

Desarrollo Experimental de Bio-Cueros Sostenibles a partir de Materiales Orgánicos Endémicos de Bolivia

Silvia K. Pérez J.^(*) y Estefany J. Castaños Cuchallo^(**)

Resumen: El bio-cuero representa una opción sustentable al cuero de origen animal, elaborado a partir de materias primas renovables, productos orgánicos o desechos de fibras naturales, lo que asegura su biodegradabilidad. Este material logra un equilibrio entre elementos técnicos, ambientales y funcionales, con el objetivo de minimizar la repercusión ambiental. Esta investigación se centra en el desarrollo de bio-cueros como una alternativa sostenible al cuero animal, utilizando materiales orgánicos endémicos de Bolivia. El estudio tuvo un diseño experimental, con un enfoque mixto, el tipo de investigación fue aplicada y el método fue hipotético-deductivo. Se realizó un grupo focal de 5 marcas bolivianas (4H Heather, Vokko, Claudia Mercado, Marroquinería D' Darrio y Doña Mamushka Bags), que son marroquinerías y/o trabajan con productos de cuero. Como resultado se desarrollaron cinco prototipos de carteras con los materiales de la hoja de coca (*Erythroxylon coca*), achachairú (*Rheedia spp*), cupesí (*Prosopis silocuastrum*), totaí (*Acrocomia Totaí*) y caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*), y se pudo comprobar que este material puede generar texturas atractivas de manera orgánica, rasgos específicos en términos de densidad, color, transparencia y elasticidad, demostrando la viabilidad de los bio-cueros como un sustituto ambientalmente responsable para la industria del cuero.

Palabras clave: bio-cuero - materiales orgánicos - sostenibilidad - industria de curtiembre - economía circular - bolivia - biodegradabilidad - biomateriales.

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 364]

^(*) Boliviana, Licenciada en Ingeniería Comercial por la Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA). Maestría en Educación por la Universidad Internacional Iberoamericana de México. Docente de la Carrera de Diseño y Gestión de la Moda perteneciente a la Facultad de Humanidades, Comunicación y Artes de la UPSA. Docente de la Facultad de Ciencias Empresariales. silviaperez@upsa.edu.bo

^(**) Boliviana, Licenciado en Diseño y Gestión de la Moda por la Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA). Estefanyjzmir2002@gmail.com

Introducción

La Bioeconomía surge como una solución a los desafíos globales, como el incremento de desechos sin un destino específico y su relación con el cambio climático, basándose en aspectos fundamentales relacionados con el desarrollo, la innovación y la utilización sostenible de los recursos naturales.

Asimismo el autor Hodson de Jaramillo (2018) define la Bioeconomía como un modelo que parte de la producción, utilización y conservación de recursos biológicos, incluido el conocimiento relacionado, la ciencia, la tecnología y la innovación, para proporcionar información, productos, procesos y servicios, en busca de una economía sostenible.

Este enfoque promueve la innovación y la creación de nuevos modelos de negocios, ya que los principios de economía circular y bioeconomía están estrechamente vinculados de forma eficaz e integrada en el contexto del desarrollo sostenible. Por ello, es importante buscar opciones para abordar esta situación, lo cual representa una responsabilidad ética y social (Hernández & Céspedes, 2020).

Martínez-Barreiro (2020) propone abordar esto como un sistema híbrido, en el cual las prácticas continuas y su impacto en el medio ambiente buscan encontrar un equilibrio entre la naturaleza y la cultura. De esta manera, se busca establecer y fortalecer las relaciones de manera integral.

Un ejemplo de este enfoque es la producción de materiales de Bio-cuero, un material sustitutivo al cuero, parte de la elaboración de distintos componentes y residuos de un origen orgánico, convirtiéndose en una alternativa sostenible (García, 2018).

Para empezar, Briones Castro & Cepeda Salas (2022) desarrollaron una investigación de un Bio-cuero (Biobasado) de té, café y yerba mate. Obteniendo así un material de formato laminar, flexible, áspero con acabado mate, tiene capacidad de ser trabajado con herramientas manuales como: tijeras y punzón; y de manera mecanizada como: el grabado, cortado con tecnologías de fabricación digital.

De igual manera Canales Pedreros (2020) desarrolló un Bio-cuero con materia prima base de cascara de tomate, la base de esta investigación se va en el desarrollo de un nuevo material con base de conocimiento abierto, procediendo con distintas adaptaciones en volumen y cargas del material, para así aplicarlo a pruebas específicas.

Por último, Vidal Lillo (2021) buscó la revaloración de los residuos en la producción de cerveza artesanal de la Región Metropolitana en Chile, desarrollando un material Biobasado a partir del bagazo de malta. Es un material rugoso, con terminación mate, no tiene características reflectante, opaco, dúctil, fuerte, ligero, con textura irregular y fibroso. Hecho en una base hidrocoloide de solvente de agua filtrada.

Impacto ambiental en la industria del cuero

La industria curtiembre desempeña un papel fundamental en la creación de cuero animal, material aplicado a una alta gama de productos. Este proceso implica un complejo trata-

miento de pieles que genera volúmenes significativos de residuos, que comprometen al medio ambiente (Hubaide Restom y otros, 2022).

Por lo tanto, el campo de contaminantes es muy amplio: productos químicos como el cromo (Cr^3), en algunos casos aluminio y titanio; el uso aproximado de 1000 litros de agua; sales inorgánicas, sulfuros y gran cantidad de materia putrescible y polímeros orgánicos (Medina, 2010).

Como resultado directo de este proceso son los significativos volúmenes de residuos, donde contienen una mezcla extremadamente compleja de compuestos tanto orgánicos e inorgánicos, que extiende el tiempo de descomposición (Greenpeace, 2012).

