



TESIS DE GRADO

Licenciatura en Diseño Industrial

Opción Textil

Montevideo, Uruguay

Marzo 2022

TUTORA
D.I. Serena Zitarrosa

AUTORA
Macarena Pacheco Brugger



Figura 1. Celulosa bacteriana de Té Verde. Foto de autoría propia.

CONTENIDO

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN	4	CAPÍTULO 4 - PROTOTIPOS Y VALIDACIÓN	93
Agradecimientos	7	¿Porqué packaging de scoby como alternativa sustentable a plásticos de un sólo uso?	96
Motivación	9	Intervenciones material	98
Introducción	10	Conclusiones intervenciones	99
Hipótesis	12	Prototipo A	100
Problema	13	Prototipo B	102
Objetivos	14	Prototipo C	104
Objetivo general	14	Prototipo D	106
Objetivos específicos	15	Otros prototipos	108
Metodología	16	Consideraciones para el contacto con alimentos	112
CAPÍTULO 2 - MARCO TEÓRICO	19	Ciclo de vida de la celulosa bacteriana	114
Problemática de la Basura en Uruguay-Plástico en Uruguay	20	Degradación de la celulosa bacteriana	116
Problemática de plásticos de un solo uso	21	CAPÍTULO 5 - CONCLUSIONES Y REFLEXIONES	119
Contaminación plásticos de un solo uso	23	Conclusiones	120
Problemática de los microplásticos	24	Reflexiones	122
Biodegradable y compostable	26	Bibliografía y Referencias	126
Sustentabilidad	30		
Sustentabilidad en la Moda: Global Fashion Agenda	31		
Economía circular	35		
Ecodiseño	36		
Proyectos antecedentes basados en Biomateriales	42		
Biofabricate/Biocouture	46		
Materiom	48		
Rosa Janusz/Make grow lab	50		
Just bones/Bioplastic skin	52		
Shellworks	54		
“HyO Cup”/Creme Studio	56		
Marina Tex/Lucy Hughes	57		
Notpla	58		
From peel to peel	59		
Conclusiones preliminares Biomateriales	60		
CAPÍTULO 3-DESARROLLO DEL MATERIAL	63		
Desarrollo del material	66		
Kombucha¿El hondo del té puede ser un material?	70		
¿Que es el té?	71		
Proceso de producción de celulosa bacteriana	75		
Paso a paso	76		
Consideraciones	84		
Consideraciones azúcar	84		
Consideraciones vinagre	84		
Consideraciones tipos de té	85		
Consideraciones recipiente	85		
Consideraciones Scoby	85		
Consideraciones generales del proceso	85		
Experimentación con teñidos	86		
Consideraciones teñidos	86		
Ficha técnica de producción	90		

1

CAPÍTULO UNO
INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN



Figura 2. Celulosa bacteriana seca. Foto de autoría propia.



AGRADECIMIENTOS:

En primer lugar agradezco a la Escuela Universitaria Centro de Diseño y a todos los docentes quienes me guiaron en el recorrido del camino universitario brindándome herramientas y conocimientos fundamentales para el cierre de esta etapa. En especial a mi tutora Serena Zitarrosa por el acompañamiento, el tiempo dedicado y los conocimientos brindados.

Quisiera agradecer muy especialmente a Myrian Baserga por donarme los primeros Scobys en un momento donde no había emprendimientos de producción de Kombucha a nivel local. Y a todas las personas que me inspiraron y ayudaron en la investigación por ejemplo docentes de otras Universidades, estudiantes, y emprendedores a nivel local e internacional.

Fueron muchas las personas que me acompañaron en este camino de formación y agradezco a cada una de ellas por el apoyo que me han dado de una forma u otra a lo largo de toda la carrera.

Por último quisiera agradecer a mi familia y amigos incondicionales por acompañarme, inspirarme y estar ahí siempre.



Figura 1. Frascos con scobys. Foto de autoría propia.



MOTIVACIÓN

Este trabajo de tesis encuentra su motivación en poder generar materiales o productos que sean amigables con el medio ambiente. La mayoría de las industrias actuales utilizan en sus procesos materias primas y/o recursos no renovables, y el impacto ambiental que esto ha generado a los largo de los años es notorio.

A su vez, es de gran motivación poder investigar procesos de producción que tengan en cuenta la dimensión e impacto ambiental y social e indagar sobre su posible desarrollo. La posibilidad de explorar el uso de materiales alternativos, más precisamente los biomateriales siempre fueron temas de interés.

Los conceptos de compostabilidad y sustentabilidad son claves para esta investigación que tendrá foco en los biomateriales, más precisamente en la celulosa bacteriana y su posible desarrollo en Uruguay.

Por ultimo pensar en los microorganismos como “fábricas” y generar un aporte en temas de sustentabilidad explorando alternativas que no comprometan los recursos no renovables.

INTRODUCCIÓN

La producción anual de plástico supera las 400 toneladas (UNEP,2015) de las cuales solo un 9% es reciclado. Según un estudio publicado por el Centro de Resiliencia de Estocolmo (Centro internacional de investigación especializado en sustentabilidad) la contaminación plástica y química supero los “límites soportables” para el planeta.(SRC,2022).

La contaminación que generan las industrias y puntualmente la industria del plástico es de público conocimiento, y a pesar de que el mundo está cada vez más dinámico, los procesos de producción no parecen acompañar este cambio. El consumo va en aumento y con él también los desechos que se transforman en toneladas de basura como consecuencia de la cultura del “use y tire”.

El proyecto parte de la inquietud que surge al observar que en la mayoría de los casos, los procesos de producción utilizan para su realización recursos no renovables. El mayor propósito de este trabajo es que lejos de querer reemplazar los procesos de tradicionales proponer una nueva alternativa de material compostable y finalmente probar su posterior desarrollo e implementación.

Experimentar lo que podrían ser las “fabricas del futuro” (concepto utilizado por Suzanne Lee en su investigación Biocouture) y como cambiar nuestra implicancia con nuevas maneras de producción, como por ejemplo pensar en bacterias y microorganismos como “fábricas de material”.

Actualmente existe una tendencia dentro del diseño a pensar en los resultados finales,

pero esta investigación entiende necesario involucrarse en todos los procesos y tener en cuenta el impacto ético y ambiental que tienen las decisiones dentro del proceso de diseño. ¿Qué sucede en las distintas etapas de desarrollo del producto? ¿Cómo impacta esto en el medio ambiente? ¿Cómo medir el uso de los recursos no renovables?

Por eso la mayor motivación para realizar este trabajo estuvo en la idea de desarrollar un material que cumpla con estas características y comprobar si su desarrollo es viable.

A lo largo de la investigación la idea es participar en todas las partes de desarrollo de un material alternativo con características sustentables y poder probar sus potenciales usos. Este enfoque aporta una innovación en las técnicas de producción , ya que en Uruguay hay pocos antecedentes, iniciativas y/o materiales que respondan a esta problemática y por lo tanto poca experimentación con este tipo de procesos , por lo cual se entiende hay mucho por investigar, y aportar.

Por otro lado, esta inquietud se hizo aún más fuerte durante la pandemia de Covid 19, ya que este tipo de materiales podrían ser desarrollados de manera doméstica y con pocos recursos. Lo cual sería un aporte desde el punto de vista didáctico, económico, ambiental y social.

El diseñador como creador tiene un lugar que puede ser muy bien explotado para este tipo de aportes de innovación. Lejos de ser el fin de esta investigación generar un cambio radical en el industria y en los procesos de producción tradicionales, la idea es más bien generar alternativas sustentables y desde el diseño proponer otras opciones para explorar. Los grandes cam-

bios surgen de a poco y la idea es generar un antecedente en Uruguay sobre el uso de la celulosa bacteriana a base de Kombucha.

Se entiende al diseñador como un profesional que debe ser consciente y responsable de como impactan cada una de sus decisiones a lo largo del proceso de diseño. Existe también una responsabilidad de dar soluciones a problemáticas , y dada la situación ambiental actual se entiende necesario desempeñar el rol teniendo en cuenta la dimensión ecológica y social en el desarrollo de productos.

Claro está que la sustentabilidad no parece ser un camino fácil, de igual manera el diseñador aprovechando su perfil innovador tiene la posibilidad de darle a sus productos una dimensión ética y ambiental involucrándose y desarrollando procesos alternativos de producción.

Según Victor Papanek , el diseño debe dar una respuesta unificadora, siendo un puente entre las necesidades humanas, la cultura y la ecología,este hecho impone una gran responsabilidad moral y social a los diseñadores.(Papanek,1985).

Según este teórico referente cuando se habla de eco-diseño, el diseñador se encuentra en una posición poderosa para ayudar a crear un mundo mejor desarrollando productos amigables con el medio ambiente- en todas sus fases- o colaborar con la destrucción del planeta(Papanek,1985).

¿Qué pasaría entonces si fuese posible desarrollar un material que además de tener en cuenta el impacto ambiental fuese biodegradable y compostable?

A lo largo de la carrera siempre existió un

especial interés por la tecnología textil y el posible desarrollo de materiales sustentables.

Este tipo de biomateriales se encuentran todavía en etapa de desarrollo y si bien actualmente no pueden reemplazar a las técnicas tradicionales, hay una tendencia que sostiene que el futuro de la industria radicaría en la generación de nuevas técnicas y procesos de producción. La idea de este trabajo de tesis es poder “cultivar” el material y demostrar que personas sin conocimientos textiles previos también pueden hacerlo.

Este trabajo de tesis se centra en la investigación del Scoby* y fermentación de la Kombucha para generar un material a base de nano fibras de celulosa que se organizan dando como resultado un material biodegradable y compostable de aspecto similar al cuero – el mismo puede coserse, doblarse, teñirse y lo mejor puede ser cultivado por cualquiera de manera artesanal. Todo esto con el objetivo de generar un material de celulosa bacteriana y sus posibles aplicaciones dentro del campo del diseño, con foco en los plásticos de un solo uso y el packaging de alimentos.

Por último poder generar un antecedente y un aporte al camino de consciencia sustentable.

**Scoby es una colonia simbiótica de bacterias y levaduras (scoby- Symbiotic colony of bacteria and yeast) las principales bacterias Gluconacetobacter xylium es la encargada de producir las nano fibras de celulosa que componen el material.*

HIPÓTESIS

Como punto de partida se toma la problemática del nivel de desechos y contaminación que genera la industria de producción del plástico y el uso indiscriminado de recursos no renovables. Como hipótesis se plantea demostrar que existen y pueden desarrollarse materiales biodegradables utilizando técnicas diferentes a las tradicionales. Generando un material biodegradable y de bajo impacto ambiental que pueda utilizarse en distintas áreas del diseño, más específicamente como material alternativo para elementos plásticos de un solo uso. Este trabajo puntual explorará las posibilidades de desarrollo de este polímero para packaging de alimentos y sus posibles usos en la industria alimenticia.

PROBLEMA

- Cantidad de desechos generados en la producción de plástico, situación ecológica actual y agotamiento de recursos no renovables, problemática de los plásticos de un solo uso.
- Poca o nula experimentación en procesos textiles distintos a los ya conocidos. En Uruguay específicamente existen pocos antecedentes de materiales a base del Kombucha.

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Abordar la problemática de la contaminación por los plásticos de un solo uso al indagar sobre el proceso de fermentación de la celulosa bacteriana y sus potenciales usos como material alternativo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar/documentar el proceso de producción de la celulosa bacteriana e indagar sobre algunas características de este material.
- Plantear principales características necesarias para su posible viabilidad como uso contenedor para alimentos.
- Generar un antecedente que pueda servir de puntapié para futuros trabajos en el área de los biomateriales, más específicamente en el campo de la producción de celulosa bacteriana a base de Kombucha.

METODOLOGÍA

Tal como explica Bruno Munari, el método es un instrumento aplicable pero que de ninguna manera debe considerarse definitivo siendo modificable si en la aplicación del método hubiera otros valores objetivos que mejoraran el proceso de diseño.(Munari,1983).

Por lo tanto este trabajo de tesis se nutre de varias metodologías de diseño (metodología proyectual de sistematización de resolución de problemas que propone Bruno Munari) pero sobre todo utiliza el pensamiento de Victor Papanek. Este autor más que una estrategia propone una reflexión hacia el diseño responsable para evitar caer en productos que no podamos reutilizar, o que no sepamos como reciclar después. El pensamiento de Papanek se opone a la frivolidad y superficialidad del diseño efímero e irresponsable que representa el modelo de consumo americano.

Este pensamiento es considerado como el que más se corresponde con el tema seleccionado, ya que lo que esta tesis propone es un material con responsabilidad social, sustentable y ecológicamente viable, con un uso honrado de los materiales. Este autor también habla del uso de la biónica en los procesos propone objetos derivados directamente de la naturaleza y el trabajo interdisciplinario para fomentar innovación y creatividad, basando su discurso en torno al diseño en lo que él define como un hexágono que Papanek define llama complejo funcional(Papanek,1971).

El autor pionero en explorar la ampliación del ciclo de vida del producto donde el inicio del ciclo no está en cuando este llega a manos de su consumidor, si no en la concepción de diseño del producto, y el fin no es definido cuando este pro-

ducto queda en desuso si no cuando se convierte en desecho y su posterior impacto ambiental.

Otro aspecto fundamental para la elección de este teórico y su metodología es que su visión es considerada muy actual y está integrada con conceptos muy conectados con el pensamiento de desarrollo sustentable, como el de “economía circular” actualmente muy utilizado en el mundo del diseño y en otras disciplinas.

En el año 1995 Papanek plantea en su libro “The Green imperative” la necesidad de contar en el siglo XXI con especialistas en diseño medioambiental lo cual se define como el diseño basado en métodos e ideas ecológicas integradas con otras disciplinas a fines como por ejemplo: biología o ciencias sociales.

El trabajo encuentra gran apoyo teórico en Papanek, a nivel metodológico sigue el modelo de Manari y en base a estos dos teóricos se genera un esquema propio de trabajo que se presenta a continuación.

INTRODUCCIÓN

1

- MOTIVACIÓN
- DELIMITACIÓN DEL CAMPO DE LA INVESTIGACIÓN
- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA
- HIPÓTESIS
- OBJETIVOS

MARCO TEORICO

2

- CIFRAS BASURA EN URUGUAY
- PROBLEMÁTICA DE LOS PLÁSTICOS-MICRO-SUSTENTABILIDAD,COMPOSTABILIDAD,BIODEGRADABILIDAD
- ECONOMIA CIRCULAR
- ANTECEDENTES BIOMATERIALES/CELULOSA BACTERIANA
- ANÁLISIS DE DATOS

DESARROLLO DEL MATERIAL EXPERIMENTACIÓN

3

- EXPERIMENTACIÓN: PRIMEROS CULTIVOS Y PROCESO DE FERMENTACIÓN
- CREATIVIDAD: REALIZACIÓN DE MUESTRAS, POSIBLES USOS Y APLICACIONES

PROTOTIPOS/VALIDACIÓN

4

- PRUEBAS PRIMEROS PROTOTIPOS
- MOLDEADOS
- TEÑIDOS
- REQUISITOS/VALIDACIÓN PARA CONTACTO CON ALIMENTOS

CONCLUSIONES/ REFLEXIONES

5

- CONCLUSIONES PROTOTIPOS
- COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS
- REFLEXIONES FINALES DEL TRABAJO DE TESIS

Figura 4. Metodología.Elaboración propia.

2

CAPÍTULO DOS

MARCO TEÓRICO

PROBLEMÁTICA DE LA BASURA EN URUGUAY – PLÁSTICO EN URUGUAY

Según cifras de la Intendencia Municipal de Montevideo (IMM), publicadas en el Manual de Gestión de Residuos en el año 2018, los Uruguayos generamos diariamente 1200 toneladas de residuos domésticos (IMM, 2018) los cuales terminan en el sitio de disposición final de Residuos (DFR).

La asociación Civil sin fines de lucro CEMPRE (Compromiso empresarial para el reciclaje) que surge en el año 1996 con el objetivo de ser una organización especializada en el manejo de residuos, trabaja activamente sobre los conceptos de sustentabilidad y economía circular en Uruguay y en una red de países de América latina.

Según cifras oficiales de la organización cada Uruguayo produce 1,1 kilo de basura por día. Solo el 12% de los residuos domésticos son reciclados y el 80 % de los residuos que son desechados podrían ser potencialmente valorizables (Cempre, 2017).

Hoy el mundo es solo 8,6% circular, por lo que de continuar la tendencia necesitaremos dos planetas para el año 2030 (Cempre, 2021)

De las 1200 toneladas que son desechadas diariamente en el Uruguay, un 16 % corresponde a plástico.

El consumo de plástico aumenta año a año – exacerbado por el concepto de use y tire – y es uno de los mayores problemas medioambientales, si bien existen iniciativas y materiales alternativos para desincentivar su consumo, el desafío parece ser grande con los plásticos de un solo uso

como un gran drama medioambiental.

En Uruguay solo se recupera el 3,7% de los envases de plástico según cifras del Ministerio de Ambiente.

Uno de los mayores desafíos está en la falta de cultura de reciclaje que hay en el Uruguay, si bien existen contenedores específicos, muchas veces cuando los contenedores llegan a las plantas clasificadores están contaminados con otros elementos no reciclables, lo cual dificulta todo el proceso.

Existen algunas iniciativas a nivel local que promueven la cultura del reciclaje, Cempre y Data Uruguay crearon una aplicación gratuita que muestra como y donde reciclar - Donde reciclo UY - la aplicación permite acceder a un mapa geo localizado donde el usuario puede ver la ubicación los distintos tipos de contenedores. La aplicación abarca todo el país y permite filtrar por tipo de material a reciclar.(Cempre,2021).

En julio del 2020 se crea el Ministerio de Ambiente el cual comenzó a trabajar en el diseño de una estrategia nacional de economía circular.

En Diciembre de 2021 surge la iniciativa Uruguay + circular - plan nacional de gestión de residuos. Este plan es presentado como un instrumento de planificación estratégica a nivel nacional que pauta el camino por los próximos diez años hacia la transición de un Uruguay más circular.

Dentro de este marco se enmarcan otras iniciativas como "Yo+Circular" y "Organización+circular" una serie de "consejos" y hábitos que pueden incorporarse a nivel doméstico y/o en empresas y organizaciones para minimizar y valo-

rizar los desechos, todo esto en pro de contribuir a un Uruguay más circular.

Por otro parte, en Noviembre del 2021 el Ministerio de Ambiente estableció dos resoluciones asociadas a envases y plásticos de un solo uso con el fin de reducir el consumo de este tipo de plásticos.

La resolución N 271/021 que establece objetivos mínimos de recuperación y valorización de envases post-consumo no retornables. Esta resolución establece a grandes rasgos metas de recuperación de este tipo de envases. Para el 2023 propone la meta del 30% de recuperación y para el 2025 eleva la meta al 50%.

La resolución N 272/022 establece la reducción de generación de residuos plásticos, que entre otras cosas prohíbe el uso de sorbitos a partir de enero de 2022.

PROBLEMÁTICA DE PLÁSTICOS DE UN SOLO USO

Definiremos los plásticos de un solo uso, tal como lo hace la organización sin fines de lucro NRDC - Natural Resources Defense Council - en uno de sus artículos:

Básicamente los plásticos de un solo uso son productos que están hechos principalmente de combustibles fósiles -petroquímicos- y están destinados a ser eliminados inmediatamente después de su uso, normalmente a los pocos minutos (Lindwall,2020)

Al ser un artículo rápidamente desechado ,en muchos casos quizás sin haberlo utilizado, el

plástico de un solo uso parece perder valor en nuestras mentes, siendo algo totalmente efímero, sin embargo tiene un elevado precio en el medio ambiente, que pagaremos durante milenios, con efectos devastadores en océanos, vida, silvestre y salud(Lindwall,2020)

El plástico se inventó a mediados del siglo XIX pero fue en la década del 1970 que adquirió la popularidad que conocemos hoy (Lindwall,2020) por una cuestión principalmente de costos el plásticos comenzó a reemplazar a materiales más nobles o reciclables por ejemplo al vidrio. Desde la década del 1950 se han producido a nivel mundial 8.300 millones de toneladas métricas de la plásticos y solo la mitad de esa cifra en los últimos 15 años(Lindwall,2020)

La problemática de los plásticos de un solo uso parece ser el reflejo de una sociedad influenciada por la cultura del use y tire, lo cual tiene como resultado grandes toneladas de basura, en promedio anualmente se producen alrededor de 300 millones de toneladas de plástico (ONU,2019) ,de esa cifra la mitad corresponde a plásticos de un solo uso, este número es casi equivalente al peso de toda la población humana.

Los plásticos de un solo uso son en su mayoría utilizados en el envío y servicio de comida, bandejas, envoltorios, sorbitos y bolsas.(Lindwall,2020).

Si bien esta es una problemática importante a nivel mundial, cada vez son más las acciones que promueven iniciativas para evitar estos desechos, por ejemplo cafés, bares o restaurantes que promueven que el usuario traiga su propia taza recipiente.

Como acciones a nivel local podemos men-

cionar el proyecto de ley sobre las bolsas de plástico que ha tenido gran aceptación. Actualmente todas estas acciones involucran una sanción o beneficio económico. Las bolsas tienen un costo unitario, y los bares o cafés ofrecen un descuento en sus bebidas para fomentar que cada cliente traiga su propia taza.

El desafío parece estar en poder incorporar nuevas costumbres y comenzar a interiorizar el concepto de reciclaje. Si bien la tendencia a nivel mundial parece estar mejor incorporada, cada vez son más las acciones o emprendimientos locales que se suman a este movimiento.

Existe un gran desafío para las empresas, que se ven obligadas a innovar, a replantear y reconsiderar sus diseños, a elegir materiales sostenibles y trazables. Y fundamentalmente a generar un cambio en el comportamiento del consumidor (Lindwall,2020) donde el desperdicio desmedido y evitable con pequeñas acciones ya no es sostenible.

Actualmente es imposible no reconocer que existe una tendencia hacia un consumo cada vez más responsable, si bien no podemos decir esto como una afirmación que se traslade a toda la población y a todos los ámbitos, si es cierto que cada vez s es más común escuchar sobre políticas de medio ambiente o reciclaje en grandes corporaciones donde antes era impensado.

Si bien en algunos casos puede ser utilizado como una simple estrategia de marketing, no deja de ser un reflejo y una demanda de los consumidores de este siglo. Por lo cual cada vez se hacen más urgentes y necesarios los diseños que contemplan estos aspectos, favoreciendo el no ago-

tamiento de los recursos naturales y agradándole valor a su producto.

CONTAMINACIÓN DE PLÁSTICOS DE UN SOLO USO

A nivel mundial desde la década del 50 la producción de plástico ha superado ampliamente a la producción de otros materiales, como referencia en el año 2015 fueron producidas 400 millones de toneladas de plásticos, de las cuales un 36 % corresponde a envases plásticos (United Nation enviroment Programme UNEP,2015,p.2) por lo tanto la mayoría del plástico producido a nivel mundial es utilizado para envases y/o plásticos de un solo uso que son fácilmente desechados.

