



RECUPERO

UNA ALTERNATIVA A LOS DESECHOS DE GALLARATE

TRABAJO DE DE GRADO

Plan 2013

Junio, 2021- Montevideo, Uruguay.

Autores

Martina Salomón
Yamila Martínez

Tutora

Dr Arq. Rosita De Lisi

Asesora

Pilar Irureta Goyena

Tribunal

D.I. Ángela Rubino, D.I. Fernando Escuder, Dr Arq. Rosita De Lisi



«La cuestión de la ecología como una prioridad de base social pide que el diseño y la planificación consideren la sostenibilidad y la justicia social como condiciones recíprocas, que salvar el planeta y salvar la comunidad se conviertan en uno, sean inseparables.»

Victor Papanek

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar queremos agradecer a la Escuela Universitaria Centro de Diseño por formarnos como diseñadoras. A Pilar Irureta por guiarnos desde el comienzo de esta etapa y a Rosita de Lisi por su orientación en la recta final de este desafío.

Agradecemos a Gallarate, por abrirnos las puertas de su fábrica, por la disponibilidad en todo momento para el intercambio y por la donación del material que fue la base de esta investigación.

También queremos agradecerles a todas aquellas personas que aportaron desde su formación y conocimiento a este Trabajo de Grado: Alejandro Calderara, Romina Napoli, Federico Lasnier y Patricia Zeballos.

Gracias a nuestras familias por el apoyo incondicional. Gracias a nuestras amigas por siempre alentarnos a seguir y celebrar hasta los logros más pequeños durante este camino. Gracias a Manu y Lolo por estar al firme cuando terminaban las largas jornadas de estudio.

Por último, gracias a nosotras, por estar para la otra cuando se ponía difícil, por motivarnos mutuamente y por hacer este viaje muy entretenido.

GALLARATE

Empresa familiar uruguaya que realiza calzado artesanal desde 1886, caracterizados por priorizar siempre la calidad, el confort e innovación de los productos que realizan. Actualmente lleva adelante la empresa la cuarta y quinta generación de la familia.

Su larga trayectoria comenzó con el desarrollo de insumos para el calzado y en la actualidad desarrollan una amplia gama de zapatos para hombre y mujer, siempre enfocados en el desarrollo artesanal de los mismos.

En una visita sin fines académicos a la fábrica de Gallarate se detecta la problemática a trabajar en este Trabajo de Grado: la cantidad de recortes de cuero curtido que se desechan diariamente.

En el desarrollo de la investigación Gallarate participó activamente. Además de aportar la materia prima, brindó conocimiento teórico en cuanto a la misma y su manipulación, así como la orientación en el uso de la maquinaria dentro de su fábrica.

RESUMEN

Este Trabajo de Grado surge con el propósito de generar un nuevo material a partir de los retazos de cuero excedentes de la fabricación de calzado artesanal de Uruguay. En la actualidad, Gallarate genera 4 kilogramos de retazos por día que oscilan entre los 5 y 20 centímetros cuadrados¹. Estos retazos son clasificados como basura, siendo recolectados semanalmente en la fábrica y depositados junto a otros desechos sin clasificación. Este “desecho” no solo se encuentra en las fábricas de calzado, sino que en marroquinerías y todos aquellos proyectos que utilicen moldería para generar piezas de cuero.

En la primera etapa, se genera el contenido teórico que le va a dar sustento a la investigación, se profundiza en la relación del diseño y la sustentabilidad y la posición del diseñador dentro de este vínculo. Además, se ahonda en el cuero como material, la situación de este tipo de desechos en Uruguay, los aglomerantes y el mundo de los biomateriales². Se indaga en la existencia de proyectos relacionados con la temática seleccionada, que utilizan residuos como materia prima principal y/o la aglomeración como parte del proceso productivo.

La segunda etapa de este trabajo se define como el proceso de exploración para llegar a la generación del nuevo material a partir de los retazos de cuero y un aglomerante. Se clasifican dentro de esta etapa 4 momentos que se detallan en el cuerpo del informe: aproximación a la materia prima, aglomerantes³ diversos, profundización en biomateriales y especificaciones del material final.

En la tercera y última etapa, se cierra la investigación detallando el material obtenido. Se ahonda en los componentes del nuevo material, su proceso productivo, pautas y cuidados a tener en cuenta durante la ejecución, recomendación de moldería y posibles usos.

Cabe destacar, que el presente Trabajo de Grado busca generar soluciones que respeten el medio ambiente y que contemplen el impacto generado en la producción, en la vida útil y en el fin de los productos. De nada serviría darle nueva vida a un desecho de una manera que sea contraproducente para el planeta.

¹ Relevamiento de autoría propia en julio del 2019.

² Se define como biomateriales a aquellos materiales que usan una base biológica para su fabricación, y que a menudo se obtienen a partir de subproductos y desechos de la industria (Revilla, 2019).

³ Se llaman materiales aglomerantes aquellos materiales que, en estado pastoso y con consistencia variable, tienen la propiedad de poderse moldear, de adherirse fácilmente a otros materiales, de unirlos entre sí, protegerlos, endurecerse y alcanzar resistencias mecánicas considerables. (EcuRed, s.f.)

En marzo del 2020 este Trabajo de Grado fue seleccionado por Biovalor para formar parte de su iniciativa “Escribí tu tesis con Biovalor”, que busca impulsar proyectos universitarios que investigan dentro de la economía circular.

Escribí tu tesis con Biovalor

Biovalor es un proyecto del gobierno uruguayo articulado y ejecutado por MIEM⁴, MVOTMA⁵ y MGAP⁶, cuyo objetivo principal es la transformación de residuos generados a partir de actividades agropecuarias, agroindustriales y de pequeños centros poblados, convirtiéndolos en energía y/o subproductos.

La industria ganadera, en todas sus manifestaciones, es una de las más grandes en nuestro país. Según el INAC⁷ ("Uruguay, país ganadero", n.d.), se producen cerca de 550 mil toneladas de carne vacuna al año, debido a esto se descarta pensar en que su consumo cese. El cuero y sus artículos derivados no van a dejar de generarse a corto plazo, porque la materia prima va a continuar existiendo. El cambio de paradigma y el uso de cueros orgánicos es algo que sin duda se debe continuar impulsando, sin embargo mientras tanto se debe procurar el buen uso de las materias primas que generamos.

Es por ello, que Recupero - Una alternativa a los desechos de Gallarate, impulsa la economía circular. Se considera pertinente cerrar al menos un círculo dentro de una de las industrias que utilizan un derivado de la industria ganadera (cuero), alcanzar el aprovechamiento total de una materia prima con altos niveles contaminantes en su producción y evitar la generación de desechos inutilizados.

Junto a 17 proyectos más de universidades públicas y privadas, se obtuvo el apoyo de Biovalor durante 3 meses.

Por un lado se brindó capital para invertir en la investigación. Con un monto total de 30.000 pesos uruguayos se accedió a todos los insumos para poder realizar las muestras, materiales concretos, ingredientes para las recetas y herramientas para la producción.

Por otro lado, se recibieron asesorías con técnicos de diferentes áreas, proporcionando material de estudio según las necesidades del Trabajo de Grado y se realizó el contacto con diferentes actores locales que aportaron información crucial para el desarrollo de la investigación.

⁴ Ministerio de Industria, Energía y Minería.

⁵ Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial de Uruguay.

⁶ Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

⁷ Instituto Nacional de Carnes.



Figura #1. Aglomerado de cuero y biomaterial. Fotografía de elaboración propia.

ÍNDICE

Introducción	11 - 12 p.
. Relevancia y motivación	11 p.
. Tema	12 p.
. Hipótesis	12 p.
Objetivos	13 p.
. General	13 p.
. Particulares	13 p.
Metodología	14 - 15 p.
Marco teórico	17 - 28 p.
. El diseño y la sustentabilidad	17 - 20 p.
Las 3R	18 p.
Economía circular	19 p.
. El cuero	21 - 26 p.
Origen, curtido y contaminación	21 p.
Gestión de los residuos en Uruguay	23 p.
La industria del calzado	24 p.
. Biomateriales	26 - 28 p.
Antecedentes y proyectos de referencia	29 - 34 p.
. Materiales y proyectos con aglomerante biodegradable	29 p.
. Materiales y productos con aglomerante no biodegradable	30 - 31 p.
. Fuentes de información sobre biomateriales	32 - 33 p.
. Datos relevantes	34 p.
Reflexión	35 p.
Experimentación	37 - 74 p.
. Etapas del proceso	37 p.
. Criterio de referencias	37 p.
. Aproximación a los retazos de cuero	38- 39 p.
. Aglomerantes diversos	40 - 46 p.
Tabla 1	40 p.
Conclusiones de la etapa	45 p.
. Profundización en biomateriales	47 - 53 p.
Moldes	47 p.
Proceso de elaboración	47 p.
Fichas	48 p.
Conclusiones de la etapa	53 p.

· Especificaciones del material final _____	54 - 74 p.
Tabla 2 _____	55 p.
Conclusiones de la tabla _____	58 p.
Tabla 3 _____	63 p.
Conclusiones de la tabla _____	66 p.
Pruebas físicas _____	67 p.
Densidad absoluta _____	69 p.
Compresión post secado _____	70 p.
Exposición a factores ambientales _____	71 p.
Proyecciones de durabilidad _____	73 p.

Aglomerado de cuero reciclado _____ 76 - 86 p.

· Presentación _____	76 p.
· Componentes del aglomerante _____	77 - 80 p.
Agua _____	77 p.
Glicerina _____	78 p.
Agar agar _____	79 p.
· Proceso de producción _____	80 - 82 p.
Acondicionamiento de los retazos de cuero _____	80 p.
Generación del material _____	81 p.
Pasos del secado _____	82 p.
· Certificación según estándares internacionales _____	83 p.
· Posibilidades _____	84 - 86 p.
Usos y aplicaciones _____	84 p.
Posibles líneas de investigación _____	85 p.
Posibles mejoras del el material _____	85 p.

Comprobación de hipótesis _____ 88 p.

Conclusiones _____ 88 - 90 p.

Bibliografía _____ 92 - 94 p.

Anexo _____ 96 - 107 p.

· Metodología _____	96 p.
· Entrevistas _____	97 - 101 p.
Gallarate _____	97 p.
Alejandro Calderara _____	98 p.
Romina Napoli _____	99 p.
Federico Lasnier _____	100 p.
· Tabla de clasificación de curtidos _____	102 p.
· Fases del proceso de curtido _____	102- 104 p.
· Detalle de la aproximación a la materia prima _____	104 - 105 p.

- Visita a la fábrica de Gallarate _____ 106 p.
- Obtención del Agar Agar _____ 107 p.

INTRODUCCIÓN

Relevancia y motivación

Este Trabajo de Grado se basa en la experimentación y generación de un nuevo material a partir de los retazos de cuero que son residuos de la industria del calzado artesanal en Uruguay.

Como diseñadoras y diseñadores se debe promover el consumo responsable, la transparencia de las industrias con las que se trabaja y siempre proyectar pensando en el aprovechamiento de los recursos disponibles.

El consumo de carne y la fabricación de cuero curtido forman parte de una de las industrias históricas de nuestro país. Si bien los subproductos de esa industria son muy consumidos por los uruguayos⁸, su elaboración es altamente contaminante. Esta investigación es importante ya que busca alcanzar el máximo aprovechamiento de un material con alto impacto ambiental en su producción. Si se genera, que se utilice en su totalidad y de forma responsable. A su vez, busca evitar residuos innecesarios, reducir la contaminación y el impacto ambiental.

El diseño es clave para fomentar una conciencia ecológica, permite tener una visión completa de lo proyectado y no ver al producto solo como un resultado final. Brinda herramientas para poder transformar los ciclos de vida lineales en circulares. Este Trabajo de Grado se sitúa en el último anillo del proceso circular y busca extender la vida útil de lo que en la actualidad es un desecho, excedente de un proceso productivo.

Fue excluyente en este trabajo lograr un nuevo material cuya fabricación fuese responsable con el medio y con la salud de las personas, existen aglomerados industriales de buena calidad pero los procesos o los aditivos empleados no son amigables con el ambiente.

Se busca que esta investigación contribuya al cuidado del medio que habitamos y genere aportes para las futuras generaciones de la Escuela Universitaria Centro de Diseño y personas interesadas en la sustentabilidad.

⁸ En el año 2020 el consumo total de carne alcanzó los 85,6 kg/hab/año. (INAC, 2020).

Tema

Búsqueda e investigación de la posible aglomeración con compuestos naturales de cuero triturado con el objetivo de desarrollar un nuevo material.

Hipótesis

- Existe la posibilidad de utilizar los retazos de cuero en diálogo con otros insumos y procesos para generar un nuevo material.
- Se puede revalorizar el material y su obtención generando un producto de diseño.

OBJETIVOS

Objetivo general

Agregar valor al desecho de cuero que se genera a partir de la producción de zapatos de la industria nacional.

Objetivos particulares

- Extender la vida útil de un desecho pre consumo (retazos de cuero) resultado de la fabricación de calzado artesanal, haciendo foco en el último anillo de la economía circular.
- Buscar el aprovechamiento total del cuero curtido y evitar desperdicios, teniendo presente el impacto que genera su elaboración.
- Lograr un nuevo material que colabore con el consumo consciente y responsable con el medio ambiente.
- Estudiar las posibilidades de uso del nuevo material generado con retazos de cuero.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este trabajo se toma como base la metodología de Bruno Munari⁹.

Munari establece un método cascada donde se establecen ciertos pasos partiendo del problema para llegar a la solución. Teniendo presente las etapas que el autor plantea¹⁰ y las propias necesidades de la investigación, la metodología empleada en este Trabajo de Grado se define en cuatro etapas:



1. **Definición del problema:**

Este trabajo surge de la problemática detectada en la fábrica de calzado Gallarate, donde por día se generan 4 kilogramos de retazos de cuero que oscilan entre los 5 y 20 centímetros cuadrados. Estos retazos son clasificados como basura, siendo recolectados semanalmente en la fábrica y depositados junto a otros desechos sin previa clasificación. De esta problemática a resolver, se desprenden para el inicio de la investigación las hipótesis y objetivos.

2. **Recopilación y análisis de datos:**

En esta etapa se define la base teórica que enmarca el Trabajo de Grado, se estudia y conceptualiza sobre la relación existente entre diseño y sustentabilidad, y el rol del diseñador en este vínculo. A su vez se indaga en los procesos de curtido, transformación de las pieles en cuero, su impacto a nivel ambiental y la gestión de estos residuos en nuestro país. Por último, se analizan los biomateriales, su procedencia y características principales, en búsqueda de lineamientos para la generación del material.

Se realizó un relevamiento de proyectos, tanto a nivel nacional como internacional, que estuvieran vinculados con el uso de algún desecho como materia prima. Se analizaron los desechos utilizados por los proyectos, los procesos de corte empleados para

⁹ Artista y diseñador italiano, considerado como uno de los grandes protagonistas del diseño industrial del siglo XX. (Colomer, 2020)

¹⁰ Ver Anexo p.96

adecuar el material, cómo y con qué se realiza la aglomeración del mismo.

A su vez, se realizaron entrevistas con actores locales¹¹, con conocimiento en el contexto a trabajar y de los procesos de producción de nuevos materiales.

3. Experimentación:

a. Se realiza una aproximación al material al trabajar con el objetivo de conocer sus características, dimensiones y comportamiento ante diferentes modificaciones físicas y químicas¹². Se realizan diversas experimentaciones: a) para retazos de mayor dimensión se probaron uniones por medio de costuras, grampas y colas vinílicas; b) para los retazos de menor tamaño se realizaron pruebas de triturado y aglomerado. Se decidió profundizar y continuar la experimentación solo con los aglomerados para generar un nuevo material.

b. Se indagan y ejecutan pruebas con una cantidad diversa de aglomerantes, como resinas, almidones, colas y bioplásticos, basadas en los estudios de los antecedentes nacionales e internacionales. Se analizan los resultados y se elige un camino a seguir: unir los retazos triturados (viruta de cuero) con bioplásticos.

c. Profundización en el estudio de biomateriales como aglomerantes. Además de los bioplásticos utilizados en la etapa anterior, se realizan nuevas recetas que surgen de la búsqueda en plataformas de intercambio de información. Luego del análisis de los resultados y en base a los objetivos de la investigación, se realiza la selección de una de las recetas a seguir trabajando compuesta por agua, agar agar¹³ y glicerina.

d. Desarrollo del nuevo material. Se estudian variantes en las cantidades de cada componente, las características que le aportan al material, y como conclusión se pasa de la bidimensionalidad a la tridimensionalidad. Se estudian tipos de moldes, se analiza la capacidad del material a transformaciones físicas y su resistencia a factores ambientales. Se corroboran datos y conclusiones de la experimentación con expertos.

4. Solución y variables:

Se profundiza en el material definitivo, sus componentes, proceso de producción y posibles usos. A partir de las observaciones y el comportamiento del nuevo material se establecen posibles caminos a seguir para futuros estudios.

¹¹ Ver en Anexo p. 97 - 101.

¹² Ver en Anexo p. 104 - 105.

¹³ Polvo que proviene de distintas algas rojas y tiene el poder de gelificar. (Calabuig, 2013)

RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS



Figura #2. Aglomerado de cuero y biomaterial. Fotografía de elaboración propia.

MARCO TEÓRICO

El diseño y la sustentabilidad

La definición aportada por el ICSID (International Council of Societies of Industrial Design), y que en líneas generales sigue la que presentó Tomas Maldonado en el Congreso de ICSID en el año 1961 (...) La función del diseño industrial consiste en proyectar la forma de un producto, no se considera como una actividad proyectual que parte exclusivamente de una idea apriorística sobre el valor estético (o estético funcional) de la forma, como una actividad proyectual cuyas motivaciones se sitúan aparte y preceden al proceso constitutivo de la propia forma. (...) De acuerdo con esta definición, proyectar la forma significa coordinar, integrar y articular todos aquellos factores que, de una manera u otra, participan en el proceso constitutivo de la forma del producto. (Maldonado et al., 1981, p.13)

En abril del año 1987 la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo publicó y dio a conocer su informe, titulado “Nuestro futuro común” (“Our common future”, en idioma inglés) conocido también como “Informe Brundtland” (Brundtland, G.H., 1987) en el cuál se introduce el concepto de desarrollo sostenible, definido en estos términos:

“Está en manos de la humanidad asegurar que el desarrollo sea sostenible, es decir, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias”. (Gómez, s.f., p. 91)

La relación entre diseño y sustentabilidad es de suma importancia y ha sido causa del nacimiento de varios enfoques, conceptos e ideologías.

Pauline Madge en 1997 realizó un análisis de las diversas relaciones planteadas entre el diseño y la sustentabilidad, el factor clave a considerar en la categorización es el grado de profundidad del diseño hacia el desarrollo sustentable, las categorías son: diseño verde, ecodiseño y diseño sostenible.



El diseño verde establece un enfoque superficial respecto al medio ambiente, es un acercamiento a nivel de imagen del producto que detrás de eso continúa con las mismas prácticas industriales y comerciales sin grandes cambios. La venta de productos bajo la idea del cuidado del ambiente dominan sobre el impacto real.

Figura #3. Esquema. Los tonos verdes del diseño.

En el Ecodiseño consiste en integrar los aspectos ambientales en los procesos proyectuales y productivos de los productos. Este concepto refleja mejor la relación entre el diseño y la ecología¹⁴.

Por último, el diseño sostenible tiene una visión analítica profunda, el desarrollo social y la producción ambiental buscan el equilibrio. Se sostienen prácticas orientadas a la proyección de productos y servicios desde una perspectiva de cuidado del entorno y de los recursos materiales y humanos necesarios para su creación.

El rol del diseñador/a y su responsabilidad social frente a los proyectos a los que se enfrenta es crucial. En *Design for the Real World*, Papanek (1984) señala: “la intervención profesional del diseño tiene que ser modesta, mínima y dotada de sensibilidad, así como respetuosa con el contexto social.” (p. xx). A su vez en cada movimiento o acción de un diseñador es necesario determinar el daño ecológico y social que se genera en las comunidades, es imposible proyectar sin medir el impacto de los procesos productivos, del uso y no uso.

