

**Proyecto de Exploración de la Agenda  
Profesional**

**Diseño de biomateriales a partir de  
residuos orgánicos domiciliarios**

**Rocío Romero Goldar**

**Diseño de productos I - Licenciatura en Diseño**

1 de febrero 2021



Facultad de Diseño  
y Comunicación

## **Diseño de biomateriales a partir de residuos orgánicos domiciliarios**

Rocío Romero Goldar <sup>1</sup>

Proyecto de Exploración de la Agenda Profesional / Área: Forma y materialidad

### **Resumen**

Como respuesta al impacto ambiental generado por las formas de producción y consumo perpetuadas en los últimos años, han surgido diversas investigaciones y desarrollos en el campo de los biomateriales. Dentro de los nuevos escenarios del diseño, la experimentación con materiales biobasados, son la base de procesos de innovación que proponen un cambio en las formas de consumo. El presente escrito propone ahondar en el contexto en que surge la disciplina, relevar casos de estudio que se encuentren trabajando en la temática, así como también experimentar en la fabricación de biomateriales autoproducidos con diferentes composiciones, utilizando como materia prima residuos orgánicos domiciliarios.

### **Palabras clave**

Materiales biobasados – Diseño Sustentable – exploración material – bioplásticos – economía circular

---

<sup>1</sup> Diseñadora Industrial egresada de la Universidad Nacional de Cuyo, docente e investigadora en la Universidad de Palermo. También es miembro de un grupo de investigación de la FADU, UBA. Actualmente se encuentra trabajando como responsable de diseño en el área de producto en el estudio de diseño Vale 4, diseñando colecciones para marcas nacionales e internacionales. Ha trabajado en diversos ámbitos del diseño, desarrollando proyectos de diseño gráfico, diseño de experiencia de usuario y desarrollo de productos; siempre desde un abordaje de diseño centrado en las personas, utilizando metodologías vinculadas al Design Thinking y Diseño de Servicios.

## Índice

Introducción .....	4-6
Capítulo 1. El impacto medioambiental de las formas de producción actual .....	6-8
Capítulo 2. Residuos sólidos urbanos en la Ciudad de Buenos Aires .....	8-9
Capítulo 3. Biofabricación, algunas definiciones teóricas .....	9-13
Capítulo 4. Investigación y desarrollo de biomateriales: casos de estudio .....	13-16
Capítulo 5. Experimentación: puesta en marcha de un taller de biomateriales casero.....	16-21
Conclusiones .....	21-23
Referencias bibliográficas .....	24
Bibliografía .....	24-25

## **Introducción**

El impacto ambiental que ha generado la utilización de recursos no renovables para la fabricación de productos industriales es una problemática que cada vez toma más relevancia en el área de I+D. Organizaciones ambientales, gobiernos, empresas y centros de investigación, aúnan esfuerzos para encontrar nuevas formas de desarrollo sostenible. Bajo este lineamiento se trazan políticas y proyectos enmarcados en la Bioeconomía como un horizonte para el desarrollo de las economías regionales.

Frente a esta problemática, se impulsa cada vez más el diseño de materiales y productos que estén concebidos desde un enfoque circular. Es decir, que se reduzca la utilización de materia prima virgen para su elaboración, que priorice el uso eficiente de recursos energéticos, que utilice materiales que estén disponibles en la región donde se van a producir y comercializar en pos de disminuir los traslados en la distribución y, por lo tanto, que genere menor cantidad de desechos. Esta mirada holística de lo que significa el diseño sustentable se contrapone conceptualmente a la cultura del reciclaje que, si bien es necesaria, presenta una solución a corto plazo y poco innovadora al problema de las formas de consumo actuales.

Dentro de los nuevos escenarios del diseño, el concepto de sustentabilidad vinculado al campo de desarrollo de nuevos materiales, son la base de procesos de innovación que proponen un cambio en las formas de producción de los bienes de consumo. La experimentación con materiales biodegradables invita a pensar escenarios futuros en el cual el diseñador, como un agente de cambio y actor fundamental en procesos creativos puede generar a través de nuevos desarrollos, productos con un impacto social y ambiental positivo. En ese sentido, “la exploración de materiales específicamente biodegradables atiende a problemáticas de mayor profundidad, pues no sólo responde por parámetros del ejercicio creativo, sino que contribuye al desarrollo de la sociedad a través de propuestas innovadoras con responsabilidad ambiental”. (García H., Barajas D.F., & Alarcón, M.L.,2014).

Los biomateriales y bioproductos proponen una alternativa al uso de materiales convencionales dentro de este nuevo paradigma al utilizar como materia prima subproductos de origen orgánico que, la mayoría de las veces en la industria son desechados, resignificándolos y transformándolos en insumos para futuras producciones. Esta perspectiva, trae aparejada intrínsecamente la necesidad de un abordaje interdisciplinario para su desarrollo vinculando las áreas proyectuales, con disciplinas tecnológicas y científicas.

En este sentido, la investigación toma como un marco referencial la tendencia denominada experiencias materiales emergentes, que se definen como “experiencias que las personas tienen a través de los materiales de un producto y que están influenciadas principalmente por la realidad física de un artefacto” (Karana, 2015), pero aplicada a los biomateriales autoproducidos. Este enfoque alternativo aporta una nueva dimensión a la relación entre diseñador, tecnología, procesos y materiales, que ofrece una oportunidad para lograr experiencias significativas en el desarrollo de materiales innovadores y no convencionales.

Se profundizará en nuevas formas de producir materiales, para luego tipificar y conceptualizar sobre las propiedades de los resultados obtenidos, ubicando a los materiales en el centro del proceso de diseño, entendiendo que éstos tienen el potencial para generar nuevas relaciones significativas con los productos. Es decir, tomando como punto de partida la materialidad en la práctica del diseño, y generando intersecciones entre disciplinas científicas y proyectuales, crear materiales con un enfoque holístico y regenerativo del diseño.

La investigación tiene como objetivo general generar una primera aproximación a materiales autoproducidos a partir de residuos orgánicos domiciliarios desde la perspectiva de experiencia materiales emergentes. Y como objetivos específicos: Indagar sobre el marco teórico relacionado con la autoproducción de biomateriales, categorizar las propiedades de los distintos materiales obtenidos y entender las diferencias obtenidas a partir de la variación en la combinación de los distintos componentes.

Cómo hipótesis se sostiene que los materiales autoproducidos fabricados a partir de desechos orgánicos domiciliarios tienen el potencial de generar nuevos vínculos significativos tanto con el diseñador como con los usuarios al tener lógicas productivas, técnicas y estéticas distintas a los materiales tradicionales.