Considerando todos los plásticos que se han producido hasta el año 2015, solo un 9% es reciclado, un 12% incinerado y el 79% restante termina en generando grandes basureros que impactan en el medio ambiente y muchos de ellos en los océanos (ONU,2015).

Los plásticos de un solo uso que se encuentran más comúnmente en playas y océanos son: colillas de cigarrros, botellas de plásticos, tapas de plástico, envoltorios de comida, bolsas de supermercado, tapas plásticas diversas – por ejemplo para café-, pajillas, mezcladores y empaques de espuma plast utilizados comúnmente en los deliveys de comida(NRDC,2020).

Entre un 80 % - 85% de la basura marina son plásticos, de los cuales el 50% corresponde a plásticos de un solo uso (ONU, 2019) estimándose para 2050 que un 99% de las aves marinas habrán ingerido plásticos.

Sin mejoras en los patrones de consumo y gestión de residuos a nivel mundial, se estima que para el año 2050 los impactos del desecho de los plásticos tendrá tendrán como consecuencia unas 12 millones de toneladas métricas de basura plástica en los vertederos y en el medio ambiente (ONU,2015)

Sumado a los impactos anteriormente mencionados, existen también diversos impactos para la salud, desde las sustancias químicas y emisiones que generan lo plásticos cuando son incinerados, hasta obstrucción de redes de alcantarillado que se convierten en lugares de cria para mosquitos por ejemplo, aumentando el riesgo de transmisión de malaria. Sensación de pérdida de bienestar por la contaminación visual de la mala gestión de residuos. Y por último contaminación en la cadena alimenticia.

Sin mencionar los altos impactos económicos que generan más a largo plazo la falta de políticas y la mala gestión de residuos, como costos futuros de limpieza acumulada, altos costos de transporte, entre otros, los cuales terminan afectando a diversas industrias por ejemplo, turismo, pesca y transporte marítimo(ONU Medio Ambiente ,2015)

PROBLEMÁTICA DE LOS MICRO-PLÁSTICOS

Según el Instituto Tecnológico del Plástico- AIMPLAS los microplásticos son aquellos fragmentos de material polimérico con tamaño inferior a los 5 mm(AIMPLAS,2021) que pueden tardar en promedio más de 500 años en degradarse.

La gran problemática de estos es que están presentes de manera casi invisible en el medio ambiente, los peces y animales suelen ingerirlos y también los humanos. Estudios realizados por la Organización Mundial de Conservación(WWF por sus siglas en ingles) que los seres humanos consumimos más de 100.000 macropartículas de plástico al año, lo cual equivale a 21 gramos por mes y 250 gramos de plástico al año(Foro ambiental, 2019)

Debido a que los microplásticos son casi imposibles de detectar a través de la vista humana, lo cual dificulta su limpieza y recolección, sumado a la falta de respuesta global de esta problemática, representan una fuente de contaminación tremendamente agresiva para el medio ambiente y para los seres humanos –consumo imperceptible dentro de la cadena alimenticia-

La ingesta de microplástico en humanos es imperceptible y se produce sobre todo a través de la cadena alimenticia, estas partículas también están presentes en el agua, botellas plásticas, etc. Muchos de estos microplásticos se generan también en el desecho de plásticos de un solo uso que terminan en el ambiente y en los océanos y luego llegan a todas las especies.(Lambertini,2019).

Estos materiales no biodegradables están presentes en todas partes y pueden entrar y acumularse en tejidos humanos.

Los plásticos no solo están presentes en los océanos y acabando con la vida marina, están en todo el ambiente, presenten en lo que comemos y por ende en nuestro organismo.

Según Marco Lambertini, Director General de WWF la acción global es urgente y esencial

para hacer frente a el problema de la contaminación por los plásticos y el posible efecto de la ingesta de microplasticos para la salud.

“Si no queremos plástico en nuestro cuerpo, tenemos que detener las millones de toneladas de este material que continúan filtrándose en la naturaleza cada año. Para atacar esta crisis, necesitamos tomar medidas urgentes a nivel de los gobiernos, empresas y consumidores, y establecer un acuerdo con objetivos globales para hacer frente a la contaminación por plástico” (Lambertini,2019

Los plásticos convencionales no son biodegradables ni compostables, no pueden disolverse naturalmente en la naturaleza y contaminan en el medio ambiente con micro-plásticos que terminan en las cadenas alimenticias dañando miles de especies y sere humanos.

BIODEGRADABLE Y COMPOSTABLE

Los conceptos de Biodegradabilidad y Compostabilidad son claves para este trabajo de tesis y su aparición será recurrente a lo largo de este trabajo, porque los definiremos de la siguiente manera:

La gran diferencia radica en el tiempo y condiciones de degradación. Según la ASTM (American Society for testing and materials) **BIO-DEGRADABLE** se refiere a la degradación por la acción de microorganismos como bacterias, hongos y algas siendo el biodegradado un proceso propio de la naturaleza que se convierte en CO₂, agua y biomasa. Por lo tanto un producto o envase es biodegradable cuando tiene la propiedad de desintegrarse y descomponerse por la acción de microorganismos presentes en la naturaleza.

En este caso la celulosa bacteriana – la celulosa es un polímero biodegradable- surge gracias a una colonia de bacterias y microorganismos – scoby- por lo tanto una vez desechado en la tierra, junto con otros agentes físicos como el sol y el agua , su degradación ocurrirá de manera natural. Podría definirse a la biodegradación como un proceso propio de la naturaleza donde no es necesario la acción o participación del ser humano.

Los polímeros **COMPOSTABLES** también se degradan por la acción de microorganismos pero puede realizarse de manera controlada mezclándose con residuos de origen orgánico. Hay compostaje industrial y doméstico. En el caso del material que se desarrolla a lo largo de este trabajo de tesis, el mismo puede ser compostable de manera doméstica. El proceso de compostaje genera abono o compost de buena calidad.

El ciclo de compostaje es un buen ejemplo del principio de economía circular, donde los residuos que se generan son un recurso que será devuelto al suelo en forma de materia orgánica y nutrientes.

Los materiales, productos o envases biodegradables suelen demorar un poco más en descomponerse que los catalogados como compostables.

Que un material sea biodegradable no quiere decir que pueda ser desechado de manera desmedida, ya que por más que cumpla con esta característica puede tardar muchos años en descomponerse, como es el caso de las bolsas que se entregan hoy en los supermercados de Uruguay.

Los productos biodegradables son aquellos fabricados con sustancias de origen natural, pero también pueden estar combinados con sustancias sintéticas. Se degradan por acción biológica descomponiéndose en contacto con el medio ambiente.

En cambio los productos catalogados como compostables son fabricados totalmente con sustancias de origen natural. Esto se convierten en compost cuando son desechados en la tierra por el proceso natural de degradación y por la acción de organismos presentes en la tierra. El compost también puede realizarse gracias a la acción del ser humano en composteras domésticas. Los productos o materiales catalogados como compostables suelen tardar considerablemente menos tiempo en descomponerse en comparación con los productos biodegradables.

Un material denominado como biodegradable no siempre es compostable, pero un material compostable siempre es biodegradable. En el caso puntual de la celulosa bacteriana cumple con ambos principios.

MARCO TEÓRICO

...” tal vez no debería existir una categoría especial llamada “diseño sustentable” si no que sería más simple presumir que los diseñadores intentasen reformular sus valores y su trabajo, de modo que todo diseño estuviera basado en la humanidad y combinase aspectos climáticos y uso ecológico de los materiales con procesos intuitivos subjetivos, para establecerse en los factores culturales y bio-regionales.”

SUSTENTABILIDAD

Tal como se mencionó anteriormente esta investigación de tesis encuentra su fundamento teórico y metodológico en el pensamiento de Victor Papanek, el autor se encuentra muy asociado a este concepto ya que fue pionero en hablar de diseño social, ético y sostenible.

Afortunadamente hoy en día cada vez son más los diseñadores y empresas que eligen este concepto para el desarrollo de sus productos. Creo en el rol del diseñador como un agente con poder de cambio y de directa implicancia con este tema, ya que el 80 % del impacto ambiental se define en las primeras etapas del diseño, por lo tanto este aspecto debe ser contemplado desde la conceptualización de un proyecto de diseño.

Una de las definiciones más conocidas de desarrollo sustentable es la del informe de La comisión Mundial sobre medio ambiente y el desarrollo titulado nuestro “Futuro Común”.

En este informe elaborado en 1987 para la ONU, se define al desarrollo sustentable como “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades” (ONU, 1987)

Consta de tres pilares, el desarrollo sustentable trata de lograr de manera equilibrada el desarrollo económico, social y la protección del medio ambiente.

Es fundamental entender también como surge el diseño sustentable, porque más allá de la situación mundial, este concepto acompaña no solo el cambio climático y el agotamiento de recursos no renovables, sino también el cambio en

el comportamiento de consumo.

Las grandes empresas perciben esto y no tiene otra opción que adaptarse a las nuevas conductas de consumo. Es ahí entonces donde aparece el diseño “verde” que no necesariamente sigue el concepto de sustentabilidad, sino más bien desarrolla una estrategia de marketing asociada a este cambio de paradigma pero poco sustentable en realidad.

La etiqueta “Green marketing” tiene bastante controversia, ya que muchas veces productos bajo esta etiqueta no son verdaderamente ecológicos ni sustentables y simplemente se enmarcan bajo este rotulo para acompañar una tendencia mundial.

La dimensión ética de la sustentabilidad es lo que le da su razón más importante y sin ella carece de sentido real. Muchas veces la moda adquiere solo el rotulo de sustentabilidad solo en su denominación.

El modelo productivo tradicional está en jaque, dado la situación medioambiental mundial por lo cual comienzan a surgir estos conceptos que cada vez adquieren más fuerza en el campo del diseño.

La producción masiva que no tiene en cuenta los recursos no renovables no hace más que poner en evidencia la necesidad de un modelo de diseño y desarrollo sustentable.

Para definir al diseño sustentable utilizaremos una de sus definiciones más conocidas, definida en la Comisión mundial para el desarrollo del medio ambiente creada en 1987 también conocida como la comisión Brundtland. En la publicación de ese año denominada “nuestro futuro

común” se definía al diseño sustentable como:

“aquel que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.” (ONU,1987)

En general cuando se habla de sustentabilidad en el diseño se pone mucho foco en la cadena de valor, lo cual es muy importante, pero debemos entender a la sustentabilidad como un sistema, donde el rol del consumidor es muy importante, ya sea por su responsabilidad luego de la compra y también su rol como consumidor consciente, que demanda conocer la trazabilidad de los productos que elige.

Sustentabilidad en la moda: Global fashion agenda:

El Instituto Danés de Moda es una organización comunitaria creada por la industria de moda Danesa, en un principio surge para impulsar la moda Danesa hacia el mundo y desde el año 2007 ha enfocado su trabajo en la sustentabilidad como diferencial en el diseño, tomando el tema con suma importancia.

En mayo de 2012 publica un documento conocido como “The Nice costumer – informe de investigación y discusión hacia un marco para el consumo de moda sostenible en la UE”.

Si bien la organización venía trabajando sobre el proyecto del buen consumidor según “Nice consumer”(NICE: Nordic Initiative Clean and Ethical) desde el año 2007, la publicación genera un compromiso con la industria de la moda Nórdica para generar un consumo sostenible que tenga en cuenta el agotamiento de los recursos naturales.

El objetivo final de proyecto es inspirar para poder generar cambios en el comportamiento del compra para lograr un consumo más sostenible dentro de la industria donde compra, uso, cuidado y posterior desechos están contemplados bajo el concepto de economía circular.

Esta es una publicación y compromiso conjunto con BSR que es una empresa líder en responsabilidad de corporativa que trabaja globalmente con más de 250 empresas afiliadas para desarrollar estrategias comerciales sostenibles.

El compromiso Nice tiene en foco al consumidor así como también a las empresas e industrias. Para generar una sistema sostenible en la industria de la Moda el cambio debe ser en toda la cadena, incluso los gobiernos deben apoyar generando leyes o decretos que apoyen el concepto de sustentabilidad y economía circular, en el informe se plantean una serie de recomendaciones con foco en la Unión Europea. (Eder-Hansen,2012)

El objetivo de Nice es a través de pequeños pero concretos pasos y compromisos crear un movimiento mundial a favor de la moda sostenible, “si movilizamos al consumidor, podemos crear un cambio real dentro de la industria” (Eder-Hansen,2012)

El instituto Danés de Moda, cambia su nombre en el año 2018 y pasa a llamarse GLOBAL

FASHION AGENDA (GFA) de esta manera visibiliza aún más su compromiso para posicionarse como un referente mundial en temas de sostenibilidad en la moda. Desde el año 2009 la organización realiza lo que se conoce como el Copenhagen Fashion Summit que es un encuentro empresarial líder en sostenibilidad en la moda.

Durante el CFS del año 2017 inició un “llamado de acción” donde alentó a todas las marcas y minoristas presentes en el evento a tomar cartas en el asunto y empezara dar pasos concretos hacia el futuro de la moda sostenible y la transición hacia un modelo circular.

GFA brinda apoyo y seguimiento a las empresas que quieren iniciar este cambio y tengan propuestas innovadoras para cambiar sus modelos de negocio, cadena de suministro y producción.

En la edición 2018 del mismo evento se lanzó el “Circular Fashion Commitment 2020” en este acuerdo se inscribieron grandes grupos de Moda como por ejemplo Inditex y HM.

Si bien este acuerdo no pretende resolver la problemática de inmediato, plantea de manera clara cuáles son las barreras para el cambio y establece posibles soluciones para derribarlas y los roles que cada parte (industria, consumidor, gobierno) debería asumir.

Son pequeños compromisos previos necesarios que inician cambios hacia el modelo sustentable de la economía circular.

Por otro lado la GFA tiene como objetivo aumentar sus colaboraciones con fundaciones que trabajan para generar un cambio hacia la economía circular, por ejemplo la Fundación

Ellen McArthur – organización con sede en Inglaterra, referente en el área que promueve un cambio hacia la economía circular.

Existen otras organizaciones que trabajan para generar un cambio en la industria de la moda, como por ejemplo Re-dress que es una Organización benéfica medioambiental que tiene como misión reducir y transformar los residuos de la industria textil para reducir la enorme huella de carbono que deja la industria de la moda.

Christina Dean fundó la organización que desde 2007 trabaja para generar un cambio de mentalidad en las prácticas de consumo actuales, para reducir la cantidad de desechos textiles, generar conciencia sobre cómo estos impactaran en nuestro futuro y valorizar los ya existentes como nueva materia prima por ejemplo. Todo esto con el objetivo de un futuro más sostenible con menos desperdicio generando un sistema economía circular en el mundo de la moda.

El informe NICE establece cuatro barreras principales que afectan a la compra de productos sostenibles de la moda:

1. La falta de información acerca de los impactos.
2. La dificultad para encontrar productos sostenibles.
3. Las barreras de precios.
4. Las barreras de estilo.

Existen también barreras y falta de información relacionadas con el cuidado de los artículos de moda, reparación y/o reciclaje.

Si bien estas barreras no son fáciles de derribar, actualmente existe una mayor tendencia hacia el consumo sostenible, por lo tanto cada vez

MARCO TEÓRICO

se hace más necesario ofrecer alternativas para el consumidor que quiere iniciar un camino hacia un sistema de moda circular.

“necesitamos impulsar modelos comerciales disruptivos en la industria de la moda con el consumidor en el fondo. Entonces el cambio ocurrirá más rápido” (Dean,2018)

“El 80% del impacto ambiental de la prenda se decide en la fase de diseño” dijo Jonas Eder-Hansen quien se desempeñó durante varios años como Vicepresidente y director del desarrollo del Instituto Danés de Moda (que en Mayo de 2018 cambio su nombre a Global Fashion Agenda) y ahora desarrolla su carrera con foco en sustentabilidad desempeñándose como director de asuntos públicos en GFA.

“Son pocos los diseñadores y desarrolladores que conocen su potencial para generar un cambio sostenible a través de sus decisiones” (Eder-Hansen,2012)

**“Son pocos los diseñadores y desarrolladores que conocen su potencial para generar un cambio sostenible a través de sus decisiones”
(Eder-Hansen,2012)**

ECONOMÍA CIRCULAR

La economía circular surge como una alternativa de desarrollo y consumo sostenible en contraposición al tradicional sistema económico lineal como modelo principal de consumo. En el modelo de economía lineal los bienes diseñados tenían un único destino planificado: el desecho.

La economía circular propone ir un paso más para evitar este fin último y en todas las etapas del diseño considerar el destino final de sus componentes, aprovechar los recursos para devolverlos al mercado con una forma nueva y no como residuos.

El concepto de economía circular tiene como pilar los conceptos, conocidos como las tres erres: Reducir, Reciclar, Reutilizar.

Para entender el concepto de economía circular se enumeran algunos ejemplos de recursos que utiliza este modelo:

- **Materiales biodegradables o compostables que pueden volver al ambiente sin generar un impacto ambiental.**
- **Residuo como recurso, ya si es biodegradable como compost para la tierra por ejemplo, o si no tiene esta cualidad se reutiliza.**
- **Segundo uso: por ejemplo en el caso de la moda, tiendas de segunda mano o sistemas de buzón de devolución en tiendas.**
- **Sistema de alquiler de bienes, “roperos compartidos” ya sea para un uso puntual o a modo de suscripción por ejemplo: Mud Jeans: empresa de jeans**

de alta calidad, que realiza sus jeans con algodón orgánico reciclado. Tiene membresías de 12 meses, luego de ese tiempo la opción es quedarse con el jean o devolverlo para reciclaje y adquirir uno nuevo – continuando el ciclo de economía circular.

- **Reparación: ya sea para utilizar el mismo producto o de no ser posible, utilizar la mayoría de sus componentes para generar un nuevo producto.**
- **Zero waste – cero desperdicio.**

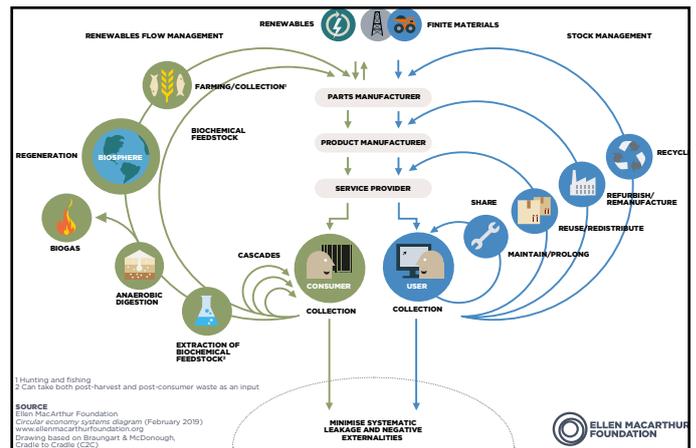


Figura 5. Economía circular-diagrama mariposa. Recuperado de: <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram>

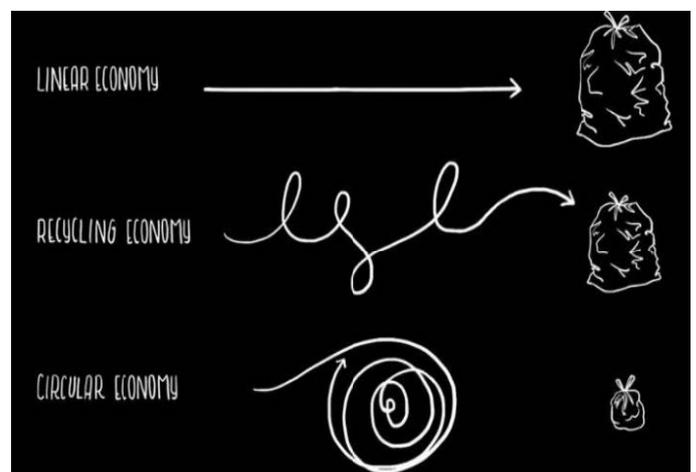


Figura 6. Economía circular. Recuperado de: <https://foreoconomiacircular.com/la-economia-circular/>

ECO-DISEÑO

En la década de los 90 siguiendo en la línea de sustentabilidad surge el concepto de “Eco-diseño”, este concepto acompaña la tendencia de algunos sectores de la sociedad hacia un consumo de productos más respetuosos con el medio ambiente. Surge de la necesidad de minimizar los impactos ambientales de un potencial producto antes de que estos se produzcan, cuestionando de esta manera el modelo tradicional de producción que no consideraba los posibles daños ambientales en el desarrollo de un producto. (Marocci, 2021).

Podemos definir al 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” (ISO 14006:2011)

Según el artículo publicado por el Centro Tecnológico del Plástico- CTplás en el año 2021 existen distintas estrategias de ecodiseño las cuales deben ser implementadas en las etapas tempranas del desarrollo del producto ya que cuanto más avanzado se esté en las distintas etapas del diseño más difícil será la minimización del impacto.

La principal idea cuando uno comienza a pensar en eco diseño suele estar en la búsqueda de soluciones alternativas y el desarrollo de nuevos conceptos dentro del campo de del diseño, dentro de estos podemos incluir a los productos como servicios, entre ellos: usos compartidos, arrendamiento, pago por uso , todos estos conceptos claves dentro de la economía circular.

Por otro lado la desmaterialización del producto o la multifuncionalidad son conceptos

sugeridos en el artículo “El ecodiseño como herramienta para el desarrollo de competitividad” publicado por el CTPlas.

Otro punto clave está en la selección de los materiales en la etapa de diseño, donde este punto es especialmente importante para el desarrollo de este trabajo de Tesis. En este aspecto es de fundamental importancia la selección de materiales de bajo o nulo impacto ambiental, pudiendo ser estos materiales reutilizados.

La simplificación del producto por ejemplo con la utilización de un único material o materiales de fácil separación lo cual facilitaría su reciclaje y ayudaría a cerrar ciclos de material favoreciendo el concepto de economía circular.

En el caso de que el material no pueda ser totalmente reciclado la calidad de los componentes utilizados en el mismo para garantizar una mayor durabilidad son también aspectos que podrían ser considerados en el ecodiseño.

Por último pero no menos importante dentro del ecodiseño es de suma importancia buscar estrategias para optimizar los procesos de producción. La distribución también es un punto clave que debe ser considerado no solo en el transporte del producto final si no que debe considerarse si fue necesario el transporte de sus componentes.(Capricho Marocci,2021).

En cuanto a aspectos que involucran más directamente al usuario/consumidor es fundamental generar productos que cuiden el uso desmedido de los recursos agotables. Y tal como se sugiere en el informe de CTPlas un diseño orientado al apego y la confianza podría contribuir a una mayor vida útil de producto, y si sumado a esto se logra incorporar en el desarrollo del pro-

ducto recursos innovadores como la personalización esto podría alargar aún más la vida útil del producto y más precisamente el vínculo con su usuario.(Capricho Marocci,2021)

Los usos secundarios, dar facilidades para mantener o reparar el producto – en este punto también es de gran importancia la calidad y elección de los materiales/componentes.

En cuanto a la gestión de vida fin de vida del producto, esta etapa necesita ser evaluada en la etapa inicial del desarrollo del producto ya que el objetivo es que pueda incorporarse a nuevo ciclo, ya sea mediante el reciclaje y/o reutilización.