Las 3R

La regla de las 3 erres de la ecología, conocida mundialmente como 3R, es una propuesta sobre los hábitos de consumo presentada en la Cumbre del G8 del 2004 por el Primer Ministro de Japón, Koizumi Junichiro, en busca de construir una sociedad orientada hacia el reciclaje. (Gallo, s.f.)



Figura #4. Las 3R.

Reducir: es la minimización de los residuos producidos mediante un consumo controlado y responsable. Evitar los materiales de un único uso y disminuir el gasto de agua y energía, apuntando a cuidar los recursos.

¹⁴ Ciencia que estudia los seres vivos como habitantes de un medio, y las relaciones que mantienen entre sí y con el propio medio. (Real Academia Española, 2020, definición 1).

Reutilizar: los materiales empleados deben tener la vida útil más larga posible. Apunta a reparar los productos, darles un uso nuevo y creativo, o simplemente postergar lo más posible la compra de uno nuevo.

Reciclar: rescatar lo posible de un material que ya no sirve, catalogado usualmente como basura, para reinsertarse en la cadena productiva como materia prima.

En la evolución hacia una sociedad sustentable y ecológica, las 3R son conceptos clave para el diseño, ya que a diferencia de los organismos naturales, que cuentan con un ciclo circular (de alguna manera se reciclan y se aprovechan para el mantenimiento y dinámica de la vida), los productos creados por el hombre en su mayoría tienen un principio y un fin, un ciclo lineal. Tienen un límite espacial y temporal, el tiempo se paraliza justo en el momento en que estos son consumidos.

La cultura del reciclaje resume el reto al que se enfrenta la sociedad del siglo XXI ante los problemas de almacenamiento, tratamiento y eliminación de los residuos generados en las actividades diarias del ser humano. (Molina y Roca, 2013).

El aumento de la contaminación, la acumulación de basura, el incremento de los gases de efecto invernadero, la disminución de combustibles fósiles, la destrucción de hábitats naturales, la contaminación en los océanos, entre otros son los problemas con los que lidia la sociedad actual, y que se busca mitigar o combatir. (Donalo, 2019). Sin las prácticas que plantean las 3R, el mundo sería un gran peligro.

Economía Circular



Figura #5. Esquema sobre la economía lineal comparado con un esquema de la economía circular.
Recuperado de: <https://app.emaze.com/@AOIIFTQRF#1>

El modelo actual de producción y gestión de recursos, bienes y servicios que busca potenciar un consumo a corto plazo, está llevando al planeta a una situación insostenible. El sistema económico vigente se desmarca diametralmente del ciclo de vida de la naturaleza y choca contra el desarrollo sostenible, enfocado al largo plazo (¿En qué consiste la economía circular?,

s.f.). Con una estimación de 8.000 millones de habitantes para 2030, está claro que no se puede seguir con el actual modelo de vida basado en una economía lineal. (Receco, 2019)

Según el sitio de Uruguay Circular (2020), entienden la economía circular como:

(...) Un nuevo paradigma que promueve la producción de bienes y servicios de manera sostenible, reduciendo el consumo, el tiempo, las fuentes de energía y los desperdicios. Se propone un modelo donde los productos, procesos y servicios se diseñan especialmente para optimizar los recursos utilizados y minimizar la generación de residuos. Los principios básicos implican: reducir, reutilizar, reparar y reciclar en un círculo continuo.

Existen principios que configuran como debe de funcionar la economía circular. Algunos de ellos son; las 3R, energía de fuentes renovables, la eco-concepción¹⁵ y la ecología industrial y territorial. (¿En qué consiste la economía circular?, s.f.)

Una economía circular se basa precisamente en el diseño, en diseñar reduciendo la generación de residuos y de contaminación en los procesos y manteniendo dentro de un mismo ciclo (circular) los materiales y los productos en uso. (...) No hablamos de ecodiseño o de diseñar pensando exclusivamente en reducir el impacto ambiental en el proceso de creación mediante el diseño. No se trata solo de eso o de reciclar, sino de convertirlo en un modelo económico válido y realista, rentable económica y ambientalmente. (Plaza, 2019)

En la economía circular los productos y servicios son diseñados imitando el ciclo biológico: diseño circular. Al momento de proyectar y producir se defiende la utilización de la mayor parte de materiales biodegradables posibles, para que estos puedan regresar a la naturaleza sin causar daños en el medio al terminar su vida útil. En los casos en que esto no sea posible, el objetivo será facilitar el desmontaje para reincorporarse al ciclo de producción y componer una nueva pieza. Asimismo, se trata del mantenimiento, reparación y remanufactura de los productos y cuando ya no es posible recuperar los productos o sus componentes, las estrategias se basan en dar una nueva vida a los recursos mediante el reciclaje, el compostaje y otros tipos de valorización como por ejemplo la valorización energética.

¹⁵ Considera los impactos medioambientales a lo largo del ciclo de vida de un producto y los integra desde su concepción. (¿En qué consiste la economía circular?, s.f.)

Origen, curtido y contaminación

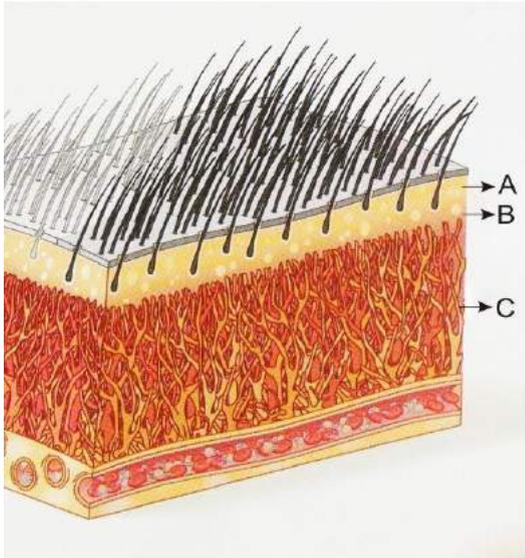


Figura #6. Capas de la piel. Recuperado de: <https://www.arkkara.com/index.php/noticias/75-del-cuero>

El origen del cuero es la piel animal, definida como la capa de tejido resistente y flexible que cubre el cuerpo de los animales. Tiene una composición heterogénea y normalmente está cubierta de pelo o lana. Sus principales funciones son actuar como capa protectora de los tejidos internos de los animales de ataques bacterianos e intervenir en la regulación de la temperatura corporal del animal.

La piel está formada por cuatro partes bien diferenciadas: el pelo o lana, la epidermis, la zona reticular y el tejido subcutáneo o endodermis. La parte que se convierte en cuero es la dermis, por esto en las primeras fases del proceso de curtido se eliminan las otras partes (Lladó i Riba & Pascual i Miró, 2016)

La transformación de la piel de un animal en cuero para confeccionar distintos productos es conocida globalmente como curtición y su objetivo principal es hacer que las pieles sean resistentes a la putrefacción.

Las principales propiedades físicas del cuero que lo hacen único y valioso son: la resistencia a la tracción, al desgarrar y a la flexión. También posee un buen aislamiento térmico ya que cuenta con una gran cantidad de aire, es maleable, resistente al calor y los hongos. Una característica que lo hace valioso en el mercado es su suavidad al tacto, cuanto más delgado sea el cuero, más suave será.

Según el libro El cuero de María Teresa Lladó y Eva Pascual (2016), la transformación de la piel de cualquier animal para confeccionar distintos productos está formada por los siguientes procesos: remojo, pelambre, calero, desencalado, rendido, curtición, tintura, engrase, y las operaciones mecánicas y el acabado (pp.21-24).¹⁶

Existen varios tipos de curtido ya que es un proceso milenario, pero hay dos más conocidos y utilizados: por un lado el curtido vegetal, que utiliza exclusivamente taninos¹⁷, y por otro lado el

¹⁶ Ver Anexo p.102 - 104 para profundizar en cada proceso.

¹⁷ Sustancias orgánicas disponibles de forma líquida o en polvo, que se obtienen de diversas partes de plantas como maderas, cortezas, frutas, vainas y hojas.

curtido al cromo, que incluye el uso de químicos, ácidos y sales.

El segundo proceso es muy rápido, toma un día producir una pieza de esta manera, por esto es el proceso elegido por la industria a pesar de ser altamente contaminante. Se utiliza aproximadamente 500 kilos de químicos para el procesamiento de una tonelada de piel fresca, que finaliza en la obtención de 200-250 kilogramos de cuero y una gran cantidad de residuos sólidos y efluentes líquidos (ONU¹⁸, s.f.).

En cuanto a los factores contaminantes del proceso de curtición Lladó y Pascual (2016) afirman lo siguiente:

Las pieles desolladas contienen sal, restos orgánicos y otros desechos que el curtidor debe asumir aunque no intervengan en el producto final. Estos residuos al mezclarse con el agua de los distintos procesos generan una gran contaminación. La sal, los excrementos y restos de materia orgánica soluble se disuelven y agotan el oxígeno del agua. Las carnazas y el pelo deben quitarse de forma sólida para no contaminar más el agua. Los productos utilizados para curtir, solubles en agua, también contaminan. Así, los curtientes vegetales, aunque son ecológicos, ya que provienen de las plantas, ocasionan una muy alta contaminación orgánica. Pero los curtientes minerales, y en especial el cromo, contienen metales que ya en baja concentración son muy problemáticos para depurar de los efluentes residuales. Y las grasas y otros productos auxiliares también contaminan. (p.25)

Existen dos tipos de residuos en toda la cadena productiva del cuero: sólidos y líquidos.

En cuanto a los residuos sólidos, como promedio, el curtido de cada tonelada de cuero produce alrededor de 190 kg de recortes y restos de los cueros durante la preparación para el curtido, 215 kg de recortes y raspaduras de los cueros curtidos y 34 kg de recortes y polvo de los cueros curtidos, acabados y teñidos. Sobre los residuos líquidos, el curtido produce un volumen elevado de efluentes contaminados con sustancias tóxicas, como aluminio, sulfuro de cromo y soda cáustica. Una tonelada de cueros requiere alrededor de 50 metros cúbicos de agua, que al final del proceso contiene diversas sustancias contaminantes. (FAO, 1998).

Es importante destacar que la producción de cuero curtido requiere la eliminación de la mayoría de los componentes de la piel cruda, aprovechando solo la dermis, dando como resultado un aprovechamiento de la materia prima únicamente el 20% del peso; el otro 80% se descarta como residuo. (Greenpeace, 2012)

En Pollutants in Tannery Effluents, estudio realizado por ONUDI (s.f), se afirma que los efluentes generados a partir del proceso de curtido provocan una contaminación grave del agua e incluso pueden bloquear y estancar corrientes.

La industria del cuero es una de las más señaladas por parte de las organizaciones ecologistas

¹⁸ Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.

del mundo, debido al significativo impacto ambiental que ocasiona y sobre todo cuando motiva la cacería indiscriminada de especies animales en peligro de extinción.

Pero resulta innegable que al encontrarse vinculada con la actividad de producción de carne, el aprovechamiento de la piel como subproducto puede ser entendido como una contribución con el medio ambiente. Las curtiembres desde este punto de vista podrían considerarse como grandes centros de reciclaje, ya que utilizan las miles de pieles que se generan a diario en el mundo como consecuencia del consumo de carne. Lamentablemente sus procesos productivos poseen un gran impacto negativo en el medio contribuyendo masivamente a la contaminación.

Gestión de los residuos en Uruguay



Figura #7. Retazos de cuero curtido. Fotografía de autoría propia.

Los retazos de cuero, desperdicio de las industrias de calzado, según el Manual de Gestión Integral (CEMPRE, 1998) son calificados como residuos sólidos junto a las cenizas, lodos, aceites, plásticos, papel, madera, fibras, goma, entre otros.

El residuo utilizado en la investigación es catalogado como el mismo desecho que se genera en las curtiembres en el último proceso de la cadena productiva, donde el cuero es recortado para eliminar imperfecciones. En la Guía de Producción Más Limpia en el Sector Curtiembres realizada por MVOTMA (2014) este desecho se gestiona dependiendo del método de curtición empleado.

En cuanto a los recortes de cuero curtidos al cromo, proceso de curtido más utilizado, una vez generados deberían ser recolectados y compactados mediante prensas para reducir su volumen y facilitar la manipulación, y fundamental almacenarse bajo techo. Un almacenamiento inadecuado, a la intemperie y sin un sistema de contención, puede liberar lixiviados¹⁹ al ambiente con alto contenido de cromo.

Está prohibida la incineración directa de estos residuos por su contenido de cromo, al igual que la generación de ladrillos o materiales con uso de hornos, que puedan generar la liberación de gases de combustión, ya que es peligroso por ser altamente cancerígeno.

Debido a la propiedad de resistencia a la degradación que se le otorga al cuero mediante el curtido, estos desechos no pueden ser destinados a procesos de tratamiento biológico para el aprovechamiento de la materia orgánica.

¹⁹ Líquido residual, generalmente tóxico, que se filtra de un vertedero por percolación. (Real Academia Española, 2020, definición 1).

Por otro lado, en cuanto al cuero curtido con taninos, lo que resulta sumamente interesante es que estos residuos de recortes y virutas al ser libres de cromo, pueden ser revalorizados para elaborar gelatinas y otros productos, así como fertilizantes y mejoradores del suelo. Asimismo pueden ser destinados a valorización energética en ciertas instalaciones, si cuentan con la autorización de DINAMA (Artículo 25, Dec. 182/13).

La industria del calzado



El 55% del cuero curtido producido mundialmente es utilizado en la industria del calzado, y es en el mercado mundial el producto con mayor dinamismo y demanda dentro de las manufacturas (ONUUDI, s.f.).

Figura #8. Producción de calzado. Recuperado de:
<https://gallarate.uy/>

En Uruguay, la importancia de la cadena de cuero bovino en la canasta exportadora ha disminuido, aunque su peso del 4% en 2016 sugiere que sigue siendo una cadena relevante en la generación de divisas (ONUUDI, s.f.). Cabe destacar que nuestro país exporta cada vez menos cueros terminados debido a la falta de competitividad en el mercado. La exportación de prendas de vestir, que son los productos de mayor valor agregado, también ha disminuido. A su vez, se exportan cada vez más residuos de cuero curtido como los offcuts²⁰, que se venden a Asia en contenedores ciegos.

²⁰ Recortes de cuero curtido tratados como residuos por la industria (ONUUDI,s.f).

ONUFI (s.f.) afirma que para revalorizar la cadena del cuero, Uruguay debe aprovechar la buena calidad de la materia prima y así diversificar los mercados. Una acción primordial para llevar a cabo esto es que la industria frigorífica comience a visualizar al cuero más allá de un desecho de su proceso productivo, sino como un subproducto para ser aprovechado. Actualmente al extraer la pieza de cuero del animal el corte no es óptimo y cuando se lleva a las curtiembres se generan más residuos. La clave está en capacitar a los manipuladores de los frigoríficos en un corte óptimo.

Según el Ministerio de Industria, Energía y Minería de Uruguay, en un informe sobre la fabricación de calzado (Marzo, 2020) la producción de este producto a escala mundial alcanzó en 2018 los 24,2 mil millones de pares. Entre los años 2010 y 2018 se ha expandido en un 20.5%, y la producción se encontraba concentrada en Asia, donde se fabrican casi 9 de cada 10 pares de zapatos, le sigue Sudamérica con 5% de participación en la producción global.



Figura #9. Distribución de la producción mundial de calzado. Recuperado de: Informe MIEM

Las transformaciones a nivel mundial de la industria global de calzado son consecuencia de los bajos costos labores de Asia, el avance de la tecnología permitió dividir el proceso productivo en diferentes países, entonces el diseño y las especificaciones técnicas se siguen desarrollando principalmente en los países más avanzados.

Específicamente en Uruguay, de acuerdo a datos del Registro Permanente de Actividades Económicas del INE (2016) el sector de calzado está compuesto por 122 empresas. El 63% corresponde a microempresas (menos de 5 empleados), el 27% a pequeñas (de 5 a 19 empleados) y el 10% a empresas medianas (20 a 99 empleados). Según el informe del MIEM, es probable que el número actual de empresas sea menor que el relevado en 2016, dada la evolución del sector.

El volumen de producción en este sector en el año 2019 representa la tercera parte del volumen de producción del año 2011 (medido a través del índice de volumen físico promedio anual), situándose en niveles históricamente bajos.

En cuanto al destino de la producción nacional, según datos de Dirección General Impositiva en el período 2011-2018 el 100% fue destinado al mercado interno.

Por lo anteriormente mencionado, la industria del calzado en Uruguay en los últimos tiempos ha pasado por momentos muy complejos. Hoy el sector vive una crisis con expectativas comerciales y productivas muy bajas, reflejándose en la pérdida de empleos por el cierre de empresas.

En el 2020, la Industria Uruguaya de Calzado contaba con 1500 personas ocupadas y dada la pérdida del 50% de la mano de obra privada se habrían perdido aproximadamente 3000 puestos de trabajo en los últimos 9 años (Marcelo Ballesta, 2020). A su vez, según la entrevista realizada por el Diario La Juventud al secretario de la Cámara de la Industria del Calzado del Uruguay, Marcelo Ballesta (2019) se destaca el dato de que en el año 2018 ingresaron a Uruguay 12.252.000 pares de calzado, contrastando con los 1.500.000 de pares estimados producidos por la industria nacional. La importación de calzado aumentó un 60% del año 2000 al 2018. Asimismo, en Uruguay el consumo aparente de calzado ronda los 15 millones de pares. Teniendo un consumo de los más altos de Sudamérica con un promedio per cápita de 4,5 de pares por habitante.

Resulta sumamente interesante que si bien gran parte del cuero curtido producido en el mundo es utilizado en la industria del calzado, las fábricas artesanales Uruguayas desechan a diario gran parte de su principal materia prima al no tener el tamaño o forma adecuada para su utilización. En el relevamiento de autoría propia en la fábrica Gallarate (pequeña empresa), se generan 4 kilogramos de retazos por día que oscilan entre los 5 y 20 centímetros cuadrados.

Biomateriales

Uno de los desarrollos emergentes que está creciendo rápidamente en la actualidad en el campo del diseño industrial, la moda y el arte (Fab Lab Barcelona, 2021).

Se definen como biomateriales aquellos materiales que usan una base biológica para su fabricación, y que a menudo se obtienen a partir de subproductos y desechos de la industria (Revilla, 2019).

Frente al consumo abusivo y a la sociedad hiper industrializada los biomateriales son una alternativa que se encuentra en investigación constante. Existe una necesidad cada vez mayor de materias primas nuevas y en este sentido el diseño tiene mucho que aportar, buscando otros materiales con los que seguir creando (Revilla, 2021). Cabe destacar que conseguir este tipo de materiales conlleva detrás un gran trabajo de investigación y análisis, pero sus resultados logran ser realmente asombrosos.



Figura #10. Silla Well Proven de James Shaw y Marjan van Aubel. Realizadas a partir de aserrín y bio-resina. Recuperado de: <https://www.elledecor.com/es/diseño/a35805677/materiales-sostenibles-biodegradables/>



Figura #11. Estuche Kanten de Margarita Talep, estuche de bioplástico elaborado con materia prima extraída de algas. Recuperado de: <https://margaritatalep.com>

Los biomateriales están enmarcados dentro de la biofabricación, biología aplicada a la producción de materiales y manufacturación, sumamente relacionados con la economía circular: los desechos se transforman, se reciclan y al ser productos biodegradables vuelven a su origen (al ser depositados con los residuos orgánicos, entran en contacto con microorganismos que lo degradan y terminan desapareciendo completamente).

Existe un creciente interés en ellos ya que se están agotando los recursos petroquímicos y fósiles con los que actualmente se producen los plásticos. A su vez, la industria del plástico es una de las más contaminantes:

La producción de plástico pasó de 2 millones de toneladas anuales durante la década de los 50 del siglo 20 a 380 billones en la actualidad. Lo preocupante es que para los próximos años la industria del plástico espera duplicar esta cifra, superando los 700 millones de toneladas de plásticos producidas alrededor del mundo. Lamentablemente, sólo 9 por ciento de este material se ha reciclado y 12% ha sido incinerado, con las complicaciones ambientales que esto conlleva. El 79% del plástico producido desde 1950 terminó en rellenos sanitarios, sin ningún tipo de valorización o recuperación. (Rivas, 2019)

El plástico biodegradable o bioplástico, deja de lado el petróleo para su fabricación y se genera a partir de materias primas orgánicas como restos de frutas, celulosa o legumbres, y el proceso de elaboración es muy simple y con pocos ingredientes. Se podría resumir en: polímero, más plastificante, más aditivo.