Adegeest (2020) afirma, **si bien a** la industria tiene una importancia financiera para la industria cárnica, la **producción de cuero** mata alrededor de mil millones de animales para el curtimiento de sus pieles todo esto a una escala mundial, muchos de ellos pasan por distintas carencias sufren amontonamiento, confinamientos extremos, castración, marcación, corte de cola y de cuernos sin anestesia.

Dicho esto, se empieza a prestar atención a las prácticas de consumo, donde la calidad, la producción, el material y el tiempo de elaboración son puntos para considerar. Además de alternativas para mejorar el ecosistema, implementando un modelo de negocio circular el cual consideran cada vez más las presentes inquietudes éticas de los consumidores y la búsqueda de productos más “sostenibles”. (Martínez-Barreiro, 2020).

Por lo tanto, se ve la necesidad de buscar una alternativa o sustitutivo al cuero animal. En el cual no implique la explotación o maltrato animal además de comprometer al medio ambiente.

Metodología

La investigación efectuada tiene un diseño experimental donde se elaboró y analizó la elaboración de Bio-cueros a partir de investigaciones científicas previas, también fue un diseño transversal porque toda esta recolección de datos se realizó en un tiempo único. También fue un enfoque mixto, ya que fue cualitativo porque se buscó información a base de investigaciones de expertos sobre la elaboración de biomateriales a base materias orgánicas y es cuantitativo porque se realizó un grupo focal para determinar un testeo para introducción de los biomateriales en marcas que elaboran productos con cuero tradicional, y para determinar datos e información acerca del tema, realizó distintas entrevistas a expertos en el tema.

Biomateriales

Delgado (2023) propone que los Biomateriales manejan una metodología cíclica, donde mediante a distintas etapas el material que es trabajado de manera manual (materias biológicas verosímiles y/o desechos) o de crecimiento (organismos vivos), una vez cumplido el objetivo como producto, debe descomponerse con facilidad.

Como el material directo es de procedencia de orgánica, donde se toma en cuenta las fibras del producto, este derivado se convierte en una biomasa que con el tiempo pasa a ser convertida en fertilizante orgánico y biogás (Carrasco, 2016). De la misma forma Maurello (2018) propone que, por medio de esta bio-fabricación a través de organismos vivos o residuos orgánicos, logren ser modificados y funcionen como fábricas para fibras textiles sustentables.

De Santana Costa y otros (2017) plantean que el proceso de elaboración se centrará en cómo se fabrica el producto y sus contribuciones a la sostenibilidad:

Pensando en una relación más estrecha entre organismos vivos y productos, en lugar de utilizar el “To Be” como inspiración, la tendencia es utilizar esta relación en la fabricación, donde cada vez se realizan más búsquedas manejando sistemas vivos como ingredientes (Pág. 12).

Características de un Bio-cuero

Como base tiene materias primas renovables, De Santana Costa y otros (2017), exponen que la base de estos materiales sean de productos orgánicos o residuos de procesos industriales de fibras naturales para que así cumpla con la biodegradabilidad después del ciclo vida.

Si bien la base de un Bio-cuero son materias primas orgánicas donde esto define el color y la textura, para lograr conseguir una buena elasticidad y firmeza requiere la incorporación de aditivos y plastificantes que deben ser seguros y libres de toxinas (Mojerón, 2023).

Por lo tanto, no utilizan ningún componente tóxico, la elaboración de estos materiales maneja elementos biológicos (polímeros naturales) que sean biocompatibles, es aquí donde dependiendo del elemento natural la acción será distinta (Delgado, 2023).

Los polímeros son macromoléculas que se forman con la vinculación de otras clases de moléculas denominadas monómeros, que están presentes en los organismos vivos, como las proteínas, los polisacáridos y los polifenoles (Pérez Porto & Merino, 2013).

Los bio-cueros pueden ser trabajados desde un laboratorio, para lograr ser modificar de distintas maneras, Gamiño González, (2018) afirma estas modificaciones generan nuevas características como: resistencia, durabilidad, flexibilidad, color y grosor para hacerlos más eficientes.

Estructura Básica de un Bio-cuero

Según Rodo (2019) la estructura base de un Bio-cuero parte de estos compuestos:

- **H₂O:** /solvente/, se utiliza para disolver y mezclar ingredientes.
- **Glicerina:** /bio plastificante/ da *flexibilidad* al material (dependiendo del %), atrapa las moléculas de agua, evitando que se seque.

- **Filler:** /aditivo/ otorga *color*, por tintes naturales; *textura*, por la granulometría natural del material o la superficie de secado; *formas*, por molde o superficie; *espesor*, se debe lograr un equilibrio para que no quede ni muy delgado (frágil), ni muy grueso (no se secará).
- **Conservante:** /evita contaminación/ pueden utilizarse artificiales, como el propionato; o natural como el clavo de olor. Estos *evitan la contaminación del material*.
- **Aglomerante:** /biopolímero/ pueden ser de origen animal, gelatina, de origen vegetal, agar- agar y alginato, actúan como soporte estructural.

Ficha de Proceso del Material

A continuación, se detalla un cuadro de seguimiento para el proceso de elaboración de un Bio-cuero con dimensión de 18 x 18 cm, donde se llevará a cabo durante el desarrollo del proyecto.

Cód.	Base Material	Cantidad	Paso	Información
001	Agua	135,5 ml	Verter el agua y poner a calentar.	Poner a fuego lento, evitando llegar a ebullición.
002	Plastificante	15 ml	Agregar el plastificante	Verter de manera solvente evitando crear grumos.
003	Aglutinante	13,5 gr	Agregar el aglutinante	Vaciar de manera progresiva evitando crear aglomeraciones.
005	Solución de materiales		Cocinar los ingredientes	Cocinar la solución a fuego lento hasta obtener una consistencia más sólida.
006	Conservante	4 ml	Agregar el conservante	Apartar del fuego y vaciar el conservante de manera rápida, para evitar separación del material.
007	Solución de materiales		Vaciar en el molde	Vaciar dejando caer de manera constante desde el centro del molde.