En cuanto a la gestión de fin de vida del producto en el artículo publicado por el CTPlas se enumeran los siguientes caminos para optimizarla ,estos son:

- **Diseño para la re manufactura.**
- **Diseño para el reciclaje mecánico o químico.**
- **Diseño para el compostaje y la biodegradabilidad**
- **Reutilizar el producto en su totalidad o las partes aún funcionales.**
- **Incineración con recuperación de energía.**
- **Depósito en vertedero (opción no recomendada en una economía circular).**

En el presente trabajo de Tesis profundizaremos en la opción de Diseño para el compostaje y la biodegradabilidad.

El ecodiseño como concepto contempla el consumo y la producción sostenible y tiene en cuenta los distintos impactos la producción pueda tener a nivel ambiental, económico, productivo y social, si bien actualmente estamos en un momento donde estos temas adquieren mayor relevancia , aun hay desconocimiento al respecto y faltan mas iniciativas que promuevan este tipo de producción.

Hoy en día es difícil ver grandes empresas de fast fashion por ejemplo apostando a este tipo de producción sobre todo por cuestiones económicas.

“La aplicación práctica de esta metodología contribuye a la transición hacia una economía circular y su desarrollo requiere la colaboración de toda la cadena de valor, actividad empresarial y pensamiento sistémico para la aplicación de modelos de negocios innovadores de recuperación de valor.” (Capricho Marocci,2021).

Sin embargo existe una tendencia a nivel mundial en donde estos conceptos adquieren mayor fuerza , donde el ecodiseño da paso a un fin mayor, contemplando todo el ciclo de vida del producto que es lo que se mencionamos anteriormente en el trabajo de Tesis y que se conoce como economía circular.



Figura 7. Beneficios del Ecodiseño. Recuperado de: https://www.iberdrola.com/documents/20125/39985/Infografia_beneficios_ecodisenio.pdf



Figura 8.Scoby.Foto de autoría propia.

MARCO TEÓRICO

...” aprender de la naturaleza para poder contar un día con un sistema en el que lo que se produzca, se pueda regenerar, auto-degradar, y cuyos desperdicios sean útiles al convertirse en nutrientes y dar lugar a nuevos productos”..

PROYECTOS ANTECEDENTES BASADOS EN BIOMATERIALES

Dada la problemática descrita anteriormente y la cual abordaremos a lo largo de este trabajo de tesis, se hace cada vez más necesario proponer materiales alternativos que aborden la problemática de la contaminación. Generando opciones sustentables con menor o nulo impacto ambiental.

Si bien la industria del plástico es una de las más contaminantes del mundo, existen también intentos que buscan cambiar la forma en que nos relacionamos con la producción, a continuación se presentan brevemente algunos desarrollos de materiales sustentables que sirven de base para este trabajo de investigación. Estos proyectos abordan principalmente la problemática del agotamiento de recursos naturales y proponen alternativas de materiales que pueden ser utilizados en distintas industrias.

Es visible que el consumo ha ido cambiando desde hace algunos años, todo esto gracias a una nueva generación y un cambio en las tendencias actuales. Cada vez se observan más usuarios que presentan conductas de compra de tipo consciente, responsable preocupados por lo que su consumo le hace al planeta.

Hace ya varios años que se maneja el concepto de sustentabilidad y actualmente esta palabra suena aun con mayor fuerza. Sin embargo, las fibras más usadas en el mundo, como el algodón o el poliéster no acompañan este concepto ya que requieren de una cantidad de agua y de derivados del petróleo, recursos no renovables.

Es justo en este punto donde este trabajo

de tesis encuentra su mayor motivación: Poder explorar y desarrollar alternativas de materiales que no comprometan a los recursos no renovables y pueden tener múltiples usos como material industrial. Investigar cómo generar opciones sustentables para materiales como cuero, papel o plásticos de un solo uso.

A lo largo de este trabajo de tesis, se investigan antecedentes y distintos proyectos que tratan esta temática. Existen actualmente varias iniciativas, diseñadores y profesionales de diversas áreas que comparten sus proyectos de manera más informal a través de redes por ejemplo Instagram – que ha sido muy útil como herramienta de intercambio-. Desde proyectos más académicos, que surgen como trabajos de grado o investigación hasta otros en etapas de desarrolladas de comercialización.

A nivel más académico La Universidad de Sevilla posee una materia con el nombre de biomateriales en su grado de Ingeniera en Materiales, La Universidad Complutense de Madrid ofrece un master en Biomateriales.

La Universidad con Sede en Copenhagen KEA – Copenhagen School of Design and Technology tiene un espacio interdisciplinario que denomina KEA MATERIAL DESIGN LAB para los estudiantes que quieran expandir su conocimiento sobre materiales, entre ellos los biomateriales.

Además de tener este espacio para sus alumnos la universidad colabora con profesionales para sus trabajos de investigación o con compañías o empresas que tengan interés en el desarrollo de estos biomateriales.

A nivel local dentro de la facultad de ciencias se enmarca el laboratorio de biomateriales

– BIOM- que trabaja fundamentalmente con celdas solares basadas en pigmentos extraídos de nuestra flora autóctona para probar si sirven para obtener energía eléctrica a partir de la luz solar y su posterior proceso de degradación.

Se establece contacto con la Dra. María Fernanda Cerdá, responsable del laboratorio para indagar sobre los proyectos del BIOM y si bien en este caso su trabajo actual no explora la celulosa bacteriana, el concepto de biomateriales es cada vez más amplio y puede ser aplicado a diversos campos de estudio.

Durante la investigación de los actores a nivel aparece un proyecto de escuela N 339 que se enmarca dentro de los proyectos Ceilab del Plan Ceibal, alumnos de 6to año de esta institución tomando como punto de partida las bolsas biodegradables comienza a investigar otros materiales con esta característica.

Fue interesante descubrir este proyecto ya que da la pauta de como los biomateriales están cada vez más presentes. Encontrar un proyecto local a nivel de primaria sobre biomateriales y “aprender haciendo” resulta interesante en este contexto donde los proyectos que tengan en cuenta al medio ambiente se hacen cada vez más necesarios.

Esta parte es fundamental para el trabajo de tesis, ya que nos permite entender que está pasando a nivel mundial, conocer la experimentación con biomateriales, como fueron los procesos, y cuan viable podría en su aplicación.

Entendiendo al rol del diseñador como un agente de cambio, con posibilidad de generar un impacto positivo surgen estas propuestas que proponen alternativas de producción y consumo

MARCO TEÓRICO

desarrollando nuevos materiales y usos de los textiles y/o biomateriales.

El surgimiento del uso biomateriales permite una reflexión sobre cómo nos relacionamos con la naturaleza y trae consigo la investigación y experimentación de procesos alternativos distintos a los tradicionales. Por otro lado trabajar con biomateriales fomenta los procesos colectivos y la investigación multidisciplinaria, ya que además de diseñadores, aparecen otros actores como biólogos por ejemplo.

Los biomateriales se enmarcan perfectamente en el concepto de economía circular, ya que no generan desechos y pueden ser compostables cerrando el ciclo de vida del producto sin generar el impacto ambiental que podría generar su posterior desecho. Si no se opta por el recurso de utilizarlo como compost, en el caso del Kombucha por ejemplo, el scoby puede utilizarse nuevamente para un nuevo cultivo, por lo cual la materia prima puede no ser desechada nunca.

A continuación se presentan algunos proyectos e investigaciones que tienen relevancia para este trabajo de Tesis, ya que utilizan biomateriales, mas precisamente celulosa bacteriana y/o sus enfoques están en los envases y packaging de alimentos utilizando materiales alternativos.



Figura 9. Biocouture.Suzanne Lee.
Recuperado de: <https://www.diy-materials.com/case-studies/>

**“La bio-
fabricación
es la próxima
revolución
industrial”
(Lee,2020).**

Biofabricate / Biocouture

Esta investigación es la que sirve como punto de Partida para el trabajo de tesis, la diseñadora Inglesa Suzanne Lee comenzó a pensar el mundo de los microbios y bacterias como las “fábricas del futuro” capaces de crear textiles bio de bajo impacto ambiental.(Lee,2011).

Bio-Couture es el nombre de su proyecto textil basado en la producción de prendas hechas de celulosa a partir de un proceso de fermentación de ingredientes como el te, vinagre y el azúcar combinados con diversos microorganismos no patógenos.(Lee,2011).

De esta investigación surge lo que nombraremos en este trabajo de tesis como celulosa bacteriana.

El método de producción de este textil es dejar todos estos elementos reposar en un contenedor con temperatura controlada y esperar a que se produzca la película o capa del material, que luego debe lavarse y secarse.

El resultado es un material de textura y aspecto similar al cuero, con buena resistencia y que puede ser tratado como cualquier otro textil. (Lee,2011).

Aunque Lee no busca el reemplazo absoluto de los materiales convencionales si espera generar una conciencia sobre la industria y provocar y hacer cuestionamientos sobre la moda y que el desarrollo de este material también para otras áreas la medicina.

Igualmente su mayor objetivo radica en la implementación de recursos sustentables como una forma de vida. Lee genera piezas textiles que

si bien pueden ser utilizadas se exhiben más bien como arte y primeras pruebas de este innovador proceso.

La investigación de Lee es sobre la cual se basa gran parte del trabajo de tesis y es de suma importancia para el desarrollo del mismo.



Figura 10. Cultivo celulosa bacteriana. Recuperado de: <https://oss.adm.ntu.edu.sg/a150051/tag/bio-couture/>



Figura 11. Detalle chaleco Biocouture. Recuperado de: <https://vistelacalle.com/624536/columna-consciente-textiles-biologicos-la-moda-se-confecciona-en-un-laboratorio/suzanne-lee-biocouture-2/>



Figura 12. Prendas elaboradas por Suzanne Lee- Biocouture. Recuperado de: <https://nextnature.net/story/2015/interview-suzanne-lee>

Materiom

Materiom es una organización que proporciona datos abiertos sobre cómo fabricar biomateriales. Tal como indica su página web su objetivo es apoyar a empresas, ciudades y comunidades para generar una economía circular. Las recetas para desarrollar los biomateriales no solo pueden obtenerse fácilmente en su página web sino que además utilizan para su elaboración materiales accesibles que están disponibles fácilmente en las comunidades.

La búsqueda de recetas de materiales dentro de su web –muy amigable e intuitiva- puede buscarse por tipo de material o proceso y hay una gran cantidad de “recetas” perfectamente explicadas con un sistema de “paso a paso” para el desarrollo de biomateriales.

En Materiom se encuentra disponible la receta para realizar material de Kombucha texturizado y teñido, así como

También infinidad de otros elementos como por ejemplo: biomateriales con cascara de huevo con gelatina o glicerina, bio-hilo de spirulina, agar – agar mezclado con diversos desechos como por ejemplo café, tapioca y bicarbonato de sodio, gelatina con diversas cascara de frutas y/o verduras como por ejemplo mandarina o palta, entre otras.

Además de la gelatina o el agar-agar se utilizan otros elementos que se mezclan con diversos componentes principalmente para aglutinar como por ejemplo la maicena o la carragenina.(Materiom,2018).

Materiom funciona como una excelente biblioteca donde se encuentran agrupadas ade-

más de las correspondientes recetas, un glosario de materiales que pueden ser mezclados entre sí para obtener diversos biomateriales.

Cuenta con distintos Hubs alrededor del mundo (Ushuaia, Chile, Boston y Londres) que funcionan como centros de experiencia regional que crean un circuito de retroalimentación entre el abastecimiento local y la aplicación al mercado, estos Hubs trabajan para acelerar la innovación y la implementación con una economía circular como objetivo (Materiom,2018)



Figura 15. Alginato de Sodio, bioplástico colorante natural. Recuperado de: <https://materiom.org/recipe/642>

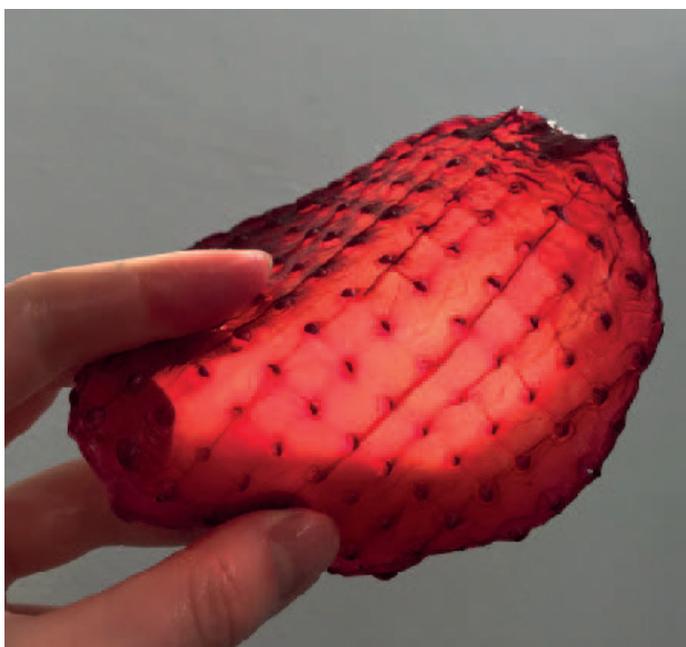


Figura 13. Material de kombucha texturizado. Recuperado de: <https://materiom.org/recipe/655>



Figura 16. Bioplástico de gelatina con cáscara de mandarina. Recuperado de <https://materiom.org/recipe/603>



Figura 14. Material de gelatina y palta. Recuperado de: <https://materiom.org/recipe/198>



Figura 17. Bioplástico a base de cúrcuma y gelatina. Recuperado de: <https://materiom.org/recipe/676>

Rosa Janusz/Make grow lab

Rosa Janusz es una estudiante Polaca que para su tesis de egreso de la carrera de Diseño Industrial en la Universidad School of Form con sede en Poznan Polonia investigó la posibilidad de “cultivar” empaques biodegradables a base de Scoby utilizando la receta de Kombucha.

Parte de la receta “básica” para preparar Kombucha y explora las posibilidades del material para ser utilizado como contenedor de alimentos preferentemente secos “la producción de envases ya no ensuciará el medio ambiente, sino que lo enriquecerá”(Janusz,2018).

Luego de su primera investigación la idea fue evolucionando y Janusz se asoció con Josh Brito - con un grado en medioambiente y diversos trabajos sobre sustentabilidad- creando en el año 2018 Make Grow Lab con el objetivo de poder desarrollar envases a una mayor escala y ofrecer alternativas de materiales como el plástico que puedan ser utilizados como distintos empaques o como textil.

Si bien al inicio se basaba en el cultivo de Kombucha de manera tradicional, al querer producir el material a mayor escala entendieron que el proceso tradicional del cultivo no cumplía con las condiciones para producir a mayor volumen , entonces comenzaron a replantear la idea y decidieron adicionar desperdicios de comida para cultivo de las láminas de celulosa.

A pesar de cambiar un poco la forma de producción, igualmente el material fue registrado - patente pendiente- con el nombre de Scoby packaging materials(SPM) ya que fue este quien el puntapié inicial de su proyecto.

A través de su página web, pueden comprarse muestras del material el cual según indican puede utilizarse para todo tipo de embalajes que actualmente se hacen con plástico y que cuenta con aprobación para el contacto con alimentos.

Además de este material, desarrollaron un sub producto denominado como “Slurry” que es un producto a base de agua que puede utilizarse como aditivo para fortalecer las propiedades o como revestimiento.

Make grow lab también tiene registrado otro material al cual denomina Transleather – a base de desperdicios de frutas, verduras y raíces que es un material vegano, similar al cuero y libre de plástico.

En su página web Make Grow lab se presenta como “futuros agricultores” por el hecho de que su trabajo se basa en cultivar los materiales.

Definen su objetivo como el movimiento de Bio-revolución, fusionando ciencia con diseño para crear una producción completamente circular de materiales locales y sostenibles y difundirla por todo el mundo (Make grow lab, 2021).



Figura 18. Packaging de scoby. Recuperado de: <https://www.dezeen.com/2018/05/21/roza-janusz-creates-sustainable-edible-food-packaging-design/>



Figura 19. Packaging de MakeGrowLab. Recuperado de: <https://www.makegrowlab.com/>

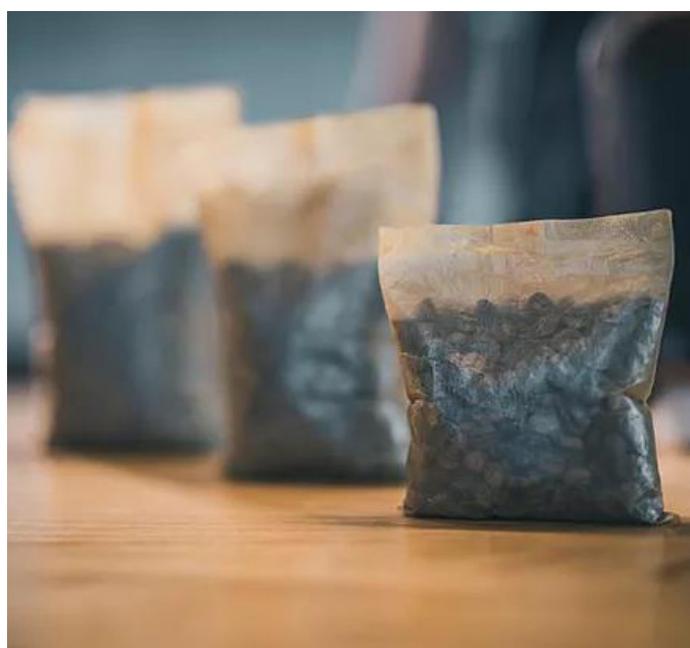


Figura 20. Bolsas para café. Recuperado de: <https://www.makegrowlab.com/scoby-packaging?lightbox=dataitem-kzdu5u643>



Figura 21. Bolsa para pan. Recuperado de: <https://www.makegrowlab.com/scoby-packaging?lightbox=dataitem-kzdu5u644>

Just Bones/Bioplastic skin

La diseñadora de origen Islandés Valdis Steinarsdottir comenzó su investigación gracias a la preocupación por la cantidad de desechos que generan los mataderos, y a base desechos de esta industria creó dos materiales biodegradables. (Carlson,2021).

El primero fue denominado como Bioplastic skin que funciona como un envoltorio para carne y sus subproductos, es una película plástica tipo “film” transparente que surge al hervir las pieles de animales. Lo interesante de este material es que el envoltorio proviene de los desechos de lo que contiene.

Por otro lado, también utilizando los desechos de esta industria, la diseñadora creó Just Bones material del que surgen vasos, cuencos y jarrones. En este caso el material se obtiene moliendo los huesos hasta convertirlos en polvo, que luego hierve y aglutina con extractos de fruta agria para generar el material y los objetos que surgen de este.(Carlson,2021).

En el caso de Just bones el material puede ser moldeado de forma similar a la cerámica y luego puede calarse, cortarse, pintarse, etc.

Los vasos, cuencos y demás de Just bones tal cual indica la diseñadora, se mantienen firmes una vez secos pero no son impermeables. Ambos materiales se disuelven en agua caliente y son fácilmente biodegradables.

El objetivo de la investigación de esta diseñadora está en reducir el uso del plástico en la industria alimenticia, especialmente en la industria de la carne. Y afirma según sus propias palabras que si “vamos a tomar la opción de consumir

carne, es nuestra responsabilidad utilizar todo el animal”.

Además de los materiales mencionados anteriormente, Steinarsdóttir continúa investigando en este campo y ha desarrollado prendas a base de gelatina y agar-agar. La sustancia líquida se coloca en un molde con la forma de la prenda hasta que solidifique. De esta manera se eliminan los desperdicios que podrían resultar de la confección ya que el material se adapta al molde previamente definido. El proyecto tiene el nombre de “Shape.Repeat” y lo interesante es que las prendas se “vierten” en moldes, en vez de coserse.

El resultado final son prendas con textura similar al plástico pero producidas de forma natural y biodegradable, los teñidos se realizan con tintes naturales derivados de la cochinilla por ejemplo.

Las prendas una vez que termine su vida útil, o que decidan desecharse puede ser derretidas y de esta forma regenerar el material que podrá ser utilizado para crear otras nuevas u otros artículos, este proyecto cumple con los principios de economía circular.



Figura 23. Just Bones. Recuperado de: <https://valdissteinars.com/Press-Kits>



Figura 24. Bioplastic Skin. Recuperado de: <https://valdissteinars.com/Press-Kits>



Figura 22. Just Bones. Recuperado de: <https://valdissteinars.com/Press-Kits>



Figura 25. Shape repeat. Recuperado de: <https://valdissteinars.com/Press-Kits>

Shellworks

“Alternativas sostenibles de embalaje al plástico que no comprometen el rendimiento ni la estética” (Shellworks, 2021)

Shellworks está formado por un grupo de antiguos alumnos de Royal College of Art y del Imperial Collage, diseñadores, científicos e ingenieros se unieron en este proyecto y desarrollaron una serie de máquinas que transforman desechos de mariscos y crustáceos en un bioclástico. El material resultante es similar al papel y podría ser utilizado como una alternativa sostenible a los plásticos de un solo uso.(Hitti,2021).

De los crustáceos se obtiene el principal componente de este material, un polímero llamado quitina, en este proyecto el equipo de Shellworks desarrollo su propio método para la extracción de este polímero y desarrollaron 5 máquinas para los distintos pasos en la realización de este material.(Hitti,2019)

Los productos que han desarrollado van desde blisters, bolsas para aptas para transportar distintos alimentos y macetas.

En cuanto al desecho del material, una vez que esto sea necesario, el mismo puede ser regenerado dando lugar a otro artículo o puede funcionar como fertilizante degradándose naturalmente sin efectos contaminantes.

A lo largo de su investigación han desarrollado una serie de materiales, entre ellos Vivomer creado para envasar productos. Este material es vegano y compostable y está diseñado para biodegradarse sin dejar ningún microplástico cuando ocurra este proceso .

Los microbios presentes en el suelo y ambientes marinos finalmente terminaran consumiendo el material.

En el sitio web de Shellworks aparecen disponibles para la compra distintos envases hechos con “vivomer” como por ejemplo “lippy” el primer envase de lápiz labial compostable, así como también contenedores tipo botella para distintos usos y envases tipo gotero. La empresa ofrece la opción de personalización para desarrollar envases según los requerimientos de marca y/o producto específico.

Además de lo anteriormente mencionado, han desarrollado el material denominado “Shelmer”, el cual es promocionado como perfecto para aplicaciones tipo film plástico. Al final de su vida útil, puede ser fácilmente disuelto en agua caliente.(Shellworks.s.f).

Comprometido con la sustentabilidad, el estudio continua trabajando en otros proyectos que se encuentran en una etapa piloto de desarrollo como por ejemplo sellos y tintes naturales.