Es como hacer una pizza: tienes la harina, que sería el polímero, lo que endurece la mezcla; el agua, el plastificante, que es dónde se esparce ese polímero; y las semillas, que serían los aditivos y que en el caso de los bioplásticos podrían ser los colorantes. (Talep, s.f)

Algunos bioplásticos se generan a través de cadenas moleculares que se forman a partir de organismos vivos. Estos pueden ser de origen vegetal (almidón, celulosa, pectina, algas), de origen bacteriano (ácido poliláctico, kombucha), o de origen animal (gelatina, lana, seda) (Bermudez y Taullard, 2019). Muchas veces se complementan con materiales de refuerzo como fibras naturales, materiales de relleno o desechos.

En Biomateriales explorando oportunidades, Bermudes y Taullard (2019) describen las siguientes ventajas de los bioplásticos:

1. Evitan la dependencia de los recursos fósiles y producen menos emisiones de CO₂ que la producción de plásticos tradicionales.
2. Los bioplásticos generan menos gases de efecto invernadero durante su proceso de biodegradación.

En cuanto a las desventajas, los autores explican lo siguiente:

1. En la actualidad el costo de producción de los bioplásticos es el doble que el de los plásticos tradicionales.
2. Actualmente la producción de biomateriales se encuentra enmarcada en el desarrollo artesanal o a baja escala. La creación biomateriales necesita de la creación y desarrollo de nuevas maquinarias dentro de la biotecnología que requieren de mucha inversión para poder ser producidos de forma masiva.

Existen diversas fuentes que aportan tanto información sobre estos materiales, como sencillas recetas para generar bioplásticos desde un hogar.

ANTECEDENTES Y PROYECTOS DE REFERENCIA

Para el análisis de antecedentes se seleccionaron productos (materiales), tanto nacionales como internacionales que utilizan residuos como materia prima principal.

Se clasificaron en dos grupos, por un lado aquellos que su aglomerante es biodegradable y por otro los que no.

Materiales y productos con aglomerante biodegradable



Figura #12. Pieza Structural Skin. Recuperado de: <https://oficinapenades.com/projects/structural-skin-furniture>

STRUCTURAL SKIN

Proyecto liderado por el diseñador español Jorge Penadés que propone la recuperación y no desperdicio de los restos de cuero de las marroquinerías para generar un nuevo material tridimensional para generar estructuras ensambladas que forman mobiliario. Tiras de cuero unidas con un aglomerante a base de almidón forman el material que se puede trabajar y cortar como madera o mármol.



Figura #13. Placas Demodé. Recuperado de: <https://www.bernarditamarambio.cl/Demodé>

DEMODÉ

Material desarrollado por la diseñadora chilena Bernardita Marambio, que aprovecha y rescata residuos textiles naturales y con componentes plásticos. Los residuos se aglomeran con un adhesivo 100% a base de almidón obteniendo como resultado un material con resistencia estructural.

El objetivo del proyecto es dar uso al alto porcentaje de residuos textiles que terminan en vertederos, reduciendo la contaminación ambiental que esto genera.



Figura #14. Vajilla de cáscara de arroz. Recuperado de: <https://ukudala.uy/>

UKUDALA

Ukudala es un emprendimiento sostenible uruguayo que realiza la producción de vajilla y packaging compostable fabricado a partir de cáscara de arroz. Buscan revalorizar un residuo de la agro industria y apuestan a la economía circular. Buscan ser una alternativa al consumo de plásticos de un solo uso

Materiales y productos con aglomerante no biodegradable



Figura #15. Productos Vacavaliente. Recuperado de: <https://vacavaliente.com>

VACAVALIENTE

Empresa argentina que crea objetos creativos y funcionales a partir de cuero reciclado, material que logran usando fibra molida de cuero, proveniente de desperdicios industriales, y mezclado con ligantes químicos no especificados.

Vacavaliente utiliza el cuero no de la forma tradicional, sino que lleva la bidimensionalidad del material hacia lo estructural mediante cortes y laminados.



Figura #16. Baldosas Ecotire. Recuperado de: <https://www.instagram.com/ecotireuruguay>

ECOTIRE

Emprendimiento que fabrica alfombras y baldosas podotáctiles con el caucho de los neumáticos fuera de uso para personas con discapacidad visual.

Ecotire recibe el caucho en desuso ya triturado y lo aglomera con latex prevulcanizado, dándole la forma a través de moldes de metal. El objetivo del proyecto es contribuir a la baja de la contaminación ambiental y darle una herramienta a las personas con esta discapacidad.

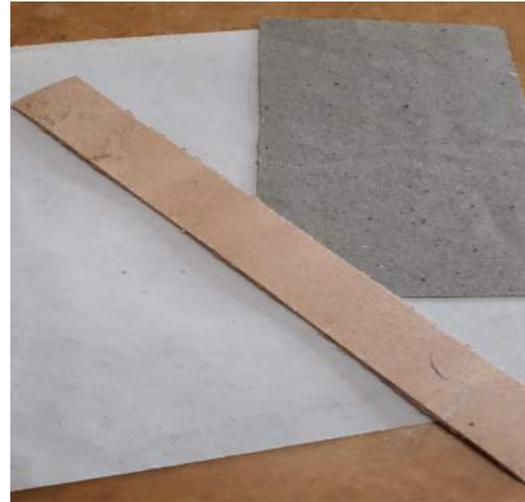


Figura #17. Material Bella Vela. Fotografía de Alejandro Calderara.

BELLA VELA

Bella Vela es una cooperativa uruguaya que fabrica velas, a su vez hace unos años, en paralelo, llevan adelante un proyecto que rescata la viruta de la última fase del proceso de curtido de cuero. Mediante un proceso semi industrializado (uso de molinos y rodillos) y resinas amigables con el medio ambiente, logran un material similar a la cartulina que hoy en día es utilizado principalmente como plantillas de alpargatas.

Fuentes de información sobre biomateriales

MATERIOM



Plataforma de difusión sobre el desarrollo y la experimentación de materiales que apunta a nutrir las economías y ecologías locales a partir del uso de la biomasa local. La colaboración es multidisciplinaria, diseñadores, ingenieros y artistas colaboran en la biblioteca de conocimiento abierto²¹ disponible en la web.

Web: <https://materiom.org/>

Figura #18. Biomaterial de Materiom.

Recuperado de: <https://materiom.org/recipe/603>

BIOPLASTICS COOK BOOK



Catálogo de recetas de bioplásticos escrito por la investigadora científica Margaret Dunne para Fab textiles²². Las recetas plasmadas en este artículo utilizan gelatina, agar agar y almidón de maíz, entre otros. Catálogo:

https://issuu.com/nat_arc/docs/bioplasic_cook_book

Figura #19. Biomateriales. Recuperado

de: <http://fabtextiles.org/bioplasic-cook-book>

SOMOS LABVA



Desde Valdivia Chile, proyecto que utiliza la metodología Diseño Basado en Biodiversidad para generar materiales que surgen del cultivo de organismos y recetas de cocina. Promueven una cultura material que se cuestione y reformule los vínculos entre las comunidades y sus territorios.

Figura #20. Biomaterial de Somos Labva.

Recuperado de: <https://www.labva.org>

²¹ El conocimiento abierto se define como conocimiento accesible, libre de uso, y gratuito a su usuario. Este concepto es parte de un movimiento que busca generar soluciones para el bien público de manera colaborativa. (Basañes, 2019)

²² Plataforma de investigación y educación interdisciplinaria. (FabTextiles | Experimental Digital Open Source Couture, s.f.)

BIOMATERIALES

EXPLORANDO OPORTUNIDADES



Figura #21. Biomateriales. Recuperado del Trabajo de Grado

Trabajo de Grado de la Escuela Universitaria Centro de Diseño realizado por Eugenia Bermudez y Horacio Taullard en el 2019. Tiene como objetivo generar una aproximación a la realización de un catálogo de bioplásticos de manera artesanal. Explorando dos procesos de fabricación de bioplásticos creados a partir de scoby²³ y gelatina. Asimismo, se promueve la innovación y posibles usos de los materiales resultantes.

PANELES PARA ABSORCIÓN ACÚSTICA CON DESECHOS TEXTILES



Figura #22. Panel de absorción acústica. Recuperado del Trabajo de Grado

Trabajo de Grado de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, realizado por Lucía Delgado en el 2017. Tiene como objetivo la generación de un nuevo material que sirva como absorbente acústico. Asimismo, utiliza como materia prima desechos de la industria textil lanera, generando un material a partir del reciclaje de un desecho, completamente biodegradable.

²³ Colonia de simbiótica entre bacterias, levadura y celulosa (Bermudez y Taullard, 2019)

Datos relevantes

Del intercambio con Marta Minoli, directora de Gallarate, Juan Manuel Cáceres, empleado de Gallarate y Alejandro Calderara, integrante de la cooperativa Bella Vela, se destacan los siguientes datos²⁴:

- Gallarate genera aproximadamente 4 kilogramos de retazos por día que oscilan entre los 5 y 20 centímetros cuadrados²⁵, que se categorizan como desechos y descartan junto con los demás desechos de la producción.
- En la fábrica no existe una clasificación y reciclaje de los desechos con potencial uso.
- Gallarate utiliza cueros curtidos con cromo y también con taninos (para partes específicas de algunas suelas). Los retazos a utilizar provienen de la curtición con cromo, el que más utilizan para la elaboración de zapatos.
- El cromo es una sustancia cancerígena, la concentración del mismo en el cueros curtidos suele ser baja, para que aumente y sea un riesgo para la salud se necesitan condiciones de trabajo con temperaturas de más de 160°. Durante toda la experimentación, es importante trabajar debajo de esta cifra si se utiliza calor.

²⁴ Ver Anexo p. 97 - 98.

²⁵ Relevamiento de autoría propia junto a empleados de Gallarate.

Reflexión

En Uruguay, el destino final de los recortes del cuero curtido utilizado en las fábricas de calzado es la basura, impactando tanto en el medio como en la economía de este sector. Actualmente, los recortes son depositados junto a otros desechos sin clasificación. Las fábricas no utilizan gran parte de la principal materia prima que adquieren para el desarrollo de sus productos, por el simple hecho de no encontrarle un fin dentro de su producción o la posible venta a externos.

El aprovechamiento total del cuero curtido, materia prima que es resultado de una de las industrias más contaminantes (cárnica y curtiembres), es indispensable, como lo es también la rentabilidad de las empresas uruguayas. Para lograr esto, es necesario dejar de ver los recortes como desechos para considerarlos una oportunidad, y para ello es fundamental ver al cuero curtido más allá de sus usos tradicionales y explorar nuevas alternativas.

Según el Informe Diagnóstico Reciclado, en Uruguay el volumen promedio de generación de residuos sólidos diarios per cápita ronda los 900 gramos. Esto totaliza unas 2.800 toneladas diarias (CTPLAS, 2017, p.8). Con estas cifras está claro que uno de los desafíos de Uruguay es apuntar y contar con procesos productivos que sean ambientalmente sostenibles y comprobables. Tanto desde el punto de vista de la huella de carbono, como en la forma que interactúan los sistemas productivos con el ecosistema que los rodea. Para poder lograr esto, es fundamental intentar transformar las economías lineales en circulares y apostar a productos que el fin de su vida útil no sea el desecho.

Es clave entender que la sustentabilidad y el cuidado de los recursos ya no es una categoría especial dentro del diseño, todo lo proyectado tiene que cumplir con estos principios y estar en total relación con la naturaleza.

A nivel mundial existen proyectos que utilizan la biofabricación para generar nuevos materiales/productos en base a desechos de diferentes tipos (en su mayoría orgánicos como café, viruta, entre otros). Es importante destacar que el nivel de resultados obtenidos por estos proyectos hace a los biomateriales una alternativa competitiva frente a los plásticos.

A nivel nacional, no existe un programa o proyectos que de solución a los descartes de cuero curtido con aglomerantes sintéticos o naturales. Es pertinente atender esta problemática de la mano de los biomateriales, los materiales sostenibles del futuro, y no tan lejano.

EXPERIMENTACIÓN

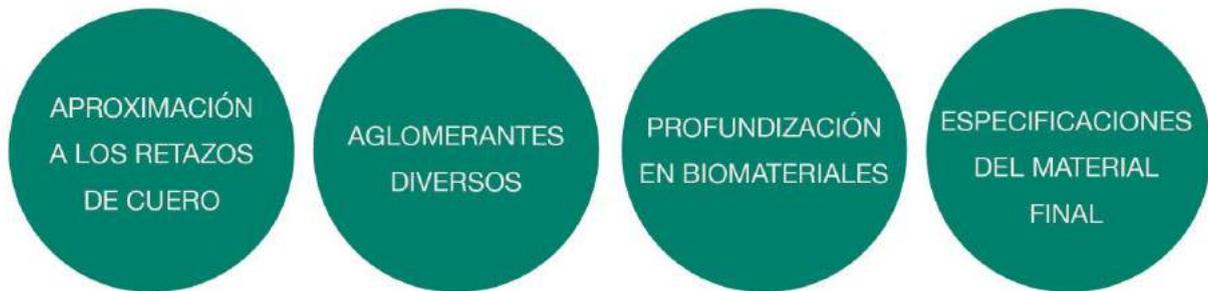


Figura #23. Cuero triturado. Fotografía de elaboración propia.

EXPERIMENTACIÓN

Etapas del proceso

El proceso para la creación del material se dividió en cuatro etapas:



Criterio de referencias

A lo largo de las etapas mencionadas anteriormente se hace referencia a algunos términos como flexibilidad, viscosidad, suavidad, entre otros. Es necesario explicar los criterios de referencias para las características perceptivas de las pruebas, que van a aparecer en fichas y tablas a lo largo de este Trabajo de Grado.

El fin principal de estos criterios es aportar información para la selección del camino a seguir etapa a etapa, poder comparar las muestras y facilitar la comprensión de los materiales sin necesidad de tenerlos físicamente.

Se establecen los siguientes atributos:

REVELA COMPONENTES	Si o no
FLEXIBILIDAD	1 lo más rígido y 5 lo más maleable
VISCOSIDAD	1 lo menos viscoso perceptivamente y 5 lo más viscoso
SUAVIDAD	1 lo menos homogéneo y 5 lo más homogéneo
BRILLO	1 lo más opaco y 5 lo más brillante
HOMOGENEIDAD	1 lo menos homogéneo y 5 lo más homogéneo

Aproximación a los retazos de cuero

En la primera etapa se trabajó con los retazos de cuero para conocer sus características, dimensiones y comportamiento ante diferentes modificaciones físicas y químicas²⁶.



Figura #24. Foto de los diversos tamaños de retazos. Fotografía de elaboración propia.

Los retazos de cuero utilizados en esta investigación surgen de la manipulación de las planchas de cuero por parte de los empleados de la fábrica a la hora de realizar los moldes para el calzado, este proceso se realiza teniendo en cuenta el máximo aprovechamiento del material. Debido a esto, el tamaño y forma de los retazos es diverso.

Se selecciona al azar una muestra de 1kg de retazos y se los clasifica según su tamaño: por un lado piezas con una superficie inapropiada para ser unida en procesos como la costura o engrapado y por otro, trozos lo suficientemente grandes para poder realizar uniones²⁷. Al finalizar la selección se observa que la mayoría de la muestra son retazos pequeños de forma irregular.

Con esta observación se descarta la unión mediante procesos físicos como costuras o grampas por el tiempo que llevaría generar superficies y lo engorroso del proceso. Se concreta la opción de utilizar aglomerantes para la generación del nuevo material.

Si bien las piezas de mayor tamaño pueden ser utilizadas para la generación de materiales a partir de otras técnicas que no sea el triturado y aglomerado, como por ejemplo el patchwork²⁸, en este proceso puntual seguiría existiendo excedente de materia prima sin utilizar.

A su vez, en la investigación previa sobre biomateriales, se visualiza que la mayoría de los materiales/productos realizados parten de materiales molidos, como cáscara de plátano o corcho, o de residuos que en su origen tienen una granulometría muy fina, como borra de café, yerba o cenizas.

²⁶ Ver en Anexo p.104 - 105.

²⁷ Ver en Anexo p. 105.

²⁸ El patchwork es el arte de unir telas de diferentes colores y tamaños (retazos) utilizando múltiples técnicas para llegar a formar distintos motivos y objetos útiles o simplemente decorativos. (Quilt'ys, 2016)



Figura #25. Corte de retazos de cuero a mano con tijera. Fotografía de elaboración propia.

El corte con tijeras para obtener grandes volúmenes de cuero triturado es largo, tedioso y perjudicial para las articulaciones de las manos (debido al esfuerzo que hay que hacer por tiempo prolongado y los diversos espesores de la materia prima). Es necesario someter los retazos a un proceso de triturado que permitiera obtener una granulometría más fina para pasar al uso de aglomerantes.

Figuras #26. Retazos de cuero antes y después de ser pasados 4 veces por la trituradora de papel. Fotografía de elaboración propia.



Se recurrió al uso de una trituradora de papel que permitiera facilitar y agilizar el proceso de corte, así como para conseguir homogeneidad en el tamaño y forma de los granos. Como resultado del grano obtenido, podemos denominar a la materia prima como **viruta de cuero curtido**²⁹.

²⁹ Cabe destacar que esta viruta no proviene de la curtiembre, sino que es resultado del triturado de los retazos de cuero curtido de Gallarate.

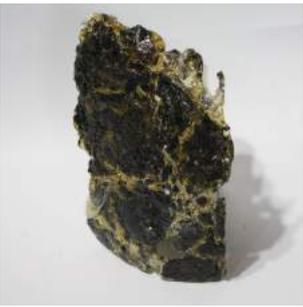
Aglomerantes diversos

Luego de un relevamiento en el mercado local sobre los pegamentos³⁰ ya elaborados (sosteniendo constantemente la utilización de materiales de bajo impacto ambiental) y una búsqueda online sobre los pegamentos que se pueden realizar con ingredientes naturales o de uso doméstico, se experimentan diversas alternativas, plasmadas en la tabla a continuación.

TABLA 1

MUESTRA	COMPONENTES	FOTO	CARACTERÍSTICAS Y OBSERVACIONES																												
1	<table border="1"> <tr> <td>Cuero</td> <td>150 gr</td> </tr> <tr> <td>Glicerina</td> <td>24 ml</td> </tr> <tr> <td>Gelatina</td> <td>48 gr</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>240 ml</td> </tr> <tr> <td>Vinagre</td> <td>60 ml</td> </tr> <tr> <td>Carbonato de calcio</td> <td>40 gr</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><i>(Biomaterial)</i></td> </tr> </table>	Cuero	150 gr	Glicerina	24 ml	Gelatina	48 gr	Agua	240 ml	Vinagre	60 ml	Carbonato de calcio	40 gr	<i>(Biomaterial)</i>			<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Olor a vinagre</td> </tr> <tr> <td>Revela componentes</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>Flexibilidad</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Viscosidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Suavidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Brillo</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Homogeneidad</td> <td>2</td> </tr> </table>	Olor a vinagre		Revela componentes	SI	Flexibilidad	2	Viscosidad	1	Suavidad	1	Brillo	1	Homogeneidad	2
Cuero	150 gr																														
Glicerina	24 ml																														
Gelatina	48 gr																														
Agua	240 ml																														
Vinagre	60 ml																														
Carbonato de calcio	40 gr																														
<i>(Biomaterial)</i>																															
Olor a vinagre																															
Revela componentes	SI																														
Flexibilidad	2																														
Viscosidad	1																														
Suavidad	1																														
Brillo	1																														
Homogeneidad	2																														
2	<table border="1"> <tr> <td>Cuero</td> <td>50 gr</td> </tr> <tr> <td>Glicerina</td> <td>24 ml</td> </tr> <tr> <td>Gelatina</td> <td>48 gr</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>240 ml</td> </tr> <tr> <td>Vinagre</td> <td>60 ml</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><i>(Biomaterial)</i></td> </tr> </table>	Cuero	50 gr	Glicerina	24 ml	Gelatina	48 gr	Agua	240 ml	Vinagre	60 ml	<i>(Biomaterial)</i>			<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Olor a vinagre</td> </tr> <tr> <td>Revela componentes</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>Flexibilidad</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Viscosidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Suavidad</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Brillo</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Homogeneidad</td> <td>2</td> </tr> </table>	Olor a vinagre		Revela componentes	NO	Flexibilidad	3	Viscosidad	1	Suavidad	2	Brillo	4	Homogeneidad	2		
Cuero	50 gr																														
Glicerina	24 ml																														
Gelatina	48 gr																														
Agua	240 ml																														
Vinagre	60 ml																														
<i>(Biomaterial)</i>																															
Olor a vinagre																															
Revela componentes	NO																														
Flexibilidad	3																														
Viscosidad	1																														
Suavidad	2																														
Brillo	4																														
Homogeneidad	2																														

³⁰ La búsqueda fue bajo la definición de pegamentos por más que definamos el proceso como una aglomeración. Esto permitió llegar a más cantidad de opciones, más allá de las definidas como aglomerantes para la construcción.

