptivo ante el material, por lo cual se cree que es proyectable dentro del rubro.

La investigación deja las puertas abiertas a mayor indagación del material dentro de otras industrias, con la finalidad de ocupar su caracterización como guía base para descubrir otros posibles usos y aplicaciones.

Generar un análisis de ciclo de vida con la finalidad de obtener mayor claridad de todas las etapas del material y poder aplicarlo dentro de otros contextos.

La presente investigación genera un énfasis dentro de la Región de Los Ríos, por lo cual queda abierta a que se puedan realizar estudios en otras regiones del país.

Espacio para el estudio de la botánica dentro de los biomateriales, dando espacio a aplicaciones de los biomateriales dentro de otras áreas, en el sentido de la transmisión de propiedades desde un biomaterial a una situación que la requiera.

Desarrollar la investigación enmarcada en el valor agregado para la aplicación apícola, en el sentido de hacer del biomaterial propuesto un sistema mediante el cual la apicultura en la región de Los Ríos pueda obtener un sustento en base a este biomaterial.

Analizar la aplicación dentro de los apicultores en el largo plazo para definir si al ser un material absorbente permite que la liberación de los químicos sea prolongada y de esta forma facilite el cambio de láminas medicinales al interior de las colmenas.

CONCLUSIONES

Se logró cumplir con los objetivos planteados por parte del proyecto, logrando una mejora notable en el biomaterial, al respecto la experimentación permitió apreciar los comportamientos del biomaterial frente a diferentes sustancias y distintas recetas que surgían debido a la experimentación, de ello se observaron propiedades que podrían ser beneficiosas para otro tipo de rubros.

Los biomateriales han comenzado a ser regulados, sin embargo, aún no existe mayor formalización al respecto, además como ocurre con toda innovación poco a poco más gente se interesa en investigarlos, generando a su vez aparición de personas detractoras de la producción de biomateriales, este en un campo que a pesar de llevar algunos años aun falta mucho por explorar, frente a ello se genera un interés genuino de saber hacia donde continuará el camino de los biomateriales.

La exploración dentro de la localidad permite centrar el material e impulsar los conocimientos encontrando soluciones que se encuentran dentro de la misma zona en donde se comienza a levantar una investigación, logrando la pertinencia cultural del producto que se desea generar.

El trabajo de campo, como se señala con anterioridad permite el desarrollo de un material desde la perspectiva de los habitantes de una zona, creando un camino guiado mediante la observación que ha realizado cada persona sobre su entorno, lo que enriquece la investigación más allá de la teoría escrita.

El proyecto posee potencialidad para desarrollarse dentro del mercado local, debido a que esa es su orientación, también supone una mejora en la forma de aplicación actual contra la varroa, sin embargo, se deben proyectar más estudios al respecto, por otra parte al ser parte integra de la región de Los Ríos, ya que se ha desarrollado en una línea que permita que todo se encuentre dentro de la región, permite el desarrollo de nuevos intereses de mano de obra para la producción de dicho bioplástico dentro de la zona.

Finalmente es importante recalcar el estudio de los biomateriales desde todas las perspectivas más allá de la innovación para evitar los flancos de blanqueamiento ecológico que retrasan el avance hacia las soluciones de carácter inmediato que se requieren hoy en día respecto de todas las crisis transcurridas.

BIBLIOGRAFÍA

AIMPLAS, I. T. del Plástico. (2022, February 1). Perspectivas de mercado de los bioplásticos. Perspectivas de Mercado de Los Bioplásticos. <https://www.aimplas.es/blog/perspectivas-de-mercado-de-los-bioplasticos/>

Azkarraga, J., Max-Neef, M., Fuders, F., & Altuna, L. (2011). La Evolución Sostenible II – Apuntes para una salida razonable.

BCN. (n.d.). Región de los Ríos. Región de Los Ríos . Retrieved December 14, 2023, from <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/nuestropais/region14/>

Berríos, F., Muñoz, M. J., Rubio, M., Báez, P., & Guevara, J. (2020). Estudio de Biomateriales. Estudio de Biomateriales . https://wiki.ead.pucv.cl/Estudio_de_Biomateriales#cite_ref-3 Bioplástico territorial. (2023). Toolkit 2023.

CEP. (2020). Guía de comunicaciones: Manual de conceptos y buenas prácticas asociadas a la economía circular de los plásticos. www.circulaelplastico.cl

Comisión Europea. (2022). Marco político sobre los plásticos de origen biológico. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/qanda_22_7158

Comunicaciones UACH. (2022, August 5). Diario UACH. Consumo y Producción de Miel: Un Desafío País. <https://diario.uach.cl/consumo-y-produccion-de-miel-un-desafio-pais/>

Consejo Nacional de la Cultura y las Artes. (2012). POLÍTICA CULTURAL REGIONAL 2011-2016 LOS RÍOS. Guzmán Buchón, J. (2023, June 8). Apicultura en crisis: Productores aseguran estar operando bajo complejas condiciones productivas y de venta. Apicultura En Crisis: Productores Aseguran Estar Operando Bajo Complejas Condiciones Productivas y de Venta . <https://www.latribuna.cl/agroforestal/2023/06/08/apicultura-en-crisis-productores-aseguran-estar-operando-bajo-complejas-condiciones-productivas-y-de-venta.html>

Iturra Molina, C. (2022). Plan Estratégico de Desarrollo Apícola 2030. <https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/71491/PlanEstrategicoApicola2022.pdf>

Max-Neef, M., Elizalde, A., Hopenhayn, M., Herrera, F., Zelman, H., Jatoba, J., & Weinstein, L. (1986). Desarrollo a Escala Humana una opción para el futuro versión de Cepaur Fundación Dag Hammarskjöld. In Development Dialogue Numero especial.