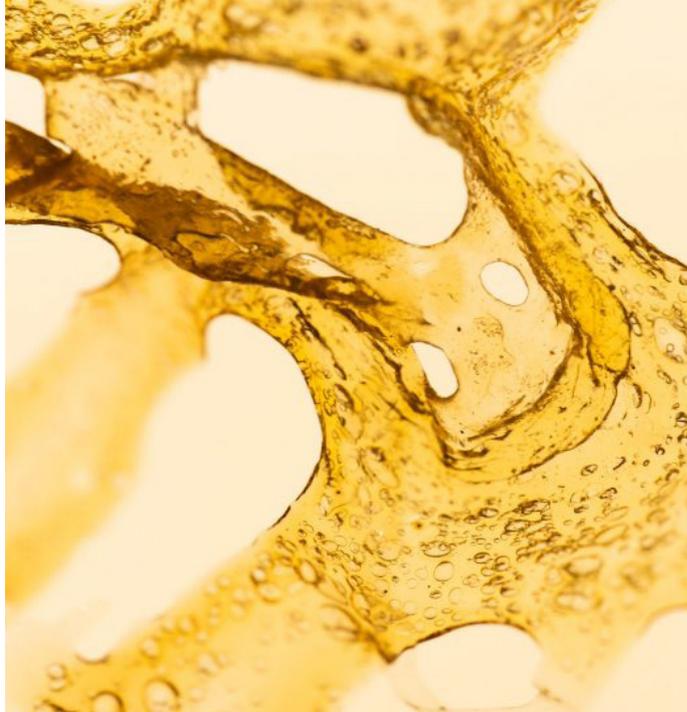


Figura 27. Bioplástico de crustáceos. Recuperado de: <https://www.dezeen.com/2019/02/22/shellworks-bioplactic-lobster-shell-design/>



Figura 28. Material Vivomer. Recuperado de: <https://www.theshellworks.com/>



Figura 26. Empaques de Shellworks. Recuperado de: <https://www.dezeen.com/2019/02/22/shellworks-bioplactic-lobster-shell-design/>

“HyO CUP” – Creme studio

El estudio de diseño con sede en Brooklyn – Nueva York, diseña vasos de café biodegradables a base de cáscaras de calabaza. Estos vasos podrían ser una alternativa sustentable a estos contenedores, que en su mayoría no son reciclables – ya que suelen estar recubiertos por una capa de polietileno plástico lo cual dificulta su reciclaje.

“Las calabazas son plantas de crecimiento rápido que dan frutos robustos cada temporada. Una vez secas, la fuerte piel exterior de las calabazas y la fibrosa carne interior se vuelven impermeables, por lo que estos cultivos se han utilizado durante siglos en todo el mundo como recipientes decorativos o funcionales” (Morris, 2018)

Si bien ya se ha experimentado con la técnica del moldeado de la calabaza y se ha utilizado principalmente para la creación de artículos de decoración decorativos como cuencos y contenedores, la innovación del estudio está en el uso de moldes impresos en 3D.

Por las cualidades naturales del material, una vez seca la calabaza adquiere la forma del molde previamente impreso dando lugar a los primeros prototipos del contenedor. (Morris, 2018).

Según indica el estudio la producción puede realizarse a gran escala, si bien al principio realizaron sus primeros cultivos al aire libre, luego comenzaron a trabajar en un “laboratorio” bajo techo para controlar algunos factores que antes eran imposibles como por ejemplo, humedad, plagas, etc.

El objetivo del estudio es poder reempla-

zar este tipo de artículos y proponer una alternativa al uso de contenedores plásticos.



Figura 29. Vaso “HyO” en molde 3d. Recuperado de: <https://www.dezeen.com/2018/07/31/creme-creates-sustainable-plastic-cup-alternative-from-gourds/>



Figura 30. Vaso “HyO”. Recuperado de: <https://www.dezeen.com/2018/07/31/creme-creates-sustainable-plastic-cup-alternative-from-gourds/>

MarinaTex-Lucy Hughes

El material surge como proyecto final de la licenciatura en diseño de productos de la Universidad de Sussex en Reino Unido. La diseñadora Lucy Hughes comenzó su investigación con la idea de partir de materiales de desecho y no materiales vírgenes. Su idea principal fue trabajar con este tipo de materiales y generar un bioplástico.

Realizado a base de desechos de pescado – escamas y piel-, el mismo forma una película de plástico traslúcida con gran resistencia a la tracción, siendo mas resistente que uno de los materiales mas comúnmente utilizados para las bolsas de plástico - Poliuretano de baja densidad. (Aouf,2019).

Con su investigación la diseñadora fue la ganadora del premio James Dyson – en honor al inventor británico, es una distinción que premia la innovación en distintas áreas del diseño.

La diseñadora afirma que los desechos de un Bacalao del Atlántico son suficientes para producir 1400 bolsas de Marina Tex.

La propia Hughes afirma que MarinaTex” es particularmente apto para aplicaciones de un solo uso, porque tarda de 4 a 6 semanas en descomponerse.

El material continúa aun en desarrollo profundizando su investigación, con el objetivo de poder ser desarrollado a mayor escala, y con ello contribuir a disminuir la contaminación posicionándose como una alternativa a los plásticos de un solo uso.



Figura 31.Empaque de papel y MarinateX.Recuperado de: <https://www.marinateX.co.uk/gallery>



Figura 32. Bolsa MarinateX. Recuperado de: <https://www.marinateX.co.uk/>



Figura 33.Empaque de cartón y MarinateX.Recuperado de: <https://www.marinateX.co.uk/gallery>

Notpla

Start-up Londinense de envases sostenibles que surge en el año 2014 con la misión de proponer una alternativa a los envases al plásticos. En la página web oficial su proyecto es promocionado como “hacemos al envase desaparecer”.

El material que busca ser una alternativa para los envases plásticos de un solo uso está hecho a base de algas marinas y plantas generando una película transparente similar al plástico tradicional.(Englefield,2021).

Según los diseñadores de Notpla, el material es biodegradable y se puede convertir en abono entre 4 y 6 semanas. El empaque se utiliza como lamina o película para diversos empaques para los cuales hoy se utiliza el plástico o nylon) así. La startup continua investigando y en su página pueden verse distintos usos como por ejemplo film plástico biodegradable, empaque soluble en agua fría y/o caliente o “notpla Papper” todos estos a base del mismo material Notpla.

Utilizando el material Notpla la startup sostenible también está detrás del proyecto Ooho – pequeñas bolsas diseñadas como contendedor comestible y biodegradable para los alimentos, líquidos o suplementos que se utilizan en las maratonnes o en la alta competición. La misma fue probada en el año 2019 en la Maratón de Londres.

Sus productos(Sachet,Papel Notpla, pipetas y empaques biodegradables para comida rápida) ya están disponibles para comercialización y pueden adquirirse en su página web oficial-www.notpla.com/shop



Figura 34.Sachet Notpla.Recuperado de: <https://www.dezeen.com/2021/10/27/notpla-biodegradable-material-make-packaging-disappear/>



Figura 35. Envase Notpla. Recuperado de: <https://www.notpla.com/products-2/>



Figura 36. Notpla en Maratón de Londres.Recuperado de: <https://www.dezeen.com/2021/10/27/notpla-biodegradable-material-make-packaging-disappear/>

From peel to peel

La diseñadora de origen Italiano Emma Sicher presentó como su proyecto final de grado "From peel to peel" su investigación consiste en combinar Scoby y celulosa bacteriana con residuos de alimentos para crear envases sustentables.

Este material surge de la mezcla de restos de frutas y verduras que se sumergen en agua y se mezclan con el scoby , todo esto comienza a fermentar y al cabo de 4 semanas dan lugar a la capa de celulosa con la que se fabrican los envases.

Según la fruta o verdura que se utilice se generan distintos colores y tonos del material final que da lugar a los distintos envases.

El objetivo de Sicher es poder ofrecer una alternativa ecologica a los envases plásticos. La diseñadora toma inspiracion de Bruno Munari quien dijo que la naturaleza es el primer productor de envases del mundo ya que cada cáscara o piel tiene como objetivo proteger su contenido. (Sicher,2018).

El material es apto para contener alimentos secos o que se consuman rapidamente, pero debido a su alta hidroflicidad no es adecuado para contener sustancias líquidas.

From peel to peel se encuentra aún en etapa de investigación y sus envases aún no son comercializados.



Figura 37. Envase para caramelos. Recuperado de: <https://www.dezeen.com/2018/11/13/sustainable-food-packaging-emma-sicher-peel/>



Figura 38. Contenedor. Recuperado de: <https://www.dezeen.com/2018/11/13/sustainable-food-packaging-emma-sicher-peel/>



Figura 39. Bandejas. Recuperado de: <https://frompeeltopeel.tumblr.com/TABLEWARES>

CONCLUSIONES PRELIMINARES BIOMATERIALES

El potencial uso de estos biomateriales ayudaría a la preservación de los recursos naturales y a la disminución de cantidad de desechos, ya que al ser compostable al momento de su eliminación se degradaría naturalmente sin generar desechos. Este material se ajusta también al concepto de economía circular.

Luego de toda la investigación realizada se observa que el mayor problema en los plásticos de un solo uso se encuentra en la industria alimenticia y emprendimientos gastronómicos. Dado las cualidades del material desarrollado se investigaran y probaran los potenciales usos para este rubro.

De la investigación realizada se concluye que las alternativas de material a los plásticos de un solo uso se encuentran en los bioplásticos o en los plásticos de origen renovable (bio-based) como por ejemplo los microorganismos, algas, bacterias, hongos o levaduras los cuales componen el eje central de esta investigación de trabajo de tesis.



Figura 40. Té de Kombucha. Foto de autoría propia.

3

CAPÍTULO TRES

DESARROLLO DEL MATERIAL



Figura 41. Familia de scobys. Foto de autoría propia.



DESARROLLO DE MATERIAL

En la actualidad la mayoría de las industrias se basan en el uso de recursos no renovables.

Luego de la investigación realizada y en base a datos obtenidos de distintas fuentes mundiales y locales, se comprueba la hipótesis de la problemática de la contaminación que generan los plásticos de un solo uso y como es necesaria una acción urgente.

Esta investigación preliminar apoya y motiva el desarrollo del trabajo de tesis: poder crear un material textil nuevo con propiedades y características similares al cuero, papel o plástico (se generarán muestras diferentes controlando variables como tiempo de cultivo o tipo de secado) según pero sin efectos contaminantes, 100 % biodegradable y compostable.

El desarrollo de este material surge del cuestionamiento de poder desarrollar un material de mínimo impacto ambiental utilizando procesos alternativos a los tradicionales.

Al comienzo de esta investigación, los estudios que ya existían en torno a este material lo comparaban o definían como “cuero vegetal” por la similitud que presentaba.

Durante el desarrollo de la carrera siempre existió un interés particular por este material y por el desarrollo sustentable, lo cual parecía opuesto ya que la industria del cuero es muy contaminante. Fue entonces que la idea de poder desarrollar un material biodegradable, con características similares al cuero pero derivado del Té cobra mayor fuerza.

Los microbios utilizados para preparar la bebida Kombucha son los mismos que pueden desarrollar un material con características similares al cuero pero de origen vegetal.

Quizás lo más complejo del desarrollo de este material está en la obtención del SCOBY, en otros Países puede hasta comprarse por Amazon o conseguir en proveedores locales.

Pero en Uruguay su obtención fué difícil, ya que en el momento en el que se comenzó con esta investigación - Mediados año 2015 - no existía ningún proveedor local, en el correr de los años se popularizó el consumo de Kombucha y surgieron emprendimientos locales como Bendita Kombucha - emprendimiento pionero año 2017 - y posteriormente Karma to brew Kombucha.

Luego de una larga búsqueda e investigación, la clave estuvo en un grupo de donadores de kéfir. Al ser la Kombucha un fermento con un concepto parecido surgió la idea de unirse al grupo y consultar por el cultivo. Allí se contactó con una persona quien fue la que proporciono el primero y ahí comenzó el proceso que una vez que inicia no tiene fin y de donde fueron obtenidos todos los scoby necesarios para el desarrollo de todos los ensayos que componen la investigación y desarrollo de muestras en el presente trabajo de tesis.

Otro punto interesante en el desarrollo de este material, es como se combina la industria alimenticia y la textil. Al ser el kombucha un fermento, similar al kéfir existe a su alrededor toda una cuestión colaborativa de donación, lo cual comparte los principios de una economía circular. Sin mencionar también que se genera una red solidaria y la materia prima para desarrollar el material es obtenida de una forma trazable.

La primera muestra obtenida de la primera fermentación tiene un aspecto muy similar al cuero y la lonja. Es agradable al tacto, tiene una superficie con bastante suavidad. Muestra potencial en cuanto a su estructura y resistencia, no se arruga con facilidad y puede ser tratada como otros materiales textiles pudiendo cortarse, coserse, teñirse, etc.

Si bien en un primer momento el desarrollo del material estaba más enfocado en las características físicas y su similitud con el cuero, luego de realizar algunas muestras se percibe que sus características no solo se limitan a su comparación estética con el cuero, y se aprecia que este material tiene otras cualidades que no se limitan a definirlo como "cuero vegetal". Según conclusiones preliminares el material resultante de las primeras muestras es más similar al papel o lonja que a lo que comúnmente denominamos cuero y que el mismo podría tener otros multiplex usos.

Luego de las conclusiones preliminares obtenidas gracias al desarrollo y análisis de esa muestra, la investigación toma otro rumbo y se decide explorar los posibles usos de este material sin definirlo exclusivamente como un material alternativo al cuero.

Se decide comenzar a trabajar en la idea de poder utilizar la celulosa bacteriana como un material alternativo para algunos de los elementos denominados plásticos de un solo uso y de esta forma abordar una solución a esta problemática.

Para presentar el material que compete al trabajo de tesis es necesario aclarar algunos conceptos a modo de introducción para su mejor comprensión los cuales serán descriptos a continuación:

DESARROLLO DEL MATERIAL



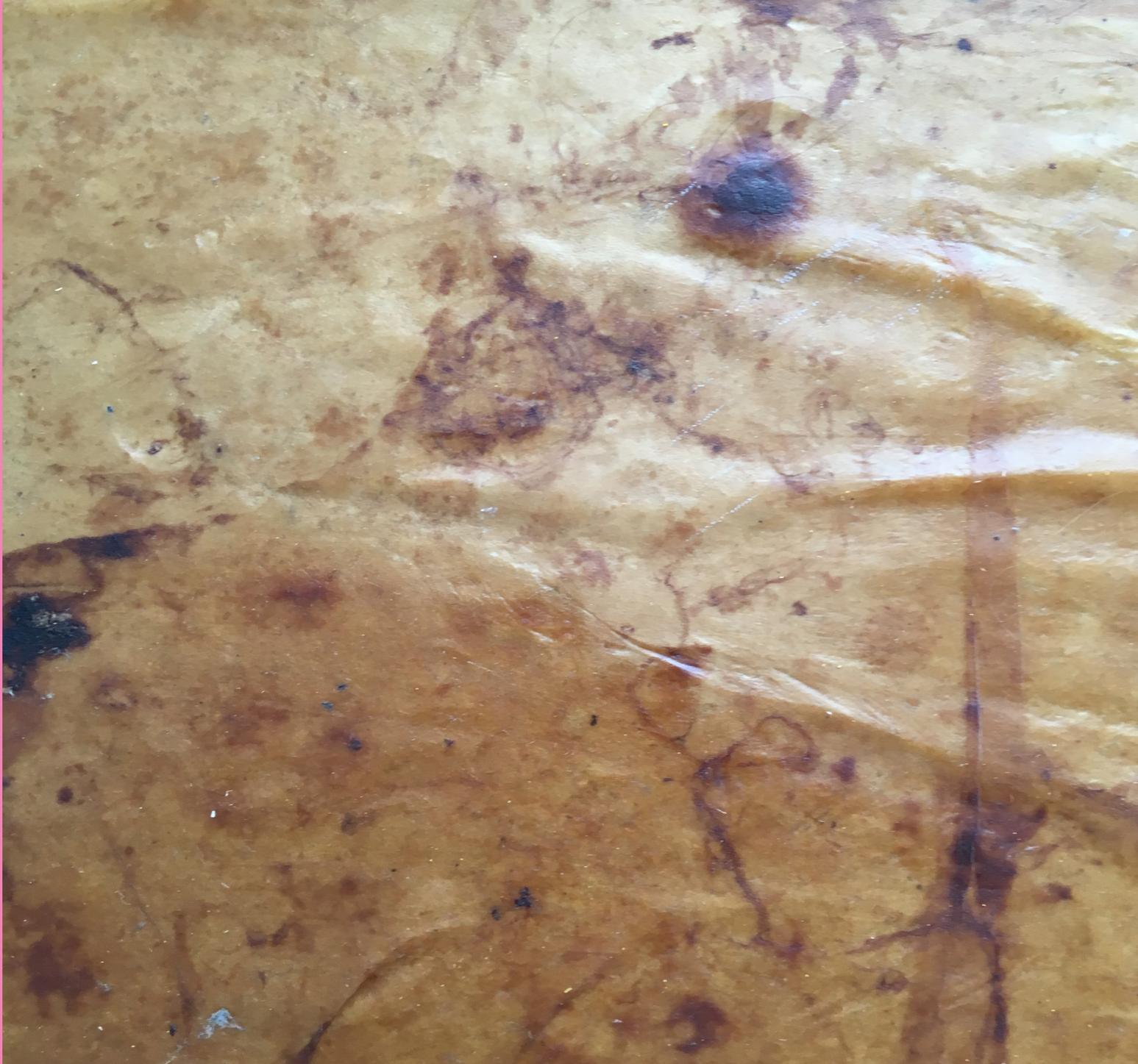


Figura 42.Celulosa bacteriana de Té verde.Foto de autoría propia.

Kombucha ¿El Hongo del té puede ser un material?

El origen de la Kombucha es un tanto misterioso y su uso controversial. Si bien hay quienes son defensores de sus múltiples beneficios y fomentan su consumo, existen también otras teorías que alertan sobre su consumo sobre todo como “cura” para algunas enfermedades o patologías.

Según el blog de Bendita Kombucha (emprendimiento Uruguayo) existe una versión que dice que un médico Coreano (Dr.Kombu) le ofreció este al emperador Japonés In-ygiyo como una cura mágica en el año 415 AC. No podemos afirmar esta versión como del todo cierta ya que no se ha confirmado. Hay distintas versiones que insinúan su origen con lugares como China, Tibet o Rusia.(Bendita Kombucha,2019).

Definiremos al Kombucha como una bebida que se produce de la fermentación del hongo del té, tiene muchas propiedades beneficiosas, probióticas y curativas además de beneficios de desintoxicación, ayuda a la salud hepática y apoya al sistema digestivo.

Como todo alimento fermentado, sus enzimas y bacterias buenas ayudan a mejorar la flora intestinal que favorece al sistema inmune y ayuda con la absorción de nutrientes y eliminación de toxinas (Bendita Kombucha,2020)

Si bien no es exactamente un probiótico, genera en nuestro cuerpo el mismo efecto. Actualmente muchas personas la preparan y consumen. Se le conoce también como el “hongo de la inmortalidad”.

Una vez obtenido el cultivo inicial o la “scooby”

es un proceso que no tiene fin y siempre puede prepararse siempre.

Esta bebida se obtiene esencialmente de la combinación de estos tres ingredientes: té, azúcar, y el cultivo inicial o madre el cual conocemos como "SCOBY" (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast* - en Español: Cultivo simbiótico de bacterias y levaduras). De aspecto podemos decir que el scoby es como un hongo de tacto gelatinoso.

Las cepas principales que se encuentra en esta colonia de bacterias son conocidas como *Bacterium xylinum*, *Gluconobacter oxydans* y otros hongos similares a levaduras que actúan todos en conjunto(Lea,2011).

Igualmente el contenido concreto de bacterias y hongos puede variar según el tipo de té utilizado, el cultivo madre o scoby que se utiliza, la fuerza del té, el tipo de agua, etc y fundamentalmente el tiempo de preparación - ya que en un principio de la fermentación del té con el azúcar están presentes varios tipos de microorganismos y luego solo sobreviven los que pueden superar la acidez y la sustancias antibióticas que la propia colonia segrega para su protección contra bacterias y otros hongos nocivos. Es de suma importancia también la temperatura en la que se lleva a cabo el cultivo junto con demás factores y variables.

Podemos definir a la kombucha básicamente como té fermentado que se obtiene a base de la fermentación de esta bebida sumado al azúcar y fundamentalmente al trabajo de los microorganismos y su efecto dentro del proceso de fermentación.

Una de las cuestiones más interesantes de esta bebida milenaria es que si el "scoby" recibe

alimentación y un cuidado básico en las condiciones de cultivo es un proceso constante que no tiene fin y puede ser regenerado siempre (Lee,2012)

El elemento fundamental para desarrollar el material es el Kombucha que en líneas generales puede describirse como el hongo del té o te fermentado entonces es esencial repasar primero algunos conceptos:

¿Que es el té?

Bebida que proviene de las hojas y brotes de la planta del te - CAMELIA SINENSIS.

El té es fundamental para la elaboración del kombucha sobre todo por sus minerales y su nitrógeno, cafeína y teanina estos nutrientes y compuestos son los que alimentan al cultivo inicial -scoby(Lea,2012)

Por otro lado el azúcar es la principal fuente de alimentación para el hongo y para posterior desarrollo del textil, como se mencionó anteriormente si el hongo recibe alimentación constante este es un proceso que no tiene fin, por lo cual una vez iniciado el cultivo la cantidad d material resultante puede es ilimitada.

En el cuadro explicativo(Figura 43) pueden verse los distintos tratamientos que se le dan a las hojas de té para producir las distintas variedades:

Existen varios tipos y variaciones que dan muchas clases de esta bebida, a continuación enunciaremos a modo de resumen las más representativas y utilizadas para la elaboración del kombucha. (Eva muerde la manzana,s.f).

DESARROLLO DEL MATERIAL

Casi todos los tés provienen de la misma planta - *Camelia sinesis*- los diferentes procesos a los que son sometidas sus hojas es lo que da como resultado las diferentes variedades.

Te negro: Este es el más popular de los tés y el más producido a nivel mundial (Bendita Kombucha, 2021) con una historia de larga data en la elaboración del Kombucha, este tipo es muy nutritivo para el hongo ya que nos da unas condiciones de fermentación ideales manteniendo un nivel de pH consistente. El tipo de té tendrá una relación directa con el color final que obtendrá el material, a cuanto más fuerte más oscuro el color. Es ideal como base para la Kombucha porque acelera la fermentación. (Bendita Kombucha, 2021).

Te verde: Es un té con poca oxidación porque su secado y detención del proceso de fermentación es realizada inmediatamente después de su recolecta. Su secado es delicado mediante la luz del sol, el calor y el enrollado. Rico en polifenoles-catequinas especialmente en galato de epigallocatequina - EGCG.

Puede utilizarse para la fermentación de la Kombucha pero el color de la misma no será tan intenso como si se usase té negro. (Eva muerde la manzana, s.f.).