3	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Cuero</td> <td>120 gr</td> </tr> <tr> <td>Cera vegetal</td> <td>200 gr</td> </tr> </tbody> </table>	Cuero	120 gr	Cera vegetal	200 gr		<p>Es complejo el proceso de calentar la cera y mezclarla con el cuero por lo rápido que se enfría y vuelve sólida.</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Revela componentes</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>Flexibilidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Viscosidad</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Suavidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Brillo</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Homogeneidad</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Revela componentes	SI	Flexibilidad	1	Viscosidad	5	Suavidad	1	Brillo	3	Homogeneidad	2
Cuero	120 gr																		
Cera vegetal	200 gr																		
Revela componentes	SI																		
Flexibilidad	1																		
Viscosidad	5																		
Suavidad	1																		
Brillo	3																		
Homogeneidad	2																		
4	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Cuero</td> <td>20 gr</td> </tr> <tr> <td>Almidón de maíz</td> <td>50 grl</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>300 ml</td> </tr> </tbody> </table>	Cuero	20 gr	Almidón de maíz	50 grl	Agua	300 ml	No hay foto	No se seca, la muestra permanece húmeda y se rompe al desmoldar.										
Cuero	20 gr																		
Almidón de maíz	50 grl																		
Agua	300 ml																		
5	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Cuero</td> <td>50 gr</td> </tr> <tr> <td>Resina de goma</td> <td>150 grl</td> </tr> </tbody> </table>	Cuero	50 gr	Resina de goma	150 grl		<p>Es complejo el proceso de calentar la resina y mezclarla con el cuero por su rápida solidificación.</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Revela componentes</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>Flexibilidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Viscosidad</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Suavidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Brillo</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Homogeneidad</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Revela componentes	SI	Flexibilidad	1	Viscosidad	5	Suavidad	1	Brillo	3	Homogeneidad	1
Cuero	50 gr																		
Resina de goma	150 grl																		
Revela componentes	SI																		
Flexibilidad	1																		
Viscosidad	5																		
Suavidad	1																		
Brillo	3																		
Homogeneidad	1																		

6	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Cuero</td> <td>40 gr</td> </tr> <tr> <td>Glicerina</td> <td>5 ml</td> </tr> <tr> <td>Gelatina</td> <td>15 gr</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>250ml</td> </tr> <tr> <td>Maicena</td> <td>15 gr</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><i>(Biomaterial)</i></td> </tr> </tbody> </table>	Cuero	40 gr	Glicerina	5 ml	Gelatina	15 gr	Agua	250ml	Maicena	15 gr	<i>(Biomaterial)</i>			<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Revela componentes</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>Flexibilidad</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Viscosidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Suavidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Brillo</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Homogeneidad</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Revela componentes	NO	Flexibilidad	2	Viscosidad	1	Suavidad	1	Brillo	2	Homogeneidad	4
Cuero	40 gr																										
Glicerina	5 ml																										
Gelatina	15 gr																										
Agua	250ml																										
Maicena	15 gr																										
<i>(Biomaterial)</i>																											
Revela componentes	NO																										
Flexibilidad	2																										
Viscosidad	1																										
Suavidad	1																										
Brillo	2																										
Homogeneidad	4																										
7	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Cuero</td> <td>80 gr</td> </tr> <tr> <td>Glicerina</td> <td>10 ml</td> </tr> <tr> <td>Gelatina</td> <td>30 gr</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>500ml</td> </tr> <tr> <td>Maicena</td> <td>30 gr</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><i>(Biomaterial)</i></td> </tr> </tbody> </table>	Cuero	80 gr	Glicerina	10 ml	Gelatina	30 gr	Agua	500ml	Maicena	30 gr	<i>(Biomaterial)</i>			<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Revela componentes</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>Flexibilidad</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Viscosidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Suavidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Brillo</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Homogeneidad</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Revela componentes	NO	Flexibilidad	2	Viscosidad	1	Suavidad	1	Brillo	2	Homogeneidad	4
Cuero	80 gr																										
Glicerina	10 ml																										
Gelatina	30 gr																										
Agua	500ml																										
Maicena	30 gr																										
<i>(Biomaterial)</i>																											
Revela componentes	NO																										
Flexibilidad	2																										
Viscosidad	1																										
Suavidad	1																										
Brillo	2																										
Homogeneidad	4																										
8	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Cuero</td> <td>40 gr</td> </tr> <tr> <td>Jarabe de agave</td> <td>5 ml</td> </tr> <tr> <td>Gelatina</td> <td>15 gr</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>250 ml</td> </tr> <tr> <td>Maicena</td> <td>15 gr</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><i>(Biomaterial)</i></td> </tr> </tbody> </table>	Cuero	40 gr	Jarabe de agave	5 ml	Gelatina	15 gr	Agua	250 ml	Maicena	15 gr	<i>(Biomaterial)</i>			<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Revela componentes</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>Flexibilidad</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Viscosidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Suavidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Brillo</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Homogeneidad</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Revela componentes	NO	Flexibilidad	2	Viscosidad	1	Suavidad	1	Brillo	4	Homogeneidad	4
Cuero	40 gr																										
Jarabe de agave	5 ml																										
Gelatina	15 gr																										
Agua	250 ml																										
Maicena	15 gr																										
<i>(Biomaterial)</i>																											
Revela componentes	NO																										
Flexibilidad	2																										
Viscosidad	1																										
Suavidad	1																										
Brillo	4																										
Homogeneidad	4																										

9	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Cuero</td> <td>50 gr</td> </tr> <tr> <td>Jarabe de agave</td> <td>12 ml</td> </tr> <tr> <td>Agar agar</td> <td>24 gr</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>120 ml</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><i>(Biomaterial)</i></td> </tr> </tbody> </table>	Cuero	50 gr	Jarabe de agave	12 ml	Agar agar	24 gr	Agua	120 ml	<i>(Biomaterial)</i>			<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Revela componentes</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>Flexibilidad</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Viscosidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Suavidad</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Brillo</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Homogeneidad</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Revela componentes	SI	Flexibilidad	2	Viscosidad	1	Suavidad	2	Brillo	1	Homogeneidad	1		
Cuero	50 gr																										
Jarabe de agave	12 ml																										
Agar agar	24 gr																										
Agua	120 ml																										
<i>(Biomaterial)</i>																											
Revela componentes	SI																										
Flexibilidad	2																										
Viscosidad	1																										
Suavidad	2																										
Brillo	1																										
Homogeneidad	1																										
10	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Cuero</td> <td>50 gr</td> </tr> <tr> <td>Maicena</td> <td>15 gr</td> </tr> <tr> <td>Agar agar</td> <td>15 gr</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>120 ml</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><i>(Biomaterial)</i></td> </tr> </tbody> </table>	Cuero	50 gr	Maicena	15 gr	Agar agar	15 gr	Agua	120 ml	<i>(Biomaterial)</i>		No hay foto	No se seca, la muestra permanece húmeda y se rompe al desmoldar.														
Cuero	50 gr																										
Maicena	15 gr																										
Agar agar	15 gr																										
Agua	120 ml																										
<i>(Biomaterial)</i>																											
11	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Cuero</td> <td>100 gr</td> </tr> <tr> <td>Gelatina</td> <td>48 gr</td> </tr> <tr> <td>Glicerina</td> <td>24 gr</td> </tr> <tr> <td>Vinagre</td> <td>60 ml</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>240 ml</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><i>(Biomaterial)</i></td> </tr> </tbody> </table>	Cuero	100 gr	Gelatina	48 gr	Glicerina	24 gr	Vinagre	60 ml	Agua	240 ml	<i>(Biomaterial)</i>			<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Revela componentes</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>Flexibilidad</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Viscosidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Suavidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Brillo</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Homogeneidad</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Revela componentes	NO	Flexibilidad	2	Viscosidad	1	Suavidad	1	Brillo	5	Homogeneidad	4
Cuero	100 gr																										
Gelatina	48 gr																										
Glicerina	24 gr																										
Vinagre	60 ml																										
Agua	240 ml																										
<i>(Biomaterial)</i>																											
Revela componentes	NO																										
Flexibilidad	2																										
Viscosidad	1																										
Suavidad	1																										
Brillo	5																										
Homogeneidad	4																										
12	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Cuero</td> <td>100 gr</td> </tr> <tr> <td>Maicena</td> <td>15 gr</td> </tr> <tr> <td>Glicerina</td> <td>5 ml</td> </tr> <tr> <td>Agar agar</td> <td>15 grl</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>250 ml</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><i>(Biomaterial)</i></td> </tr> </tbody> </table>	Cuero	100 gr	Maicena	15 gr	Glicerina	5 ml	Agar agar	15 grl	Agua	250 ml	<i>(Biomaterial)</i>			<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Revela componentes</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>Flexibilidad</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Viscosidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Suavidad</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Brillo</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Homogeneidad</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Revela componentes	SI	Flexibilidad	2	Viscosidad	1	Suavidad	2	Brillo	1	Homogeneidad	1
Cuero	100 gr																										
Maicena	15 gr																										
Glicerina	5 ml																										
Agar agar	15 grl																										
Agua	250 ml																										
<i>(Biomaterial)</i>																											
Revela componentes	SI																										
Flexibilidad	2																										
Viscosidad	1																										
Suavidad	2																										
Brillo	1																										
Homogeneidad	1																										

13	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Cuero</td> <td>30 gr</td> </tr> <tr> <td>Pegamento a base de almidón de papa</td> <td>10 ml</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>100 ml</td> </tr> </tbody> </table>	Cuero	30 gr	Pegamento a base de almidón de papa	10 ml	Agua	100 ml		<p>Se mantienen los colores y el brillo de los retazos de cuero original.</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Revela componentes</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>Flexibilidad</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Viscosidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Suavidad</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Brillo</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Homogeneidad</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Revela componentes	NO	Flexibilidad	2	Viscosidad	1	Suavidad	3	Brillo	2	Homogeneidad	4
Cuero	30 gr																				
Pegamento a base de almidón de papa	10 ml																				
Agua	100 ml																				
Revela componentes	NO																				
Flexibilidad	2																				
Viscosidad	1																				
Suavidad	3																				
Brillo	2																				
Homogeneidad	4																				
14	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Cuero</td> <td>100 gr</td> </tr> <tr> <td>Latex prevulcanizado</td> <td>250 ml</td> </tr> </tbody> </table>	Cuero	100 gr	Latex prevulcanizado	250 ml		<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Revela componentes</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>Flexibilidad</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Viscosidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Suavidad</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Brillo</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Homogeneidad</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Revela componentes	NO	Flexibilidad	5	Viscosidad	1	Suavidad	3	Brillo	1	Homogeneidad	5		
Cuero	100 gr																				
Latex prevulcanizado	250 ml																				
Revela componentes	NO																				
Flexibilidad	5																				
Viscosidad	1																				
Suavidad	3																				
Brillo	1																				
Homogeneidad	5																				
15	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Cuero</td> <td>190 gr</td> </tr> <tr> <td>Pegamento Cicssa³¹</td> <td>10 ml</td> </tr> </tbody> </table>	Cuero	190 gr	Pegamento Cicssa ³¹	10 ml		<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Revela componentes</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>Flexibilidad</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Viscosidad</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Suavidad</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Brillo</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Homogeneidad</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Revela componentes	SI	Flexibilidad	2	Viscosidad	1	Suavidad	2	Brillo	1	Homogeneidad	2		
Cuero	190 gr																				
Pegamento Cicssa ³¹	10 ml																				
Revela componentes	SI																				
Flexibilidad	2																				
Viscosidad	1																				
Suavidad	2																				
Brillo	1																				
Homogeneidad	2																				

³¹ Fábrica de envases de cartón corrugado. Web: www.cicssa.com.uy

Conclusiones de la etapa

Se observa, una vez secas las 15 muestras, que para una unión más consistente, independientemente del aglomerante, es fundamental que los retazos de cuero sean lo más pequeños posibles. Usando la trituradora de papel fue necesario pasar el cuero curtido entre 4 y 6 veces (dependiendo del grosor del cuero) por la máquina, logrando una viruta de cuero curtido de un tamaño promedio de entre 3 y 4 mm².

Fue crucial ver el resultado de diversos aglomerantes: se realizaron muestras donde el aglomerante estaba compuesto por un único componente y otras donde se componía por varios; procesos en seco sin necesidad de calor y otros con fuentes de energía calórica de por medio. Las muestras son muy diversas a nivel de brillo, flexibilidad, suavidad, homogeneidad y viscosidad.

Para determinar un rumbo a seguir fue importante considerar el proceso de producción de las muestras. En el caso de las ceras y resinas, la solidificación es muy rápida, lo cual dificulta llegar a una mezcla homogénea con todas las partículas antes del fraguado.

El pegamento de almidón de papa fue descartado también, debido a que el proceso de producción implica mucho tiempo de elaboración con varios pasos a seguir. A su vez, al realizarse con el almidón que se desprende de la papa, el excedente (la papa sin almidón) puede ser consumido y de esta forma no generar residuos, pero al necesitar grandes cantidades de papa para lograr un volumen significativo de aglomerante dejaría de ser rentable.

Las muestras con látex prevulcanizado y el pegamento para papel de Cicssa, se descartan principalmente por sus procesos de elaboración industrial y componentes, así como también por el resultado obtenido. Se desconoce el impacto ambiental que genera tanto la extracción como el uso del látex prevulcanizado. El pegamento de Cicssa contiene soda cáustica y la manipulación de la misma se considera riesgosa para la salud.

En base a lo mencionado anteriormente, por el bajo impacto ambiental de su fabricación, la procedencia, el fácil acceso a los componentes y los buenos resultados obtenidos de las muestras, se decide continuar por la **línea de biomateriales como aglomerantes**.

En cuanto al molde utilizado, si bien no surgieron complicaciones por su material o forma, se considera necesario buscar y testear otras alternativas para visualizar el comportamiento de las muestras frente a otras superficies y formas.

En esta etapa se utilizó un único molde para todas las muestras³²: un contenedor metálico de 25x25 cm. La intención siempre fue completar la totalidad de la superficie con las muestras, pero algunas debido a su consistencia, cantidad de material utilizado o compresión final tuvieron un área menor. El molde contaba con tapa que fue utilizada para comprimir el

³² A excepción de la muestra número 11: contenedor semi esférico metálico.

contenido unificando el espesor de la muestra, luego la tapa era retirada para que la muestra pudiera secar.



Figuras #27. Contenedor metálico de base cuadrada (25x25 cm).
Fotografías de elaboración propia.

Profundización en biomateriales

En base a la exploración realizada en las bases de datos sobre biomateriales, así como por los resultados obtenidos de la fase anterior, se escogen 6 recetas de bioplásticos con diversos componentes para ser utilizados como aglomerantes, 3 de ellas se retoman de la fase anterior³³ y otras 3 son nuevas recetas.

Moldes

En cuanto a los moldes o contenedores, se utilizaron de variados materiales y formas, además del utilizado en la etapa anterior: contenedores plásticos, bandejas de poliestireno chicas (15x21 cm) y grandes (22x27 cm), contenedores metálicos y planchas de pvc. En las fichas de cada muestra se indica cuál fue el utilizado.



Figura #28. Moldes utilizados en esta etapa, además del contenedor metálico, de izquierda a derecha: contenedor plástico de base cuadrada, colador plástico de base circular, bandeja de poliestireno, lamina de pvc.
Fotografías de elaboración propia.

Proceso de elaboración

Sobre la elaboración de los bioplásticos el procedimiento es para todos el mismo. La mezcla de los componentes se realiza en frío y una vez que está homogéneo se lleva al calor (fuego medio) por pocos minutos, hasta que la solución comience a hervir. Cuando se llega al punto de ebullición (aprox. 100°) se retira del fuego y se coloca el cuero triturado. Cuando todas las partículas de cuero están en contacto con el bioplástico, mediante el uso de una espátula, de la manera más rápida posible se coloca en el molde seleccionado.

³³ Las 3 recetas seleccionadas de la etapa anterior (tabla 1) fueron:

- Muestra 2: se decide repetir debido a que es la receta con los ingredientes básicos de los bioplásticos.
- Muestra 6: receta que agrega a los componentes básicos maicena.
- Muestra 12: se escogió por el uso del agar agar (gelatina vegetal a base de algas) en lugar de la gelatina tradicional.

FICHA 1

Receta:*

40 gr cuero, 250 ml agua , 5 ml glicerina, 15 gr gelatina, 15 ml maicena

*Es la muestra 6 de la tabla anterior.

Textura y aspecto:**

- Revela componentes: no

- Flexibilidad: 2

- Viscosidad: 1

*De la primer muestra 1.1

- Suavidad: 1

- Brillo: 2

- Homogeneidad: 4

Nº	Testeo	Molde	Foto	Observaciones del testeo
1.1	Repetir (muestra 6 tabla 1)	Contenedor metálico de base cuadrada Secado En el molde bajo techo		Mismo resultado que la vez anterior. (Muestra 6 - Tabla 1)
1.2	Cambio de molde	Molde Colador de plástico de base circular Secado En el molde bajo techo		El aglomerante que es líquido, se cae por los agujeros del molde lo que hace que la muestra se raje en algunas partes.
1.3	Cambio de molde	Molde Contenedor de plástico de base cuadrada Secado En el molde bajo techo		El lado de la muestra que está en contacto con el molde permanece húmedo y no comienza a secar hasta que se retira del mismo.
1.4	Cambio de molde	Molde Lámina de pvc Secado En el molde bajo techo		La falta de contención a los costados hace que la muestra se pandee de manera irregular, en cambio es fácil de desmoldar.
1.5	Aumento de cuero (80 gr)	Molde Contenedor metálico de base cuadrada Secado Espacio cerrado con deshumificador.		Se obtiene una muestra más gruesa pero que seca en igual tiempo que la muestra 1.1. La desproporción entre cuero y aglomerante genera una unión parcial. El cambio en el secado no genera diferencias en el tiempo que demora en la muestra en estar totalmente seca.
1.6	Cuero más triturado	Molde Bandeja de poliestireno chica Secado 10 min de secador en aire frío, después se deja en el molde una semana		El molde funciona bien, se seca de ambos lados y es fácil de desmoldar. El cuero más triturado genera una muestra más compacta y homogénea. El cambio en el secado no genera diferencias en el tiempo que demora en la muestra en estar totalmente seca.

Comentario general

Las muestras en general son **rígidas** (flexibilidad 1) y cuando se secan por completo dejan su forma planar para **pandearse irregularmente**.

El cuero en el proceso se vuelve **negro sin importar el color que tuviera antes**.

FICHA 2

Receta:*

50 gr cuero, 240 ml agua , 24 ml glicerina,
48 gr gelatina,60 ml de vinagre de alcohol
*Es la muestra 2 de la tabla anterior.