Cuadro 1: Ficha de Proceso del Material

Materias Primas Elegidas

A Continuación, se detalla un análisis de cada materia prima elegida para la presente investigación.

Hoja de Coca

El cultivo del arbusto de coca (*Erythroxylon coca*) es una actividad milenaria en Los Andes. (Spedding Pallet, 2005).

Ficha de Proceso de Secado: A continuación, se desarrolla una ficha de proceso de secado para la Hoja de coca, como obtención de materia prima del Bio-cuero.

Código	Paso	Descripción
001	Recolección de Materia Prima	Obtención de materia por medio de puntos de ventas en la ciudad.
002	Semi secado de materia prima	Secado en horno a baja temperatura.
003	Triturado de Materia Prima con cuchillas largas	Molido de materia prima con cuchillas grandes como primer filtro.
004	Triturado de Materia Prima con cuchillas cortas	Molido de materia prima con cuchillas cortar para la obtención de polvos diluyentes.
005	Tamizado de Materia Prima	Colado de materia prima para separar impurezas y obtener una textura uniforme.

Cuadro 2: Ficha de Proceso de Secado Hoja de Coca

Ficha de Pruebas de Hoja de Coca: A continuación, se desarrolla el cuadro de seguimiento de experimentación, para la elaboración de Bio-cueros de Hoja de coca, con dimensiones de 18 x 18 cm.

Cód.	Composición	Secado	Reducción		Observaciones
01Co	Agua 135,5 ml Glicerina 15 ml Vinagre 4 ml Grenetina 13,5 gr Materia Prima 16 gr	3 días	16,5 x 16,5 cm	8,5%	Durante el proceso de secado, se ve el oscurecimiento del material, con un aumento del realce de la textura, de la materia prima. Se nota el exceso de materia prima, por lo tanto, hace que el material será menos flexible.

>> continúa

02C0	Agua 135,5 ml Glicerina 15 ml Vinagre 8 ml Grenetina 13,5 gr Materia Prima 10 gr	4 días	17 x 17 cm	5,6%	Se redujo el tiempo de cocción, ocasionando que durante el secado adquiriera brillo. La reducción de la materia prima y el tiempo de cocción brindo flexibilidad al material y obtener una lámina ligera y flexible.
03co	Agua 135,5 ml Glicerina 15 ml Vinagre 8 ml Grenetina 13,5 gr Materia Prima 10 gr	3 días	16 x 16 cm	11%	Se replicaron las mismas cantidades de la segunda variación, pero con el tiempo de cocción mas prolongado, para así eliminar el brillo. Se observó una reducción mas evidente de: agua, dimensión y pérdida de flexibilidad del material.
04C0	Agua 135,5 ml Glicerina 20 ml Vinagre 8 ml Grenetina 18 gr Materia Prima 10 gr	3 días	16 x 16 cm	11%	Material con leve flexibilidad por el aumento de glicerina y mejor unión de los componentes por el aumento de grenetina. No se prolongo el tiempo de cocción para evitar el endurecimiento del material.
05co	Agua 145 ml Glicerina 20 ml Vinagre 8 ml Grenetina 18 gr Materia Prima 16 gr	4 días	16 x 16 cm	11%	Se aumento la cantidad de agua, para así compensar la cantidad de materia prima. Pero se observó durante el proceso de secado el material pierde en su parcialidad la flexibilidad y ligereza convirtiendose en una lámina rígida.
06c0	Agua 140 ml Glicerina 17,5 ml Vinagre 8 ml Grenetina 16 gr Materia Prima 13 gr	4 días	17 X 17 cm	5,6%	Se disminuyó de manera de proporcinal para buscar una lámina mas delgada y flexible. La lámina obtenida es flexible mas no se logró reducir el grosor, se puede observar el asentamiento de la materia prima.

Cuadro 3: Ficha de Pruebas de Hoja de Coca

Después de desarrollar seis pruebas se estableció que la muestra 02CO resultó ser las que presentó características prósperas. Se buscaba obtener una lámina flexible, ligera con elasticidad y que a su vez sea agradable al tacto.

Pruebas de Viabilidad del Material: A continuación, se desarrolla el cuadro de seguimiento de pruebas de viabilidad del Bio-cuero de hoja de coca para determinar si el material es apto para el uso comercial.

Descripción	Instrumento	Tiempo	Observaciones
Tracción	Aplicar gradualmente fuerza al material hasta que se rompe.	10 seg	El material no resistió a la prueba, se observó un rápido rasgamiento del material, ocasionando fisuras notorias.
Abrasión	Emplear fricción del material contra si misma o con otro material.	35 seg	Se aplico fricción con el mismo material de manera continua, causando a los 15 seg desprendimiento de ello, para que así a los 35 seg rompimiento del material.
Permeabilidad	Inquirir de manera gradual el tiempo de sumersión al material.	12 hrs.	Se observó absorción del agua en el tiempo en la que estuvo expuesta, además de un engrosamiento, ablandamiento y distorsión en ello, lo que ocasionó la rotura una vez entra en contacto con otras superficies.
Ignición	Someter el material a la ignición en periodos determinados.	18 seg	Se comprobó que no es un material inflamable, la ignición ocasiona ablandamiento del material y oscurecimiento.
Costura	Aplicar de manera continua costuras de máquinas industriales.	22 seg	Se utilizó hilo 20/2 para realizar costuras continuas, donde se observó que el material es apto para realizar costuras.
Laminado y doblado	Adherir diversas capas y/o doblados en el material.	22 seg	Se observó, un ligero agrietamiento en el material al agregarle capas, sin embargo, esto no dificulta que el material sea apto para realizar doblez y adherir capas.