Así es como en el primer capítulo se hace un recorrido por las prácticas de consumo y producción que se han llevado a cabo en los últimos años y cómo esto ha reconfigurado y replanteado el rol social del diseñador industrial en las diversas áreas de inserción profesional. El segundo capítulo aborda la problemática de la gestión de residuos en la Ciudad de Buenos Aires, trazando las principales políticas públicas llevadas adelante y algunas prácticas habituales en los hogares como el compostaje de residuos orgánicos. En el tercer capítulo se especifican conceptualmente algunos términos relacionados al diseño sustentable y se establecen diferencias metodológicas sobre los tipos de biofabricación y producción de biomateriales que se están llevando a cabo actualmente. El cuarto capítulo tiene como objetivo ejemplificar la variedad de campos de aplicación de los materiales autoproducidos, y hace un recorte sobre algunos proyectos relevantes tanto a nivel nacional

como internacional. Por último, el capítulo 5 explica las bases metodológicas y los elementos necesarios para realizar las experimentaciones, al mismo tiempo que se tipifican y caracterizan los resultados de los materiales obtenidos.

## **Capítulo 1. El impacto medioambiental de las formas de producción actual**

Si bien el desarrollo de la industria de los polímeros comenzó hace más de 100 años, es durante la década del '60 que sucede el auge y, por lo tanto, la masificación del uso de productos plásticos. Durante estos años el plástico comienza reemplazar a algunos materiales como la madera o el vidrio en productos de consumo masivo principalmente en envases y embalajes. Sin embargo, es en las décadas del 70-80 cuando la industria plástica revoluciona la vida cotidiana introduciendo en el mercado los plásticos descartables o como se lo denomina actualmente, plásticos de un solo uso. Debido a propiedades como la facilidad de moldeo, la liviandad y resistencia, junto con una dinámica de consumo constante a nivel global, la producción de polímeros creció a niveles exponenciales. Durante los primeros años el uso de productos descartables representaba una gran ventaja práctica, por ejemplo, en lugar de lavar y reutilizar envases y utensilios de cocina, simplemente se los descartaba y se utilizaba uno nuevo. Por más de que suene ilógico, en ese momento no se cuestionaba qué pasaba con esos desechos o cuánto tiempo tardaban en descomponerse. Es por eso que hoy en día la gran mayoría de los productos que consumimos tienen en su composición algún tipo de polímero de origen fósil. Este tipo de economía y sus formas de consumo se enmarcan dentro de lo que se denomina economía lineal. Un sistema basado en la idea de comprar-usar-tirar, que comienza con la extracción de la materia prima que se procesan hasta obtener un producto que generalmente tiene una vida útil muy breve. La economía lineal se fundamenta en dos principios: el crecimiento económico permanente, que trae aparejado un impacto ambiental muy elevado, y el consumo constante. Este tipo de mercado es definido por Michael Braungart (2002) como de la cuna a tumba, describiendo el ciclo que consiste en como los productos nacen y luego de ser utilizados son desechados. Sin embargo, en los últimos años debido a los elevados volúmenes de producción industrial, comenzaron a visibilizarse problemas sociales y medioambientales que no pueden ser ignorados. Las grandes cantidades de desechos generados que en su mayoría productos plásticos, provocan la transición de una economía lineal hacia una economía del reciclaje, en donde se plantea a esta instancia como una solución viable y sustentable, ignorando muchas veces, el impacto medioambiental que la industria del reciclaje genera que incluso llega a ser más contaminante que la industria polimérica en primera instancia.

En el contexto social y cultural en que estamos situados, la sustentabilidad en el desarrollo de objetos es una temática que los profesionales del diseño no pueden dejar relegada y abordar en las últimas etapas de desarrollo del producto, ni tampoco puede ser pensada sólo como una herramienta de marketing para las empresas. Los cambios en los hábitos de consumo y el mayor involucramiento en las decisiones de compra de los consumidores, obligan a pensar nuevas formas de concebir a los materiales, los productos e idear otros procesos desde la génesis misma de cada proyecto. Como afirma Datchefski (2007), “tanto los diseñadores como los consumidores están empezando a considerar algo más que el aspecto y el funcionamiento de cada producto y empiezan a pensar qué ha ocurrido durante el proceso de fabricación y qué pasará cuando finalice su vida útil.”

La economía circular desde una perspectiva del diseño, viene de la mano de la filosofía propuesta por los arquitectos McDonough y Braungart en el 2002 denominada De la cuna a la Cuna, un concepto inspirado en los ciclos de la naturaleza en donde no existe la generación de residuos si no que los desechos pueden volver a la tierra en tanto sean desechos biológicos no tóxicos, o volver a la industria para poder generar nuevos productos. Proponen que la producción esté vinculada a la conexión con la naturaleza y al aprovechamiento de recursos, cerrando por completo el ciclo de vida ya sea en un nivel técnico, donde los desechos industriales vuelven y sirven como materia prima para un nuevo desarrollo, o en un ciclo biológico donde los residuos y subproductos de la manufactura sirven como nutrientes y alimentos para el suelo. En el marco de esta filosofía, surgen otras formas de reutilización de materiales como el *upcycling*, suprarreciclaje o reutilización creativa. A diferencia del reciclaje, esta forma de concebir los productos consiste en aprovechar materiales de desecho o residuos para fabricar nuevas piezas donde el resultado final obtenido es un objeto de mayor calidad. Reduciendo así el consumo de materias primas vírgenes y transformando lo que inicialmente era un desecho en nuevas propuestas de valor. Esta práctica se puede llevar a cabo tanto en diseño de objetos o muebles, así como también en moda, textiles e indumentaria y es una de las prácticas que se fomenta desde la economía circular.

El concepto de ciclo de vida al que se hace referencia, no se fundamenta desde el punto de vista del marketing, sino que tiene que ver con un análisis de impacto social y medioambiental que el producto tiene a lo largo de todo su ciclo productivo, desde la obtención de materia prima, su producción, su traslado y distribución hasta su uso y posterior descarte. Según Arena, “el análisis de ciclo de vida puede entonces definirse como un procedimiento sistemático, objetivo, con base científica que permite cuantificar todos los consumos de recursos y todas las emisiones asociadas a un producto” (2016). Esta metodología considera todos los atributos ambientales relacionados con la naturaleza,

así como también la salud humana, y los recursos que se utilizan. Por otra parte, dentro del ámbito hogareño es importante poder entender cuáles son los residuos que se generan, así como también poder clasificarlos según su naturaleza para entender las posibilidades que estos brindan. Cabe aclarar, que no se pretende poner la responsabilidad de estos hábitos de compra en el consumidor final, la transición de una economía lineal y la filosofía de usar-tirar hacia una economía circular es un cambio que tiene que estar impulsado por los diversos actores involucrados en estos procesos. Como todo cambio social, económico y cultural, son procesos lentos que suponen un cambio a largo plazo.