Textura y aspecto:**

- Revela componentes: no
- Flexibilidad: 3
- Viscosidad: 1
- *De la primer muestra 2.1
- Suavidad: 2
- Brillo: 4
- Homogeneidad: 2

Nº	Testeo	Molde	Foto	Observaciones del testeo
2.1	Repetir (muestra 2 tabla 1)	Contenedor metálico de base cuadrada Secado En el molde bajo techo		No se obtiene el mismo resultado que la vez anterior. (Muestra 2 - tabla 1)
2.2	Cuero más triturado Cambio de molde	Molde Bandeja de poliestireno grande Secado 20 min de secador en aire frío, después se deja en el molde una semana		El molde funciona bien, se seca de ambos lados y es fácil de desmoldar. El cuero más triturado genera una muestra más compacta y homogénea. El cambio en el secado no genera diferencias el tiempo que demora la muestra en estar totalmente seca.
2.3	Cuero más triturado Cambio de molde	Molde Bandeja de poliestireno chica Secado 20 min de secador en aire frío y 20 min de secador en aire caliente		El molde pequeño y el cuero más triturado genera una muestra más gruesa, compacta y homogénea.
2.4	Cuero más triturado Cambio de molde	Molde Bandeja de poliestireno grande Secado 20 min de secador en aire frío y 20 min de secador en aire caliente		El molde más grande con menos cuero genera transparencias, partes de la muestra donde solo se percibe aglomerante.
2.5	Aumento de cuero (80 gr)	Molde Bandeja de poliestireno grande Secado Espacio cerrado con deshumificador.		Se obtiene una muestra más compacta pero disminuye la flexibilidad. El cambio en el secado no genera diferencias el tiempo que demora la muestra en estar totalmente seca.
2.6	Cuero más triturado (10 veces por la máquina)	Molde Bandeja de poliestireno chica Secado Bajo techo por una semana		La desproporción entre cuero y aglomerante hace que la muestra tenga agujeros y disminuye el brillo en relación a la muestra 2.1.

Comentario general

Las muestras tienen una **flexibilidad media** (3-4) y cuando se secan por completo mantienen parcialmente su forma plana ya que **los bordes se pandean** irregularmente. El cuero en el proceso se vuelve **negro** sin importar el color que tuviera antes.

FICHA 3

Receta:*

15 gr cuero, 80 ml agua , 2 ml glicerina, 5 gr agar agar, 5 gr de maicena
 *Es la muestra 12 de la tabla anterior.

Textura y aspecto:

- Revela componentes: si
- Flexibilidad: 1
- Viscosidad: 1
- Suavidad: 2
- Brillo: 1
- Homogeneidad: 1

Nº	Testeo	Molde	Foto	Observaciones del testeo
3.1	Repetir Cambio de molde	Vasos de plástico Secado En el molde bajo techo		-

Comentario general

El ingrediente maicena en la receta genera **partes blancas** en la muestra. A primera vista parece que se logró la unión pero se **parten** fácilmente (flexibilidad 1).

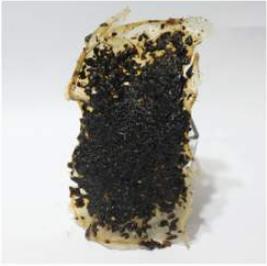
FICHA 4

Receta:*

15 gr cuero, 125 ml agua , 2 ml glicerina, 2 gr agar agar, 5 gr de gelatina

Textura y aspecto:**

- Revela componentes: si
- Flexibilidad: 5
- Viscosidad: 1
- Suavidad: 2
- Brillo: 3
- Homogeneidad: 3

Nº	Testeo	Molde	Foto	Observaciones del testeo
4.1	-	Bandeja de poliestireno chica Secado Ventilador 30 minutos luego en el molde bajo techo		-

Comentario general

El cuero en el proceso se vuelve **negro** sin importar el color que tuviera antes. La desproporción entre cuero y aglomerante genera **transparencias**, lugares donde solo hay aglomerante. La parte central, que es más homogénea (5) tiene una flexibilidad (2) menor que el resto de los bordes.

FICHA 5

Receta:*

420 ml agua , 3 ml glicerina, 4 gr agar agar
 *Del biomaterial sin cuero.

Textura y aspecto:**

- Revela componentes: no
 - Flexibilidad: 3
 - Viscosidad: 1
 *De la muestra 5.4

- Suavidad: 2
 - Brillo: 4
 - Homogeneidad: 2

Nº	Testeo	Molde	Foto	Observaciones del testeo
5.1	Bioplástico sin cuero	Bandeja de poliestireno grande		Se conoce como es el bioplástico (utilizado como aglomerante) sin cuero.
		Secado		
		En el molde bajo techo		
5.2	Con cuero (5 gr)	Molde		El molde funciona bien, se seca de ambos lados y es fácil de desmoldar. El cuero más triturado genera una muestra más compacta y homogénea. El cambio en el secado no genera diferencias el tiempo que demora la muestra en estar totalmente seca.
		Bandeja de poliestireno chica		
		Secado		
		Ventilador 30 minutos luego en el molde bajo techo		
5.3	Aumento de cuero (15 gr)	Molde		Buena proporción cuero - aglomerante. Se mantienen los colores de los retazos de cuero original.
		Bandeja de poliestireno chica		
		Secado		
		Ventilador 30 minutos luego en el molde bajo techo		
5.4	Disminución a la mitad de todos los ingredientes Aumento de cuero (50 gr)	Molde		Buena proporción cuero - aglomerante. Se mantienen los colores de los retazos de cuero original.
		Bandeja de poliestireno grande		
		Secado		
		En el molde bajo techo		

Comentario general

Las muestras tienen una **flexibilidad media** (2-3) y cuando se secan por completo mantienen su forma **plana**, no se pandea. **El cuero mantiene su color original** luego del proceso de aglomerado.

FICHA 6

Receta:*

80 ml agua , 10 ml glicerina, 1,5 gr maice-
na, 15 ml vinagre

*Del biomaterial sin cuero.

Textura y aspecto:

- Revela componentes: no

- Flexibilidad: 3

- Viscosidad: 1

- Suavidad: 2

- Brillo: 4

- Homogeneidad: 2

Nº	Testeo	Molde	Foto	Observaciones del testeo
6.1	Bioplástico sin cuero	Bandeja de poliestireno chica		Se conoce como es el bioplás- tico (utilizado como aglome- rante) sin cuero. Se seca en algunas partes y en otras no. Se corrobora que la receta funciona.
		Secado		
		En el molde bajo techo		
6.2	Con cuero (20 gr)	Molde		No se seca, la muestra perma- nece húmeda y se rompe al desmoldar.
		Bandeja de poliestireno chica		
		Secado		
		Ventilador 30 minutos luego en el molde bajo techo		

Comentario general

No funciona la aglomeración.

Conclusiones de la etapa

El molde que se continuará utilizando en la experimentación serán las bandejas de espuma de poliestireno. La porosidad del material genera que ambos lados de las muestra sequen a la vez y tengan características perceptivas iguales.

A su vez, las muestras son fácilmente desmoldables, ya que no se adhieren a la superficie y en el proceso de secado se encogen.

Se corrobora que cuanto más triturado es el cuero la aglomeración es más efectiva. De aquí en más el cuero siempre se va a triturar entre 4 y 6 veces dependiendo del espesor de los retazos.

Un aspecto testeado en esta etapa fue el secado de las muestras, que toma entre 4 y 6 días para que estén totalmente secas, dependiendo de la humedad en el ambiente. Se intentó acelerar este proceso mediante el uso de secadores de aire caliente, ventilador y con deshumidificador por 24 horas. Concluyendo que el tiempo que toman en secar es el mismo independientemente de los diferentes tipos de secado, así como tampoco se perciben cambios en la textura y aspecto de las muestras. Por ende, se decide seguir implementando el secado bajo techo sin intervenciones.

Luego de ver los resultados de los 6 grupos de muestras, **se decide profundizar en la muestra 5 (específicamente la 5.4)** por dos razones:

En primer lugar es la única muestra que luego del proceso de elaboración el cuero mantiene su color original. Si bien en el proceso de la aglomeración al humedecerse se torna de color negro, luego de secado el color es el original del cuero curtido seleccionado para la muestra. Esta característica se considera que aporta valor al nuevo material, ya que se detecta a simple vista el origen de la materia prima, en el caso de las muestras que se tornan negras el cuerpo puede confundirse con goma, caucho u otros materiales.

En segundo lugar, la muestra no se pandea, siendo la única con esta característica, mantiene su forma totalmente plana cuando se seca. Se considera que el pandeo es algo que dificulta el uso de este material en futuros productos y que es incontrolable. En esta etapa de la investigación se considera crucial poder obtener un material de fácil manipulación, que no genere dificultades en los procesos productivos de futuros productos independientemente de la funcionalidad y formalidad de los mismos.

Especificaciones del material final

Esta etapa se centró en conocer qué atributo le otorga cada ingrediente a la muestra³⁴ elegida para profundizar. Mediante variaciones de cantidades de cada uno de ellos se justifica su uso, se conoce la función que le aporta al nuevo material y se reformulan las cantidades.

Componentes	Cantidades
Agar Agar	2 gr
Glicerina	1,5 ml
Agua	210 ml
Cuero	50 gr

Se consideró innecesario especificar el molde y secado de cada testeo debido a que en base a las conclusiones de la etapa anterior fueron las mismas condiciones para todas las muestras:

Molde: bandeja de poliestireno de 22x27 cm.

Secado: bajo techo por el tiempo que tome estar seca por completo, entre 4 y 6 días.

³⁴ Ficha 5, muestra 5.4.

TABLA 2

N°	TESTEO	FOTO	OBSERVACIONES
1	Repetición muestra 5.4 (ficha 5 - etapa anterior)		Mismo resultado que la muestra N° 5.4 de la ficha 5.
2	Aumento de glicerina (10 veces más - 12,5 ml)		Aumenta la flexibilidad (de 2 a 3), respecto a la muestra 5.4. La textura luego del tiempo estimado de secado, se percibe aceitosa / húmeda.
3	Aumento de agar agar (10 veces más - 20 gr)		Disminuye la flexibilidad (de 2 a 1), respecto a la muestra 5.4. Se percibe una mejor unión, pero con leve pandeo.
4	Disminución de agua (A la mitad - 105 ml)		No se logra la unión, no es suficiente aglomerante respecto a la cantidad de cuero. La falta de agua hace que el material parezca re-seco al tacto. A la mínima fuerza ejercida, se parte.

5	Adición de vinagre (50 ml)		La adición de vinagre hace que la muestra tenga los extremos más oscuros. Se compara con la muestra 5.4 luego de 6 meses y ninguna tiene presencia de hongos.
6	Aumento de glicerina (10 veces más - 12,5 ml) Adición de vinagre (50 ml)		El aumento de glicerina genera que la muestra tenga una textura aceitosa. La adición de vinagre hace que la muestra tenga los extremos más oscuros. Se compara con la muestra 5.4 luego de 6 meses y ninguna de ellas tiene presencia de hongos.
7	Adición de vinagre manteniendo la proporción líquido - sólido de la receta original.		Mismo resultado que la muestra número 5.
8	Cantidades y componentes originales y disminución de cuero (20 gr).		Muestra frágil, no se logra una unión total, hay secciones de la misma con orificios. Disminuye la flexibilidad (de 2 a 1), respecto a la muestra 5.4.
9	Testeo número 1 con modificaciones físicas realizadas en la fábrica de calzado Gallarate.		Si bien el uso de las máquinas resulta óptimo, los cortes y perforaciones se realizan sin dificultad, el resultado no tiene aplicación en un posible producto, ya que disminuye su flexibilidad (de 2 a 1) respecto a la muestra 5.4, y con la mínima fuerza ejercida se rompe.

10	<p>Reformulación de las cantidades.</p> <p>50 gr de cuero 15 gr agar agar 5 ml glicerina 250 ml agua</p>		<p>Unión más compacta respecto a las muestras anteriores, pero con leve pandeo.</p> <p>Disminuye la flexibilidad (de 2 a 1) respecto a la muestra 5.4. Se mantienen los colores de los retazos de cuero original.</p>
----	--	---	---

Conclusiones de la tabla

Comenzando por el componente con más presencia en la receta utilizada, **el aumento o disminución de agua no es un factor que modifique las características del material.**

En cuanto a la disminución, si bien no modifica sustancialmente la muestra, siempre debe ser bastante agua para poder adquirir una mezcla lo suficientemente líquida para diluir el resto de los ingredientes de la receta y poder cubrir todo el cuero a aglomerar, de ser muy poca agua no se logrará la unión de los componentes en el procedimiento.

Por otro lado, el aumento de agua en exceso genera únicamente que la muestra demore más tiempo en secar, debido a que aumenta la cantidad de agua a evaporar. De aquí en más, se decide utilizar la cantidad determinada en las fuentes de biomateriales, pudiendo ser más de la establecida, pero no menos.



Figura #29. Muestra con cantidades originales.
Fotografía de elaboración propia.



Figura #30. Muestra disminución de agua (105 ml).
Fotografía de elaboración propia.

En cuanto a la glicerina, su aumento en las muestras genera que no se sequen en su totalidad, dejándolas húmedas y con textura aceitosa (la glicerina es un material que atrae la humedad). Este dato se re-corroboró en muestras que luego de 6 meses de su creación aún continúan húmedas y con esta textura. Si bien su función en las recetas de biomateriales es proporcionar plasticidad y flexibilidad, el aumento de glicerina no es beneficioso para el resultado final.



Figura #31. Muestra con cantidades originales.
Fotografía de elaboración propia.

Figuras #32. Muestra con aumento de glicerina (20 gr).
Fotografía de elaboración propia.

Figuras #33. Muestra con aumento de glicerina (20 gr) y adición de vinagre.
Fotografía de elaboración propia

El agar agar es una gelatina vegetal muy utilizada en el mundo de los biomateriales, muchas veces como sustituto de la gelatina animal. Las muestras con aumento de este componente tienen mayor rigidez y una mejor unión debido a su capacidad de absorción del agua.



Figura #34. Muestra con cantidades originales.
Fotografía de elaboración propia

Figura #35. Muestra con aumento de agar agar (20 gr).
Fotografía de elaboración propia.

El vinagre es un líquido miscible³⁵ en agua que proviene de la fermentación acética³⁶ del alcohol. Es un componente sumamente utilizado en las recetas de biomateriales, pero en el caso de este Trabajo de Grado, luego de las pruebas realizadas se descartó su utilización.

Dada su capacidad de eliminación de hongos y ralentizado de efectos de putrefacción se creyó que tendría que ser uno de los ingredientes infaltables, utilizando recetas que lo contenían y agregándolo a las que no.

Resulta que como los retazos de cuero a aglomerar pasaron por el proceso de curtido, las posibilidades de putrefacción son escasas. La cantidad de cuero que contienen las muestras es sustancialmente mayor que el resto de los ingredientes, otorgándole esta característica al material.

Comparando la conservación y presencia de hongos en muestras con y sin vinagre, a lo largo de 6 meses³⁷, el resultado es el mismo entre ellas.



Figura #36. Muestra con cantidades originales.
Fotografía de elaboración propia



Figura #37. Muestra con adición de vinagre (50 ml)
Fotografía de elaboración propia.

La muestra 9 se llevó a la fábrica de Gallarate para realizar pruebas físicas con procedimientos y maquinaria que se utiliza a diario para la elaboración de calzados³⁸, involucrando máquinas de perforado, sacabocados, cortes y remaches.

Aunque el resultado es bueno, la muestra soporta los cambios físicos sin romperse en el procedimiento, se percibe que estas acciones debilitan el material, su resistencia a la tracción

³⁵ Que se puede mezclar. (Real Academia Española, 2020, definición 1)

³⁶ Proceso químico mediado por la acción de un grupo de bacterias pertenecientes al género *Acetobacter*. Mediante este proceso, estas bacterias actúan sobre el alcohol etílico (etanol), oxidándolo, obteniendo como productos finales ácido acético y agua. (López, s.f)

³⁷ Las figuras 33 y 34 fueron fotografiadas luego de 6 meses de su elaboración.

³⁸ Ver Anexo p.106 con más imágenes de este proceso.

es mínima y al ejercer presión con ambas manos desde un borde se rompe. Siendo muy poca esta resistencia es compleja la generación de un producto a partir del mismo.



Figura #38. Muestra con cortes y ojales.
Fotografía de elaboración propia

Figura #39. Muestra con cortes.
Fotografía de elaboración propia.

Figura #40. Muestra con ojal.
Fotografía de elaboración propia

En base a lo mencionado anteriormente y observando los resultados de la muestra 10 (tabla 2) se decide reformular las cantidades originales:

	Componentes originales	Reformulación para volúmenes
Agar agar	2 gr	15 gr
Glicerina	1,5 ml	5 ml
Agua	210 ml	250 ml
Cuero	50 gr	50 gr

Luego de las pruebas realizadas modificando los componentes, no se logra la obtención de un material flexible y bidimensional con las cualidades óptimas para la fabricación de un producto a partir de él: ante la mínima fuerza manual el material se parte, se debilita luego de los cortes y no es completamente homogéneo tanto visualmente como en su espesor.

Se decide aumentar el agar agar para la obtención de un material rígido y mantener la glicerina pero en poca cantidad dado que además de proporcionar flexibilidad en la medida justa es un agente solidificante.

En base a esta decisión, respaldada por las conclusiones previas y en una receta de Materiom³⁹ que utiliza los mismos componentes para hacer piezas macizas, se decide apuntar a un material que sirva para la realización de piezas volumétricas mediante moldes tridimensionales.

³⁹ Receta recuperada de: <https://materiom.org/recipe/52>

Hacia el volumen a través de moldes

Los moldes testeados en esta etapa se especifican en la tabla 3 (a continuación). Todas las muestras tuvieron el mismo proceso de secado: se dejan en el molde bajo techo por aproximadamente una semana, cuando se pueden retirar del molde se sacan y se dejan bajo techo. El tiempo que toma la muestra en secar del todo depende del espesor de la misma.

TABLA 3

MOLDE	FOTO MOLDE	FOTO POST SECADO	OBSERVACIONES
Vaso plástico			<p>El material reproduce correctamente la forma del molde. No se pega. Es fácil de desmoldar debido a la forma cónica del molde.</p>
Contenedor semiesférico de metal (molde y contramolde)			<p>El material reproduce correctamente la forma del molde. Al estar conformado por dos piezas es sencillo controlar el espesor sin necesidad de hacerlo manualmente. No se pega y es fácil de desmoldar.</p>
Contenedor semiesférico de metal			<p>La cara en contacto con el molde reproduce la forma del mismo, en cambio al no tener contramolde no se puede controlar el espesor (se realiza manualmente). Las secciones con menor espesor, se pandean.</p>
Contenedor plástico cúbico			<p>Es complejo colocar la mezcla dentro del molde por su forma. Si bien el material reproduce la forma del molde, una vez seco se perciben ciertas irregularidades y leve pandeo en las caras planas y aristas.</p>

			
Contenedor plástico hexagonal			Es complejo colocar la mezcla dentro del molde por su forma. Si bien el material reproduce la forma del molde, una vez seco se perciben ciertas irregularidades y leve pandeo en las caras planas y aristas.
2 perfiles de metal (ángulo estructural)			Es complejo colocar la mezcla dentro del molde por su forma. El material reproduce la forma del molde, una vez seco se percibe leve pandeo. No se pega y es sencillo de desmoldar.
Molde de yeso cóncavo			La cara en contacto con el molde reproduce la forma del mismo. Al no tener contramolde no se puede controlar el espesor (se realiza manualmente). El material reproduce la forma del molde. No se pega y es sencillo desmoldar.

<p>Molde de yeso convexo</p>			<p>Es complejo colocar la mezcla en el molde. En el proceso de secado sobre el molde la muestra se parte.</p>
<p>Contenedor plástico de base circular</p>			<p>El material reproduce la forma del molde. Para que sea plana la superficie es necesario moldearlo con espátula o similar, siendo un procedimiento sencillo. No se pega y es sencillo de desmoldar.</p>
<p>Plato plástico</p>			<p>Es sencillo colocar la mezcla en el molde. No se pega y es fácil de desmoldar. Una vez seca, por su espesor (0,5 cm) se pandea.</p>

Conclusiones de la tabla

Luego de testear diferentes moldes, se concluye lo siguiente:

1. El material del molde es indistinto, la mezcla no se adhiere a ninguna superficie mientras sea de metal, plástico o yeso. Desde un comienzo se descartó el uso de papeles y cartones por la cantidad de agua en la receta.
2. Las piezas deben tener un espesor igual o mayor a 1 cm, para evitar que se pandeen y pierdan la forma del molde utilizado.
3. Se recomienda la utilización de molde y contramolde para facilitar el proceso de producción, ayudando a controlar el espesor y forma de las piezas, evitando irregularidades y posibles pandeos. De todas formas, no se descarta el uso de moldes sin contramolde.
4. Sobre el secado de piezas volumétricas, en caso de ser molde y contramolde se debe quitar el contramolde 1 hora luego de colocada la mezcla en el molde, para que comience a secar. Se puede desmoldar completamente entre 1 y 2 días dependiendo del tamaño y cantidad de material.
5. Las formas curvas son las que mejores resultados post secado tuvieron, siendo una replica exacta pero de menor tamaño del molde utilizado. Se recomienda evitar las aristas definidas, ya que el material no se acopla correctamente a la intersección de dos planos, salvo que con intencionalidad se quiera lograr efecto irregular en la pieza.