Cuadro 4: Pruebas de Viabilidad Hoja de Coca.

Achachairú

El achachairú antiguamente denominado Rheedia spp, perteneciente al género Garcinia, es una baya comestible con forma ovalada, de cáscara gruesa y de color naranja-rojizo llamativo, el interior cuenta una pulpa blanca comestible que cubre la semilla de la planta (Cartay, 2020).

Ficha de Proceso de Secado: A continuación, se desarrolla una ficha de proceso de secado para el achachairú, como obtención de materia prima del Bio-cuero.

Código	Paso	Descripción
001	Recolección de Materia Prima	La obtención de la materia fue por medio del consumo alimenticio, en hogares tradicionales cruceños (Domicilio, familiares, vecinos cercanos)
002	Separación de material a usar	Cascaras de Materia Prima en su estado natural.
003	Licuada de Materia Prima	Triturado de Materia Prima en su estado natural.
003	Secado de Materia	Secado en horno a baja temperatura.
004	Triturado de Materia Prima	Molido de materia prima para la obtención de polvos diluyentes.
005	Tamizado de Materia Prima	Colado de materia prima para separar impurezas y obtener una textura uniforme.

Cuadro 5: Ficha de Proceso de Secado

Para la presente investigación se recolecto las cascaras por medio de consumo alimenticio, el cual se determinó que de 1.000 unidades se logró obtener 850 gr de harina de Achachairú, el cual permitió que medio del desperdicio se puede obtener el principal componente para la elaboración de un Bio-cuero.

Durante el proceso de secado, se determinó que el licuado de manera fresca permitía disminuir la oxidación natural que tiene el producto y mantener el color natural de la fruta. Esto ayudo a facilitar el secado y pulverizado de la materia prima, proceso el cual es tardío. Se consideró crear alianzas con vendedores de refrescos de Achachairú que permita la recolección de manera continua de la materia prima ya licuada. Si bien esta materia prima se da solo en el departamento de Santa Cruz de manera estacionaria, por lo tanto, la recolección se puede dar en dicho periodo.

Ficha de Experimentación Achachairú: A continuación, se desarrolla el cuadro de seguimiento de experimentación, para la elaboración de Bio-cueros de Achachairú, con dimensiones de 18 x 18 cm.

Cód.	Composición	Secado	Reducción		Observaciones
01AC	Agua 135,5 ml Glicerina 15 ml Vinagre 4 ml Grenetina 13,5 gr Materia Prima 16 gr	3 días	16 x 16 cm	11%	Cambio de color, de la materia prima esto se debe por la oxidación del material, haciendo que tenga un subtono café. El material tiene buena flexibilidad, pero durante el secado pierde el brillo y queda de un color opaco, esto puede ser por falta de humectación.
02AC	Agua 140 ml Glicerina 15 ml Vinagre 8 ml Grenetina 14 gr Materia Prima 22 gr	4 días	17 x 17 cm	5,6%	Se aumentó agua y materia prima, para tener una menor reducción del material. Esta lámina al igual que la primera prueba, el material pierde brillo y se ve una falta de humectación.
03AC	Agua 140 ml Glicerina 20 ml Vinagre 8 ml Grenetina 20 gr Materia Prima 22 gr	3 días	16 x 16 cm	11%	Se aumentó la cantidad de glicerina y grenetina para tener una mejor aglomeración del material y tener mayor humectación. No se vio cambios en aspectos, ni en textura, pero tiene un grosor mayor, haciendo que el material sea menos flexible.
04AC	Agua 120 ml Glicerina 20 ml Vinagre 8 ml Grenetina 20 gr Materia Prima 22 gr	3 días	16,5 x 16,5 cm	8,5%	Reducción de agua para tener una lámina mas delgada, considerar un aumento de glicerina para tener una mayor flexibilidad, al igual que una reducción de grenetina. Puesto que la lámina obtenida es demasiado gruesa y no cuenta con características de flexibilidad.

>> continúa

05AC	Agua 120 ml Glicerina 22 ml Vinagre 8 ml Grenetina 20 gr Materia Prima 22 gr	4 días	15 X 15 cm	16%	Se aumento la cantidad de glicerina, el cual permitio tener una lámina con mayor flexibilidad al anterior. Se observó que lámina mantuvo su grosor evitando tener un mejor resultado.
06AC	Agua 120 ml Glicerina 22 ml Vinagre 8 ml Grenetina 18 gr Materia Prima 18 gr	4 días	16,5 x 16,5 cm	8,5%	Se redujo la cantidad de materia prima y glicerina para tener una lámina mas flexible. Se logró dsiminuir el grosor permitiendo tener una lámina flexible y agradable al tacto.

Cuadro 6: Ficha de Experimentación Achachairú

Después de desarrollar seis pruebas se determinó que la muestra 06AC resulto ser las que presento características favorables. Se buscaba obtener una lámina flexible, ligera y que a su vez sea agradable al tacto.

Descripción	Instrumento	Tiempo	Observaciones
Tracción	Aplicar gradualmente fuerza al material hasta que se rompe.	16 seg.	El material presento pequeñas fisuras sin dañar el contorno de la muestra, además de tener una leve deformación de ello.
Abrasión	Emplear fricción del material contra si misma o con otro material.	96 seg.	Se aplico fricción con el mismo material de manera continua, ocasionando levantamiento del material, pero sin ocasionar roturas.
Permeabilidad	Inquirir de manera gradual el tiempo de sumersión al material.	10 hrs.	Se observó absorción del agua en el tiempo en la que estuvo expuesta, además de un engrosamiento, ablandamiento y evidente distorsión en ello, lo que ocasionó la rotura una vez entra en contacto con otras superficies.