## **Capítulo 2. Residuos sólidos urbanos en la Ciudad de Buenos Aires.**

El manual sobre la gestión de residuos urbanos publicado por la CEPAL en el año 2016, postula que región de América Latina y el Caribe es la más urbanizada de los países en desarrollo, con alrededor de un 80% de su población viviendo en áreas urbanas, tendencia que se espera siga incrementándose alcanzando para el año 2050 al 90% de la población. El crecimiento habitacional en estas zonas trae asociada una mayor demanda de infraestructura y una mayor utilización de recursos generando en consecuencia un crecimiento de los desechos urbanos generados.

Según la Ley 25.916, los residuos domiciliarios, también conocidos como residuos sólidos urbanos, son aquellos elementos, objetos o sustancias que, como consecuencia de los procesos de consumo y desarrollo de actividades humanas, son desechados y/o abandonados. Estos desperdicios se pueden clasificar en residuos orgánicos e inorgánicos.

- Residuos orgánicos: se caracterizan por tener la cualidad de desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Dentro de este tipo se incluyen restos de comida, cáscaras de frutas y verduras, telas naturales y residuos procedentes de la poda de plantas.
- Residuos inorgánicos: son todos aquellos que no pueden ser degradados naturalmente debido a que están compuestos por materia no orgánica generalmente de origen industrial. Estos desechos provienen de materiales sintéticos y de origen mineral. Algunos ejemplos son envases plásticos, latas, envases de vidrio, cartones plastificados – tetrapack-, y desechos tóxicos derivados de productos de limpieza y otros químicos.

El tratamiento integral de los desechos es una problemática primordial para los gobiernos, no obstante, las políticas públicas son competencia de la jurisdicción local, es decir que cada municipio es responsable de realizar la gestión integral de los mismos. En el año 2006 el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires sancionó la ley 1.854 de “Basura Cero”, que tiene por objetivo la reducción progresiva de la disposición final de residuos sólidos urbanos, con



plazos y metas específicas. Según un informe publicado por el gobierno, en el año 2019 se generaron 930.482 toneladas de desechos domiciliarios, dando como resultado un promedio diario de 1,43 kg por habitante. Como en toda gran urbe, la gran cantidad de residuos es una problemática no menor en la ciudad. Es por esto que en los últimos años se han realizado acciones específicas orientadas a revertir el aumento de generación de desechos. Algunas de estas son:

- Concientizar a la población acerca de la necesidad de la separación en origen de residuos, diferenciando entre reciclables y basura.
- Formalizar e integrar grupos de Recuperadores Urbanos en el circuito del servicio público de recolección diferenciada.
- Garantizar los espacios necesarios para la disposición final, la recuperación y el reciclado extendiendo los lugares donde los ciudadanos pueden llevar sus residuos, dividiéndolos por su naturaleza reciclable en metales, vidrios, papel y cartón.
- Promover proyectos ambientales que tengan como fin la puesta en marcha de sistemas de recuperación y reciclado de residuos sólidos urbanos.

En cuanto al tratamiento de desechos orgánicos, si bien existe un programa llamado Buenos Aires composta, instalado en el Parque 3 de febrero, no se encontró evidencia de que la compostera instalada en este lugar esté en funcionamiento actualmente, dejando relegadas este tipo de tratamiento para los residuos húmedos a los espacios domiciliarios. Por otra parte, existen diversas formas de armar composteras domiciliarias dependiendo del tamaño y el lugar disponible. Gracias al crecimiento del compostaje y el aumento de la demanda de este producto, se pueden encontrar en el mercado composteras de tamaños y materiales muy diversos que incluso permiten ser armadas en espacios muy reducidos como puede ser el balcón de un departamento. Debido al cambio cultural vinculado a las temáticas de sustentabilidad y generación de residuos, es cada vez más habitual encontrar personas que realizan compostaje de residuos orgánicos de forma casera.

El tratamiento integral de los residuos urbanos es un eje estratégico y un área fundamental, para mitigar problemáticas asociadas al cambio climático. Los gobiernos llevan adelante cada vez más acciones y políticas públicas relacionadas con la temática con el fin de para lograr el desarrollo de áreas metropolitanas viables, vivibles y sostenibles.

### **Capítulo 3. Biofabricación, algunas definiciones teóricas**

Debido a las estrategias de comunicación y marketing que algunas marcas hacen sobre sus productos asociadas a la sustentabilidad, existen algunos términos que suscitan confusión. En este apartado se hablará específicamente de tres conceptos: biobasado, biodegradable y compostable. El primer término hace referencia a la composición del

material, apela a que sus componentes son derivados de biomasa, es decir que provienen de fuentes renovables, de una fuente natural y no de origen fósil. Se considera materiales biobasados o biomateriales a los que se obtienen mayoritariamente a partir de materia prima renovable de origen agroindustrial, como por ejemplo maíz, caña de azúcar, papas, etc.

El hecho de que un material sea biodegradable o compostable, hace referencia en ambos casos a la forma de descomposición. Si es biodegradable, significa que el material puede descomponerse en los elementos químicos que lo componen por la actuación de diferentes agentes biológicos, como plantas, bacterias o animales junto con la acción de agentes físicos como el agua o el sol. Si el material es compostable, éste se degrada biológicamente produciendo además dióxido de carbono, agua, compuestos inorgánicos y biomasa sin dejar residuos tóxicos visibles o distinguibles. La gran diferencia entre estos dos términos, es que es que en el segundo caso no sólo se degrada, sino que la materia se convierte en compost o abono. Por lo tanto, todos los materiales compostables son biodegradables, pero no todos los biodegradables son compostables. En el caso específico de los materiales autoproducidos con los cuales se experimenta en esta investigación, debido a la naturaleza de la materia prima que se utiliza, pertenecen al grupo de los compostables.

Otra forma en la que se pueden clasificar los biomateriales es por la manera en la que se fabrican, es decir, cómo los producimos. Al primer grupo, pertenecen los materiales que se obtienen a partir de procesos de biofabricación a los que también se les suele llamar materiales cultivados. La principal característica de ellos es que para su producción se utilizan procesos biológicos de organismos vivos, principalmente bacterias y hongos. Los más desarrollados y difundidos en este campo son la celulosa bacteriana y los aglomerados a partir de micelio fúngico.

El cultivo de celulosa bacteriana se realiza a partir de la fermentación del hongo de kombucha en un medio líquido azucarado, generalmente té, por lo que también es conocido como hongo de té, que junto con la acción de un conjunto de bacterias forman una película gelatinosa a la que generalmente se la denomina SCOBY. Esta palabra es un acrónimo en inglés (*Symbiotic Colony Of Bacteria and Yeast*) para nombrar a la colonia simbiótica de bacterias y levaduras que se forma en la superficie y que se alimenta del medio líquido azucarado. El SCOBY, es el elemento del cual, luego de someterse a un proceso de deshidratación y secado, se obtiene el biomaterial. Una de las características a destacar de este proceso, es el hecho de que dependiendo las condiciones de secado a las que sea sometido el SCOBY se pueden obtener resultados muy variados que van desde textiles similares al cuero, materiales similares al papel o incluso biofilm.