Teniendo en cuenta las formas curvas, se plantean a continuación algunos moldes que podrían proporcionar formas interesantes al material.



<p>Figura #41. Molde tipo argollas. Recuperado de: https://www.santucci.com.uy/catalogo/molde-mini-donas-redondo_ST-SF171_ST-SF171</p>	<p>Figura #42. Molde media esfera. Recuperado de: https://www.marialunarillos.com/molde-de-silicona-semiesfera-zuccotto-18-cm-silikomart-profesional.html</p>	<p>Figura #43. Molde tipo barra. https://www.santucci.com.uy/catalogo/molde-barrita-cereal-8-cavidades_ST-SF184_ST-SF184</p>	<p>Figura #44. Molde ovalado. Recuperado de: https://shopee.com.br/6-grades-de-silicone-ovo-3d-forma-oval-sab%C3%A7o-molde-gel%C3%A9ia-fabricante-de-bolo-molde-fabricante-rosa-i.184009078.7600429119</p>
--	---	--	--

Pruebas físicas

Se realizaron pruebas físicas para testear la resistencia física del material tomando las muestras volumétricas presentadas anteriormente.

- **Lijado:**

Se realiza con una lijadora de banda.

El material resiste a la fuerza ejercida por la lijadora, obteniendo como resultado una muestra más suave al tacto (suavidad 4), con pequeños vellosidades provenientes de romper el cuero molido. El lijado genera un polvillo similar a cuando se lija madera.



Figura #45. Acercamiento al material sin lijar.
Fotografía de elaboración propia.



Figura #46. Acercamiento al material post lijado.
Fotografía de elaboración propia.



Figura #47. Pieza lijada.
Fotografía de elaboración propia.

- **Perforado:**

Se perfora con un taladro el material sin que él mismo se rompa ni debilite. Se obtiene una perforación uniforme, en la superficie se perciben vellosidades que pueden quitarse fácilmente.



Figura #48. Muestra con perforaciones.
Fotografía de elaboración propia.

- Corte:

Los cortes se realizaron con sierra manual y caladora. Como resultado ambas herramientas generan cortes uniformes y lisos.



Figura #49. Corte con sierra manual.
Fotografía de elaboración propia.



Figura #50. Acercamiento de los cortes.
Fotografía de elaboración propia.



Figura #51. Corte con caladora.
Fotografía de elaboración propia.

Densidad absoluta

El término densidad proviene del campo de la física/química y se refiere a la relación que existe entre la masa de una sustancia o de un cuerpo y su volumen. Se trata de una propiedad propia de la materia porque no depende de la cantidad de sustancia que se considere.

A través del método de Arquímedes para determinar la densidad de un sólido⁴⁰, se aproxima a la densidad del aglomerado.

Para hacer esta aproximación⁴¹ se utilizó una muestra de material de 17 gr, vertiendola en un vaso de precipitado⁴² con un volumen inicial de agua de 300 cm³, una vez el sólido se sumerge por completo, se observa que el volumen final es de 318,2 cm³. Por lo tanto:

$$\rho = m \div \Delta V_{agua}$$
$$\rho = 17 \text{ gr} \div (318,2 \text{ cm}^3 - 300 \text{ cm}^3)$$
$$\rho = 0,93 \text{ gr/cm}^3$$

Se compara este dato con la densidad de cuero curtido, que es 0,9 gr/cm³ y son valores muy similares, esto se debe a que el aglomerado está compuesto en gran porcentaje por cuero.

Para lograr dimensionar este dato se contrasta con densidades de materiales ordinarios⁴³.

Material	Densidad gr/cm ³
Madera	0.5 - 0.8
Corcho	0,24
Lana	0,015 - 0,030
Hormigón	2,2

⁴⁰ Proceso:

1. Se pesa el cuerpo sólido, se anota su valor en gramos.
2. Se sumerge el cuerpo completamente en agua y se mide el desplazamiento de líquido en cm³.
3. La densidad es igual a el peso dividido el volumen (el desplazamiento de líquido).

⁴¹ Cabe destacar que este procedimiento puede realizarse de manera mucho más precisa, se realiza esta experimentación con fines comparativos.

⁴² Un vaso de precipitado tiene forma cilíndrica y se encuentra graduado.

⁴³ Densidad de materiales. (s.f). Stemm. Recuperado de:
<https://www.stemm.com/index.php/es/densidades-de-materiales>

Compresión post secado

MATERIAL DEL MOLDE	MUESTRA	TAMAÑO INICIAL	TAMAÑO POST SECADO	PORCENTAJE DE COMPRESIÓN
Yeso		14 cm (diámetro)	11 cm (diámetro)	21,4%
Plástico		4 cm altura x 10,5 cm diámetro	3 cm altura x 8,5 cm diámetro	25,0% altura y 19,0% diámetro
Plástico		8 cm altura x 8,5 cm diámetro	6 cm altura x 6,5 cm	25,0% altura y 23,5% diámetro
Plástico		8 cm ancho x 8 cm alto	6 cm ancho x 6 cm alto	25,0% ancho y 25,0%
Metal		18,5 cm diámetro	13,5 cm diámetro	27,0%

Luego de realizadas todas las pruebas volumétricas en moldes de diferentes materiales se calcula el porcentaje de compresión comparando su tamaño inicial, midiendo el interior del molde utilizado y su tamaño final, midiendo la muestra completamente seca.

Se obtiene como resultado que la compresión ronda entre el 20 y 30 por ciento de su tamaño, a modo de aproximación se toma que la compresión de las muestras será del 25%.

Exposición a factores ambientales

1- Agua

Se sumerge una muestra de 15 cm de diámetro x 2 cm de espesor, en un recipiente con agua a temperatura ambiente durante 15 días.



Figura #52. Muestra antes de ser sumergida.
Fotografía de elaboración propia.



Figura #53. Muestra recién retirada del agua, luego de 15 días.
Fotografía de elaboración propia.



Figura #54. Muestra 6 meses después de ser retirada del agua.
Fotografía de elaboración propia.

Transcurridos 15 días se retira la muestra del agua y se observa que el cuero al mojarse se oscurece, la pieza está levemente menos flexible (flexibilidad 3), al ejercer fuerza con ambas manos se rompe, se visualiza que la unión es más débil, asimismo su textura es viscosa. Se dejó secar la muestra bajo techo y en aproximadamente 7 días, al secarse, volvió a su estado original, con las características iniciales del material.

2- Tierra

Se entierra una muestra de 15cmx14cmx2,5cm durante 15 días.



Figura #55. Muestra antes de ser enterrada.
Fotografía de elaboración propia.



Figura #56. Muestra recién retirada de la tierra después de 15 días.
Fotografía de elaboración propia.



Figuras #57. Muestra 6 meses después de ser enterrada.
Fotografía de elaboración propia.

Al quitar la muestra de de la tierra se encuentra húmeda y fría al tacto. Se debilitó el material partiéndose fácilmente más allá de tener 2,5 cm de espesor, al ejercer presión con ambas manos se parte.



Figura #58. Muestra recién retirada de la tierra luego de 15 días. Fotografía de elaboración propia.

3- Intemperie

Se expone una muestra de 15 cm de diámetro x 2 cm de espesor a la intemperie por 15 días, se mantiene en el mismo sitio más allá de las condiciones climáticas (lluvia, viento y sol). No se detecta ningún cambio.



Figura #59. Muestra antes la exposición a la intemperie.
Fotografías de elaboración propia.



Figura #60. Muestra 15 días después de la exposición.
Fotografías de elaboración propia.

Proyecciones de durabilidad

La Real Academia Española define la durabilidad como la calidad de un material, producto o servicio respecto a su duración. Al generar un nuevo material es necesario determinar cuál es la durabilidad del mismo para poder proyectar un futuro uso y su ciclo de vida, a su vez, esta cualidad del material es algo que solo se puede conocer o apreciar con el transcurso de tiempo, a largo plazo.

En este caso, se indaga en la durabilidad del principal componente, el cuero curtido. También es importante conocer la durabilidad estimada de los bioplásticos, siendo más complejo ya que depende totalmente de cual es la base del bioplástico y su degradabilidad.

En cuanto al cuero, es un material reconocido mundialmente por su durabilidad, puede durar hasta 5 veces más que otro tipo de telas. Es resistente al daño del sol y del calor, a su vez, repele la humedad y retiene su forma (Neoattack, 2018). El cuero perdura mucho más que el PVC y es biodegradable, tarda entre 25 a 40 años en desintegrarse (Instituto Cultural de León, 2017).

El bioplástico utilizado para la aglomeración es a base de agar agar que tiende a absorber el agua. La glicera a su vez, elemento plastificante de la receta, acentúa esta característica. La capacidad del material de absorber agua lo hace más propenso al crecimiento de microorganismos en su interior.

Algunos factores que pueden hacer del bioplástico un ambiente biológicamente activos son (Delgado, 2017):

- Las condiciones del medio (pH, temperatura, humedad).
- Las características del propio polímero que lo compone (en este caso el agar agar).
- Las dimensiones del material y las propias características de los microorganismos que puedan crecer en su interior.

Debido a la cantidad de cuero que contienen las muestras, que es sustancialmente mayor que el resto de los ingredientes, el mismo le otorga al aglomerado su cualidad de durabilidad.

En el Trabajo de Grado de Bermudez y Taullard, Biomateriales Explorando Oportunidades, entierran por 15 días ciertos biomateriales para analizar su proceso de degradación.

Comparando sus resultados con los ensayos realizados en este Trabajo de Grado donde también se enterró una muestra durante el mismo período de tiempo, se observan diferencias en cuanto a la durabilidad de estos materiales. Los biomateriales realizados con compuestos orgánicos al ser desenterrados se encuentran disueltos o con presencia de hongos. En el caso del aglomerado que contiene cuero, si bien el material se debilita en el contacto prolongado con la tierra, mantiene su forma y tamaño, sin presencia de hongos.



Figura #61. Biomateriales a 15 días de ser colocados en la tierra. Recuperado de Biomateriales Explorando Oportunidades (Bermudez y Taullard, 2019).



Figura #62. Muestra del aglomerado recién retirado de la tierra después de 15 días. Fotografía de elaboración propia.

En conclusión, la durabilidad del material va a estar influenciada por la forma que se le de según el uso y las propias características del ambiente donde sea colocado. Una vez conocido el espacio o habitación donde será utilizado el material, se le podría agregar un aditivo al bioplástico. Los aditivos pueden tener varias finalidades: fungicidas, antioxidantes, entre otros. Algunos ejemplos: talco, carbonato de calcio, cerámicas, minerales naturales, etc. También podría tratarse la superficie con algún acabado para hacer más duradero el material o resistente a diferentes condiciones según sea necesario (siempre en la línea del cuidado del ambiente).

Asimismo, se destaca la durabilidad del aglomerado comparado con otros biomateriales, durante el desarrollo de este Trabajo de Grado, las primeras muestras del material fueron realizadas en octubre del 2020. A junio del 2021 las piezas están en el mismo estado de su realización, sin debilitarse y sin presencia de hongos en su superficie.

Cabe destacar que, claramente la vida útil del bioplástico es menor a la de las pieles curtidas, se debería dejar una pieza varios años en las mismas condiciones para conocer qué sucede una vez degradado el bioplástico que une a la viruta de cuero curtido.

SOLUCIÓN Y VARIABLES



S

Figura #63. Aglomerado de cuero y biomaterial. Fotografía de elaboración propia.

AGLOMERADO DE CUERO RECICLADO

Presentación

Luego de la etapa de experimentación, se obtiene un material compuesto por **desechos de cuero curtido** y un **aglomerante con bajo impacto ambiental**. Este aglomerado es un material rígido compuesto por cuero triturado, agua, agar agar y glicerina. Es un material inoloro, que no revela los componentes de su aglomerado, es homogéneo, opaco visualmente y rugoso al tacto (por la granulometría del cuero).

Material con el que se puede generar piezas a través de moldes. Reproduce a la perfección la forma del molde y al secarse reduce su tamaño un 25% aproximadamente. Se pueden generar formas rígidas y curvas que se pueden intervenir con herramientas de uso doméstico, su degradabilidad y admisión a modificaciones físicas demuestran su resistencia.



Figura #64. Muestras volumétricas. Fotografía de elaboración propia.

Componentes del aglomerante

El cuero triturado, que es el componente con más presencia en el nuevo material, es aglomerado con un bioplástico a base de agua, agar agar y glicerina.

Agua



Figura #65. Recuperado de: <https://www.dzoom.org.es/el-agua-como-motivo-fotografico/>

Líquido transparente, incoloro, inoloro e insípido en estado puro, cuyas moléculas están formadas por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, y que constituye el componente más abundante de la superficie terrestre y el mayoritario de todos los organismos vivos. (Real Academia Española, 2020, definición 1).

Su principal función en este caso es diluir el resto de los componentes para llevar la solución al calor y obtener el aglomerante.

La proporción correcta testada suficiente para aglomerar el cuero, es 5 veces más de agua que cuero, aunque la variación de esta proporción modifica únicamente cuan sólido o líquido estará el aglomerante, el tiempo en llegar a hervor la solución y lo que toma la pieza en estar completamente seca.

Glicerina



Figura #66. Recuperado de: <https://cailapares.com/glicerina/>

La glicerina es un alcohol de azúcar derivado de productos animales, plantas o petróleo. Es un líquido viscoso claro obtenido por hidrólisis⁴⁴ de grasas y aceites mixtos que se encuentran en alimentos, productos farmacéuticos y cosméticos. Tiene un punto de ebullición alto y al congelarse forma una pasta espesa.

Lociones, shampoo, y pasta dental, son ejemplos de productos de uso cotidiano que contienen glicerina vegetal. La misma es agregada a estos productos porque es humectante. A su vez, puede ser utilizada como un diluyente y una sustituta del alcohol al momento de preparar extractos o tinturas de hierbas. (Caribbean Treasure, 2019).

Existen excedentes de glicerina como consecuencia de la producción de biodiesel, por cada 100 toneladas de biodiésel se producen 10 toneladas de glicerina. (Redacción, 2007) Debido a que la industria farmacéutica no puede afrontar estas cantidades, se busca utilizar este componente en otras áreas, para volverlo un producto rentable y agregarle valor, y desde hace más de 10 años, los biomateriales son un ejemplo.

En el caso del aglomerado de cuero, su justa proporción aporta flexibilidad. La glicerina es un agente plastificante, que ayuda a que el material se compacte. Cuando la proporción no es la adecuada y hay exceso de glicerina, se obtiene un material con textura aceitosa y húmeda, que nunca se seca.

⁴⁴ Desdoblamiento de una molécula por la acción del agua. (Real Academia Española, 2020, definición 1)



Figura #67. Recuperado de: <https://www.demoslavueltaaldia.com/articulo/truco/como-usar-el-agar-agar-en-casa>

Agar Agar

Polvo que proviene de distintas algas rojas marinas y tiene el poder de espesar los líquidos en forma de una gelatina. Es una sustancia incolora e insípida que absorbe agua en cantidades de 200 y 300 veces su peso, hinchándose y produciendo una solución viscosa que al hervir se convierte en una gelatina muy firme. (Calabuig, 2013)

El 90% de producción de agar agar es destinada al consumo para la alimentación y el 10% restante, a aplicaciones biotecnológicas. Se utiliza para espesar y gelificar alimentos sin añadir ningún tipo de sabor ni olor. Presenta un poder de gelificación 10 veces mayor que la gelatina de origen animal. El agar agar permite ser calentado, conservando su textura y consistencia, al contrario que las gelatinas animales que pierden sus propiedades a más de 30°C de temperatura.

Si bien se extrae agar desde 1658, actualmente el proceso de obtención del agar es de carácter industrial⁴⁵, básicamente consta de hervir las algas recolectadas del mar. Algunos de los procesos que se utilizan son: congelamiento, diálisis, filtración, entre otros procesos para la obtención de agar.

En los biomateriales, el agar agar es el biopolímero que otorga soporte estructural. Debido a su capacidad de absorción de agua logra la unión de los componentes y permite generar volúmenes macizos, actúa como espesante y aglomerante.

⁴⁵ Ver proceso completo en Anexo p.107.

Acondicionamiento de los retazos de cuero

La fábrica de calzados, en este caso Gallarate, no clasifica los retazos por color o espesor, sino que todos, indistintamente de estas características, se depositan en el mismo contenedor. En el caso de querer un futuro producto de un color específico o de cierta mezcla de colores, esta es la instancia para elegir y separar el cuero a trabajar. Se recomienda clasificar por espesor, los espesores más gruesos van a necesitar una o dos pasadas más por la trituradora.

Una vez elegidos los cueros, se pasan por una trituradora de papel entre 4 o 6 veces (dependiendo del tipo de cuero). Se recomienda contar con una tijera para, de ser necesario, cortar retazos que sean muy grandes y un utensilio fino para facilitar la entrada del cuero en la cavidad donde va a ser triturado (entre la segunda y sexta pasada). A su vez, se recomienda el uso de tapabocas, a medida que el cuero se vuelve más pequeño desprende un polvillo, del mismo desgrane del material, que es recomendable no inhalar, esta consideración es importante para personas alérgicas.



Figura #68. Materiales necesarios para el proceso de triturado. Fotografía de elaboración propia.



Figura #69. Primera pasada por la trituradora. Fotografía de elaboración propia.



Figura #70. Cuarta pasada por la trituradora. Fotografía de elaboración propia.



Figura #71. Cuero antes y después de ser triturado. Fotografía de elaboración propia

Generación del material

Se recomienda utilizar mascarilla y trabajar en espacios ventilados.

Medir/pesar la cantidad de cada ingrediente.
Cada 50 gr de cuero se utilizan:
15 gr de agar agar.
5 ml de glicerina.
250 ml de agua.



En una olla mezclar el agar agar, la glicerina y el agua, hasta conseguir un líquido homogéneo de color blanco/amarillento.



Una vez bien mezclados llevar a fuego medio hasta que la solución espese, aproximadamente en 5 minutos (va a romper en hervor).

Retirar la olla de la fuente de calor. Agregar el cuero a la olla y mezclar bien de manera rápida.



Una vez que la mezcla es homogénea, verterla en el molde a utilizar. Si el molde tiene contramolde colocar la segunda parte de manera rápida. Dejar reposar 1 hora.

Figura #72. Proceso de producción. Elaboración propia.

Pasos del secado

Luego de colocada la muestra en el molde:

- Si tiene **contramolde**, dejar reposar la muestra con el contramolde una hora, luego retirar, el aglomerante habrá comenzado a cuajar haciendo que reduzca el tamaño de la pieza, lo que hace posible esta acción.
- **Desmoldar completamente luego de 1 o 2 días**, para permitir la entrada de aire a toda la superficie. Al quitar el material del molde estará aún húmedo pero lo suficientemente compacto para desmoldarlo sin que se parta.
- La pieza debe **permanecer en un ambiente ventilado, tarda alrededor de 15 días en estar seca por completo**, dependiendo del espesor y la humedad del ambiente. Si el clima lo permite, se puede exponer al sol la muestra para acelerar el proceso, esto no genera cambios en el resultado final.



Figura #73. Retiro de contra molde.
Fotografía de elaboración propia.



Figura #74. Pieza en el molde comenzando a secar.
Fotografía de elaboración propia.



Figura #75. Pieza sin el molde comendo a secar.
Fotografía de elaboración propia.



Figura #76. Pieza seca.
Fotografía de elaboración propia.

Certificación según estándares internacionales

El Laboratorio Técnico del Uruguay (LATU) es una organización de derecho público no estatal que brinda diferentes servicios orientados a la cadena productiva, uno de ellos es la evaluación de materiales a través de una variedad de ensayos.

En una primera instancia se consultó a Patricia Zeballos, química farmacéutica, sobre los posibles ensayos técnicos a realizar al material obtenido. En el primer contacto con Patricia, presencial en el Módulo 2 Textiles, concluyó en que no era posible realizarle a las muestras los ensayos establecidos para el cuero por las siguientes razones:

- El espesor de la muestra debe ser totalmente homogéneo sin irregularidades en su superficie y tener como máximo 0,7 cm de espesor.
- El material tiene que ser similar a un textil, poco rígido con flexibilidad, para poder utilizar la maquinaria específica de los ensayos.