>> continúa

Ignición	Someter el material a la ignición en periodos determinados.	18 seg.	Se determino que no es un material inflamable, por lo tanto, se observó un ablandamiento, oscurecimiento para posteriormente llegar a desintegrarse.
Costura	Aplicar de manera continua costuras de máquinas industriales especializadas en marroquinería.	22 seg	Se utilizó hilo 20/2 para realizar costuras continuas, donde se observó picaduras del material si se costura de manera apresurada.
Laminado y doblado	Adherir diversas capas y/o doblados en el material.	22 seg	Se observó, un ligero agrietamiento en el material al agregarle capas, sin embargo, esto no dificulta que el material sea apto.

Cuadro 7. Pruebas de Viabilidad del Material

Cupesí

El Cupesí, es un árbol leguminoso propio de Sudamérica que habita en la región del Gran Chaco. Este leguminoso denominado científicamente “Prosopis silocuastrum”, es uno de los principales recursos naturales aprovechados de manera diversa por las comunidades indígenas guaraní, los frutos son legumbres o vainas amarillentas delgadas, largas, carnosas con pulpa de sabor dulce (Gaceta Oficial Santa Cruz, 2017).

Ficha de Proceso de Secado: A continuación, se desarrolla una ficha de proceso de secado para el algarrobo, como obtención de materia prima del Bio-cuero.

Código	Paso	Descripción
001	Recolección de Materia Prima	La obtención de materia puede ser por medio de recolección propia en arboles encontrados en Paurito.
002	Separación de material a usar	Cascaras de Materia prima en su estado natural.
003	Secado de Materia	Secado en horno a baja temperatura.
004	Triturado de Materia Prima con cuchillas largas	Molido de materia prima con cuchillas grandes como primer filtro.
005	Triturado de Materia Prima con cuchillas cortas	Molido de materia prima con cuchillas cortar para la obtención de polvos diluyentes.
006	Tamizado de Materia Prima	Tamizado de materia prima para separar impurezas y obtener una textura uniforme.

Cuadro 8: Ficha de Proceso de Secado Algarrobo

La obtención de esta materia prima fue por medio de recolección propia en arboles encontrado en la comunidad de Paurito, se determinó que este árbol es bastante característico de zonas áridas, por lo tanto, el fruto conserva la humedad permitida para sobrevivir, de esta manera las vainas (fruto) son carnosas debido a la acumulación interna de humedad. Si bien las vainas que fueron recolectadas se encontraban en suelo aun así ellas conservaban un nivel alto de humedad, de manera que necesitaba una deshidratación total en el horno. En la presente investigación se hizo una recolección manual. También se cuenta con la opción de poder obtener esta materia prima de manera procesada; sin embargo, el objetivo es aprovechar las vainas que están en desuso (en el suelo) y que se pueden encontrar no solo en la comunidad de Paurito si no en los alrededores de la ciudad.

Ficha de Experimentación Cupesí: A continuación, se desarrolla el cuadro de seguimiento de experimentación, para la elaboración de Bio-cueros de Algarrobo, con dimensiones de 18 x 18 cm.

Cód.	Composición	Secado	Reducción		Observaciones
01CU	Agua 135,5 ml Glicerina 15 ml Vinagre 4 ml Grenetina 13,5 gr Materia Prima 16 gr	4 días	16 x 16 cm	11%	Lámina brillante con leve flexibilidad, se nota el realce de la textura de la materia prima, además de tonalidades oscuras. En medio del proceso de secado, se ve el oscurecimiento del material. Tener en consideración obtener una mayor flexibilidad del material.
02CU	Agua 135 ml Glicerina 15 ml Vinagre 8 ml Grenetina 18 gr Materia Prima 22 gr	4 días	16 x 16 cm	11%	Con el aumento de grenetina y la materia prima, la lámina tiene mas consistencia, pero disminuye la flexibilidad del material. Se elimino el brillo por el tiempo de cocción, lo cual ocasionó rigidez en el material.
03CU	Agua 120 ml Glicerina 18 ml Vinagre 8 ml Grenetina 20 gr Materia Prima 22 gr	3 días	17 x 17 cm	5,6 %	Reducción de ml de agua, para reducir el porcentaje de encogimiento, el aumento de 2 gr de grenetina y 3 ml de glicerina para la humectación del material. Como resultado dio una lámina flexible, con leve brillo, se observa una leve asentamiento de la materia prima en la base.

>> continúa

04CU	Agua 120 ml Glicerina 18 ml Vinagre 8 ml Grenetina 20 gr Materia Prima 27 gr	3 días	17 x 17 cm	5,6 %	Se decidió aumentar la canitad de materia prima para tener un material menos traslucido y menos flexible. Lo que dificulta la movilidad de ello.
05CU	Agua 120 ml Glicerina 22 ml Vinagre 8 ml Grenetina 20 gr Materia Prima 22 gr	5 días	16,5 x 16,5 cm	8,5%	Se volvió a usar la variación 3, pero aumentando la cantidad glicerina para obtener una mejor humectación y flexibilidad del material. Obteniendo una lámina flexible pero con un tiempo prolongado de secado.

Cuadro 9: Ficha de Experimentación Cupesí

Después de desarrollar cinco pruebas se determinó que la muestra 05CU resulto ser las que presento características favorables. Se buscaba obtener una lámina flexible, ligera con elasticidad y que a su vez sea agradable al tacto.

Pruebas de Viabilidad del Material: A continuación, se desarrolla un cuadro con pruebas de viabilidad del material, para determinar si el material es apto para el uso comercial.