El aglomerado fúngico, es un material con características técnicas y sensoriales similares al poliestireno expandido, conocido comercialmente en Argentina como Telgopor. Los hongos son una parte fundamental en el ciclo de vida de plantas, y bosques para que existan tal y como la conocemos, no es exagerado decir entonces que la vida que conocemos no podría existir sin los hongos (Furci, 2013). Éstos están constituidos por unos filamentos pluricelulares muy pequeños que crecen en forma en red generando una superficie que es conocida como micelio. “Llamamos micelio al cuerpo vegetativo de los hongos. El mismo está compuesto por un conjunto de filamentos pluricelulares llamados hifas, que construyen ramificaciones sobre el sustrato-alimento que coloniza para obtener nutrientes de manera osmótica.” (Cantera, 2017). Cuando las condiciones climáticas lo permiten, el micelio es quien da origen al cuerpo fructífero del hongo parte que habitualmente se utiliza en la gastronomía. Por lo tanto, lo que habitualmente se percibe a simple vista como el hongo es sólo su parte reproductiva. Para poder fabricar aglomerados fúngicos primero se debe recolectar el hongo deseado, luego hacer un cultivo in vitro para producir el inóculo y luego inocular el sustrato y así producir el biomaterial. Si se estuviera en un ámbito urbano en el cual no sea posible acudir al territorio para recolectar hongos, existen diversas redes o espacios de compra e intercambio de semillas inoculadas con micelio para poder combinarlas con el sustrato con el que se va a trabajar. Esta forma de producir biomateriales es la que, en comparación con la fermentación de kombucha y la fabricación de bioplásticos, presenta mayor dificultad para realizarse de forma hogareña, dado que es necesario contar con ciertos cuidados de desinfección y esterilización del instrumental que se utiliza para evitar posibles contaminaciones durante el proceso.

Los bioplásticos, definidos según la asociación *European bioplastics* como los plásticos derivados mayormente (o en parte) de biomasa, biodegradables o que poseen ambas propiedades (European Bioplastics, 2016). En el mercado existen muchas variedades de bioplásticos producidos industrialmente, algunos biobasados, algunos biodegradables y otros que cumplen ambas propiedades. Sin embargo, la mayoría de los bioplásticos industriales sólo pueden degradarse bajo condiciones ambientales específicas que se pueden replicar únicamente en un ámbito industrial. Este es el caso del ácido poliláctico (PLA) obtenido principalmente a partir del almidón de maíz, cuyo impacto comercial es muy alto debido a su uso como filamento y materia prima para la impresión 3D. Es importante aclarar, que el PLA no puede ni debe ser depositado en composteras hogareñas ya que, por más de que sea biodegradable, en ese espacio no se generan las condiciones de temperatura necesarias para su degradación pudiendo generar sustancias tóxicas que contaminen el compost. Dentro del grupo de plásticos biobasados, pero no biodegradables, se encuentran las alternativas a los plásticos convencionales (PE, PP, PET). Pero si no son

biodegradables, ¿Cuál es el impacto ambiental de este grupo? Principalmente el reemplazo de la materia prima de origen fósil, por materia prima biobasada. Esto, si se analiza el ciclo de vida completo de un producto, reduce la huella de carbono que genera, además de oficiar como un argumento de venta y *marketing*. Es por esto que muchas de las grandes empresas que se dedican a la fabricación de productos con polímeros de origen fósil, están sustituyendo su materia prima por materiales biobasados.

Todo esto deja en evidencia que actualmente existen gran cantidad de materiales biobasados. Sin embargo, este proyecto se enfoca particularmente en los denominados materiales autoproducidos o materiales DIY por sus siglas en inglés. Éstos se caracterizan por ser creados a partir de prácticas de autoproducción individuales o colectivas, llevadas adelante por diseñadores mediante procesos que muchas veces diseñan ellos mismos (Rognoli et al.). Una particularidad es que estas materialidades generalmente son producidas con materia prima regional, promoviendo el diseño sustentable y la vinculación entre diseñadores y actores del territorio. Además, están fundados en el conocimiento abierto, creando comunidades donde los y las diseñadoras intercambian herramientas, y conocimientos de los procesos productivos. Como se dijo anteriormente, la biodegradabilidad de un material, depende principalmente de su estructura química. Es por esto que un bioplástico puede ser totalmente biobasado y no ser biodegradable, y por el contrario puede ser biodegradable y no tener biomasa en su composición. Debido al tipo de materias primas que se utilizan en los materiales autoproducidos, el resultado obtenido la mayoría de las veces es compostable.

Una de las formas en las que se puede producir bioplástico de forma artesanal es combinando en una especie de cocción un polímero de origen vegetal o proteico, un plastificante y aditivos. La principal diferencia con la biofabricación es que estos materiales no se producen a través del crecimiento de un organismo vivo. Las variantes que se obtengan como resultado van a depender de las proporciones y los tipos de polímero y plastificante que se utilicen. Combinando estos componentes se pueden elaborar bioplásticos y biotextiles, cómo obtengo uno u otro va a depender de las proporciones que se utilizan y las propiedades obtenidas en el resultado. La composición en ambos casos es la misma. Es decir que utilizando las mismas materias primas puedo obtener cualquiera de los dos.

Cabe aclarar que tanto la biofabricación como la fabricación de biomateriales a partir de almidones y proteínas de forma casera son formas de producción que mayoritariamente se encuentran en etapas de investigación y exploración. Salvo algunas excepciones, todavía

no se utilizan para la producción masiva de objetos, si no que se intenta establecer cuáles son los límites, ventajas y desventajas de estos sistemas productivos.

#### **Capítulo 4. Investigación y desarrollo de biomateriales: casos de estudio**

En el siguiente capítulo, se analizan referentes nacionales e internaciones que se encuentran trabajando en la fabricación de materiales a partir de desechos orgánicos. Como se aclaró en el apartado anterior, esta investigación se enfoca dentro del campo de los biomateriales en los que no requieren la participación de organismos vivos para su crecimiento como la fermentación de kombucha y aglomerados fúngicos, estos materiales son los que se obtienen a partir de la combinación de polímeros de origen vegetales o de proteínas animales y un agente plastificante. Siguiendo este lineamiento, los referentes han sido divididos en: investigaciones académicas y proyectos de investigación independientes, incluyendo en este último a emprendimientos tienen un grado de desarrollo avanzado del material. A continuación, se hace una descripción de cada una de las organizaciones, la materialidad y el grado de avance en el que se encuentra cada uno.