Una vez se obtuvo el material final, se volvió a contactar a Patricia para consultarle con que material ya existente se podría comparar, los posibles ensayos a realizar y el costo de los mismos. Luego del intercambio, se concluyó que:

- El aglomerado de cuero con bioplástico se asemeja visualmente a un plástico, lámina de plástico aglomerado o materiales derivados de la madera, es con esos materiales que se podría hacer una comparación.
- Para la ejecución de los ensayos y cálculo de su costo, es recomendable establecer el uso que se le dará al material y su forma, para coordinar los ensayos correspondientes de manera más precisa.

A modo de ejemplo, si se pensara un posible uso como aislante térmico en paredes y comparándolo con un material derivado de la madera, los ensayos a realizar serían los siguientes: absorción acústica, inflamabilidad, compresión, tensión, tenacidad y densidad.

Usos y aplicaciones

Los usos o aplicaciones del material van a estar restringidos por una **producción a partir de moldería**. Los moldes que brindan mejores resultados son de **plástico o metálicos**. A su vez, se recomienda evitar las formas con aristas definidas y proyectar piezas con formas curvas.

Si bien el breve contacto con agua no afecta al material de forma definitiva, el contacto prolongado hace que el material sea viscoso y resbaladizo hasta que se vuelva a sacar, debido a esto se recomienda que el uso del material sea **interno o bajo techo**.

Por último, se debe **evitar el contacto con alimentos**, se descartan usos como contenedores de comida o vajilla, debido al proceso de curtido del cuero.

Algunos ejemplos:



Figura #77. Parlantes realizados con corcho. Recuperado de <https://www.pinterest.com/pin/44262008818523831/>.



Figura #78. Colgantes de corcho macizo torneado. Recuperado de <https://www.pinterest.com/pin/375065475190278788/>.



Figura #79. Lámparas de papel reciclado. Recuperado de <https://design-milk.com/papersca>.



Figura #80. Paneles de viruta de madera. Recuperado de <https://www.pinterest.com/pin/44262008818523831/>.



Figura #81. Bancos realizados con viruta y borra de café. Recuperado de <https://www.pinterest.com/pin/201465783316782545/>.



Figura #82. Taburetes de tierra y fibras naturales. Recuperado de <https://www.pinterest.com/pin/261279215854324241/>.

Posibles líneas de investigación

Es pertinente continuar investigando las posibilidades que tiene el material en cuanto a la combinación con otros materiales o desechos, lanas, hilos, residuos de madera y corcho son algunos ejemplos. La mezcla con nuevos desechos puede determinar también el posible uso según la característica que aporten al aglomerado, por ejemplo la adición de lana para generar paneles de absorción acústica⁴⁶.



Figura #83. Hilos de lana.
Recuperado de https://www.freepik.es/fotos-premium/hilos-lana-colores_3328905.htm

Figura #84. Viruta de madera.
Recuperado de <https://sp.depositphotos.com/stock-photos/virutas-de-madera.htm>

Figura #85. Corcho. Recuperado de <https://arquitectura-sostenible.es/el-corcho-un-material-sostenible-con-multiples-ventajas-para-la-construccion/>

(Piezas combinando estos componentes en proceso de secado con estos materiales)

A su vez, existe la posibilidad de que los retazos de cuero curtido formen parte de la cadena de producción de otro tipo de materiales similares, tal como el caso del material creado por Bella Vela, donde se utiliza una materia prima muy similar (viruta de cuero de las curtiembres). Se cree que los retazos de cuero curtido pueden añadirse a sus desechos, ya que la producción es en frío, para generar un mayor volumen de producción.

Posibles mejoras del material

El aglomerado de cuero obtenido en este trabajo fue realizado de modo artesanal, se entiende que puede ser mejorado modificando ciertos aspectos de su producción o industrializando algunos procesos.

Granulometría

Mediante un triturado más fino, con un molino o similar, se lograría que los retazos sean más pequeños, similares a una viruta o polvo. Este aspecto no solo facilita el proceso de

⁴⁶ En tal caso, consultar el Trabajo de Grado Paneles para absorción acústica con desechos textiles, Delgado, L. (2017, agosto).

producción ahorrando tiempo y esfuerzos, sino que también abre la posibilidad a obtener espesores más finos y superficies menos rugosas.

Moldes y prensas

A su vez, se podría industrializar otras partes del proceso productivo que permitan una producción de mayor tamaño. Contenedores más grandes y procesos mecanizados de mezcla harían posible el aumento de piezas por cocción o el uso de moldes de mayor tamaño. También las prensas para comprimir las piezas pueden generar un material más compacto.

Secado

Otra línea para potenciar el proceso de producción está enfocada en el tiempo de secado de las piezas. Investigar las posibilidades de generar un ambiente controlado beneficioso para este proceso, con las condiciones especiales a nivel de calidad del aire, temperatura y humedad.



Figura #86. Aglomerado de cuero y biomaterial. Fotografía de elaboración propia.

COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Se parte de la hipótesis de que existe la posibilidad de utilizar los retazos de cuero en diálogo con otros insumos y procesos para generar un nuevo material. Según la experimentación, es posible revalorizar el desecho y generar un nuevo material a partir de la aglomeración, comprobando la hipótesis.

El aglomerado de cuero con bioplásticos es una potencial línea de investigación e innovación responsable con el ambiente para el campo del diseño, formando parte del último anillo del proceso circular, buscando extender la vida útil de un desecho.

CONCLUSIONES

A modo de conclusión, se alcanzaron los objetivos planteados al comienzo del Trabajo de Grado. Se logró agregar valor al desecho de cuero que se genera a partir de la producción de zapatos artesanales de la industria nacional. mediante la generación del nuevo material.

Sobre los objetivos particulares, se consigue extender la vida útil de los descartes del principal material de la fabricación de calzado artesanal, que hoy se desechan, contribuyendo a un consumo consciente y responsable con el medio. El nuevo material aglomerado, no solo atiende la problemática de retazos de cuero curtido clasificados como desecho, sino que su proceso de producción e insumos para su generación son de bajo impacto ambiental. De esta manera, se aprovecha el total de los descartes de cuero prolongando la vida útil.

Se considera a esta investigación como un punto de partida, que busca dejar la puerta abierta y motivar nuevos estudios y proyectos que potencien y continúen explorando el material, así como el desarrollo de productos que puedan elaborarse a partir del mismo. Se indican sugerencias y posibles caminos a seguir, detallando las formas y procesos que mejor funcionan en base a las experimentaciones realizadas en este Trabajo de Grado. Si bien se considera que es amplio el abanico de posibilidades a realizar con este material, desde productos como luminarias, hasta paneles de absorción acústica o revestimientos, es necesario a futuro realizar ensayos técnicos que deben ser establecidos según la función, forma y modo de fabricación de lo proyectado.

En cuanto al material obtenido, no existe en el mercado local una oferta igual. Aunque el proceso de fabricación a nivel artesanal es sencillo, ciertos pasos requieren mucho tiempo. Debido a esto es pertinente mencionar, que para la comercialización del material o de un producto en base a él, es necesario hacer hincapié en la producción, llevándola a un nivel semi industrializado, haciendo foco en obtener una granulometría menor y acelerar el proceso de secado. Para este Trabajo de Grado, la cantidad de muestras elaboradas y sus objetivos, los procesos fueron los adecuados.

Es pertinente mencionar que si bien en esta investigación se partió de retazos de diversos tamaños clasificados como desechos, todos son triturados para la generación de piezas volumétricas. Al momento de realizarse industrialmente una producción del material aglomerado, se debería hacer una pre-selección para poder vender o donar los retazos más grandes con el fin de sean trabajados con otras técnicas (por ejemplo textiles) y triturar solo los retazos no aprovechables, siempre haciendo foco en el desperdicio cero de la materia prima.

Es innegable la importancia del cuero en nuestro país e historia, siendo un material muy utilizado que forma parte de la cultura uruguaya. Si bien ciertas características que dan valor a este material se pierden al ser triturado, otras tantas se mantienen, como por ejemplo su durabilidad. Se considera sumamente valioso e innovador utilizar el cuero en formas no tradicionales y en su totalidad, aprovechándolo por completo.

Una vez alcanzada la solución de esta investigación, se le compartieron los resultados obtenidos a miembros de Gallarate para obtener sus comentarios al respecto. Expresaron que les parece sumamente interesante el resultado obtenido y sugirieron que si bien al momento no lo ven viable para la producción de sus calzados, creen que tiene potencial para ser utilizado en sus locales o en la fábrica, para transmitir mediante productos decorativos realizados con el material el mensaje de reciclaje dentro de sus locales, como por ejemplo paneles de absorción acústica cerca de la maquinaria. Asimismo, consideran sumamente valiosa la idea de aprovechar al 100% su materia prima y cerrar un círculo dentro de su cadena productiva. Creen que es indispensable que las empresas por más tradicionales que sean piensen en términos de sustentabilidad y aplicar esta ideología en todos sus procesos, siendo importante también transmitirlo a otras fábricas que generan el mismo desecho.

A nivel personal, consideramos que es de real importancia generar desde la Escuela Universitaria Centro de Diseño (EUCD), una plataforma de intercambio de información, o de registro unificado, sobre los materiales generados por docentes, estudiantes y egresados. En la búsqueda de información y antecedentes para el desarrollo del marco teórico, se encontraron investigaciones muy interesantes, donde se generan nuevos materiales a partir de desechos y la exploración de la capacidad y alcance de los biomateriales en nuestra región. Estos desarrollos deben ser de fácil acceso, ya sea para estudiantes, fomentando desde los inicios de la carrera la utilización de este tipo de materiales, como para personas interesadas en conocer los nuevos materiales generados por agentes vinculados a la EUCD y las posibilidades de los mismos, siendo una opción para todo proyecto.

Debido a la facilidad de producción del material obtenido, existe la posibilidad de otorgarle a este Trabajo de Grado un carácter social, conectando a Gallarate y otras fábricas con el mismo desecho, con organizaciones que busquen generar empleo. Los retazos de cuero dejarían de ser desechos y podrían ser fuentes de trabajo e ingresos para ambas partes.

A modo de ejemplo, Mujeres SISU, es un emprendimiento de impacto social que tiene por objetivo la inserción laboral formal de mujeres víctimas de trata, explotación sexual y violencia doméstica. En la actualidad, un área de trabajo es la recuperación de recortes de cuero de

mayor tamaño para el diseño de mobiliario. Es posible que las mujeres que ya trabajan el cuero, puedan aprender a fabricar el cuero aglomerado y generar productos con él.

Por último, la ejecución de este Trabajo de Grado nos permitió conocer y adentrarnos en el procesos de generación de materiales, específicamente al mundo de los biomateriales, resultando sumamente interesante para continuar investigando. Consideramos que esta investigación es el inicio de un camino a seguir recorriendo.

BIBLIOGRAFÍA

Ballesta, M (2019). Diario la juventud.

Recuperado de:

<https://www.diariolajuventud.com/single-post/2019/06/01/Entrevista-con-el-secretario-de-la-C%C3%A1mara-del-Calzado-del-Uruguay-Somos-el-tercer-pa%C3%ADs-de-Am%C3%A9rica-en-consumo-de-calzado-pero-la-industria-nacional-est%C3%A1-en-ca%C3%ADda-hace-14-a%C3%B1os>.

Ballesta, M (2020). Al Pan Pan. Radio Sarandí.

Recuperado de:

<https://www.sarandi690.com.uy/2020/03/05/70-del-calzado-importado-que-se-vende-en-uruguay-es-de-origen-chino/>

Basañes, F. (2019). *Código abierto: conceptos y aplicaciones - Abierto al Público*. Abierto al Público. Recuperado de: <https://blogs.iadb.org/conocimiento-abierto/es/codigo-abierto/>

Bermudez, E., & Taullard, H. (2019, agosto). *BIOMATERIALES Explorando oportunidades*.

Calabuig, M. (2013). Recuperado de:

<https://www.verema.com/blog/productos-gastronomicos/1077931-que-agar>

Caribbean Treasure, M. (2019). ¿De dónde proviene la Glicerina Vegetal?. Margarita Caribbean Treasure. Recuperado de:

https://margaritacaribbean.com/blogs/blog/de-donde-proviene-la-glicerina-vegetal?_pos=1&_sid=c10748fd7&_ss=r.

CEMPRE. (1998, mayo). *RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, MANUAL DE GESTIÓN INTEGRAL*.

Colomer, C. (2020). Bruno Munari: una vida de arte y diseño - Gràffica. Gràffica. Recuperado de: <https://graffica.info/bruno-munari-una-vida-de-arte-y-diseno/>

Delgado, L. (2017, agosto). Paneles para absorción acústica con desechos textiles.

Donalo, V. T. L. E. (2020, 23 junio). *Economía circular para luchar contra el cambio climático*.

Reciclar si, pero mejor Reutilizar. Recuperado de

<https://blog.donalo.org/2017/10/06/economia-circular-para-luchar-contra-el-cambio-climatico/>

EcuRed. (s.f.). *Aglomerantes - EcuRed*. Recuperado de: <https://www.ecured.cu/Aglomerantes>

EcuRed. (s.f.). *Agar-agar - EcuRed*. Recuperado de:

<https://www.ecured.cu/Agar-agar#:~:text=Agar%2DAgar%2C%20es%20un%20extracto,M ar%20Cant%C3%A1brico%20y%20Oc%C3%A9ano%20Pac%C3%ADfico>.

F. (2017). Piel sintética vs Cuero, opciones ecológicas. Instituto Cultural de León. Recuperado de:
<http://institutoculturaldeleon.org.mx/icl/story/5388/Piel-sint-tica-vs-Cuero-opciones-ecol-gicas#.YJmremZKho4>

Fab Lab Barcelona. (2021). Diseño de biomateriales. Recuperado de:
<https://fablabbcn.org/calendar/disenio-de-biomateriales>.

FabTextiles | *Experimental Digital Open Source Couture*. *Fabtextiles.org*. (n.d). Recuperado de:
<http://fabtextiles.org/>.

FAO - COMITÉ DE PROBLEMAS DE PRODUCTOS BÁSICOS. (1998). Recuperado de:
<http://www.fao.org/unfao/Bodies/CCP/hs/98/w9790s.htm>

Gallo, G. (s.f.). *Las tres R: Una opción para cuidar nuestro planeta*. Inecol.mx. Recuperado de:
<https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/413-las-tres-r-una-opcion-para-cuidar-nuestro-planeta>

Greenpeace. (2012). *Cueros Tóxicos*.

INAC. (2020). Consumo de Carnes en Uruguay. Recuperado de:
https://es.scribd.com/document/504413806/Cierre-Del-Consumo-de-Carnes#from_embed

Lladó i Riba, M., & Pascual i Miró, E. (2016). El cuero.

M. (2013, 20 octubre). *¿De dónde viene el agar?* Microbiología General UVG. Recuperado de:
<https://microbiologiageneraluvg.wordpress.com/2013/10/19/de-donde-viene-el-agar/>

Ministerio de Industria, Energía y Minería. (2020, marzo). *Informe del sector de fabricación de calzado*.

Molina, O., & Roca, A. (2013). *Cultura del reciclaje*. Recuperado de:
<https://es.slideshare.net/albertor0715/cultura-de-reciclaje>

MVOTMA. (2014). *Guía de Producción Más Limpia en el Sector Curtiembres*.

N. (2021, enero 15). *Densidad - Concepto, tipos, características y ejemplos*. Concepto.
<https://concepto.de/densidad/>

Navarro, R. (2019). *¿Qué es la Glicerina y Para qué sirve?*.
Recuperado de:
<https://www.mifarma.es/blog/diccionario-farmacia/que-es-la-glicerina-para-que-sirve/#>:

Neoattack, N. (2018, 6 julio). *¿Cuáles son las propiedades y las ventajas de la piel de cuero de vaca?* Arteycuero Artesanía. Recuperado de: <https://www.arteycuero.com/cuero-vaca/>

ONUUDI. (s.f). PANORAMA DE LA CADENA DEL CUERO BOVINO Y SUS RESIDUOS. Page Uruguay.

Papanek, V. (1971). Design for the Real World. Thames & Hudson.

Plaza, S. E. L. (2019, 13 diciembre). *Economía circular y diseño, una reflexión de Xavi Calvo*. Revista Plaza. Recuperado de :<https://valenciaplaza.com/economia-circular-y-diseno>

Quilt'ys. (2016, 3 marzo). *¿Qué es el Patchwork?* - Quilt'ys.
<https://www.quilt-ys.com/que-es-el-patchwork/>

Redacción, R. (2007, 1 septiembre). *Glicerina puede ser un fuerte contaminante*. Ecuador | Noticias | El Universo. Recuperado de:
<https://www.eluniverso.com/2007/09/01/0001/71/3EFA2F027E214A86889D087A67D8767D.html>

Revilla, M. J. (2019, 16 septiembre). *Biomateriales, material del año en la London Design Fair*. ELLE Decor. Recuperado de
:<https://www.elledecor.com/es/disenio/a29065128/biomateriales-london-design-fair/>

Revilla, M. J. (2021, 12 marzo). *Cáscara de mejillón, huesos de aceituna incluso pelo humano. Los materiales sostenibles del futuro*. ELLE Decor. Recuperado de :
<https://www.elledecor.com/es/disenio/a35805677/materiales-sostenibles-biodegradables/>

Rivas, M. (2019, 16 julio). *La crisis de la contaminación plástica | Heinrich-Böll-Stiftung - Ciudad de México | México y el Caribe*. Heinrich-Böll-Stiftung. Recuperado de :
<https://mx.boell.org/es/2019/07/16/la-crisis-de-la-contaminacion-plastica>

Talep, M. Los plásticos efímeros. Entrevista realizada por Antonia Cordero. Recuperado de
<https://www.endemico.org/los-plasticos-efimeros-margarita-talep/>

Uruguay, país ganadero. Inac.uy. Recuperado de:
<https://www.inac.uy/innovaportal/v/3104/17/innova.front/uruguay-pais-ganadero>

Zarta Ávila, P. (2018). *LA SUSTENTABILIDAD O SOSTENIBILIDAD: UN CONCEPTO PODEROSO PARA LA HUMANIDAD*. Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/396/39656104017/html/index.html>

¿En qué consiste la economía circular?. Sostenibilidad.com. Recuperado de:
<https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/en-que-consiste-la-economia-circular/>

¿Qué entendemos por Economía Circular? - Uruguay Circular. (2020). Recuperado de:
<https://uruguaycircular.org/que-entendemos-por-economia-circular/>

¿Qué es la obsolescencia programada?. (2020). Recuperado de:
<https://ecoinventos.com/que-es-obsolescencia-programada/>

Metodología

Para el desarrollo de este trabajo se toma como base la metodología de Bruno Munari, artista y diseñador italiano, considerado como uno de los grandes protagonistas del diseño industrial del siglo XX (Colomer, 2020).

En su libro “¿Cómo nacen los objetos?” (1993), Munari analiza el trayecto que un diseñador recorre desde que se enfrenta a un problema y lo define, hasta que logra la proyección y configuración de su solución, y es en ese libro en donde el autor define la metodología a la que se hace referencia.

“El método-proyectual para el diseñador no es algo absoluto y definitivo; es algo modificable si se encuentran otros valores objetivos que mejoren el proceso.” (Munari, 1983). El modelo planteado por el autor debe ser una herramienta útil para el diseñador, no algo indestructible, puede modificarse en función de mejorar el rendimiento, minimización de esfuerzos y tiempo del proceso de diseño. Es por esto y por su base en la lógica que se escoge esta metodología como la base del proceso de la investigación, como una guía y no como una lista de pasos a seguir. Cabe destacar que la toma de decisiones a lo largo del trabajo de grado fue en base a los resultados de las experimentaciones.

Munari establece un método cascada donde se establecen ciertos pasos partiendo del problema para llegar a la solución.



Figura #87. Método cascada. Recuperado de: <https://turesumenya.com/c-biografia/bruno-munari/>

Entrevistas

Se realizaron entrevistas a varios referentes, tanto al comienzo del trabajo de grado, para el análisis y relevamiento de datos de nuestra temática, como a lo largo de la experimentación y ejecución de muestras para guiarnos en la toma de decisiones.