Descripción	Instrumento	Tiempo	Observaciones
Tracción	Aplicar gradualmente fuerza al material hasta que se rompe.	25 seg.	Se observa el levantamiento y leves grietas del material. Se dificulto romper el material ya que tiene elasticidad. Al pasar del 30% de la medida original se observa distorsión de ello.
Abrasión	Emplear fricción del material contra si misma o con otro material.	60 seg.	Se aplico fricción con el mismo material de manera continua, causando a los 30 seg desprendimiento de ello y a los 60 seg agrietamiento total de la lámina.
Permeabilidad	Inquirir de manera gradual el tiempo de sumersión al material.	15 hrs.	Se determino una absorción del agua en el tiempo inmersión a la que estuvo expuesta, se observó un engrosamiento y ablandamiento de este. Además, de la distorsión para así romperse una vez entra en contacto con otras superficies.

>> continúa

Ignición	Someter el material a la ignición en periodos determinados.	32 seg.	Se determino que no es un material inflamable, por lo tanto, se observó un ablandamiento de ello, además de su oscurecimiento.
Costura	Aplicar de manera continua costuras de máquinas industriales especializadas en marroquinería.	20 seg.	Se utilizó hilo 20/2 para realizar costuras continuas, donde se observó que el material es apto para realizar costuras.
Laminado y doblado	Adherir diversas capaz y/o doblados en el material.	20 seg.	Se observó, un ligero agrietamiento en el material al agregarle capas, sin embargo, esto no dificulta que el material sea apto para realizar doblez y adherir capas.

Cuadro 10: Pruebas de Viabilidad Bio-cuero de Cupesí

Tunta

La Tunta es un alimento ancestral de origen andino, el cual posee características singulares. Son tubérculos deshidratados en su forma entera, lo que le otorga un color blanco, sus formas son diversas entre redondos y alargados el cual tiene un peso ligero esto se debe por la deshidratación (Fonseca y otros, 2008).

Ficha de Proceso de Secado: A continuación, se desarrolla una ficha de proceso de secado para la tunta, como obtención de materia prima del Bio-cuero.

Código	Paso	Descripción
001	Recolección de Materia Prima	La obtención de la materia fue por medio de abastecimiento
002	Separación de material a usar	Separación de los tubérculos para facilitar la pulverización
004	Triturado de Materia Prima	Molido de materia prima para la obtención de polvos diluyentes.
005	Tamizado de Materia Prima	Colado de materia prima para separar impurezas y obtener una textura uniforme.

Cuadro 11: Ficha de Proceso de Secado Tunta

La Tunta es un alimento ancestral de origen andino, el cual se encuentra en un estado total de deshidratación, por lo tanto, no necesita secado en el horno, permitiendo tener un proceso más rápido. Se puede obtener de manera procesada, en formato de harina, ya que este tubérculo es un producto totalmente comercializado que se encuentre en mercados en la ciudad.

Ficha de Experimentación Tunta: A continuación, se desarrolla el cuadro de seguimiento de experimentación, para la elaboración de Bio-cueros de Tunta, con dimensiones de 18 x 18 cm.

Cód.	Composición	Secado	Reducción		Observaciones
01tu	Agua 135,5 ml Glicerina 15 ml Vinagre 4 ml Grenetina 13,5 gr Materia Prima 16 gr	3 días	16 x 16 cm	11%	Durante el proceso, al agregar la materia prima se observó un espesamiento de la solución, lo que dificultó el vaciado. Como resultado se obtuvo una lámina semi transparente, con poca flexibilidad. Considerar el aumento de agua y glicerina para tener una lámina con mejores características.
02tu	Agua 180 ml Glicerina 20 ml Vinagre 8 ml Grenetina 13,5 gr Materia Prima 22 gr	5 días	16 x 16 cm	11%	Se aumento la cantidad de agua y glicerina para asi tener una mejor mezcla de los material y evitar el espesamiento del material. Durante el proceso se noto la falta de materia prima el cual se aumento. Se obtuvo una lámina gruesa con mejor flexibilidad, se observó cambio en el color a la hora de secado, ademas de burbujas retenidas en su interior.
03tu	Agua 135 ml Glicerina 20 ml Vinagre 8 ml Grenetina 13,5 gr Materia Prima 22 gr	4 días	17 x 17 cm	5,6 %	Se redujo la cantidad de agua para disminuir el grosor de la lámina. Se observó que durante el desmoldamiento se empezó a agriertar, pero en cuanto a características es una lámina semi-flexible con poca elasticidad.

>> continúa

04tu	Agua 135 ml Glicerina 20 ml Vinagre 8 ml Grenetina 13,5 gr Materia Prima 22 gr	4 días	16,5 x 16,5 cm	8,5%	Se repitió la tercera variación, pero con una disminución de tiempo de cocción, para así evitar la rápida gelificación y evaporación del agua. A la hora de desmoldar ya no se ocasionó agrietamiento del material. Mantuvo las mismas características de la anterior muestra.
05tu	Agua 145 ml Glicerina 20 ml Vinagre 8 ml Grenetina 13,5 gr Materia Prima 22 gr	3 días	16,5 x 16,5 cm	8,5%	Se decidió aumentar la cantidad de agua para poder tener una mejor cocción de la solución y evitar la gelificación. Se observó un buen vaciado, pero durante el desmoldamiento fue evidente el agrietamiento y endurecimiento del material.

Cuadro 12: Ficha de Experimentación Tunta

Se determinó que elaborar bio-cueros de tunta no es factible, ya que durante las pruebas de elaboración se vieron características como agrietamiento y falta de flexibilidad, se observó que durante el vaciado la solución se gelificaba de manera instantánea, dificultando un esparcimiento total de la mezcla, si bien se pudo obtener una lámina, durante las pruebas se observaron grumos y burbujas de aire dentro de ella.