Te oolong : Esta clase puede ubicarse entre el negro y el verde, de un característico tono azulado/violáceo es más suave que el negro, puede ser utilizado para la Kombucha pero tanto el verde como el negro funcionan mejor que este. Sus hojas son parcialmente fermentadas. El aspecto final de Kombucha es similar al que puede obtenerse con el té verde, siendo menos oscura que la obtenida con el té negro (Bendita Kombucha, 2021)

El té blanco: Es elaborado a partir de hojas y brotes inmaduros, tiene un tipo de procesamiento breve. Esta variedad no es la más indicada para la kombucha porque como es sometido a un proceso breve sus hojas no han madurado del todo y es necesario e ideal para una buena fermentación que las hojas del té a utilizar estén maduras, ya que el hongo necesita de estos compuestos químicos que se dan en la maduración de las hojas del té. (Eva muerde la manzana,s.f.).

Te rooibos : Esta clase de té es más bien del tipo herbal y no proviene de la *Camelia sinensis* si no de la *aspalathus linearis* una planta indígena de origen sudafricano. Es un té más bien dulce y herbáceo con un toque ahumado, no contiene cafeína. Puede utilizarse pero no es el más recomendado, el crecimiento del material se produce pero parece ser mas lento y menos resistente kombucha (Eva muerde la manzana,s.f.)

Te Puer o te Rojo : Conocido como el té de los Emperadores, es un te verde con un mayor proceso de maduración, se torna rojizo porque sus hojas son comprimidas. Es un te fermentado – por esta particularidad comparte características con el Kombucha- que se realiza mediante un proceso que data de hace unos 3000 años, viene presentado generalmente en forma de disco o la-

drillo. Puede ser almacenado durante varios años y continua cambiando su sabor.(Bendita Kombucha,2021). Puede utilizarse para la realización del Kombucha, pero suele ser más caro y difícil de conseguir por lo cual no es el más indicado.

Te Herbal: Estas infusiones no salen de la planta *Camelia Sinensis*, no aportan todos los nutrientes necesarios para alimentar al SCOBY por lo cual no pueden utilizarse para la elaboración del Kombucha. Puede ser utilizado combinado con té negro y/o verde con alta proporción de estos, aunque no es recomendable porque puede afectar el buen crecimiento del hongo, ya que resulta mucho más difícil controlar el ph del fermento.

Por último los té saborizados- como la variedad Earl Grey por ejemplo que contiene aceite de bergamota-no son recomendados para realizar Kombucha ya que en la mayoría de los casos tiene aceites o sabores artificiales que podrían dañar e interferir con el desarrollo del SCOBY.

Lo ideal es utilizar té orgánico pero con té común se logran también buenos resultados. En cuanto a la presentación puede utilizarse Té en hebras o bolsitas, en el caso del desarrollo del material durante la experimentación no han sido apreciados distintos resultados entre uno u otra presentación a excepción de que los sobres dejan un menor residuo en el cultivo.

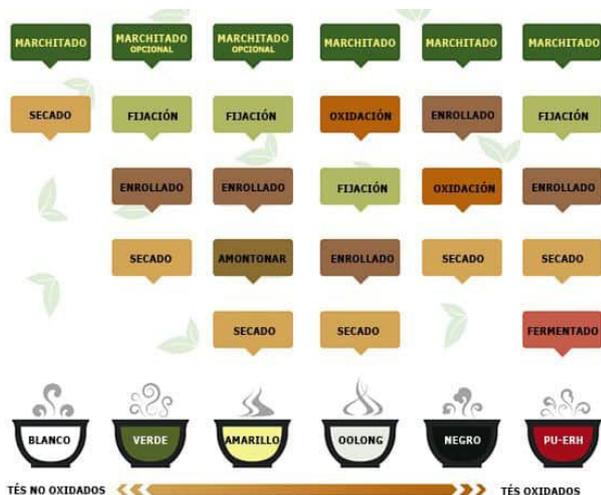


Figura 43. Tipos de Té. Recuperado de: <https://www.evamuerdelamanzana.com/wp-content/uploads/2013/05/elaboracion-del-te.jpg>

DESARROLLO DEL MATERIAL



Figura 44. Teñido té tono sobre tono.Foto de autoría propia.

PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CELULOSA BACTERIANA

Proceso de producción celulosa bacteriana

Insumos/ingredientes

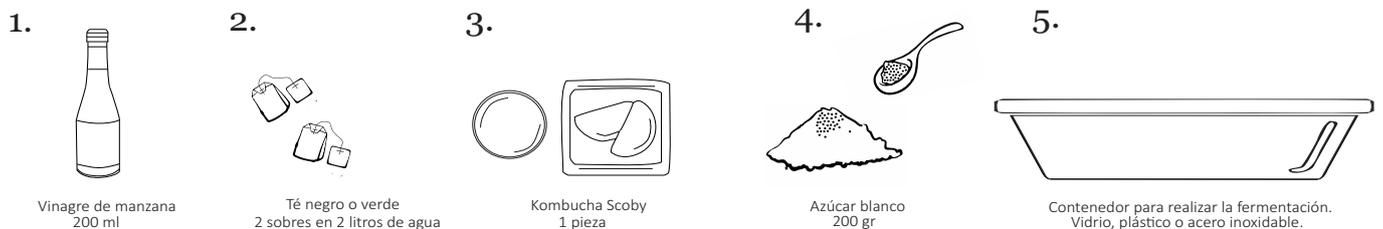


Figura 45. Cuadro de proceso de producción de celulosa bacteriana. Elaboración propia.

- Para este proceso de fabricación de celulosa bacteriana, se utiliza como base la serie de pasos que propone Lee en su proyecto denominado Biocouture.
- A modo de ejemplo las cantidades detalladas en el cuadro (Figura 45) corresponden a un cultivo que genera una muestra de material de 20x20 aproximadamente ya que el tamaño final del material está dado por el contenedor en el que se desarrolle el cultivo.
- Estas proporciones pueden ser utilizadas como referencia pero pueden ajustarse de ser necesario en función del recipiente, cantidad necesaria de material, entre otras.
- Tener en cuenta que a mayor contenedor se obtendrá un paño de material más grande.
- El proceso de producción se divide en cuatro etapas que se presentan a continuación en este mismo capítulo del trabajo de tesis, donde se detallan además las consideraciones a tener en cuenta en cada una de las etapas para el óptimo desarrollo del cultivo.
- Al final de las etapas se presenta una ficha técnica a modo de resumen para estandarizar el proceso y sintetizar los pasos necesarios para la obtención de celulosa bacteriana.
- A lo largo de todo el proceso es fundamental manipular el scoby y todos los elementos con manos limpias.

Paso a paso

Se dividen las etapas del proceso de producción en cuatro etapas:

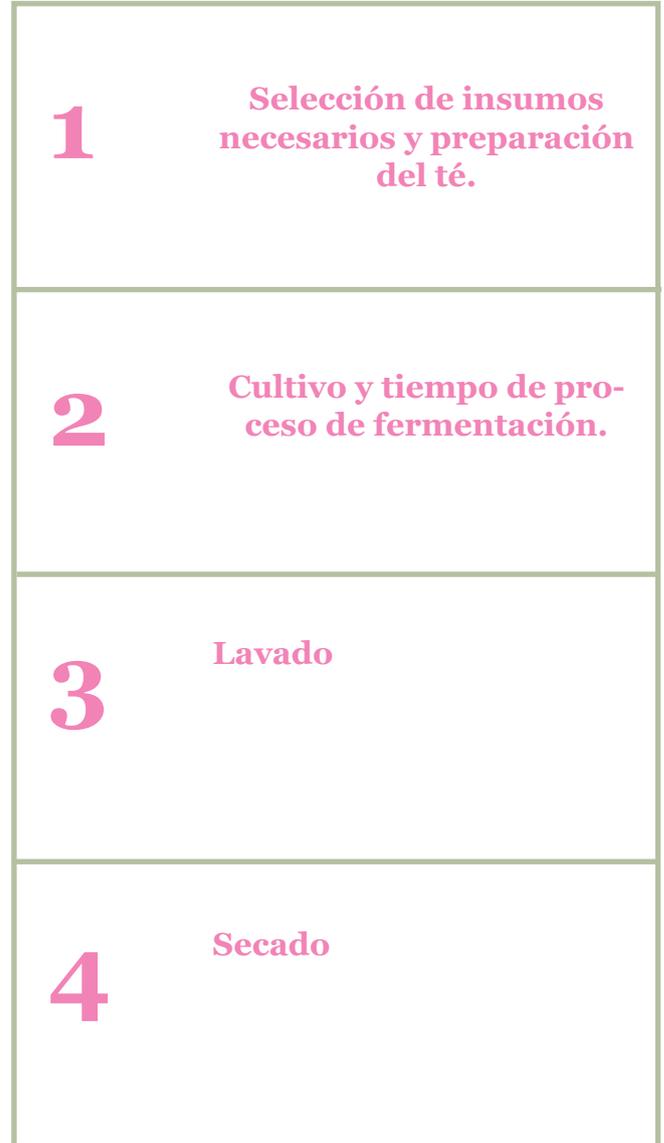


Figura 46. Paso a Paso. Elaboración propia.

Una de las cualidades más interesantes de este material es que su desarrollo es muy accesible ya que los insumos necesarios para su elaboración son de muy bajo costo y un primer acceso al proceso del cultivo puede desarrollarse de manera casera sin mayor acercamiento.

1 Selección de insumos necesarios y preparación del té.

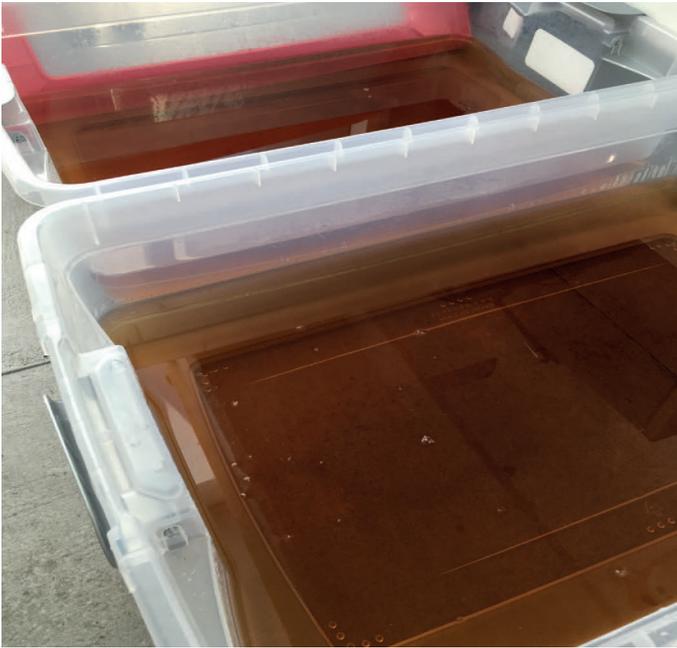


Figura 47. Té para fermentación. Foto de autoría propia.

El primer paso consiste en preparar el té: Hervir agua hasta alcanzar la temperatura de 100° y colocar los sobres de té. Dejar reposar hasta que esté frío. Una vez a temperatura ambiente verter el té en el contenedor donde se desarrollará el cultivo/proceso de fermentación.



Figura 49. Colocar azúcar. Foto de autoría propia.

Con el té a temperatura ambiente y en el contenedor donde se desarrollará el cultivo, agregar el azúcar y revolver hasta que esté disuelta. Luego agregar el vinagre.



Figura 48. Scoby para fermentación. Foto de autoría propia.

Por último agregar el scoby- se agrega en su estado natural, es decir húmedo- es muy importante manipularlo con las manos limpias para no contaminar el cultivo.

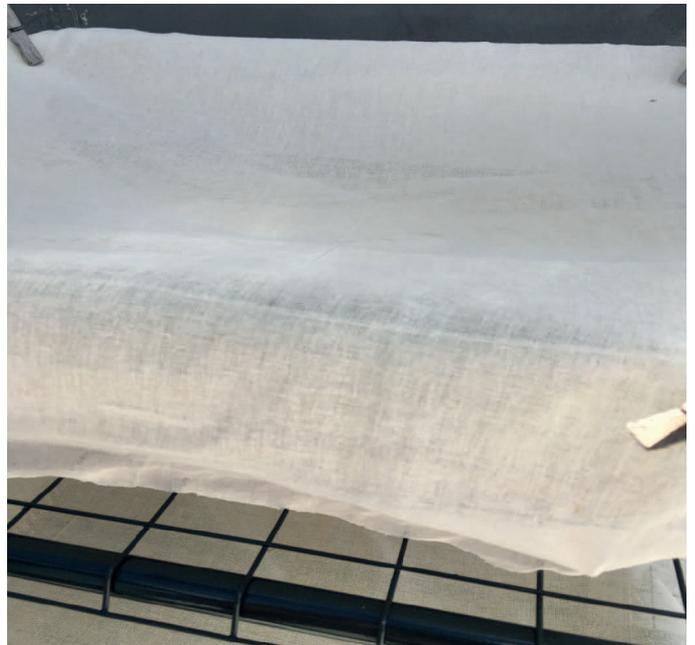


Figura 50. Cultivo tapado. Foto de autoría propia.

Tapar el cultivo y mantenerlo tapado durante todo el proceso de fermentación. Utilizar una tela de fibra natural que permita que el cultivo respire ya que el scoby necesita oxígeno para su desarrollo. No tapar con nylon ni cerrar herméticamente.

2 Cultivo y tiempo de proceso de fermentación



Figura 51. Comienzo del cultivo. Foto de autoría propia.

La temperatura ideal para el desarrollo del cultivo oscila entre 25° y 28°, igualmente a temperatura ambiente pueden desarrollarse normalmente. Al principio el cultivo para “hundirse” hacia el fondo pero pasadas las 48-72 horas comienza el proceso de fermentación. A la semana ya comenzarán a aparecer en la superficie del líquido burbujas y una capa fina transparente, esto indica que la fermentación ha iniciado correctamente.

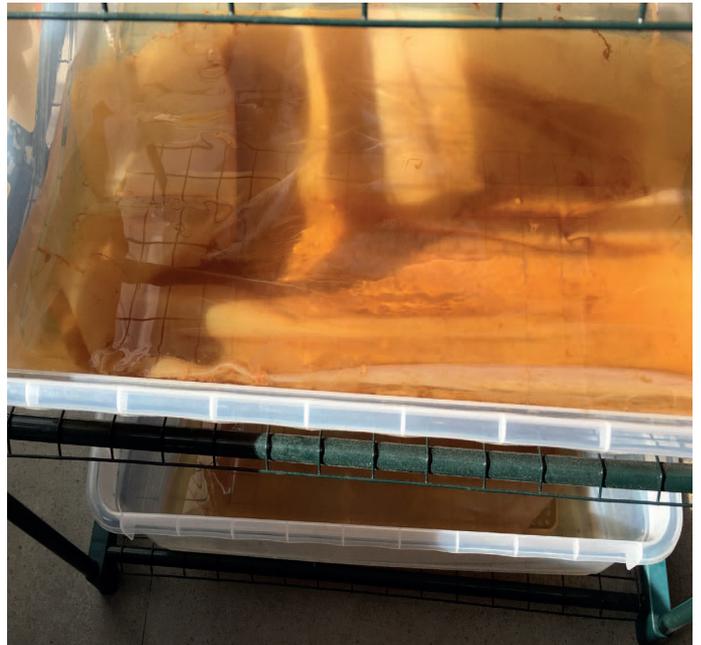


Figura 52. Capa de celulosa formada. Foto de autoría propia.

Cuando pueda verse una capa más densa (de 3 a 5 semanas) de un espesor al menos 1cm aproximadamente, es tiempo de retirarlo del contenedor. A mayor espesor más gruesa será la capa una vez seca. Se debe contemplar esto en función del uso que se le quiera dar al material.

3 Lavado



Figura 53. Estación de lavado. Foto de autoría propia.

Preparar un área para realizar el lavado y enjuagar la capa de celulosa con agua fría y jabón neutro. Es fundamental realizar esto con manos limpias y/o pueden utilizarse guantes.



Figura 55. Celulosa previo al lavado. Foto de autoría propia

El líquido que haya quedado en el contenedor no tiene porque ser desechado. Sirve como "starter" para próximas fermentaciones potenciando el desarrollo del cultivo. Reservar y guardar en un frasco- no tapar herméticamente-



Figura 54. Celulosa y jabón neutro. Foto de autoría propia.

Asegurar que no queden residuos de jabón ni de ningún tipo ya que una vez finalizado el lavado la capa de celulosa está lista para pasar al área de secado y una vez que el material esté seco será mas difícil limpiar el material.



Figura 56. Celulosa sin residuos. Foto de autoría propia.

Enjuagar nuevamente con agua fría, en esta etapa de lavado el cultivo conversa un olor avinagrado que se va eliminando en la etapa de secado. Luego de este paso la celulosa está lista para pasar al área de secado.

DESARROLLO
DEL MATERIAL

4 Secado



Figura 57. Estructura secado. Foto de autoría propia.

Disponer la capa sobre una lámina de madera, mdf o plástico y secar al aire libre con sol directo o sombra. Se experimentó con secado en placa de mdf y en bandeja de plástico logrando buenos resultados en ambos casos.



Figura 58. Celulosa bacteriana seca. Foto de autoría propia.

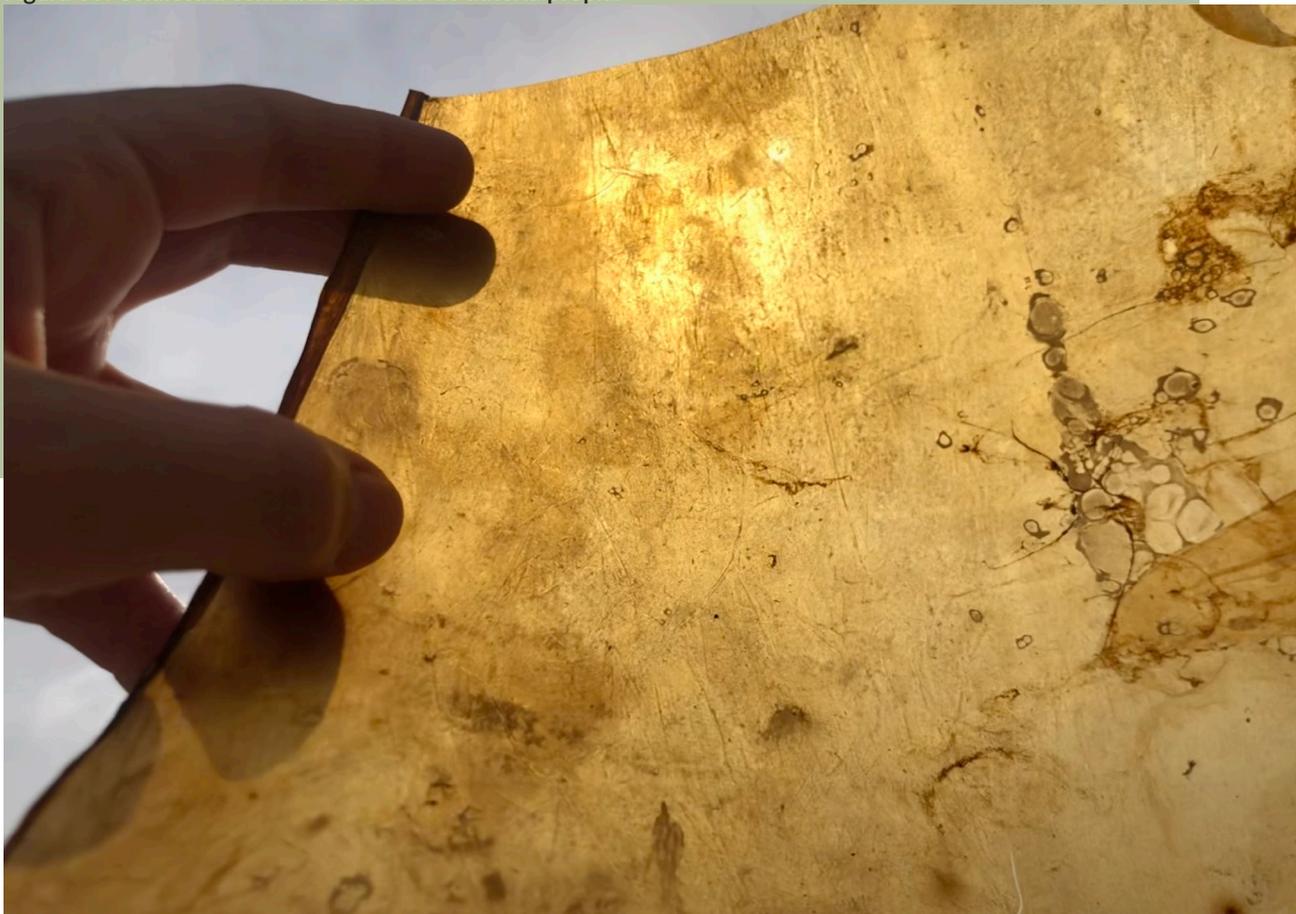
El tiempo de secado depende de las condiciones climáticas y del tamaño y espesor del cultivo, como referencia una lámina de celulosa de 30x30 y 2 cm de espesor demora en secarse con sol directo de 3 a 7 horas.

Una vez las láminas estén secas retirar de la placa de madera y colocar en una estructura limpia y dejar que terminen de eliminar el olor a vinagre que aún podrían tener. Esto disminuye considerablemente en la etapa de lavado y la etapa de secado termina de eliminar este olor característico.



Figura 59. Celulosa bacteriana a contraluz.Foto de autoría propia.

Figura 60. Celulosa a contraluz dos.Foto de autoría propia.



Semana 1

En la primer semana es esperable: comienzan a aparecer en la superficie burbujas y una capa fina transparente. Pueden verse las fibras de celulosa que están empezando a “armar” la celulosa bacteriana.



Figura 61. Primer semana 1. Foto de autoría propia.



Figura 62. Primer semana 2. Foto de autoría propia.



Figura 63. Primer semana 3. Foto de autoría propia.

Semana 2

En la segunda semana: el cultivo comienza a aparecer en la superficie del contenedor formando una nueva capa mas densa que la semana 1. Esto indica que el material esta generandose correctamente. La capa aún es transparente.



Figura 64. Segunda semana 1. Foto de autoría propia.

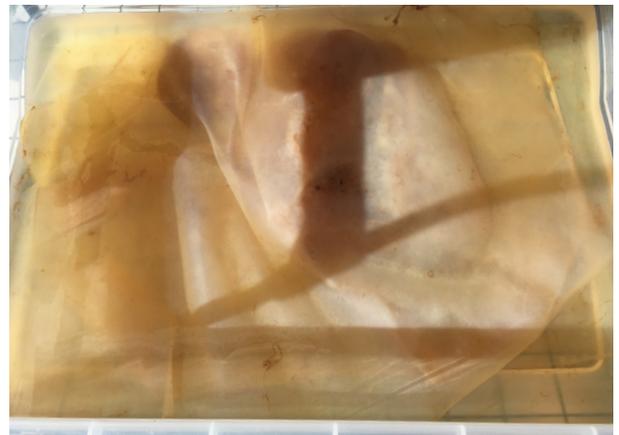


Figura 65. Segunda semana 2. Foto de autoría propia.



Figura 66. Segunda semana 3. Foto de autoría propia.