##### **Investigaciones académicas**

- **Materiability:** es un grupo de investigación de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Anhalt en Dessau, Alemania. Su principal objetivo es la experimentación y el estudio de nuevos desarrollos materiales desde una mirada tecnológica, abogando siempre por el acceso abierto y sin restricciones a la información. Son una red de investigadores que intentan cerrar la brecha entre el diseño y la ciencia. Inicialmente se pensó como una plataforma para brindar acceso a materiales emergentes, pero rápidamente se convirtió en una comunidad internacional que para fines del 2017 contaba con alrededor de 2000 miembros activos. Ese mismo año, dividió su contenido en investigación y educación. Todo el material que se publica en su página web tiene fines educativos y es de uso gratuito para cualquier persona sin fines de lucro. El trabajo del grupo se centra en explorar la fabricación de materiales innovadores en vínculo con el diseño digital. Se hace especial hincapié en las tecnologías inteligentes o adaptativas, así como en los materiales biológicos y su impacto en nuestro entorno futuro.
- **Politécnico de Milán:** Desde hace alrededor de 6 años, se está trabajando sobre diferentes metodologías y formas de experimentación y generación de biomateriales en diversos proyectos de investigación en conjunto con el Departamento de Diseño e Ingeniería de la Universidad de Delft, Alemania. Los profesionales que han llevado a cabo esta investigación son reconocidos en el área por ser de los primeros en teorizar y realizar publicaciones sobre estos.

- Material Experience Lab: es un grupo de investigación de varios países que reúne a investigadores/profesionales, su propósito es generar formas únicas de comprender y diseñar (con) materiales para cambiar y mejorar la relación que las personas tienen con los materiales y artefactos. Las principales actividades de investigación del laboratorio están coordinadas por Elvin Karana y Valentina Rognoli. El equipo central está formado por investigadores y/o profesionales que trabajan activamente en algún proyecto específico dentro del laboratorio. El enfoque que proponen combina métodos de investigación con técnicas y herramientas del diseño de productos, ciencias sociales, ciencia de los materiales e ingeniería. Sostienen una visión holística de los materiales en el diseño, enfatizando el papel que tienen tanto a nivel técnico como experiencial. Conciben que comprender las experiencias de los materiales, es decir, entender cómo los materiales nos hacen pensar, sentir, y actuar, proporcionará nuevas vías para diseñar productos y nuevos materiales.
- Ana Laura Cantera: Artista bioelectrónica, investigadora y docente de la Universidad Tres de Febrero, ha llevado adelante numerosas investigaciones en el campo de las artes electrónicas y biofabricación. En sus producciones artísticas trabaja con los conceptos de naturaleza y territorio como interfaz mediante electrónica y organismos no-humanos. Dentro de sus desarrollos se destacan la realización de biotextiles y bioplásticos a partir de desechos de yerba mate. Junto con un socio tienen un taller de experimentación y desarrollo biomaterial llamado Mycocrea en el cual también llevan adelante capacitaciones y talleres para profesionales y personas interesadas en el área.

### **Proyectos independientes**

- Biology Estudio: estudio mexicano creado por Edith Medina que bajo la filosofía I.T.T. (Innovación+Tecnología+Tradicición) vincula biología, diseño y conocimiento ancestral, para desarrollar proyectos, objetos y diseños que involucran diversas disciplinas. El estudio lleva adelante variadas investigaciones en el ámbito de la creación de productos utilizando técnicas ancestrales con comunidades mexicanas. Realizan asesorías y desarrollos para diferentes empresas, diseñadores o investigadores que deseen desarrollar nuevos materiales con el enfoque que propone el estudio. Además, dictan diversos talleres relacionados con la biofabricación en varios países de América Latina.
- Laboratorio de Biomateriales de Valdivia (LABVA): Situado en la ciudad de Valdivia al sur de Chile, trabaja desde un foco territorial y transdisciplinar, cuestionando las materialidades y la cultura asociada a éstas para promover la investigación, experimentación y prototipado de nuevas materialidades como herramienta de

divulgación medioambiental y empoderamiento ciudadano. Tienen en su haber de las más variadas experimentaciones en universo de los biomateriales, basándose siempre en la biodiversidad del territorio que tienen disponible. Es así, que en su portfolio de desarrollos trabajan con kombucha, micelio de hongos que recolectan de los bosques cercanos a Valdivia, biocompuestos en base al desecho de caparazón de moluscos, un subproducto de la industria pesquera, bioplásticos desarrollados a partir de algas y otros materiales desarrollados a partir del carozo de palta. Realizan un trabajo codo a codo con pequeños productores y artesanos de la zona, proponiendo un valor agregado a las producciones que estos realizan. Por otro lado, disponen de un gran desarrollo del área de capacitaciones donde reciben residentes que estén realizando, o quieran comenzar alguna investigación dentro de este ámbito. El equipo que trabaja está compuesto por arquitectos, diseñadores, biólogos y bioquímicos quienes promueven una nueva cultura material que reformule los vínculos entre las comunidades y sus territorios. Para alcanzar este objetivo, trabajan en la difusión de las metodologías y el abanico de biomateriales que desarrollan a estudiantes y organizaciones públicas y privadas. Generan investigaciones fundadas en la reutilización de desechos industriales y domiciliarios y desarrollan prototipos co-creados con diseñadores, artesanos y gente de oficio.

- Matriz Biomaterial: Proyecto llevado adelante por la diseñadora Carolina Etchevers, de experimentación y desarrollo de biomateriales en Buenos Aires. Ha realizado numerosos talleres y experimentaciones entre las cuales se destaca un material similar al cuero fabricado a partir de residuos de cáscara de naranja, gelatina, glicerina, agua y cera de abejas. Un material liviano, flexible, resistente, liviano y semi impermeable. Paralelamente lleva adelante un laboratorio textil donde trabaja desarrollando proyectos de *upcycling*.
- Desintegra.me: Desarrollado por la diseñadora e investigadora chilena Margarita Talep. “Es un proyecto que sustituye a los plásticos de un sólo uso a través de un nuevo material hidrosoluble fabricado con materia prima extraída de algas.” (2018) Dicho proyecto está abordado desde una perspectiva del diseño industrial y propone crear una aproximación que estudie y comprenda cómo funciona el material para su desarrollo a gran escala en el futuro. Utiliza pigmentos de origen natural para colorear el bioplástico que se obtienen de la piel de frutas y verduras para la tinción del material. Aunque este proyecto todavía no se comercializa a gran escala, se han desarrollado prototipos en el área de envases primarios para alimentos, como envases para pastas secas, frutos secos y legumbres.

→ Kawitu: Es un sistema de eco-camas desarrolladas para hospitales modulares que se crearon a partir de la pandemia del Covid-19. Se destacan por su rápida fabricación y fácil montaje. La particularidad de estas camas es que poseen una lámpara que funciona mediante un dínamo y cuya pantalla está fabricada con un bioplástico creado a partir de la combinación gelatina y tintes naturales. La producción de estas camas fue de 200 unidades. Este producto resultó la única propuesta argentina seleccionada en la convocatoria Proyectos Covid-19 de la *Agence Universitaire de la Francophonie* y es el resultado de una investigación gestionada por un equipo dirigido por la directora de la Maestría en Tecnología y Estética de las Artes Electrónicas de la Universidad Tres de Febrero, Mariela Yeregui.