Totaí

La palmera nativa *Acrocomia Totaí* es una palmera de la familia de las aceráceas, nativa de ciertas zonas tropicales (PubliAgro, 2021).

Ficha de Proceso de Secado: A continuación, se desarrolla una ficha de proceso de secado para la tunta, como obtención de materia prima del Bio-cuero.

Código	Paso	Descripción
001	Recolección de Materia Prima	La obtención de materia fue por medio de la recolección manual en pastizales de ganadería en Paurito.
002	Separación de material a usar	Pelar y separar pulpa de la Materia prima en su estado natural.
003	Secado de Materia	Secado en horno a baja temperatura, para a quitar de sustancias grasas.
004	Triturado de Materia Prima	Molido de materia prima para la obtención de polvos diluyentes.
005	Tamizado de Materia Prima	Colado de materia prima para separar impurezas y obtener una textura uniforme.

Cuadro 12: Ficha de Proceso de Secado Totai

La obtención de esta materia prima fue por medio de recolección manual en palmeras encontradas en la comunidad de Paurito, si bien este fruto no tiene un uso específico en hectáreas de ganaderías, lo que permitió que por medio del se puede aprovechar el fruto sin uso. A su vez se determinó que el fruto cuenta con una información limitada convirtiéndola en un fruto salvaje que no es aprovechado.

Durante el proceso de secado, se observó que la materia prima cuenta con un aceite natural que dificulta el proceso de pelado, se intentó deshidratarlo en su forma natural, pero no se logró obtener el resultado deseado, por lo tanto, se procedió a pelarlo y poder secarlo de manera más suelta. Esto determinó que para obtener la harina requería muchos pasos de manera manual.

Ficha de Experimentación Totai: A continuación, se desarrolla el cuadro de seguimiento de experimentación, para la elaboración de Bio-cueros de Tunta, con dimensiones de 18 x 18 cm.

Cód.	Composición	Secado	Reducción		Observaciones
01to	Agua 135,5 ml Glicerina 15 ml Vinagre 4 ml Grenetina 13,5 gr Materia Prima 16 gr	6 días	16,5 x 16,5 cm	8,5%	Lámina brillante de color naranja, durante el secado se observa oscurecimiento del material. Cuenta con flexibilidad y transparencia notoria, no hubo dificultades a la hora del vaciado y es fácil de desmoldar. Se observó que una vez seco el material cuenta con una textura aceitosa, que mantiene humectado el material.
02to	Agua 180 ml Glicerina 15 ml Vinagre 8 ml Grenetina 20 gr Materia Prima 22 gr	10 días	16 x 16 cm	11%	Aumento proporcionalmente de las cantidades para así tener una lámina más rígida y menos transparente. Durante el secado la lámina contaba con características de alta flexibilidad y excedente de humectación, pero con los días pierde en su totalidad todas estas características.
03to	Agua 135 ml Glicerina 10 ml Vinagre 8 ml Grenetina 20 gr Materia Prima 22 gr	6 días	16,5 x 16,5 cm	8,5%	Se redujo la cantidad de agua y glicerina para ayudar a acelerar el tiempo de secado. Se obtuvo una lámina aún más rígida, tiene poca flexibilidad, a pesar de la humectación interna por medio de la materia prima. En la parte posterior de la lámina se observan detalles de granulación.

>> continúa

04to	Agua 135 ml Glicerina 15 ml Vinagre 8 ml Grenetina 20 gr Materia Prima 22 gr	6 días	17 x 17 cm	5,6 %	Se aumento la cantidad de glicerina para buscar una mejor flexibilidad, ademas de el tiempo de cocci3n buscando la disminuci3n de la humectaci3n de la materia prima. Se obtuvo una l3mina r3gida, se perdio la granulaci3n en la base pero se formaron grumos especificos.
05to	Agua 135,5 ml Glicerina 20 ml Vinagre 4 ml Grenetina 13,5 gr Materia Prima 16 gr	12 d3as	16,5 x 16,5 cm	8,5%	Se decidi3 volver a la primera variaci3n, donde se aumento la cantida de glicerina para darle flexibilidad. Se consigui3 una l3mina mucha mas elastica y con humectaci3n, dificultado el tiempo de secado.

Cuadro 13: Ficha de Experimentaci3n Total

Despu3s de desarrollar cinco pruebas se determin3 que la muestra 01TO resulto ser las que presento caracteristicas favorables. Se buscaba obtener una l3mina flexible, ligera con elasticidad y que a su vez sea agradable al tacto.

Pruebas de Viabilidad del Material: A continuaci3n, se desarrolla un cuadro con pruebas de viabilidad del material, para determinar si el material es apto para el uso comercial.

Descripci3n	Instrumento	Tiempo	Observaciones
Tracci3n	Aplicar gradualmente fuerza al material hasta que se rompe.	10 seg.	Se ocasion3 grietas del material, desprendimiento y separaci3n de tal, el material cuenta con elasticidad, pero no evita el rompimiento de ello.
Abrasi3n	Emplear fricci3n del material contra si misma o con otro material.	52 seg.	Durante la fricci3n con el mismo material, se ocasion3 levantamiento del material, adem3s de roturas dentro de la l3mina.