McDonough, W., & Braungart, M. (2002). Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things. Farrar, Straus and Giroux. <https://books.google.cl/books?id=KFX5RprPGQ0C> Melo Delgado, C., Castillo Mutis, G., & Garcia Noguera, L. J. C. (2022). De la economía lineal a la economía circular, transformaciones en el manejo de los residuos sólidos. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6(4), 52–82. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2516

MINAGRI. (n.d.). Región de Los Ríos - Ministerio de Agricultura. Región de Los Ríos - Ministerio de Agricultura. Retrieved December 13, 2023, from <https://minagri.gob.cl/region-de-los-rios/>

Molina, C. I. (2021). Apicultura Chilena: principales cifras y desafíos futuros. www.odepa.gob.cl

Petar Ostojic. (2016, May 13). Industria 4.0, Economía Circular y la Cuarta Revolución Industrial. <https://www.petarostojic.cl/industria-40-economia-circular-cuarta-revolucion-industrial/#:~:Text=La%20cuarta%20revoluci%C3%B3n%20industrial%20se%20caracteriza%20por%20la,Humano%20en%20toda%20su%20historia%3A%20el%20cambio%20clim%C3%A1tico.>

Ramsey, S. D., Ochoa, R., Bauchan, G., Gulbranson, C., Mowery, J. D., Cohen, A., Lim, D., Joklik, J., Cicero, J. M., Ellis, J. D., Hawthorne, D., & Van Engelsdorp, D. (2019).

Varroa destructor feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(5), 1792–1801. <https://doi.org/10.1073/pnas.1818371116>

SUBDERE. (n.d.). Gobierno Regional de Los Ríos | Subdere. Gobierno Regional de Los Ríos. Retrieved December 13, 2023, from <https://www.subdere.gov.cl/divisi%C3%B3n-administrativa-de-chile/gobierno-regional-de-los-rios>

ANEXOS

Entrevista Alysia Garmulewicz,
PhD Associate Professor/Profesora Asociada Facultad de Administración y Economía Universidad de Santiago de Chile.
International Research Fellow, University of Oxford Director, Materiom.

De acuerdo a la viabilidad del proyecto que te presento, y una de las variables más grandes de este, la biodegradabilidad, ¿Qué se sabe acerca de la biodegradabilidad del agar- agar, como se comporta? Uno de los pilares del agar agar es la biodegradabilidad, sin embargo, estudios exactos respecto de esto no tenemos, actualmente una de nuestras integrantes en materiom Pilar, se encuentra trabajando en el estudio de degradabilidad en europa, pero de acuerdo a lo que yo he observado durante los experimentos con agar agar, es que es fácil de degradar con agua, caliente o fría es lo que no sabría especificar, ya que cuando se degrada en el agua o sabemos si quedan partículas o sedimentos en esta. Por lo que he observado yo al cocinar el agar agar, al momento de limpiar la olla queda limpio solo con pasar agua, y en el lavaplatos no suelen quedar sedimentos inmediatos. ¿Tiene esto relación con el grosor de la capa de agar agar que se genera? Por lo general no, el bioplástico suele comportarse de la misma forma en cuanto a degradarse, sin embargo, igual existe una variable con el grosor de la capa, por ejemplo, cuando es más gruesa tiende a demorar más en su degradación, pero tampoco es mucho en comparación a una capa más fina, pero esto es en contacto con el agua, ya que no he realizado experimentos al sol, por ejemplo. ¿Cómo se obtienen los distintos grosores en la capa de agar agar? Hay muchas variables para esto, la cantidad de agar agar, la cantidad de agua, la temperatura a la que se cocina, la proporción entre estos componentes y la glicerina, se van creando las propiedades de esta forma, pero la se genera una proporcionalidad, con una mayor cantidad de agar agar se forma una capa más dura, y a mayor temperatura también, cuando llega a su punto de ebullición que son 95° c y lo dejas cocinar por más tiempo se forma una capa más resistente, igual el grosor depende del molde y cantidades. Por ejemplo, el agar bioplastic simmered (Bioplástico de agar agar a fuego lento) se obtiene con 15 minutos más luego del punto de