### **Capítulo 5. Experimentación: puesta en marcha de un taller de biomateriales casero**

El presente capítulo analiza la posibilidad de crear un taller de exploración biomaterial hogareño para que estudiantes, profesionales del diseño o personas interesadas en el área puedan incursionar en el universo de la fabricación de biomateriales. Para esto, se describen tanto las instalaciones necesarias, así como también los materiales que se necesitarán para poder llevar a cabo la experimentación. En esta etapa, se trabajó con biomateriales que no involucran organismos vivos durante su proceso de fabricación. La experimentación se fundamenta en reconocer y resignificar los desechos orgánicos producidos en el hogar, así como también en la búsqueda de materias primas para las cuales no sean requeridos grandes conocimientos técnicos ni instrumental especializado que tienen como fin democratizar los procesos de investigación en el campo de los materiales.

El desarrollo del proyecto se fundamenta en una modificación de la metodología *Material Driven Design*, propuesta en conjunto por el Departamento de Diseño del Politécnico de Milán y el Departamento de Diseño e Ingeniería de la Universidad de Delft. Así como también, en el modelo del Doble Diamante del Design Council, que ordena el trabajo creativo en una combinación de procesos divergentes y convergentes. Tomando como marco metodológico estos dos modelos, se definen cuatro etapas generales para la realización del proyecto. La última etapa, al mismo tiempo se subdivide en otras cuatro fases, con el fin de generar un entendimiento profundo de las posibilidades de aplicación de los materiales. La presente investigación se enfoca en las etapas 1 y 2, dejando abierta las posibilidades de una segunda experimentación e interpretación para futuras instancias en la investigación de este proyecto.

Dichas etapas son:



### 1. Relevamiento y búsqueda de métodos de producción/receta.

Siguiendo con el espíritu colaborativo y de democratización del conocimiento en el que se basan la mayoría de los proyectos que trabajan con biomateriales en diferentes partes del mundo. Se utilizaron librerías de libre acceso y de creación comunitaria para la búsqueda de procedimientos. Estas plataformas son:

- FabTextiles: plataforma digital experimental de código abierto. Con foco en productos biotextiles. Desde un enfoque ecosistémico, proponen nuevas formas de producción relacionadas con el mundo textil.
- Materiom: librería de biomateriales de código abierto. Diferentes diseñadores suben sus procedimientos, materiales y métodos de fabricación de biomateriales que se comparten con la comunidad.

### 2. Primera aproximación a la experimentación.

Esta etapa consistió en seleccionar la materia prima con la que se iba a desarrollar el material en función de los desechos orgánicos domiciliarios generados, y la selección de las recetas con las cuales se trabajó. A continuación, se describe con más profundidad cómo y cuáles fueron las materias primas seleccionadas.

Si bien debido a los tiempos de entrega pautados las etapas siguientes no se desarrollaron en este proyecto, es necesario explicitar las bases conceptuales que hacen a la totalidad de la metodología desarrollada.

3. Selección y segunda experimentación: en función de las muestras y los resultados obtenidos en la etapa 2, se selecciona/n la/s que haya/n tenido mejor resultado en cuanto a su viabilidad de producción y disponibilidad de materia prima. Se realizan nuevas pruebas de producción de mayor tamaño con el objetivo de poder llevar a cabo nuevos testeos de las cualidades y verificar las primeras hipótesis sobre tiempos de secado y otras características.

4. Interpretación y análisis: basada en la metodología *Material Driven Design*, esta última fase se sub-divide en 4 instancias, que tienen por finalidad lograr un entendimiento rápido y profundo del material y, por lo tanto, tener la posibilidad de un desarrollo más ágil en la gestión de la innovación. Estas fases son:

4.1 Fase de entendimiento del material: se busca un entendimiento profundo del material realizando una caracterización técnica y de experiencia. Se indaga acerca de las cualidades inherentes de cada material, sus contrastes y oportunidades de aplicación, se debe encontrar respuestas a preguntas como: ¿Cuál es su resistencia a la tracción, compresión, corte? ¿Cuál es su

resistencia al fuego? ¿Cuáles son sus limitaciones? Así como también preguntas relacionadas a las posibilidades de producción y moldeo del material como, por ejemplo, ¿Cuáles son los procesos de fabricación más convenientes para moldear el material? ¿Cómo se comporta el material cuando se lo somete a diferentes procesos productivos? En la caracterización de experiencia se busca entender cómo éste es entendido por los usuarios. Este paso tiene que ver principalmente con factores subjetivos -pero transversal a la mayoría de los usuarios- sobre percepciones psicológicas del color y texturas. En este paso se debe poder explicar cuáles son las cualidades que el material despierta durante la experiencia.

4.2 Creación de una visión de experiencia material: como resultado de ambas caracterizaciones -técnica y de experiencia-, se obtiene un listado con cualidades específicas. Con ella, se espera comprender cómo y qué experimentan otras personas con los materiales. Revela experiencias positivas y negativas actuales del material, así como también de qué manera se percibe en niveles sensoriales, de interpretación, afectivos y performativos, y cómo estas experiencias se relacionan con las propiedades físicas del material. Además, se generan hipótesis acerca del papel del material a nivel social y cultural y posibles campos de aplicación.

4.3 Identificación de patrones de experiencia: tiene como objetivo conceptualizar sobre las cualidades detectadas en pos de representar hallazgos que evidencien la transición desde la idea inicial al diseño del material/producto final.

4.4 Creación de conceptos/productos: Como instancia final y en función de la información y los conceptos obtenidos de cada material, se abre una instancia de ideación: según las cualidades del material ¿Qué productos se podrían realizar? Recién en esta última etapa aparece el producto, físico, definido.




Las pruebas realizadas se enfocan en un proceso divergente de trabajo, en el cual se busca experimentar llevando a la práctica variedades de combinaciones y fórmulas para poder analizar los distintos resultados y, en la siguiente etapa seleccionar las muestras con mejores resultados para profundizar sobre las cualidades de dicho material. En cuanto a los elementos necesarios para poder realizar las experimentaciones en casa el instrumental necesario no es muy distinto a utensilios que se utilizan habitualmente en la cocina: una

cacerola pequeña, hornalla a gas o eléctrica, cucharas para mezclar, balanza o vaso medidor, jeringa y varios recipientes para usar como molde.