Semana 3

En la semana 3: en esta semana la capa es aún mas densa y a diferencia de las semana anteriores ya no es posible ver el scoby y el fondo del contenedor ya que la capa tiene una mayor densidad.



Figura 67. Tercer semana 1. Foto de autoría propia.



Figura 68. Tercer semana 2. Foto de autoría propia.

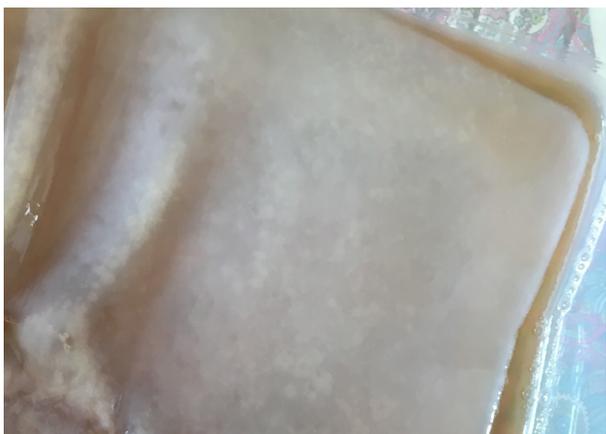


Figura 69. Tercer semana 3. Foto de autoría propia.

Semana 4

En la semana 4: En esta semana ya puede verse una capa con un espesor de 2 cm, logrado este espesor ya que es tiempo de retirarlo del contenedor. Si se deja una semana más o las condiciones climáticas son de mucho calor esta capa puede ser más espesa. Si bien 2 cm es un buen espesor para generar un material resistente, a mayor espesor en estado húmedo más grueso y rígido será el material resultante una vez seco.



Figura 70. Cuarta semana 1. Foto de autoría propia.



Figura 71. Foto de autoría propia.

CONSIDERACIONES

Consideraciones Azúcar

Además del té como elemento base es indispensable el uso de azúcar, el mejor azúcar es el blanco ya que al ser más refinado las levaduras pueden descomponerlo más fácilmente (Bendita Kombucha, 2019) puede utilizarse también azúcar orgánico pero este es más recomendable si la kombucha va a ser para consumo y no quieren ingerirse químicos utilizados en el cultivo de la caña.

Para el desarrollo del material el elegido fue azúcar blanco común y funciona perfectamente. Puede utilizarse azúcar rubio o mascabo, existen también una serie de endulzantes no recomendados por ejemplo jarabe de agave, fructosa, estos no funcionan para el desarrollo del cultivo ya que el fermento necesita glucosa y estos contienen solo fructuosa.

Tampoco deben utilizarse edulcorantes de ningún tipo como por ejemplo el Stevia ya que estos no tienen fructuosa ni glucosa por lo tanto no favorecerán el desarrollo del cultivo.(Bendita Kombucha,2021).

Consideraciones vinagre

La “receta” utilizada en este investigación de Tesis, es la proporcionada por Suzanne Lee en su trabajo Biocouture. Lee utiliza vinagre, que si bien no es estrictamente necesario para el desarrollo del cultivo, contribuye a evitar que el cultivo se contamine con la presencia de hongos no deseados en el cultivo que puedan perjudicar al scoby y a la capa final de celulosa. Por otro lado agregar vinagre al cultivo inicial ayuda a bajar mas rápidamente el ph del Té para que el cultivo pueda

desarrollarse correctamente.

Cuando la kombucha es fermentada para consumo no es necesario agregarle vinagre (solo se necesita te,azúcar y el scoby como fermento inicial o starter), de hecho si la kombucha se deja más tiempo de lo necesario puede “avinagrarse” y convertirse en lo que se denomina como vinagre de Kombucha. A efectos de desarrollo del cultivo como material esto no afecta.

Conideraciones Tipos de Té

Las consideraciones respecto al Té ya fueron descritas anteriormente en este trabajo de Tesis (ver ¿Qué es el Té?).

Consideraciones recipiente

Lo ideal para potenciar el desarrollo del cultivo es utilizar vidrio o plástico. Los contenedores o recipientes de metal no son aconsejables ya que pueden afectar la calidad del cultivo al entrar en contacto con los microorganismos presentes en el Scoby. El unico metal con excepección a este punto , es el acero inoxidable que puede ser utilizado para el cultivo. Es fundamental no llenar de liquido el recipiente ya que el cultivo necesita oxígeno par poder desarrollarse, llenar no más de 3/4 del recipiente con líquido.

Consideraciones Scoby

Al momento de colocar el scoby en el recipiente donde se desarrollará el cultivo el mismo debe estar en su estado natural - húmedo- y gelatinoso. Pueden utilizarse tambien scobys secos - ya que continua la presencia de microorganismos-

pero lo ideal es que este húmedo para que el cultivo se desarrolle mejor y más rápido. No es necesario usar toda la pieza, la misma puede cortarse y continúa teniendo el mismo efecto en el proceso de fermentación.

Consideraciones generales del proceso

Es muy importante lavar con jabón neutro los recipientes y elementos que se utilizarán para el cultivo. No deben quedar restos de jabón ni otras sustancias que puedan alterar las condiciones y ph del cultivo. Siendo indispensable también manipular siempre el scoby y demás elementos con las manos limpias y/o guantes.

Durante el proceso de fermentación el recipiente debe estar cubierto con una tela que le permita respirar, preferentemente 100 % algodón. No tapar con nylon ni cerrar hermeticamente.

La temperatura ideal para el crecimiento de la capa de celulosa bacteriana oscila entre 25°-28°, de igual manera el cultivo crece a temperatura ambiente y en verano por las condiciones climaticas de mayor calor , el cultivo se desarrolla más rapidamente. Normalmente el tiempo de desarrollo del cultivo es de 4 a 5 semanas, en verano este tiempo se acelera pudiendo ver resultados consistentes de 3 a 4 semanas.

Considerar que la celulosa bacteriana tiene un alto componente de agua, por lo tanto al secarse reduce un poco su tamaño y espesor, como referencia una capa de celulosa húmeda con un espesor de 2cm al secarse tendrá un espesor de entre 1 y 1,4 cm , perdiendo también peso.

EXPERIMENTACIÓN CON TEÑIDOS.

Consideraciones teñidos:

Se realizan distintas pruebas de teñido:

- 1. Teñido con elementos naturales: cúrcuma y flor de hibisco.
- 2. Teñido con colorantes para torta.
- 3. Variando tipo y cantidad de Té utilizado, aprovechando la cualidad natural del material.
- Si bien se experimentaron diferentes maneras de teñir el material, todas dieron buenos resultados. En todos los casos se logran colores definidos y que se impregnan fácilmente el material generando teñidos uniformes.

Se enumeran algunas consideraciones:

1. Lo ideal es teñir la celulosa antes de la etapa de secado, de esta forma se logran mejores resultados ya que el pigmento se adhiere muy fácilmente mientras la “capa” de celulosa continua húmeda. En este punto se experimenta con cúrcuma.
2. También puede realizarse el teñido durante el cultivo, pero en este caso puntual se debe tomar especial cuidado y utilizar solo productos naturales, ya que otros elementos que tengan químicos por ejemplo interfieren negativamente en el desarrollo del cultivo. En este caso se experimenta con teñido durante el

cultivo utilizando flor de hibisco.

3. Una vez seco el color es muy similar al que se genera durante el teñido No hay casi desperdicio ya que la celulosa absorbe de toda la intensidad del pigmento.
4. En este trabajo de tesis se experimenta con este tipo de teñidos para que el material continúe teniendo la característica de compostabilidad, pero de querer utilizar otro tipo de teñido o pigmento que no cumpla con estos principios el material también puede ser teñido con tintes industriales.

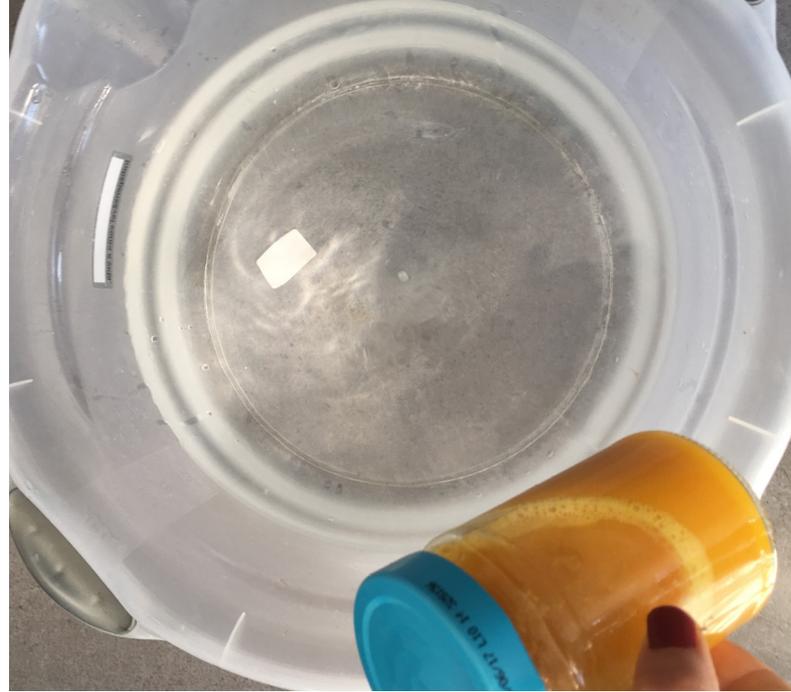


Figura 74. Tinte natural de cúrcuma. Foto de autoría propia.



Figura 75. Teñido con cúrcuma. Foto de autoría propia.



Figura 76. Teñido con cúrcuma 2. Foto de autoría propia.



Figura 72. Teñidos con flor de hibisco en fermentación. Foto de autoría propia.



Figura 73. Teñido con flor de hibisco. Foto de autoría propia.

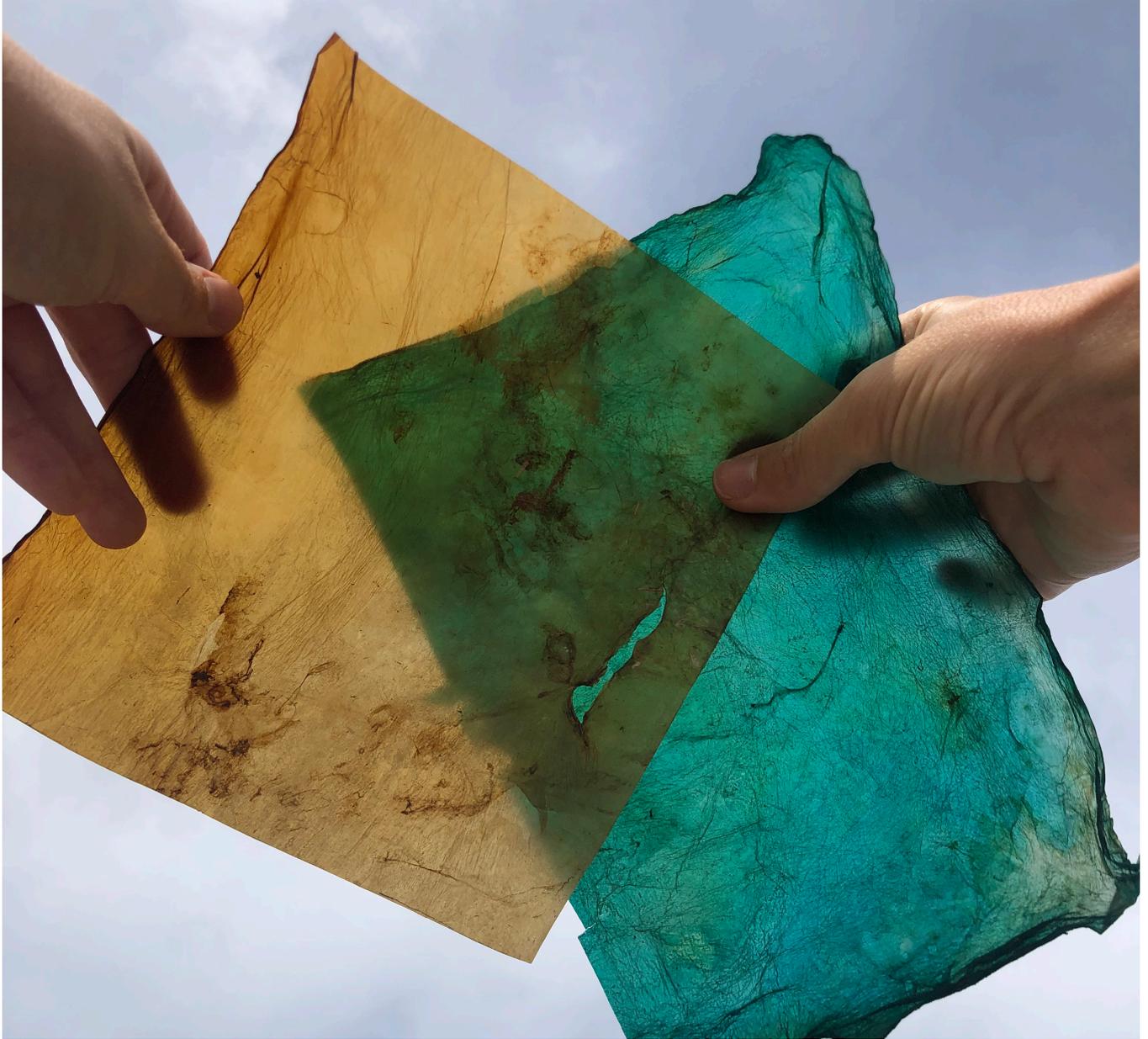


Figura 77.Celulosa bacteriana teñida a contraluz.Foto de autoría propia.



Figura 78. Celulosa bacteriana teñida con colorantes para torta. Foto de autoría propia.

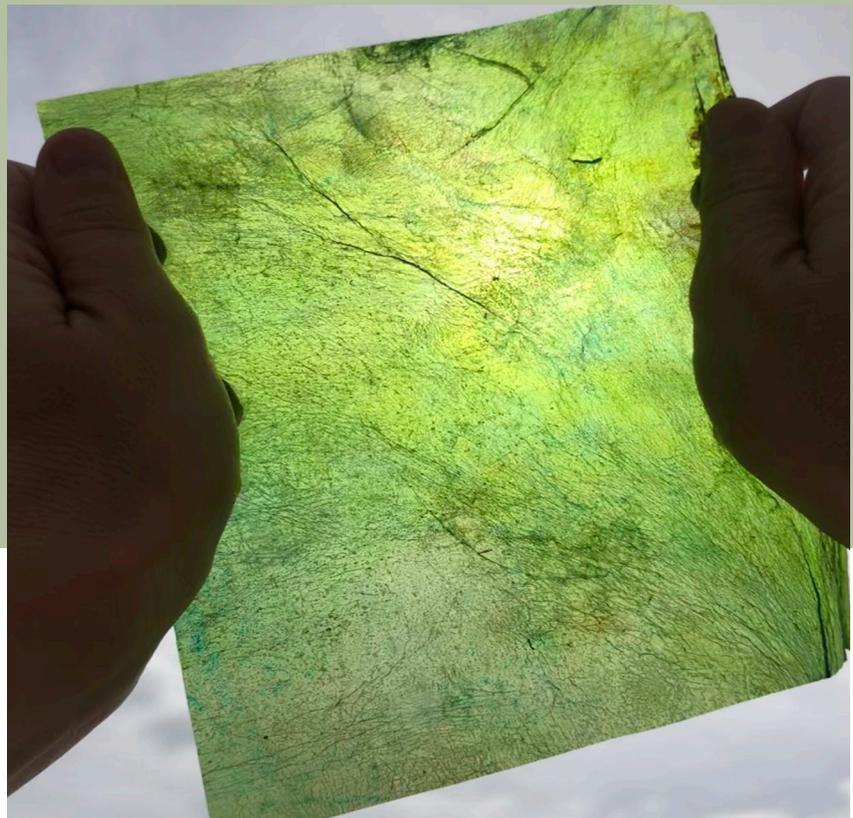


Figura 79. Muestras celulosa bacteriana a contraluz. Foto de autoría propia.

FICHA TÉCNICA DE PRODUCCIÓN

A continuación se presenta una ficha de producción para poder resumir y estandarizar el proceso de celulosa bacteriana. Es necesario tener en cuenta las consideraciones presentadas anteriormente pero esta ficha permite realizar la fermentación sin tener experiencia previa.

Esta ficha técnica es una base para realizar el procedimiento donde se utiliza un recipiente específico a modo de ejemplo, pero siguiendo las consideraciones de material la fermentación puede realizarse en cualquier recipiente que cumpla con las características.

Esta ficha resume el proceso de producción de la celulosa bacteriana pudiendo ser utilizada como base para cualquier persona que desee tener un acercamiento a la producción de celulosa bacteriana.

Las proporciones deben utilizarse como base y el recipiente utilizado en este ejemplo y no es necesario utilizar un recipiente idéntico al presentado en esta ficha.

Puede utilizarse otro contenedor (de mayor capacidad) para obtener un paño más grande de celulosa, recordar que la capa de celulosa adquiere la forma del recipiente en donde se realizar el cultivo, es necesario ajustar el recipiente y las proporciones del proceso base.

FICHA TÉCNICA DE PRODUCCIÓN

Materiales	Descripción	Cantidad	Proveedor
Agua	Agua potable	2 litros	OSE
Sobres	Té Negro	2 sobres	Montesol Devoto
Scoby	colonia de bacteria y levadura	1 pieza	Donación
Azúcar	Blanca	200 gr	Bella Unión Devoto
Vinagre	De manzana	200 ml	Gamberoni Devoto



PROCEDIMIENTO/PASO A PASO

1. En una olla hervir el agua para el Té , una vez que alcanza los 100° colocar los sobres de Té.
2. Esperar que el mismo tome temperatura ambiente.
3. Colocarlo en el recipiente donde se realizará la fermentación. Se aconseja vidrio o plástico, si se desea utilizar metal debe ser acero inoxidable.
4. Colocar el azúcar y revolver hasta disolver.
5. Agregar el scoby- no es estrictamente necesario utilizar una pieza entera, puede fraccionarse de ser necesario-.
6. Agregar el vinagre.
7. Tapar el recipiente donde se iniciará el cultivo con una tela que permita respirar, ideal usar lienzo de algodón.
8. Esperar hasta observar que se forma una capa "gelatinosa". En la primer semana ya se puede visualizar la formación de la misma.
9. Entre 3 y 4 semanas el cultivo estará listo para ser retirado. Como indicador observar que la capa tenga al menos 1 cm de espesor.
10. Una vez logrado este espesor sacar el cultivo del contenedor y lavarlo con jabon neutro.
11. Secarlo al aire libre (con o sin sol directo ya que esto no afecta el resultado final) en una superficie de plástico o madera.
12. Una vez seco ya puede utilizarse el material.

RECIPIENTE Y CONDICIONES

RECIPIENTE	TIEMPO DE CULTIVO	CONDICIONES
Plástico redondo 5l- 20 cm de diámetro	3 semanas	Temperatura ambiente, verano, períodos sol directo

OBSERVACIONES MUESTRA

- Aspecto similar al cuero, similitudes con la lonja y el papel.
- Facilmente manipulable.
- No se arruga.
- Pierde considerablemente el olor a vinagre a medida que se seca.
- Una vez seco reduce su tamaño y pierde peso por la evaporación del agua.

DIMENSIONES

Peso

Peso inicial húmedo:

190 gramos. Muestra de 20 cm de diámetro con 1 cm de espesor en estado húmedo.

Peso final seco:

100 gramos. Muestra de 20 cm de diámetro con 5 mm de espesor una vez seca.

Tamaño

Tamaño inicial:

circunferencia de 20 cm de diámetro.

Tamaño post-secado:

circunferencia de 19 cm de diámetro.

4

CAPÍTULO CUATRO

PROTOTIPOS Y VALIDACIÓN



Figura 81. Muestras celulosa bacteriana. Foto de autoría propia.



¿PORQUE PACKAGING DE SCOBY COMO ALTERNATIVA SUSTENTABLE A ENVASES PLASTICOS DE UN SOLO USO?

Luego de la investigación y muestras realizadas se entiende que el material desarrollado a base de celulosa bacteriana podría servir como alternativa sustentable a los plásticos de un solo uso.

La primera gran ventaja que tendría el uso de este material para sustituir envases plásticos de un solo uso – en la industria alimenticia- es su característica de Biodegradabilidad. Por lo tanto luego de su uso, su posterior desecho – por más rápido que sea – no sería un problema. El material se degradará naturalmente o podría ser utilizado como compost mezclándose con distintos desechos orgánicos como cascaras de frutas y verduras.

Si bien el material no es indicado para almacenar líquidos, ya que el mismo no es resistente al agua, serviría para almacenar alimentos que contengan alguna sustancia de este tipo o salsa por un breve tiempo (Sicher,2018) ,por lo tanto podría servir como recipiente de ensaladas o comidas con salsas que sean rápidamente consumidas por ejemplo en festivales gastronómicos.

Sin embargo, una vez seco el cultivo, si al material se le coloca cera de abeja o aceite de coco, se produce un efecto impermeabilizante que aumenta considerablemente su resistencia a los líquidos.

La fibra de celulosa es muy absorbente y más resistente al agua que el papel. Por lo tanto

sería apta para envasar alimentos secos a granel. Podría utilizarse también como pequeños contenedores de “snacks” secos – fruta deshidratada, semillas, almendras, nueces, entre otros frutos secos- o azúcar y edulcorante.

Como otra propiedad del material, el mismo puede adquirir la forma del recipiente donde es cultivado, por lo tanto podrían desarrollarse contenedores con una forma específica y de esta forma evitar el desperdicio de material en el desarrollo de algún packaging puntual.

Una vez seca es posible doblarla y cortarla como una hoja de papel. Si aún esta mojada o es sumergida en agua durante algunos minutos adquiere una textura más suave y moldeable en figuras más orgánicas(Sicher,2018)

El scoby es comestible en todas sus fases y esta “vivo” también cuando se seca de esta forma mantiene muchas características de su efecto probiótico aun en este estado. Es apto tanto para humanos como para animales (Sicher,2018).

Otra gran cualidad es que el material puede teñirse fácilmente – durante su cultivo o posteriormente- con colorantes naturales de alimentos como por ejemplo cúrcuma o remolacha o con colorantes comestibles utilizados en pastelería. Adquiere el color del pigmento fácilmente y esto permite la personalización para algún producto o marca específico.

De esta investigación y conclusiones surge KO-PLASTIK que es el nombre elegido para agrupar el desarrollo de los prototipos que se realizan con el objetivo de poder evaluar las posibilidades de este material como alternativa a los plásticos de un solo uso.



- Biodegradable y compostable
- Vegano
- Sin uso ilimitado de recursos no renovables en su fabricación. A diferencia de la celulosa tradicional no es necesaria la deforestación para generar este tipo de celulosa. Por lo tanto contribuye a la biodiversidad y al mantenimiento de los bosques.
- Puede ser teñido fácilmente con tintes naturales, absorbe los tintes fielmente logrando colores vibrantes.
- Circularidad. Al ser un biomaterial totalmente compostable, puede ser reciclado y generar compost de calidad cerrando el ciclo.
- Adaptable a la forma del recipiente donde es cultivado. Puede ser moldeado de forma puntual.
- Responde al calor. Posibilidad de termosellado.
- Puede ser utilizado para envases de productos secos a granel, snacks, como contenedor para comida para llevar o en festivales gastronómicos.
- Como barrera y tipo “film” para la conservación de alimentos.