Debido a la emergencia sanitaria, las entrevistas en su mayoría fueron a distancia, llamadas telefónicas, intercambio de mails y videollamadas.

Gallarate

Fábrica de calzado uruguayo, desde 1886 producen artesanalmente zapatos de cuero. Mediante el intercambio con Juan Manuel Cáceres, empleado y Marta Minoli, directora, se detecta la problemática a trabajar en este Trabajo de Grado. Mediante el acercamiento a esta fábrica se conoce mejor al sector, se cuantifica el residuo y se obtiene información sobre el cuero.

¿Cuál es su principal materia prima?

Nuestra principal materia prima es el cuero.

¿De donde proviene el cuero que utilizan?

El cuero que utilizamos en su mayoría proviene de Argentina y Brasil.

¿Qué proceso de curtido tienen los cueros?, ¿son curtidos con taninos o cromo?

Se utiliza cuero curtido al cromo para la parte del zapato llamada "capellada", que sería la parte de arriba del zapato y cuero curtido con taninos para los cueros de suela, con lo que se pisa ya que suele ser un cuero más grueso.

¿Tienen desechos de cuero en la producción de calzado?

Sí, es el material que más se utiliza y el que

más desechos tenemos. Hay otros desechos como cartón u otros pero no en cantidades significativas.

¿De donde provienen estos desechos?

Para producción de calzado no sirven todas las partes del cuero ya que hay zonas donde tiene más arrugas o estira mal, es decir, el cuero cede más para un lado que para el otro, cuando se corta hay que tener en cuenta qué pieza del zapato es para ver para donde estira y que cuando se arme el cuero no se parta. En ese proceso ya tenemos desechos y también por el molde mismo de cada calzado se generan sobrantes.

¿Qué se hace actualmente con esos desechos?

Hoy en día son basura que depositamos junto con otros desechos.

Alejandro Calderara - Bella Vela

Bella Vela es una cooperativa de trabajo que se dedica a la fabricación y venta de velas tradicionales y artesanales. A su vez, en un rubro totalmente distinto, hace algunos años que desarrollan un material a partir de desechos del proceso de producción de las curtiembres. El intercambio fue con Alejandro Calderara, miembro de la cooperativa, quien muy amablemente respondió las preguntas al respecto de este material.

Se realizaron dos instancias de intercambio con Alejandro, la primera constó de una llamada telefónica y luego una instancia presencial donde se conoce el material que realizan. En ambas instancias se realizan preguntas centradas en conocer lo que hacen, cómo y para qué se utiliza el material que producen, así como también se recibieron algunas recomendaciones sobre la manipulación del cuero curtido.

¿Cómo se vincula con Bella Vela este emprendimiento?

Se vincula por el espíritu emprendedor de los miembros de la cooperativa, así como por el interés en el cuidado del medio ambiente. Actualmente la fabricación de este material y la fabricación de velas se producen en el mismo sitio.

¿De donde proviene el cuero que utilizan?

Proviene de curtiembres de Uruguay, en uno de los últimos procesos de la curtición se genera viruta de cuero y es lo que utilizan.

¿Cómo es el proceso de aglomeración de este desecho?

En primera instancia se pasa la viruta de cuero por un molino para homogeneizar el material, luego se lo procesa con aglomerantes y resinas amigables con el medio ambiente, se pasa por rodillos y prensan con una prensa hidráulica de 7 toneladas, obteniendo como resultado después de un secado natural, un material similar a la cartulina, por su textura y presentación, de dos medidas: 140 x 110 cm y 110 x 70 cm.

Los procesos de aglomeración son en frío para evitar la posible liberación de cromo que contienen los cueros que utilizan, esto sucede con temperaturas mayores a 160°.

Tienen una producción responsable, utilizando paneles solares, reciclando el agua que se utiliza y generando la menor cantidad de residuos posibles.

¿Dónde comercializa este producto? ¿cuál es su uso?

Este producto se comercializa en la industria del calzado ya que puede ser manipulado con las mismas herramientas que se utilizan en la producción de calzado. Su principal uso es para hacer plantillas de alpargatas y tacos, también se utiliza para talabartería; destacándose debido a que el cuero absorbe la humedad sin dañarse.

Alejandro sostiene que hoy en día, debido a la situación de la industria del calzado en Uruguay, están comercializando poco. Igualmente, tienen una mirada optimista y buscan mejorar la calidad y procesos de fabricación del producto para lograr satisfacer las necesidades del mercado uruguayo y con mirada hacia el exterior.

Romina Napoli - Ingeniera Química

Romina es ingeniera química y cocreadora de Ukudala, emprendimiento sostenible uruguayo⁴⁷. El intercambio con Romina se realizó vía mail, durante las primeras etapas de la experimentación, se evacuaron dudas sobre el comportamiento del cuero, su reacción al calor (posible liberación de sustancias tóxicas) y ser aglomerado con diferentes componentes.

¿Se desprende alguna sustancia tóxica al llevar al calor el cuero ya curtido?, y ¿al hervir la mezcla con los otros ingredientes?

En el proceso de curtido la mayor parte de los químicos queda en el efluente (aguas de lavado y piletas de tratamiento) y no en los cueros. De las sustancias más peligrosas dentro del proceso se encuentra el cromo (específicamente el cromo en estado de oxidación 6, ya que es cancerígeno, se tiene especial cuidado en las curtiembres de no generarlo). La etapa de curtido se realiza con sales de cromo en casi todos los procesos de curtido, pero en algunos casos se sustituye utilizando agentes vegetales (los taninos), esta etapa es la esencia del proceso porque permite pasar de tener una piel a tener un cuero.

Primero el uso de glicerina, vinagre, alcohol y agua junto con el cuero, no tiene porqué generar sustancias tóxicas (por ahí bien). Lo que más me centraría es en el cromo, dado que parte de él es absorbido por el cuero, que luego al ponerlo en contacto en solución y al calor seguramente lixivie (pase del cuero a la solución líquida).

Por lo que detallan, ustedes van a colocar los retazos de cuero en una solución líquida. Entiendo que la solución comienza a espesar, pero imagino que tienen un sobrante de esta solución (parte de la solución no va a quedar adherida al cuero). Por lo tanto van a tener el cromo en la solución sobrante.

La realidad es que la concentración de cromo en el cuero debería ser muy baja (por lo que encontré el contenido de cromo fijado a la fibra es de un 3-4% y como cromo trivalente, no como cromo 6). Para pasar de cromo +3 a + 6 se necesitan ciertas condiciones de temperaturas elevadas y ph altos, que no serían las condiciones de trabajo de ustedes (por acá bien). De esta forma el cromo fijado al cuero no sería un problema, seguramente parte del cromo podría pasar al lixiviado.

Dentro de los análisis que se le hacen al cuero se encuentra la determinación de óxidos de cromo. Quizás la empresa que le proporciona los retazos tiene algún análisis de este tipo y pueden saber sobre las condiciones del cuero que están trabajando. De todas formas, como el proceso es el mismo para los cueros a la venta y para los retazos, se supone que cumple con los valores establecidos.

Hablando con un contacto que trabajó en análisis fisicoquímicos en la industria del cuero, me comentó que ellos no tenían ningún tipo de consideración de seguridad a la hora de trabajar en el ensayo del cuero como producto final.

⁴⁷ Ver en el informe, p.30.

El vinagre, es un ingrediente que deja a la muestra un olor que queremos evitar en nuestro producto final. ¿es posible sustituirlo por alcohol u otra sustancia? Si, el vinagre (ácido acético) se le agrega para bajar el ph y hacer las condiciones más ácidas y que no se les llene de hongos (sobre todo) ni se generen bacterias. No es extremadamente efectivo, lo ideal sería usar una solución de concentración muy baja de ácido (tipo clorhídrico, nítrico), entiendo que no es la idea y además habría que trabajar con ciertos cuidados. Se me ocurren otras formas como reducir la humedad de la muestra final, irradiar o esterilizar la muestra pero encarecería el proceso un montón.

El alcohol no disminuye el ph, aún así es volátil y se evapora al calentar la mezcla.

Les puedo recomendar que prueben con otro tipo de vinagre (de manzana por ejemplo) o alguna esencia que le tapara el olor.

Las recetas de biomateriales, en su mayoría utilizan glicerina. En esta mezcla que proviene de un estudio sobre Biomateriales, ¿cuál es la función que está cumpliendo la glicerina? La glicerina es un plastificante, genera esa red que une el material y le proporciona cierta flexibilidad para que no quiebre.

Federico Lasnier - Ingeniero Químico

El intercambio con Federico se realizó vía WhatsApp en las últimas partes de la etapa de experimentación, su aporte desde su conocimiento como ingeniero químico fue fundamental para corroborar diferentes conclusiones que surgieron de la observación y comportamiento del material.

¿Es correcto lo que aporta cada ingrediente a la aglomeración del cuero?

Lo que aporta cada uno de los elementos, a mi me parece que si, esta bien.

El agar agar es algo que se usa en laboratorio para fijar las muestras de bacterias. Si hicieron esas muestras se dan cuenta bien como es, como una gelatina. Lo mismo con la glicerina, por ejemplo con glicerina se hace jabón y esas cosas, al ser líquido cuando está caliente y en frío se solidifica, se usa como solidificante. El agua es para que se diluyan bien los componentes, y se pueda tener una buena mezcla, por eso no cambia la cantidad que tengas. Si tienes demasiado poco no se te diluye la mezcla lo suficiente, y si tienen exceso, es como pusieron ahí, tienen que esperar más tiempo para que se evapore.

¿Es correcto que el proceso de curtido posterior del cuero evite la presencia de hongos en el material final?

Si, el curtido del cuero evita que se generen hongos, porque lo mismo el curtido que tienen es para que dure más. Supongo que eso ya te evita los hongos, tiene mucho sentido y mucha lógica.

¿Se debería tomar alguna precaución para la elaboración del material?

Como mencionan ustedes primero usar tapabocas. En realidad más que una mascarilla, o sea un tapabocas de tela, deberían ser esas que filtran bien, no se bien como se llaman. En realidad todo depende de cómo se curtió, si es con taninos, no necesitas nada. Tendrían que

ver bien cual es el que usan. Si es con cromo, es con mascarilla seguro, porque es cancerígeno, si se inhala con unos años de exposición puede ser riesgoso. Si este fuera el caso también deberían usar guantes, porque esto puede entrar por ahí. Igualmente, lo peor del cromo es cuando es una sal disuelta, ese es el problema y cuando tiene carga, no se si es igual con el gaseoso.

Es importante que el riesgo es en una larga exposición, unos días 10 años, entonces no es el caso para su trabajo. Sería bueno que por las dudas recomienden en caso que se vaya a producir a grandes niveles uso de lentes, mascarillas con filtros respiratorios y túnica. Todo esto si el cuero está curtido con cromo.

El cromo se libera a 190 grados. La glicerina tiene un punto de ebullición más baja que el agua, con agua y agar, la temperatura no llega a 190 grados, debe de estar a 100 grados. Cuando lo sacan del calor y agregan cuero, la temperatura es más baja aún por lo que no sería un problema en realidad.

Químicamente, ¿qué pasa cuando los componentes del biomaterial (sin cuero) se llevan a hervor?

La mayoría de las cosas, cuando las calentamos en agua, se vuelven más solubles, entonces al enfriarse está mejor mezclado favoreciendo a la unión. Generalmente la mayoría de las reacciones son favorecidas por las altas temperaturas.

¿Que es fermentación acética?

Primero que nada una fermentación es un proceso por el cual las bacterias tienen energía a partir de azúcares, vibrando por lo general con alcohol o ácido. La fermentación aeróbica, o sea que requiere de aire para que se forme, con aire me refiero a oxígeno.

Entonces la fermentación acética es literal la fermentación a partir del alcohol del vino se forma el ácido acético, que es uno de los componentes más importantes del vinagre, básicamente es eso.

Tabla de clasificación de curtidos

Curtición	Características
Curticiones al aceite	Únicamente utilizadas para la fabricación de gamuzas.
Curticiones vegetales	Infinidad de tipos según el origen del tanino utilizado. Los más representativos son los extractos de mimosa, quebracho, castaño, tara, zumaque, valonea, pino, gambier, y todas las mezclas entre ellos.
Curticiones minerales	Realizadas a partir de sales de determinados metales que poseen capacidad curtiente. Las más representativas son las de cromo, aluminio y circonio. En proporción mucho menor las sales de titanio, hierro y cinc.
Curticiones mixtas o combinadas	Se obtienen de emplear conjuntamente curticiones minerales y vegetales.
Curticiones sintéticas	Emplean productos de síntesis como aldehídos, glutaraldehídos, sintéticos fenólicos, naftalensulfónicos y resinas, entre otros.

Figura #88. Tabla de clasificación de curtidos. Recuperado de El cuero de María Teresa Lladó y Eva Pascual (2016)

Fases del proceso de curtido - según el libro *El cuero de Lladó y Pascual (2016)*

Conservación de la piel en bruto:

Una vez que se ha sacrificado el animal, se separa la piel del resto de su cuerpo y se le aplican ciertos tratamientos que permiten su conservación temporal. Los más habituales son el secado y el salado. Ambos tratan de evitar la putrefacción de la piel.

El remojo:

Cuando llega a la tannería la piel en bruto (salada o seca), se le cortan (si todavía las tiene) las partes no aptas para curtición (cola, patas y cabeza). Luego, se guarda en un almacén o comienza el proceso. Este es un tratamiento con agua que requiere generalmente de 12 a 24 horas. También se utilizan algunos productos auxiliares (tensoactivos, humectantes, carbonato sódico, hidróxido sódico y bactericidas) que buscan la hidratación y limpieza de la piel de sangre, suciedad, microorganismos y productos de conservación. Una vez que la piel está limpia e hidratada pasa a la operación de pelambre y calero.

Pelambre y calero

Consta de dos operaciones distintas pero que generalmente se hacen a la vez. El pelambre consiste en la eliminación de la epidermis, el pelo o lana de la piel. El calero, en aplicar unos ataques químicos y físicos controlados a la piel que producen un esponjamiento de la

estructura fibrosa de la misma. Los productos que se emplean para depilar son fundamentalmente el sulfuro sódico para el pelambre y la cal para el calero.

Desencalado y rendido:

La piel contiene sulfuro y cal en su interior. En esta fase interesa eliminarlos porque estos compuestos impedirían la penetración de la posterior curtición. Esta limpieza se realiza con ácidos débiles que forman compuestos de fácil eliminación mediante lavados con agua. El rendido es una operación cuyo objetivo es fundamentalmente aflojar la estructura del colágeno mediante un principio de digestión por enzimas pancreáticas o similares.

Curtición vegetal:

Generalmente para este proceso se utilizan taninos y no taninos, estos últimos no curten pero ayudan a la penetración de los taninos en la piel. Ambos (taninos y no taninos) son extraídos de plantas con un alto contenido en taninos.

Las pieles desencaladas y rendidas se someten primero a una precurtición con los no taninos. Cuando se consigue que estos productos penetren el interior de la piel se colocan progresivamente los taninos. La duración del proceso varía según el sistema empleado. Puede durar 6 a 10 horas para artículos finos y poco cargados de taninos y unos días o semanas en el proceso para suela, debido a su grosor.

El píquel y la curtición al cromo:

El objetivo del píquel es acidificar la piel para favorecer la penetración de la curtición al cromo. Consiste en el tratamiento de pieles con soluciones salinas y ácidas en el mismo baño.

En la curtición al cromo se tratan las pieles procedentes del píquel, con sales de cromo III (generalmente sulfato monobásico de cromo III). Luego de la adición de sales de cromo, se va neutralizando la acidez de la piel y de las sales de cromo poco a poco, con el fin de que estas se vayan volviendo más reactivas para la piel, produciéndose así la curtición al cromo.

El proceso dura de 6 a 8 horas, durante las cuales generalmente se procura calentar progresivamente el baño y las pieles para favorecer la curtición.

Tintura y engrase:

La tintura cambia el color que toma el cuero debido a los curtientes que se desea para el artículo final. Generalmente el color definitivo se consigue con el acabado, pero en la tintura ya se busca uno lo más parecido posible a ese.

Además de los tintes también se utilizan otros productos que ayudan a la distribución y penetración del colorante en el cuero.

El engrase lubrica las fibras para obtener un cuero que no se rompa al secarlo y que presente una flexibilidad y tacto adecuados. Se emplean grasas naturales o productos sintéticos de similar efecto.

Secado y operaciones mecánicas

El secado tiene como objetivo evaporar el agua que contienen los cueros entre las fibras. Puede ser secado empleando aire frío o caliente, y sometiéndolo a tensión o no.

Asimismo existen otras operaciones mecánicas previas al acabado que pueden variar orden y cantidad según el artículo final deseado. Las principales son el ablandado, recortado, el esmerilado, el desempolvado y el batanado.

Acabado

Tratamientos superficiales del cuero para darle el aspecto final adecuado para su

comercialización.

El acabado influye sobre el aspecto visual, el tacto y las propiedades físicas del cuero.

Para este proceso se utilizan varios productos, entre los que se destacan: los aceites y ceras naturales o sintéticas o ambas, los ligantes proteínicos o resínicos o ambos, los pigmentos y colorantes, y las lacas. Se aplican sobre el cuero en capas de diferente composición y con secados intermedios.

Detalle de la aproximación a la materia prima

Se realizaron diversas operaciones:

- Uniones por medio de costuras, grampas, cola vinílica, así como
- Corte y triturado con tijeras y herramientas punzantes.
- Se sometió el cuero a pistola de calor y agua caliente, siempre respetando la temperatura recomendada⁴⁸ (menor a 160°).



Figura #89. Aproximación a la materia prima. Fotografías de elaboración propia.

⁴⁸ Ver en Anexo. Entrevista con Romina p.99



Figura #90. Estado de la materia prima cuando la entrega Gallarate. Fotografía de elaboración propia.

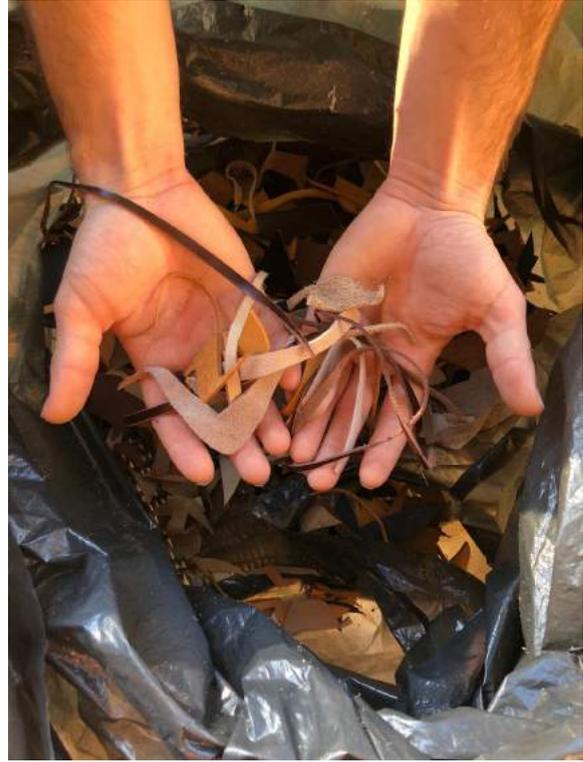


Figura #91. Retazos más pequeños. Fotografía de elaboración propia.

Visita a la fábrica de Gallarate



Figura #92. Modificaciones físicas en Gallarate. Fotografías de elaboración propia.

Obtención de Agar Agar

El agar agar se obtiene a partir del hervor de diferentes tipos de algas rojas. Se filtra y por último se liofiliza hasta obtener una materia seca un tanto quebradiza y completamente soluble.

Para su obtención, primero se recogen las algas de forma salvaje y luego se llevan a la fábrica. Se lavan y se eliminan los restos de sal y arena que pudieran tener. Una vez que las algas ya están limpias, se ponen en unos tanques grandes llenos de agua y se les somete a altas presiones para extraer la sustancia. En este momento, se tiene el agar agar disuelto en el agua y por medio de un proceso de filtración, se eliminan los restos de todas las algas. Luego, es disuelto en agua se prensa y se seca para que solo quede el producto. Una vez que ya está seco, se tritura en máquinas. Dependiendo del tiempo de molienda sometida, se obtendrá distintos extractos de color blanco-crema, por ejemplo, en copos o en polvo.