En base al relevamiento realizado en las bibliotecas de materiales, así como los antecedentes investigados tanto a nivel local, como nacional e internacional se seleccionaron las recetas para comenzar la práctica que más se adecuaban al contexto de exploración y disponibilidad de los materiales de en zonas urbanas. Con el fin de describir la estructura de los bioplásticos, se dividirán los componentes que lo conforman en esenciales y aditivos. Los esenciales son los agentes de polimerización -de origen vegetal o animal- y el plastificante, los aditivos son todos aquellos elementos que se le agregan en pos de obtener diversas características sensoriales, como pueden ser color, textura, brillo, etc. Es aquí donde se abre un abanico de posibilidades, una de las preguntas que puede servir como guía para seleccionar él o los componentes aditivos es ¿Qué recursos tenemos disponibles en nuestras casas? La respuesta a este interrogante depende de diversos factores como pueden ser las costumbres culturales, la forma de alimentación, la época del año entre otros. A modo ilustrativo estos aditivos pueden ser, restos de café, restos de yerba mate, cáscara de frutas, hojas secas o flores que se caen de las plantas, cáscaras de semillas, cáscaras de huevo, y restos de verduras.

Durante la experimentación se trabajó con tres agentes de polimerización distintos: uno en base a proteínas de origen animal, gelatina, y otros dos de origen vegetal: uno fabricado a partir del procesamiento de algas, agar agar, y por último almidón de maíz. Todos estos materiales se pueden adquirir en comercios de índole barrial, así como también supermercados. El agente plastificante necesario para dar flexibilidad al material en todos los casos fue glicerina vegetal que se puede adquirir en químicas o incluso en algunas farmacias.

En la siguiente tabla se sintetizan los aspectos más relevantes de las experimentaciones.

Muestra	Composición	Características destacables	Observaciones y comentarios
 <p><b>Muestra #1</b></p>	<p>Bioplástico compuesto por glicerina vegetal, agua, gelatina sin sabor y cáscara de cítricos secados y triturados.</p>	<p>Presentó un secado rápido, buena resistencia a la generación de hongos. Leve olor cítrico agradable. De color naranja translúcido, con textura visual pero liso al tacto. Cuando el material está completamente seco posee poca flexibilidad. Sin embargo, los días de mayor humedad ambiental el material se torna más blando y flexible.</p>	<p>Durante los primeros días de secado el material obtenido era mucho más flexible. Luego de aproximadamente 5 días adquirió la textura definitiva. Si bien no es desfavorable, es bastante menos flexible de lo esperado. El color naranja se va tornando más oscuro con el paso del tiempo.</p>
 <p><b>Muestra #2</b></p>	<p>Bioplástico en base a gelatina, glicerina, vinagre, agua y hollejos de garbanzo.</p>	<p>El hollejo de garbanzo aporta estructura al material. Es rígido. Presenta una buena resistencia a la generación de hongos y su textura es rugosa al tacto. Su terminación es opaca.</p>	<p>Durante el proceso de secado se desgrana un poco. De secado lento, tarda aproximadamente 5 días en adquirir la rigidez final.</p>
 <p><b>Muestra #3</b></p>	<p>Misma composición que la muestra #2. Variación de proporciones.</p>	<p>Muestra más flexible. Al tener menor cantidad de hollejos de garbanzo el material es translúcido y se crea una textura visual similar a un entramado de hojas. También tiene una buena resistencia a la generación de hongos.</p>	<p>Al tener un espesor menor que la muestra #2 el secado es más rápido y no se desgrana.</p>





 <p><b>Muestra #4</b></p>	<p>Biofilm a base de agar, glicerina, agua, vinagre y polvo de yerba mate.</p>	<p>Material muy flexible, pero de poca elasticidad. Cambia de color durante el proceso de secado (de transparente a verde).</p>	<p>Durante el proceso de secado se contraerse y se rompe. Es muy frágil. Proceso de secado lento (aprox. 8 días).</p>
 <p><b>Muestra #5</b></p>	<p>Bioplástico a base de almidón de maíz, glicerina, agua y vinagre.</p>	<p>Material flexible, casi nula elasticidad. Color translúcido. Antes de secarse, la textura de este material es mucho más viscosa que la de las otras muestras.</p>	<p>Por la diferencia de espesor, durante el proceso de secado se cuarteó. Su textura durante la cocción es una pasta viscosa, a diferencia de los otros materiales que el resultado es líquido. Debido a su textura se puede colocar en moldes.</p>
 <p><b>Muestra #6</b></p>	<p>Bioplástico en base a agar, glicerina, y gelatina.</p>	<p>Muy frágil. Se descarta por su baja resistencia a la contaminación y su elevado tiempo de secado.</p>	<p>Muy poca resistencia a la contaminación por hongos. Tiempo de curado demasiado elevado. (más de 10 días).</p>
 <p><b>Muestra #7</b></p>	<p>Bioplástico a base de agar, glicerina, agua, vinagre y yerba mate utilizada. La composición es similar a la muestra #4 se variaron proporciones</p>	<p>Material muy flexible, translúcido de color verde oscuro. Posee una textura visual, pero es liso al tacto. El vinagre aporta mayor resistencia a posibles agentes de contaminación. Flexible y frágil.</p>	<p>El espesor de la muestra no es continuo, las partes más gruesas poseen mayor resistencia a la tracción y son menos frágiles. El tiempo de secado es bastante elevado (6-8 días).</p>

Tabla 1. Resultados de las experimentaciones.

## Conclusiones

El auge del desarrollo de los biomateriales en el último tiempo y el interés que despierta por parte de diseñadores, científicos y emprendedores está asociado al cambio de paradigma de consumo que se viene gestando a casusa del impacto medioambiental que generaron las dinámicas de consumo permanente adoptadas desde fines del siglo pasado. El

diseñador industrial, como hacedor de cultura material, no puede quedarse al margen de estos nuevos requerimientos en sus desarrollos que deberían estar pensados desde un enfoque circular teniendo en cuenta todo el ciclo de vida del producto. Por lo tanto, uno de los grandes desafíos vinculados al desarrollo de biomateriales, es no caer nuevamente en lógicas de producción y consumo vinculados con el extractivismo desmedido de recursos naturales y productos de un solo uso o con un ciclo de vida muy corto.

La investigación en este campo profundiza la relación interdisciplinar del diseño con profesionales de la biología, el diseño, la sociología y el arte quienes intercambian conocimientos con el fin de desarrollar proyectos de triple impacto teniendo en cuenta no sólo la esfera ambiental, sino también social y económica. En este sentido, propone respetar la biodiversidad al utilizar como materia prima elementos que se encuentren en abundancia en cada territorio. Impulsando además el desarrollo de las economías regionales al plantear nuevas lógicas productivas y de consumo. Trabajar con la génesis misma del material, y no entenderlo como un ente independiente del producto, genera un vínculo de reciprocidad en donde uno no puede existir sin el otro. Este camino diferente a las metodologías habituales en el diseño, contribuye a esta nueva relación forjada entre diseñador, tecnología, y materiales, que ofrece una oportunidad para lograr experiencias innovadoras promoviendo una nueva cultura material.