ebullición, en cambio en agar agar sin glicerina con 15 minutos más de cocción el agua desaparece. ¿Hay alguna diferencia entre un bioplástico con glicerina y uno con agar agar sin aglutinante? Si, la glicerina genera aportes al agar agar, cuando yo he experimentado solo con agar agar la capa que se forma suele ser quebradiza, es resistente, pero no demasiado, además se degrada de forma más rápida, lo que la glicerina hace es generar una propiedad de elasticidad en el agar agar, esto la hace más resistente ya que puede sostener cosas, creo que con glicerina es lo más viable para packaging, ya que posee más resistencia y puede durar más tiempo. ¿El bioplástico que has generado es a partir del alga como tal o algún tipo de derivado? Este bioplástico lo he hecho a partir de polvo de agar agar, es un polvo de agar de cocina, no he experimentado con el alga, creo que al ser el alga como tal quizás no sea necesario agregar agua o glicerina, y si se agrega habría que ver el peso de agua o el aglutinante para tener probetas precisas. ¿Has experimentado con agar agar y algún otro material para generar un híbrido? Personalmente no, pero he leído un paper al respecto, de agar agar con láminas de plástico normal entremedio, así como un material sandwich, para aplicaciones similares, pero son materiales distintos, por lo que solo le aportaría mayor resistencia y nosotros como materiom no hemos experimentado con otros materiales, ya que nos interesa la propiedad única del material. De acuerdo a tu investigación ¿Por qué sería viable la producción de agar agar en los mares de Chile? Los mares de Chile son perfectos para experimentar, ya que poseen muchas propiedades a lo largo del país, eso genera que no solo las especies chilenas puedan cultivarse, sino también especies de otros países, poseer algas exclusivas, y llamativas para el bioplástico, como la gelidium chilense, el libro seaweed sustainability, food and non food applications muestra una tabla con estas especies (ver imagen adjunta) otra variable son las comunidades del sur del país, ya que muchas extraen algas a un costo muy barato, y esta sería la posibilidad de generar un producto con aquellas algas y así no limitarse a vender la materia prima, esto fue una de las principales razones para estudiar el agar agar en Chile, porque está la posibilidad de generar un beneficio social

Entrevista a Iván Gómez, biólogo marino de la universidad austral de Chile, especialista en algas.

¿Cómo es que se llega al agar-agar? ¿Será rentable utilizarla como materia prima? Hay que partir por cómo se compone el alga, dentro de su pared celular posee unos polisacáridos y unos coloides, al igual que la alina en las plantas, que tu vez fuera el tallo que les da rigidez, les permite crecer hacia arriba, estas sustancias siempre están formando entramados que le dan forma a las algas, rigidez y flexibilidad, porque las algas son flexibles. La otra gran gracia que tiene estas sustancias es que se mantiene a temperaturas muy altas, estamos hablando de sobre 60 – 70 grados, cosas que otros geles, o polímeros se licuan a los 50 grados, otra de las ventajas que tiene n los coloides de las algas es que son inocuos, lo que significa que no genera reacciones alérgicas, lo que si generan otros geles como los de animales, que están presentes en las gomitas, yogures algunas, porque estos geles le dan consistencias y no se vuelven tan líquidos. Las algas en si tienen muchas propiedades, además hay que considerar que tenemos una extensa costa por lo que es un producto asequible a cualquier persona, y hoy en día se ha logrado controlar su explotación, ya no es como antes. ¿Tiene el color del alga alguna inferencia en el resultado de un polímero biodegradable? El color de las algas es algo muy banal, es una clasificación que ocupamos nosotros para distinguirlas, pero en si no son algas rojas, tenemos las algas verdes, rojas y pardas por simplificación, ya que todas las algas tienen clorofila, la cual es verde, pero además las algas rojas poseen unos pigmentos rojos que enmascaran el color verde del alga, en el caso de las algas pardas sus pigmentos accesorios son de color amarillento, por ende genera un color pardo, en cambio en las algas verdes el pigmento no posee mayor concentración por ende domina la clorofila, por lo que por ejemplo puedes encontrar algas rojas negras de hecho, ya que hay algas de todo tipo. ¿Puedo combinar con algún espesante natural el agar-agar y conseguir rigidez? Podrías probar con otras algas como lo es la luga-luga, la cual tiene carragenina, de esta hay varios tipos, la más conocida es la capa y la yota-carragenina, una posee flexibilidad y la otra le da rigidez, ahí ya depende del ala y su composición celular. La idea de utilizar los productos algales como envase es muy buena, las algas se ocupan en muchas

cosas, por ejemplo, en las píldoras medicinales, lo bueno que tiene es que se va disolviendo en la medida que el cuerpo lo necesita ya que este requiere de características especiales para llegar a la zona indicada, no es una tarea fácil, pero puede resultar mutando algas debido a las diversas composiciones químicas. ¿Hay alguna diferencia en los tipos de geles? El agar agar de la graciliaria es de menor calidad que el de la gelidium, pero esta última no se da tanto en las costas de acá, el agar de la graciliaria es más oscuro, pero más espeso, y se da más rápido, por ejemplo, si tu pones el alga a hervir con agua caliente, en aproximadamente 15 minutos tienes una pasta más o menos sólida