Figura 82. Cuadro Ko-plastik. Elaboración propia.

INTERVENCIONES MATERIAL

En este punto se realizán algunas intervenciones al material para evaluar sus posibilidades principalmente para evaluar sus posibilidades de unión, las cuales son necesarias para el posterior desarrollo de algunos de los prototipos.

CORTE

Se utilizan distintas herramientas de corte para evaluar la respuesta de material. Los elementos utilizados son:

- **Tijera para tela**
- **Tijera para tela zigzag**
- **Trincheta**



Figura 83. Corte con tijera zigzag. Foto de autoría propia.

COSTURA

En este caso el objetivo es evaluar las posibilidades de unión del material mediante costuras. Se utiliza una maquina de coser familiar y se realizan pruebas con distintas costuras.

- **Puntada recta recta**
- **Puntada zigzag**



Figura 85. Costura recta. Foto de autoría propia.

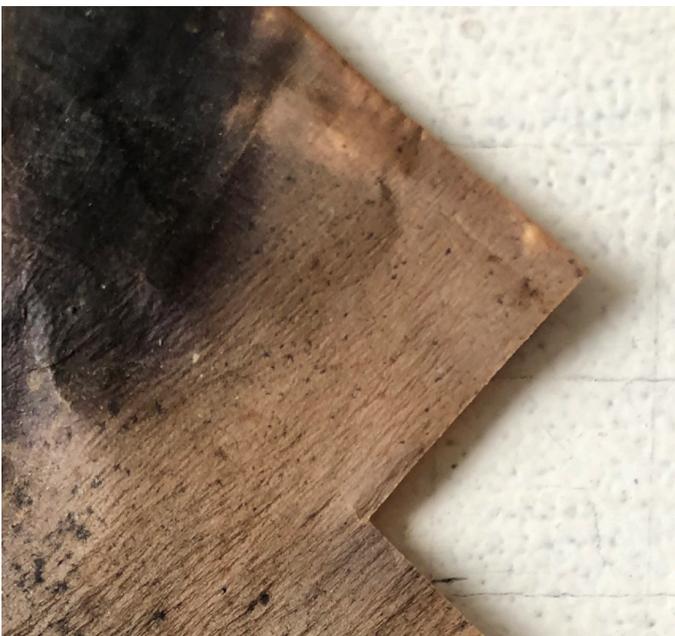


Figura 84. Celulosa bacteriana al corte. Foto de autoría propia.



Figura 86. Costura zigzag. Foto de autoría propia.

MARCADO

Se realizan distintas pruebas de marcado buscando determinar la efectividad de cada una de las tintas utilizadas.

Los elementos utilizados son:

- Lápiz blanca
- Marcador permanente color negro
- Lápiz azul y negro



Figura 87. Marcado uno. Foto de autoría propia.

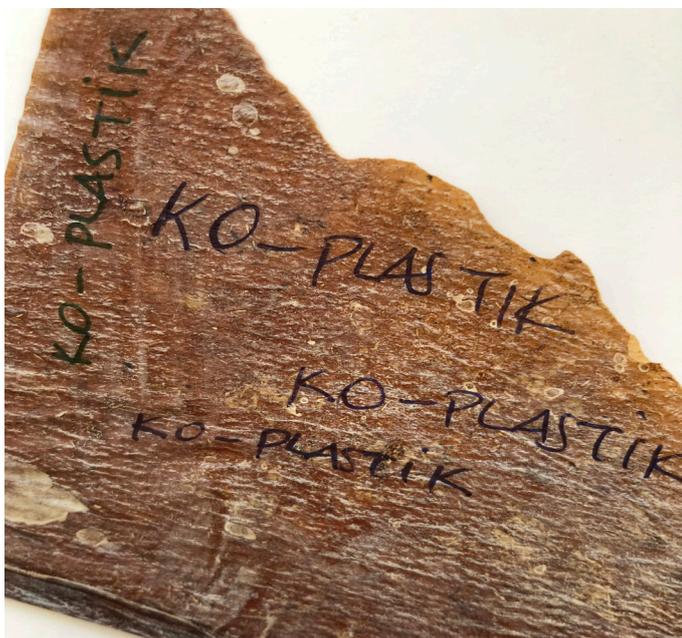


Figura 88. Marcado dos. Foto de autoría propia.

CONCLUSIONES INTERVENCIONES

Luego de intervenciones realizadas se obtiene los siguientes resultados:

CORTE: En el caso del corte, el material responde bien a el corte de todos los elementos utilizados. La terminación que las distintas herramientas de corte le dan al material es de aspecto prolijo y resistente. Al igual que se utiliza en el cuero por ejemplo puede considerarse sin problema trabajar la terminación de este material “al corte”.

COSTURA: Se utiliza una máquina de coser familiar, y se prueban dos tipos de puntada. Respecto a la costura recta el material responde perfectamente y las uniones realizadas quedan prolijas y resistente, aun uniendo mas de una capa. Se realizarón pruebas uniendo dos y tres capas y las mismas se vinculan correctamente.

Al utilizar la puntada de costura zigzag los resultados no fueron tan óptimos como los de la costura recta. La costura no queda prólija y es poco resistente. Llegando a romper el material. No es aconsejable esta costura salvo que la capa de celulos sea muy gruesa .En ambas puntadas se debe tener en cuenta que una vez que se realizó la costura, y si debe sacarse el hilo por alguna razón el material queda perforado.

MARCADO: En el caso del marcado con distintos marcadores y lapiceras, los resultados son buenos en todos los casos ya que la celulosa bacteriana tiene grandes similitudes con el papel.

Se realizan algunas otras intervenciones en el material como por ejemplo el plegado, para realizar los distintos prototipos que se presentan mas adelante en este trabajo de tesis.

PROTOTIPO A

Como primer prototipo se realiza una pequeña bolsa para alimentos secos.

El objetivo es probar la resistencia y el uso para este tipo de alimentos.

MATERIALES

- Capa de celulosa seca
- Tijera
- Regla
- Fuente de calor o selladora
- Máquina de coser familiar

PROCEDIMIENTO/PASO A PASO

1. Para realizar este prototipo es necesario que la “capa” de celulosa bacteriana se encuentra seca.
2. Medir con la regla y cortar un rectángulo del doble de la medida que se quiere realizar la bolsa final.
3. Doblarlo a la mitad.
4. Sellar con calor - en este caso se utiliza calor directo de ornalla de cocina- la parte inferior y el lateral que está abierto. El tiempo es variable según la muestra y la fuente de calor que se utilice, estará listo cuando el material se una bien en ambos lados.
5. Presionar con la regla en los lugares donde se aplicó calor para terminar de sellar.
6. Llenar la bolsa con elementos secos, en este caso se utiliza arroz, pero puede ser otro elemento como frutos secos, café, etc

Consideraciones prototipo A:

- Con el tiempo y varios usos la resistencia del termosellado no fue buena despegándose en uno de los lados. Una opción sería probar la resistencia con una termoselladora industrial o coser ambos lados de la bolsa. En este caso se decide probar cosiendo la bolsa con máquina de coser familiar utilizando costura recta lográndose una buena resistencia.



Figura 89. Bolsa de celulosa bacteriana.Foto de autoría propia.



Figura 91.Detalles bolsa de celulosa bacteriana.Foto de autoría propia.



Figura 90.Bolsa de celulosa bacteriana con arroz.Foto de autoría propia.

PROTOTIPOS
Y VALIDACIÓN

PROTOTIPO B

El objetivo de este prototipo es evaluar como funcionaría la celulosa bacteriana como “film” para alimentos. Con el objetivo de proponer una alternativa al film plástico.

MATERIALES

- Capa de celulosa seca
- Tijera o trincheta
- Recipiente redondo tipo bowl
- Pincel de silicona
- Aceite de coco

PROCEDIMIENTO/PASO A PASO

1. Asegurarse de que la capa de celulosa con la que se va a trabajar este seca y limpia.
2. Usando el recipiente redondo como referencia cortar una circunferencia 2,5 cm mayor que la circunferencia del contenedor.
3. Cortarla la circunferencia con trincheta o tijera.
4. Utilizando el pincel de silicona pintar la circunferencia con aceite de coco, el aceite debe estar a temperatura ambiente.
5. Dejar secar por 30 minutos aproximadamente,
6. Una vez seco moldear la capa de celulosa y colocar como protección de alimentos.

Consideraciones prototipo B:

- En el caso puntual de este prototipo la capa de celulosa fue previamente teñida con colorante para torta- ver consideraciones teñidos- pero esto no es un requisito para el prototipo ya que puede realizarse perfectamente con la celulosa sin teñir.
- Cabe destacar que se realizaron pruebas llevando el film a la heladera comprobando que el material resiste. Si pierde maleabilidad repetir el proceso de pincelar el material con aceite de coco.
- En este se realiza un molde redondo pero el mismo procedimiento aplica para otras formas que se necesiten en función de los recipientes que se quieran proteger.



Figura 92. Bolsa de celulosa bacteriana.Foto de autoría propia.



Figura 94. Detalles bolsa de celulosa bacteriana.Foto de autoría propia.



Figura 93.Bolsa de celulosa bacteriana con arroz.Foto de autoría propia.

PROTOTIPO C

El objetivo de este prototipo es desarrollar una bolsa con fuelle, similar a la utilizada en panaderías por ejemplo. Se utiliza un molde de bolsa con fuelle.

El prototipo C es realizado con celulosa bacteriana teñida con colorante para torta color verde.

MATERIALES

- Capa de celulosa seca
- Tijera
- Regla
- Molde bolsa fuelle
- Máquina de coser familiar
- Hilo para coser 100 %

PROCEDIMIENTO/PASO A PASO

1. Para realizar este prototipo es necesario que la “capa” de celulosa bacteriana se encuentra seca.
2. Marcar el material utilizando un molde de bolsa con fuelle como referencia.
3. Cortar
4. Plegar el material antes y verificar que el molde es correcto y la bolsa se arma.
5. Coser el molde a máquina con puntada recta. Primero coser ambos lados del molde donde está el fuelle y luego uno de los extremos.
6. Dejar uno de los extremos sin coser ya el extremo superior será el de acceso a la bolsa.

Consideraciones prototipo C:

- En este caso el molde se llena con maní y se prueba su resistencia.
- Este mismo prototipo podría escalarse y almacenar productos panificados por ejemplo, reemplazando el uso de la bolsa de papel o cartón tradicional.
- También serviría para reemplazar las bolsas de plástico o nylon en tiendas donde se venden alimentos secos a granel. Ejemplo: tiendas de productos naturales, mercados, entre otros.



Figura 94. Bolsa de celulosa bacteriana.Foto de autoría propia.



Figura 96. Detalles bolsa de celulosa bacteriana.Foto de autoría propia.



Figura 95.Bolsa de celulosa bacteriana con arroz.Foto de autoría propia.

PROTOTIPO D

El objetivo de este prototipo es evaluar como funcionaría una bandeja de celulosa bacteriana. Se toma como referencia la bandejas de espuma plast. La propuesta es que el prototipo D pueda ser utilizado como bandeja en festivales gastronómicos.

MATERIALES

- Capa de celulosa húmeda
- Bandeja como molde de referencia.
- Jabón neutro

PROCEDIMIENTO/PASO A PASO

1. Para realizar este prototipo es necesario que la capa de celulosa esté húmeda.
2. Retirar la capa de celulosa del contenedor del cultivo, lavarla con jabón neutro y agua fría.
3. Disponer la capa de celulosa sobre una bandeja que actuará como molde de referencia. En este caso puntual se utiliza una bandeja de espuma plast.
4. Moldear con las manos la capa de celulosa bacteriana cubriendo toda la superficie de la bandeja y tener especial atención en los bordes.
5. La forma en que se coloque la capa de celulosa sobre el molde determinará la forma final de la bandeja.
6. Secar al aire libre, en este caso fue con sol directo durante aproximadamente 5 horas. Una vez seco retirar del molde y la bandeja estará lista.

Consideraciones prototipo D:

- Para este caso puntual se utiliza una bandeja de espuma plast, la bandeja se obtuvo de una compra realizada en el supermercado donde venían frutas. Si se hiciera el molde a gran escala podrían utilizarse estas mismas bandejas - ya que su mayoría son desechadas inmediatamente - o podría generarse un molde con material reciclado.
- Tener en cuenta el grosor del material en estado húmedo, para este prototipo se utiliza una capa con un espesor de 1cm generando un molde resistente. A mayor espesor en estado húmedo, mayor grosor/resistencia.



Figura 97. Bandeja de celulosa bacteriana en situación de uso. Foto de autoría propia.



Figura 98. Detalles prototipo bandeja. Foto de autoría propia.



Figura 99. Bandeja de celulosa bacteriana. Foto de autoría propia.

PROTOTIPOS Y VALIDACIÓN

OTROS PROTOTIPOS

Se presentan a continuación otros prototipos que formaron parte de la experimentación en la investigación de los posibles aplicaciones de la celulosa bacteriana.

SOBRE PARA AZÚCAR



Figura 100. Sobre de azúcar. Foto de autoría propia.

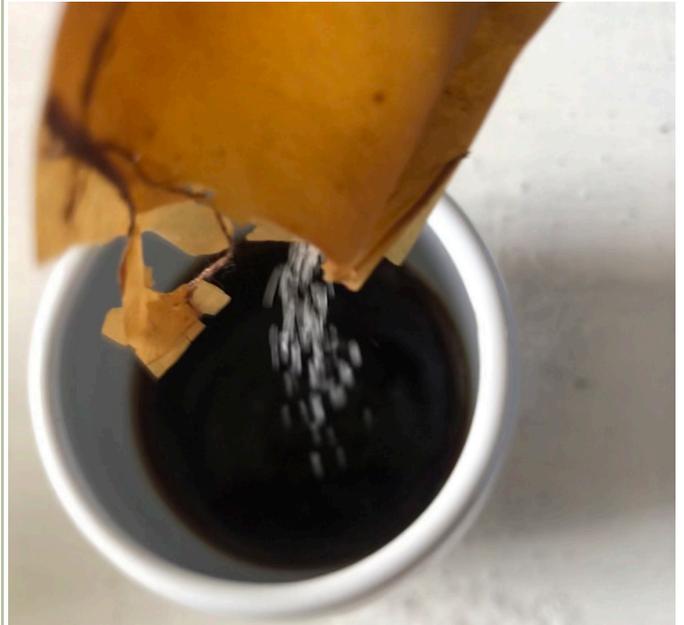


Figura 101. Sobre de azúcar 2. Foto de autoría propia.

La celulosa bacteriana parece ser una buena opción para realizar pequeños envases o sachets que puedan almacenar condimentos secos. Para condimentos tipos salsas se podría evaluar colocar una capa impermeabilizante.

BOLSA CON FUELLE



Figura 102. Bolsa 1. Foto de autoría propia.



Figura 103. Bolsa 2. Foto de autoría propia.

Se experimenta realizar una bolsa con fuele de tamaño mediano (14x8cm) la bolsa se arma una vez con el material seco y es necesario evaluar que tipo de pegamento usar teniendo que el material no pierda su principio de compostabilidad. Este trabajo de tesis no profundiza en el tipo de pegamentos que deben utilizarse, pero se sugieren algunos que podrían ser considerados para evaluar sus posibilidades, entre ellos: goma natural de acacia, cascola o evaluar las posibilidades del material en estado húmedo ya que tiene la capacidad de “pegarse” naturalmente en ese estado.

SOBRE DE TÉ

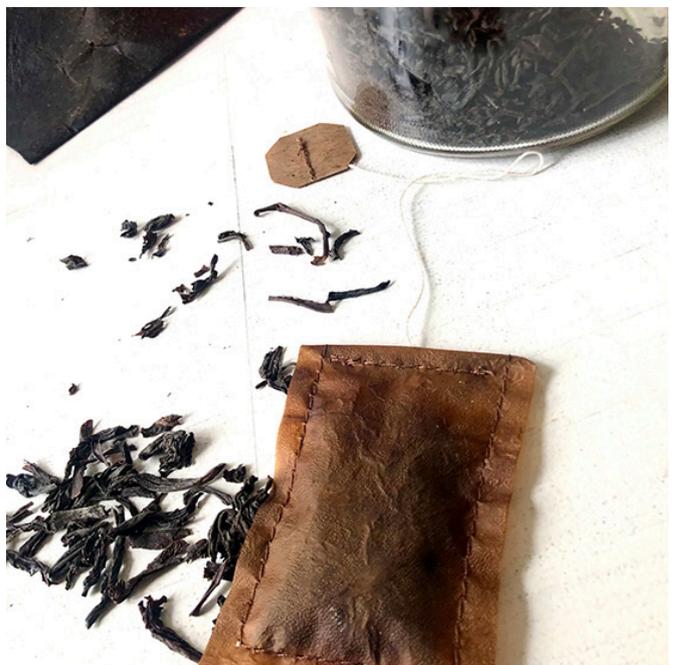


Figura 104. Sobre de Té 1. Foto de autoría propia.

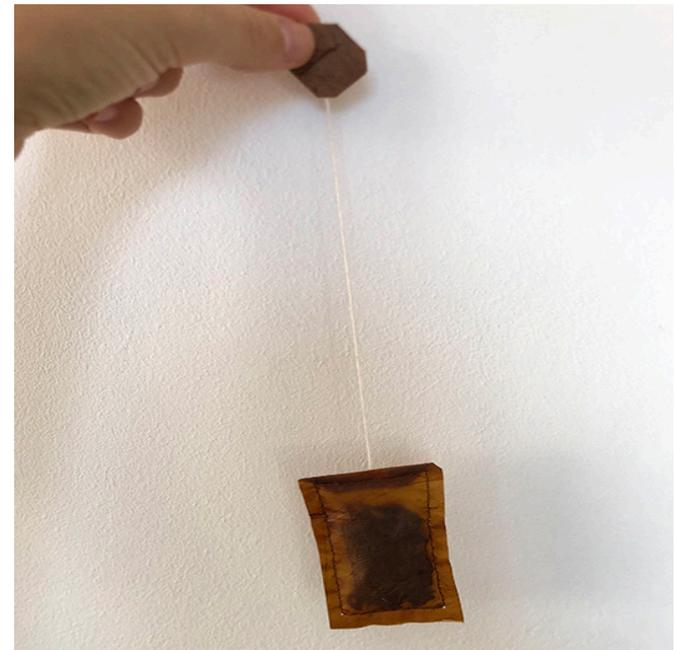


Figura 105. Sobre de Té 2. Foto de autoría propia.

La realización de sobres de Té resulta un uso muy interesante, en primer lugar porque se realiza el empaque con el mismo material de donde proviene y esto se entiende como una gran ventaja y recurso interesante. Por otro lado la celulosa bacteriana no es resistente al agua pero tampoco es soluble en esta, por lo cual en contacto con el agua del Té simplemente vuelve a su estado original (tipo gelatinoso) pero sin desgranarse lo cual lo vuelve una opción interesante para esta aplicación. Se debe considerar que al humedecerse puede transferir un leve sabor a Kombucha al Té. Es necesario realizar un estudio de migración y tener en cuenta los criterios establecidos para cada sustancia. Para esto es necesario tener en cuenta el reglamento Bromatológico Nacional y evaluar específicamente cada caso.



Figura 106. Sobre de azúcar en situación de uso. Foto de autoría propia.



Figura 108. Otros prototipos. Foto de autoría propia.



Figura 107. Recipiente scobys. Foto de autoría propia.



Figura 109. Sobre de té. Foto de autoría propia.



Figura 110. Bolsa con fuelle de celulosa teñida. Foto de autoría propia.

CONSIDERACIONES PARA EL CONTACTO CON ALIMENTOS

Con la experimentación de los prototipos realizados generando bandejas, bolsas y contenedores con buena estructura y resistencia, se concluye que a nivel de posibilidades del material la celulosa bacteriana funcionaría como contenedor, pero para su posible uso en contacto con alimentos es necesario generar un acercamiento con otras áreas como nutrición y bromatología para su posible validación como alternativa a los plásticos de un solo uso.

Para poder generar un acercamiento a como poder validar la celulosa bacteriana para este uso, se estableció contacto con Facultad de Química. La profesora adjunta Gr3 del Instituto Polo Tecnológico de Pando Dra. Caterina Rufo fue fundamental para evaluar la celulosa bacteriana en contacto con alimentos. Rufo es responsable del Laboratorio Alimentos y Nutrición dentro del Polo.

Una de las líneas de investigación del laboratorio de Alimentos y Nutrición tiene que ver con los alimentos fermentados lo cual fue de especial interés ya que se logra contactar dentro del marco de la Universidad de la Republica con un profesional de otra área de estudio que tenía conocimiento y experimentación con Kombucha.

Luego de instancias por zoom y entrevistas se logran establecer una serie de principios que debe cumplir un envase para ser considerado apto para estar en contacto con alimentos, según palabras de Dra. Rufo para un material ser apto como envase debe cumplir primeramente con los requisitos para su uso, el envase es parte del alimento pero sobre todo es una barrera entre el alimento y el ambiente y cada alimento va a re-

querir distintos tipos de barrera según sus características.

Por lo tanto los materiales que se utilizan deben ser aptos para estar en contacto con alimentos para lo cual no deben transferir componentes tóxicos al alimento, ni alterar su olor, color y sabor. Según indica Rufo para esto se realizan estudios de migración – transferencia de componentes desde el empaque hacia el alimento durante almacenamiento o preparación- y hay criterios establecidos para cada sustancia. Este trabajo de tesis no profundiza específicamente en este punto pero de querer tener mayor información puede recurrirse al Reglamento Bromatológico Nacional y revisar el capítulo 12 referente a envases.

Consultada Rufo sobre su opinión respecto al uso de la celulosa bacteriana como alternativa a envases plásticos de un solo uso , su opinión fue positiva respecto a este uso, ya que existen varios ejemplos de envases celulósicos secundarios – que no están en contacto directo con los alimentos – y recientemente se han ido desarrollando envases celulósicos para contacto directo con alimentos.

Específicamente la celulosa bacteriana origina por la comunidad de bacterias y levaduras – scoby- puede ser considerada como GRAS (Generally Recognized as Safe) por las características que tiene y porque el material surge del Té de Kombucha que es consumido como un alimento probiótico.

Este punto es fundamental para la validación del material y permite indagar sobre la posibilidad real del uso de la celulosa bacteriana como una alternativa a los plásticos de un solo uso utilizados principalmente en la industria ali-

menticia.

La celulosa bacteriana tiene además una cierta resistencia a la tracción y una vez seca sigue conservando esta característica. Por otro lado es maleable con cierta plasticidad dándole la cualidad de poder ser moldeada adaptándose fácilmente a una forma predeterminada.