El desarrollo de biomateriales se fundamenta principalmente en un pensamiento crítico. Es por eso, que es vital analizar distintos aspectos a la hora de elegir la materia prima que se va a utilizar. Uno de ellos es la trazabilidad, es decir de dónde y cómo se obtiene la materia prima seleccionada. Algunas preguntas que pueden servir a modo de guía a la hora de elegir los materiales son: ¿Es abundante en el territorio donde vivo? En su fabricación, ¿genera problemas ecológicos o sociales? En su descomposición, ¿nutre al medio ambiente? Otro de los aspectos es entender cuáles son las limitaciones en lo relativo a la estandarización. Como se dijo anteriormente estos desarrollos no responden a las lógicas de consumo y mercado actual, algunos de los resultados podrán ser estandarizados, pero otros no. Entender estos condicionantes hará que podamos hacer un mejor uso y encontrar aplicaciones adecuadas para el material. Por otra parte, en un escenario ideal se deberían utilizar materias primas de 2º o 3º generación, es decir que no compitan con la producción alimenticia. Para poder saber esto es importante conocer el ciclo de vida completo de las fuentes que utilizamos para fabricar biomateriales. En instancias experienciales generalmente se utilizan componentes comprados, que se obtienen de una góndola. Esto no es lo óptimo en una etapa de producción, porque justamente al no ser subproductos de otras industrias, son ingredientes que pueden servir como alimento. Por eso es importante tener una visión crítica sobre nuestros proyectos y no romantizar el uso de los biomateriales,

no creer que son una solución per sé a las problemáticas ambientales. El mayor desafío es entonces, encontrar espacios de aplicación y comercialización sostenibles al largo plazo. Ya que, como se pudo observar en el capítulo 4, la mayoría de los desarrollos se encuentran en instancias de prototipado y pruebas.

En cuanto a los resultados obtenidos de la experimentación se puede concluir que las muestras fabricadas con gelatina presentaron un secado más rápido comparado con las muestras realizadas con agar, pero estas últimas resultaron más flexibles. Incorporar vinagre durante la preparación funciona como un anti fúngico natural, contaminación que representa la principal causa de descarte durante el proceso de secado. También se observó que, a mayor cantidad de glicerina, mayor es la flexibilidad que se obtiene, pero en consecuencia el tiempo de secado es más lento aumentando la posibilidad de que se formen hongos.

Por último, en líneas de investigación futuras se espera avanzar 3 y 4 descriptas en el capítulo 5 (selección y segunda experimentación e interpretación y análisis) para lograr un entendimiento profundo acerca de las posibilidades productivas de cada uno de los materiales. Por otra parte, se propone indagar en la posibilidad de establecer vínculos con distintos actores y productores para identificar subproductos agrícolas y de la industria alimenticia que puedan ser utilizados como materia prima, para generar posibles alianzas estratégicas además de obtener una trazabilidad de los insumos cerrando aún más el ciclo de vida de los nuevos materiales desarrollados.

## Referencias Bibliográficas

Arenas, Juan Pablo (2016). *Guía metodológica: Análisis del ciclo de vida*. Cuadernillo de la Maestría en responsabilidad social y desarrollo sostenible. Universidad Tecnológica Nacional. 6-9.

Braungart, M. (2002) *De la cuna a la cuna: Rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. Madrid: McGraw-Hill.

Datschefski, E. (2007). *Productos sustentables*. Barcelona: McGraw-Hill.

Dirección General de Estadística y Censos (Ministerio de Hacienda y Finanzas GCBA). *Residuos recolectados por tipo y promedio diario por habitante. Ciudad de Buenos Aires. Años 1995/2019*. Recuperado de: <https://www.estadisticaciudad.gob.ar/eyc/?p=29140> el 20/01/2021

Fungi (2013). Manual de biofabricación con hongo. Recuperado de: <http://biofab.cl/wp-content/uploads/2019/05/Manual-Biofab.pdf>

García H., Barajas D.F., & Alarcón, M.L. (2014). *Experimentación de materiales, un camino para la sustentabilidad en el diseño*. Rev.investig.desarro.innov 4(2), 87-94.

Ley 25.916. Gestión de Residuos domiciliarios. Buenos Aires, Argentina. 4 de agosto de 2004. Recuperada de: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/95000-99999/98327/norma.htm> el 20/01/2021

## Bibliografía

Ayala, C., Quijano A., Ruge, C. (2011). *Los materiales como medio para estimular procesos de creación*. dearq 08. ISSN 2011-3188. Bogotá, 44-53.

Ayala, C., Parisi, S., Rognoli, V. *The material experiences as DIY-Materials: Self production of wool filled starch based composite (NeWool)*.

BioPreferred (s.f, A) *What is BioPreferred?*. Recuperado el 2/9/2020 de: <https://www.biopreferred.gov/BioPreferred/faces/pages/AboutBioPreferred.xhtml>

BioPreferred (s.f, B) *Frequently asked questions*. Recuperado el 2/9/2020 de: <https://www.biopreferred.gov/BioPreferred/faces/pages/FAQs.xhtml>

BIOWAYS (s.f) *About BIOWAYS. Objectives and Approach of BIOWAYS Project*. Recuperado el 2/9/2020 de: <http://www.bioways.eu/about-bioways/objectives-approach/>



Carrillo (2003). Estructura de los hongos. Montevideo: Visión

Fuhr, M. (2018). *Biodiseño, Biomateriales en la Industria*. CPIA.

García H., Barajas D.F., & Alarcón, M.L. (2014). *Experimentación de materiales, un camino para la sustentabilidad en el diseño*. Rev.investig.desarro.innov 4(2), 87-94.

Illana, C (2007). The fungi kombucha. Madrid:Micol.

Karana, E., Barati, B., Rognoli, V., & Zeeuw van der Laan, A. (2015). Material driven design (MDD): A method to design for material experiences. International Journal of Design, 9(2), 35-54.

MCDONOUGH, William; BRAUNGART, Michael (2002): "Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things". New York, Farrar, Straus and Giroux.

Morillas, Alethia V. et al. *El origen de los plásticos y su impacto en el ambiente*.

Recuperado de <https://anipac.com/wp-content/uploads/2018/09/origendelosplasticos.pdf>

Rondón Toro, E. et al.(2016) *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Publicación de las Naciones Unidas. 17-21.

### **Páginas Web**

Ana Laura Cantera <https://www.analauracantera.com.ar/>

Biology Studio <https://biologystudio.com.mx/>

Fab Textiles <https://fabtextiles.org/>

Laboratorio de Biomateriales de Valdivia <https://www.labva.org/>

Materiability <http://materiability.com/>

Matteriom <https://matteriom.org/>

Material Experience Lab: <http://materialsexperiencelab.com/>