De querer determinar el posible uso de la celulosa bacteriana para cada alimento es necesario realizar un estudio más detallado de cada alimento a contener y/o almacenar, pero como primer acercamiento el uso de celulosa bacteriana como material alternativo a los plásticos de un solo uso parece ser una opción muy viable.

PROTOTIPOS
Y VALIDACIÓN**CICLO DE VIDA DE LA
CELULOSA BACTERIANA**

Para entender el gran beneficio y potencial que tiene la celulosa como alternativa a los empaques plásticos de un solo uso se presenta el esquema a continuación que muestra como este material cumple con los principios de economía circular ya que el material puede ser reutilizado, regenerado o convertido en compost generando un beneficio para el medio ambiente en vez de un desecho.

Ciclo de vida celulosa bacteriana

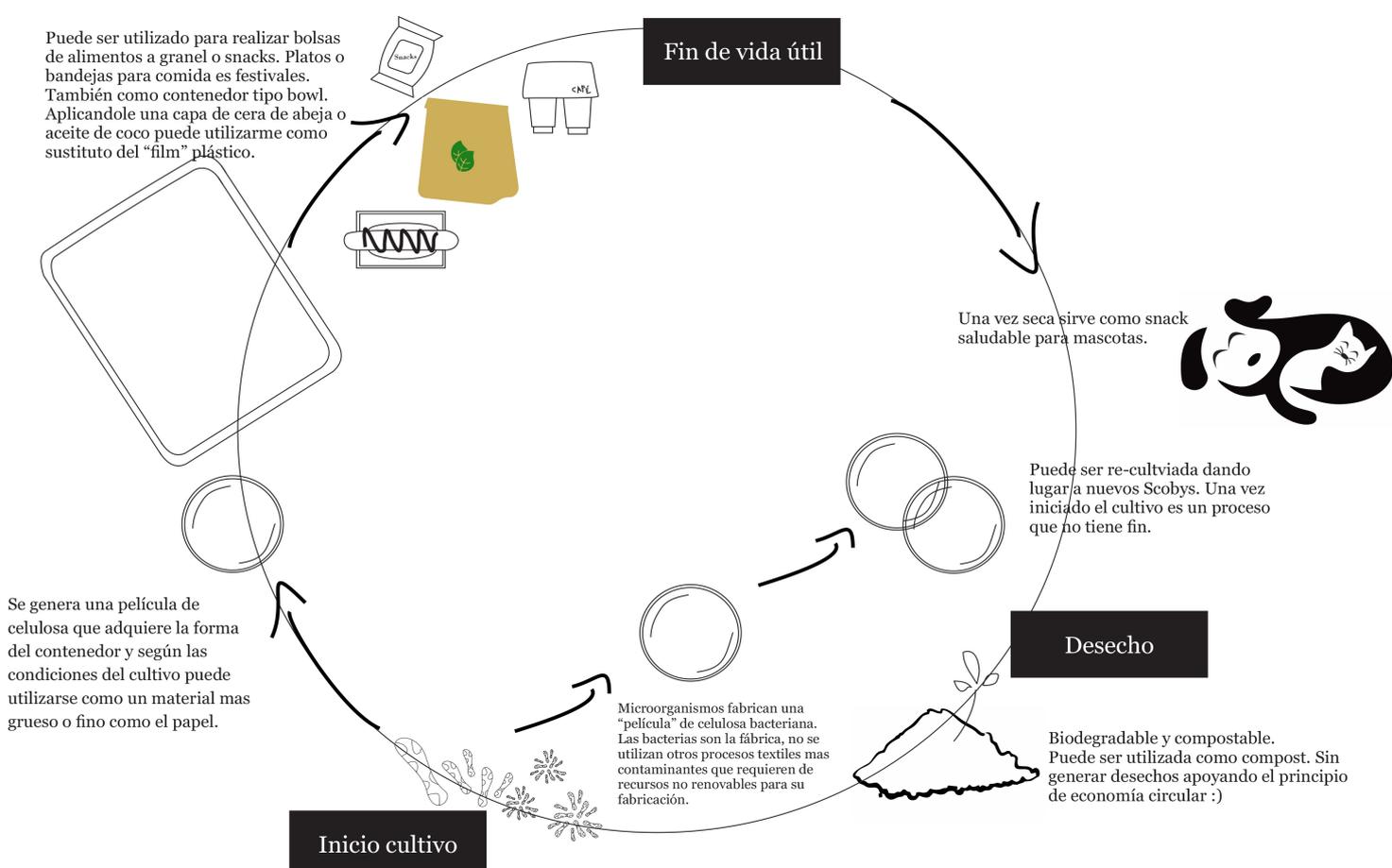


Figura 111. Ciclo de vida celulosa bacteriana. Elaboración propia.

DEGRADACIÓN DE LA CELULOSA BACTERIANA

En cuanto a los tiempos de degradación de la celulosa bacteriana este trabajo no profundiza en este punto ya que habría que hacer un estudio más específico no siendo el área de estudio y alcance de esta trabajo de investigación. De igual manera se realizan una serie de pruebas para determinar un tiempo estimado.

El tiempo de degradación de la celulosa bacteriana sin lugar a dudas es más bajo que el tiempo que demoran en degradarse bolsas plásticas y contenedores de espuma de poliestireno que pueden tomar hasta 1000 años en descomponerse(ONU Medio Ambiente, 2018).

Siendo esta una de las grandes ventajas de la celulosa bacteriana como material alternativo a los plásticos, ya que los tiempos de degradación serían considerablemente menores.

Se realiza un estudio de 4 semanas desechando una pequeña muestra de celulosa bacteriana en la tierra y registrando su proceso de degradación por ese período, al cabo de la cuarta semana la celulosa casi desaparece totalmente.

Se supone que una capa de celulosa mayor en tamaño y espesor tendría un tiempo de degradación similar al del papel, o quizás menor dadas las conclusiones del estudio de 4 semanas de degradación de la muestra.

Se toman como referencia los tiempos de degradación del papel(Fernandez Roldán,2020), que tarda en degradarse de 3 meses a un año, dependiendo de las condiciones y tomándose en consideración que la celulosa una vez que entra en contacto con la tierra acelera su proceso de

degradación. Si comparamos los tiempos de la celulosa convencional y el plástico existe una diferencia sustancial, donde en comparación al plástico y otros materiales el papel tiene un tiempo de degradación relativamente bajo.

Se realizan también pruebas de solubilidad en agua y se determina que la celulosa bacteriana no es soluble en agua. En contacto con esta sustancia retoma su estado “natural” similar al scoby de cultivo inicial de aspecto “gelatinoso”.



Figura 112. Degradación 1. Foto de autoría propia.



Figura 113. Degradación 2. Foto de autoría propia.



Figura 114. Degradación 3. Foto de autoría propia.



Figura 115. Degradación 4. Foto de autoría propia.

5

CAPÍTULO CINCO

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

CONCLUSIONES

Para dar cierre a esta Tesis se exponen a continuación las principales conclusiones que se obtuvieron en el proceso de investigación.

Como hipótesis se planteó demostrar que existen y pueden desarrollarse materiales biodegradables utilizando técnicas diferentes a las tradicionales. Generando un material biodegradable que pueda ser utilizado en distintas áreas del diseño, más específicamente como material alternativo a algunos de los denominados plásticos de un solo uso. Este trabajo de investigación plantea más específicamente explorar las posibilidades de la celulosa bacteriana y sus posibles usos en este campo.

Para comprobar esta hipótesis se realizó una investigación e experimentación de primera mano con el material, involucrándose en todo el proceso, logrando desarrollar exitosamente este polímero generando prototipos que comprueban la hipótesis.

Fueron planteados también una serie de objetivos, como objetivo general se plantea abordar la problemática de la contaminación por los plásticos de un solo uso al indagar sobre el proceso de fermentación de celulosa bacteriana y sus potenciales usos. Como primer objetivo específico se plantea desarrollar/documentar el proceso de producción de celulosa bacteriana e indagar sobre algunas características del material. Para alcanzar estos objetivos se realizó un trabajo con método y rigurosidad involucrándose en todas las áreas del proceso y en base a la experiencia se generó información certera y detallada.

Como segundo objetivo específico se planteaba presentar las principales características necesarias para su viabilidad para su uso como contenedor de alimentos.

En primera instancia luego del desarrollo y cultivo del material se analizaron las posibilidades del mismo logrando desarrollar prototipos que cumplen con el objetivo propuesto y para reforzar esto se tomó contacto con Facultad de Química, más específicamente con la cátedra de Nutrición y alimentos donde se plantea el material generado para discutir sus posibilidades como contenedor de alimentos evaluando los requisitos necesarios para ser apto.

Esta instancia con profesionales de otras áreas trae nuevos conocimientos y aportes de gran importancia para esta investigación fundamentales para generar un acercamiento y dar conclusiones sólidas que indican que la validación de la celulosa bacteriana para estar en contacto con alimentos sería un camino muy viable.

El último objetivo específico proponía generar un antecedente que podría servir de puntapié inicial para futuros trabajos en el área de biomateriales, más específicamente en el campo de producción de celulosa bacteriana a base de Kombucha. Respecto a esto este trabajo de tesis indaga de manera rigurosa las posibilidades del material, documentando el proceso paso a paso, generando una gran cantidad de muestras y posteriormente realizando prototipos con material en cuestión. Por lo cual se entiende que esta investigación podría ser de gran valor para quién quisiera interiorizarse sobre el proceso de producción de celulosa bacteriana.

Si bien se realizaron una gran cantidad de experimentaciones evaluando las posibilidades

del material, la celulosa bacteriana demostró ser un material sumamente interesante y podrían realizarse infinitas investigaciones en torno al tema, a modo de ejemplo sería interesante poder someter el material a distintos ensayos técnicos-gramaje, espesor, resistencia a la tracción entre otros- del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) para evaluar la aptitud del material sometido a distintas pruebas de laboratorio.

Por otro lado profundizar en la capacidad absorbente de la celulosa bacteriana, ya que en algunas pruebas realizadas en los prototipos se observa que el material tiene una capacidad alta de absorción de colores y secado en diferentes texturas absorbe fielmente las mismas.

REFLEXIONES

La principal reflexión es el aprendizaje que deja poder finalizar una etapa de formación Universitaria realizando un trabajo de tesis con todo lo que esto significa.

Luego de la investigación realizada es inevitable no reflexionar en torno a la industria del plástico, la producción desmedida y la contaminación que esto genera. Lejos de querer “demonizar” al plástico ya que sus usos son múltiples y conocidos, dada la situación ecológica actual se entiende fundamental comenzar a pensar en alternativas, sobre todo para frenar la producción de un material que tarda miles de años en degradarse y está comprometiendo el futuro del planeta y de miles de especies.

La celulosa bacteriana demostró ser un material sumamente interesante, con un gran potencial dentro del campo del diseño. Todo el proceso fue muy enriquecedor y a cada paso este polímero fue sorprendiendo más y más. Claro está que es un material con carencias también, por ejemplo el hecho de no ser resistente al agua. Esto podría mejorarse investigando distintos tipos de acabados y impermeabilizaciones, sin embargo cabe destacar que no es soluble al agua, por lo tanto no “desaparece” o se degrada en contacto con la misma, pero por su alta capacidad absorbente en contacto con el agua retoma su estado original de aspecto gelatinoso.

Por otra parte el proceso de investigación se enriqueció con el contacto de profesionales de otras áreas, aportándole a este trabajo de tesis la riqueza de lo multidisciplinar. El intercambio con profesionales de áreas como Química o Biotecnología fue clave.

El hecho de poder haber generado prototipos ,que por ejemplo puedan servir como alternativa sustentable a las bandejas descartables de espuma plast -si bien para su producción a mayor escala habría que evaluar costos y competitividad- resultó muy enriquecedor

Por último el potencial y versatilidad que este polímero tiene lo convierte en un material muy interesante con infinitas posibilidades y enfoques. El desarrollo de la celulosa bacteriana como material alternativo parece tener un futuro factible, sería interesante que el estudio de su posible aplicación a mayor escala sea realizado por un grupo multidisciplinar, donde diseño, química, ingeniería y biotecnología, entre otros, puedan intercambiar conocimientos y evaluar sus usos en distintas áreas.

Este trabajo de investigación fué de gran aporte para mi experiencia como diseñadora y planeo continuar investigando para evaluar la posibilidad de la producción de este material a una mayor escala.

Espero que este proyecto de Tesis pueda servir como aporte en temas de sustentabilidad, más precisamente en el desarrollo de celulosa bacteriana y pueda ser un puntapié inicial para todo aquel que tenga interés en alternativas de producción más sustentables.

A título personal creo que si bien falta aún un camino por recorrer, los biomateriales son el futuro y los microorganismos serán parte fundamental de grandes cambios en el sistema productivo.

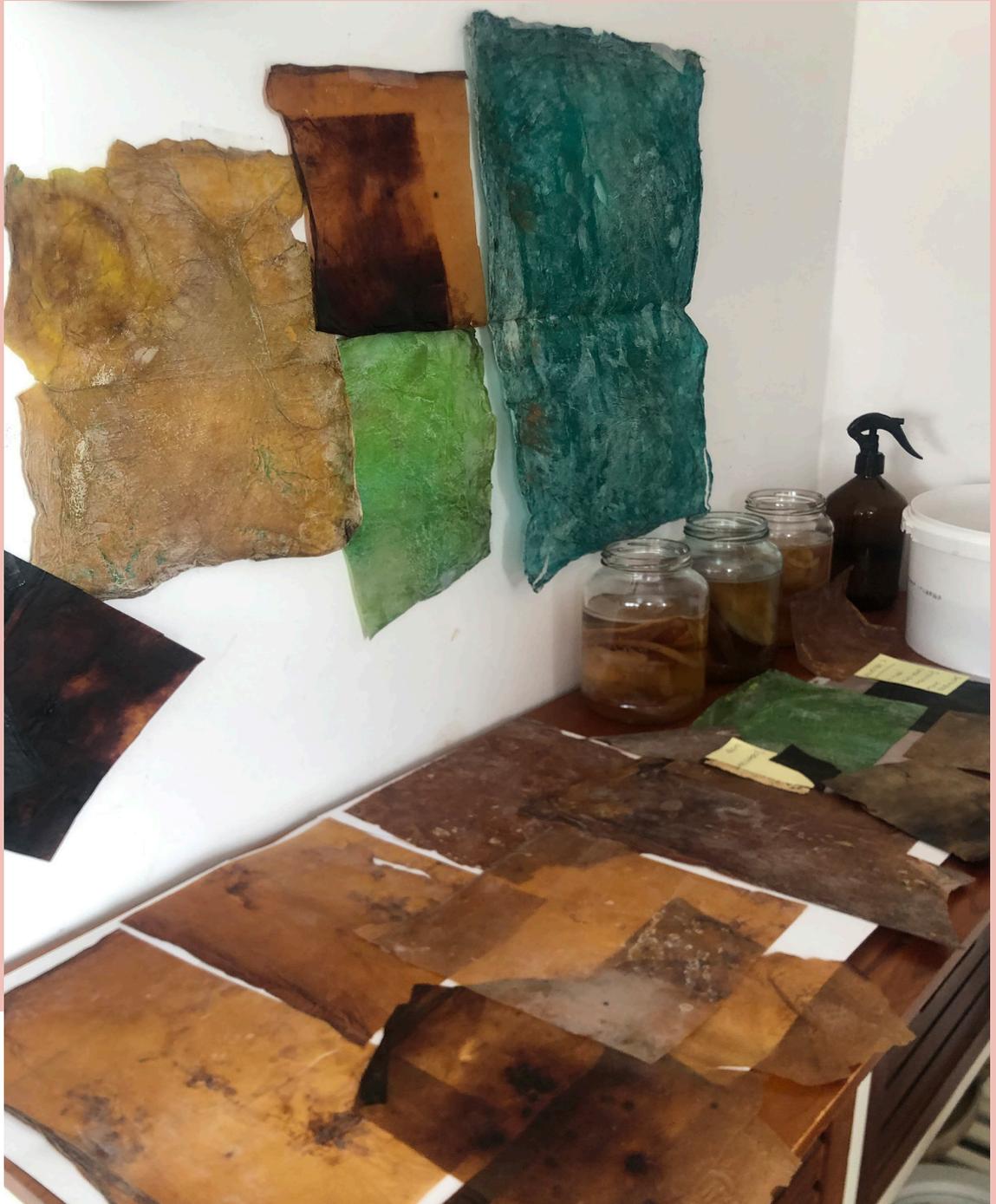


Figura 116. "Laboratorio 1".Foto de autoría propia.



Figura 117."Laboratorio 2".Foto de autoría propia.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Acosta,T & Freyre,M.(2021). *Integración de Biopolímeros en Mipymes: Formalización y validación con actores*. Escuela Universitaria Centro de Diseño.

Aouf,R.(15 de Noviembre de 2019). *El bioplástico de desechos de pescado de un estudiante del Reino Unido, MarinaTex, gana el primer premio del Premio James Dyson 2019*.Dezeen. <https://www.dezeen.com/2019/11/15/marinatex-lucy-hughes-james-dyson-award-design/>

Bendita Kombucha.(2021).¿Cómo se produce la magia de la *Kombucha*?. Bendita Kombucha. <https://www.benditakombucha.com/post/c%C3%B3mo-se-produce-la-magia-de-la-kombucha>

Bendita Kombucha.(s.f).¿*Que es la Kombucha*?.Bendita Kombucha. <https://www.benditakombucha.com/bendita-informacion>

Bermúdez, E, & Taullard, H. (2019). *Biomateriales Explorando Oportunidades*.Escuela Universitaria Centro de Diseño.

Carlson,C.(27 de Enero de 2021). *Valdís Steinarsdóttir convierte piel y huesos de animales en envases para alimentos*. Dezeen. <https://www.dezeen.com/2021/01/27/valdis-steinarsdottir-food-packaging-vessels-animal-skin-bones/>

Ellix,S.(2017). *El arte de la fermentación*. Madrid: Gaia Ediciones.

Englefield,J.(27 de Octubre de 2021). *No tpla es un material biodegradable diseñado para "hacer desaparecer los envases"*.Dezeen. <https://www.dezeen.com/2021/10/27/notpla-biodegradable-material-make-packaging-disappear/>

dezeen.com/2021/10/27/notpla-biodegradable-material-make-packaging-disappear/

Eva Muerde la Manzana.(s.f). *Fermentación: cómo elaborar la kombucha* <https://www.evamuerdelamanzana.com/fermentacion-como-elaborar-la-kombucha/>

Eva Muerde la Manzana.(s.f).*Fermentación: como elegir el té para la kombucha*. <https://www.evamuerdelamanzana.com/fermentacion-como-elegir-el-te-para-la-kombucha/>

Fernández Roldán ,(8 de Enero de 2020). *Cuánto tarda en degradarse el papel*. Ecología verde. <https://www.ecologiaverde.com/cuanto-tarda-en-degradarse-el-papel-2395.html>

Garcia Severi, J. (27 de Abril de 2021) ¿Cuál es la diferencia entre biodegradable y *compostable*? AIMPLAS. Sitio web. <https://www.aimplas.es/blog/cual-es-la-diferencia-entre-biodegradable-y-compostable/>

Guecaimburú, F. & Decuadro,F.(2014). *Cowrton*. Escuela Universitaria Centro de Diseño.

Hitti,N.(13 de Noviembre de 2018) *Emma Sicher fabrica envases ecológicos para alimentos a partir de bacterias y levaduras fermentadas*. Dezeen. Sitio web <https://www.dezeen.com/2018/11/13/sustainable-food-packaging-emma-sicher-peel/>

Hitti,N.(22 de Febrero de 2019). *Shellworks convierte caparazones de langosta descartados en objetos bioplásticos reciclable*. Dezeen.<https://www.dezeen.com/2019/02/22/shellworks-bioplastic-lobster-shell-design/>

Huong Ha, T.(2014). *No, esto no es cerveza mohosa. Es un biomaterial inteligente que eventual-*

mente podría usar. TED. <https://ideas.ted.com/the-skirt-and-shoe-made-from-kombucha/>

Instituto Danes de la Moda.(2012). *El buen consumidor según Nice: Informe de investigación y discusión. Hacia un marco para el consumo de Moda sostenible en la UE*. https://www.bsr.org/reports/BSR_NICE_Consumer_Discussion_Paper_es.pdf

Intendencia Municipal de Montevideo. IMM. (2018). *Manual de residuos domiciliarios*.

Lee,S. (2011).*Cultiva Tu propia ropa*. Recuperado el 12 de Marzo de 2015 de https://www.ted.com/talks/suzanne_lee_grow_your_own_clothes?language=es

Lindwall,C.(9 de Enero de 2021). *Plásticos de un solo uso*. Consejo para la defensa de recursos naturales NRDC. <https://www.nrdc.org/stories/single-use-plastics-101>

Materiom.(2018). *Materials Library*. Materiom. Recuperado el 15 de Diciembre de 2020 de <https://materiom.org/search>

McDonough,W & Braungart,M.(2002). *De la cuna a la cuna: rehacer la forma en que hacemos las cosas*. Nueva York.North Point Press.

Ministerio de Ambiente.(17 de Agosto de 2021). *Organización+circular*. Recuperado el 16/1/21 de <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/organizacion-circular>

Ministerio de Ambiente.(18 de Agosto de 2021).*Residuos=Recursos Yo+Circular*. Recuperado el 16/1/21 de <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/yo-circular>

Ministerio de Ambiente.(30 de Noviembre

de 2021). *Resoluciones del Ministerio de Ambiente asociadas a envases y plásticos de un solo uso*. Recuperado el 9 de Diciembre de 2021 de <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/resoluciones-del-ministerio-ambiente-asociadas-envases-plasticos-solo-uso>

Morris,A.(31 de Julio de 2018). *Crema cultiva calabazas en moldes para crear HyO-Cup biodegradable*. Dezeen. <https://www.dezeen.com/2018/07/31/creme-creates-sustainable-plastic-cup-alternative-from-gourds/>

Munari,B.(1983). *Como nacen los objetos*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

Naciones Unidas. ONU Medio Ambiente. (2015). *Prohibición de plásticos de un solo uso. Conjunto de directrices para la sostenibilidad. Hoja informativa para diseñadores de políticas*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio ambiente, PNUMA, https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25523/singleUsePlastic_sustainability_factsheet_SP.pdf?sequence=3&isAllowed=

Naciones Unidas. ONU Medio Ambiente. (2018).*Plásticos de un solo uso. Una hoja de ruta para la sostenibilidad*. ONU Medio Ambiente. file:///C:/Users/prueb/Downloads/singleUsePlastic_SP.pdf

Naciones Unidas. ONU .World Commission on Environment and Development.WCED. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development Our Common Future*. file:///C:/Users/prueb/Downloads/our_common_futurebrundtlandreport1987.pdf

Papanek,V.(1995). *The Green imperative: natural design for the real world*. New York: Tha-

mes and Hudson.

Yalcinkaya,G.(21 de Mayo de 2018). *Rosa Janusz cultiva envases de alimentos comestibles*. Dezeen. <https://www.dezeen.com/2018/05/21/roza-janusz-creates-sustainable-edible-food-packaging-design/>

KO-

PLASTIK

ENVASES FERMENTADOS