>> continu3a

Permeabilidad	Inquirir de manera gradual el tiempo de sumersión al material.	10 hrs.	Se observó un engrosamiento y ablandamiento de la lámina, en el proceso se observó un recubrimiento de aceite que evita el agrietamiento en la lámina.
Ignición	Someter el material a la ignición en periodos determinados.	35 seg.	Se determino que no es un material inflamable, se observó un ablandamiento y oscurecimiento de la lámina. Se dejo el material en una superficie plana, y al momento de enfriarse, se notó que la lámina tomo la forma de la superficie.
Costura	Aplicar de manera continua costuras de máquinas industriales especializadas en marroquinería.	20 seg.	Se utilizó hilo 20/2 para realizar costuras continuas, donde, el material costuro con facilidad y de manera continua lo que lo hace apto para realizar costuras.
Laminado y doblado	Adherir diversas capas y/o doblados en el material.	20 seg.	Se observó que en el material se marca los dientes de la máquina, pero esto no dificulta que el material sea apto para realizar doblez y adherir capas.

Cuadro 15: Pruebas de Viabilidad Bio-cuero de Totai

Caña de azúcar

La gramínea conocida como Caña de Azúcar, cañadulce (Saccharum Officinarum) o cañamiel (del latín canna mellis o cannamella) es un cultivo perenne de tallo fuertemente que produce 4-12 tallos y crecen hasta alcanzar 3-5 metros (Aguilar Rivera, 2010).

Ficha de Proceso de Secado: A continuación, se desarrolla una ficha de proceso de secado de la Caña de Azúcar, como obtención de materia prima del Bio-cuero.

Código	Paso	Descripción
001	Recolección de Materia Prima	La obtención de materia prima fue por medio de recolección de puestos de ventas caña pelada y jugo.
002	Secado de Materia	Secado en horno a baja temperatura.
003	Triturado de Materia Prima con cuchillas largas	Molido de materia prima con cuchillas grandes como primer filtro.

>> continúa

004	Triturado de Materia Prima con cuchillas cortas	Molido de materia prima con cuchillas cortar para la obtención de polvos diluyentes.
005	Tamizado de Materia Prima malla mediana	Colado de materia prima para separar impurezas y obtener una textura tipo fibra.
005	Tamizado de Materia Prima malla fina	Colado de materia prima para separar impurezas y obtener una textura fina y uniforme.

Cuadro 16: Proceso de Secado Caña de Azúcar

Se analizó que en el departamento de Santa Cruz cuenta con un 93% de la producción total del país, considerado un departamento cañero. En la presente investigación la obtención de esta materia prima fue por medio de recolección propia en puestos de Jugo de Caña de Azúcar y venta de esta, el cual se buscó el aprovechamiento del desperdicio de estos puestos que se ubican en distintas rotondas de la ciudad. Por lo tanto, la obtención de materia prima fue cascaras del tallo de manera fresca, de manera que necesitaba tener un proceso de deshidratado. Se observó durante el proceso de secado, la materia prima pasa a ser quebradiza y permite tener un pulverizado rápido, si bien se decidió hacer doble triturado en cuchillas largas y cortas para hacer el proceso más eficaz. La materia prima obtenida paso por dos tamizados permitiendo dar una harina ligera y un tipo fibra. Permitiendo considerar una mezcla de ambas para la elaboración de un Bio-cuero.

Ficha de Experimentación Caña de Azúcar: A continuación, se desarrolla el cuadro de seguimiento de experimentación, para la elaboración de Bio-cueros de Caña de Azúcar, con dimensiones de 18 x 18 cm.

Cód.	Composición	Secado	Reducción		Observaciones
01Ca	Agua 135,5 ml Glicerina 15 ml Vinagre 4 ml Grenetina 13,5 gr Materia Prima 10 gr	3 días	16 x 16 cm	11 %	Material flexible, con brillo y un poco traslucido, considerar aumentar la cantidad de materia prima para tener mayor consistencia. Se observa textura asentada en la base.
02Ca	Agua 135,5 ml Glicerina 15 ml Vinagre 4 ml Grenetina 13,5 gr Materia Prima 16 gr	3 días	17,5 x 17,5 cm	5,6%	Se duplicó la cantidad de materia prima, teniendo como resultado una mayor consistencia del material. Se observa un aumento de textura de la materia prima, además de la disminución de la translucidez del material

>> continúa

03co	Agua 135 ml Glicerina 15 ml Vinagre 8 ml Grenetina 13,5 gr Materia Prima 8 gr Fibra 8gr	4 días	16 x 16 cm	11 %	Se dividió la cantidad de materia prima y se puso 8 gr de fríba mas espesa del mismo. Se obtuvo una lámina consistente con poca flexibilidad, cuenta con realce de textura en la base, lo que beneficia para evitar la translucidez del material.
04ca	Agua 135 ml Glicerina 20 ml Vinagre 8 ml Grenetina 20 gr Materia Prima 8gr Fibra 12 gr	3 días	15 x 15 cm	16 %	Se aumentó la cantidad de fríba para determinar como se vería una lamina mas espesa. Se consiguió una lamina densa tipo acartonada, cuenta con baja flexibilidad y estiramiento del material.
05ca	Agua 135 ml Glicerina 15 ml Vinagre 4 ml Grenetina 13,5 gr Materia Prima 16gr Fibra 4 gr	6 días	17 x 17 cm	5,6 %	Se volvió a probar la receta base con un aumento de la materia prima en textura fibra. Se obtuvo una lámina flexible sin translucidez, pero se observó en el desmoldado, pequeñas rasgaduras, por lo tanto la lámina tiene que estar totalmente seca.

Cuadro 17: Ficha de Experimentación Caña de Azúcar

Después de desarrollar cinco pruebas se determinó que la muestra 06CA resulto ser las que presento características favorables. Se buscaba obtener una lámina flexible, ligera el cual resalte la textura de la materia prima.

Pruebas de Viabilidad del Material: A continuación, se desarrolla un cuadro con pruebas de viabilidad del material, para determinar si el material es apto para el uso comercial.

Descripción	Instrumento	Tiempo	Observaciones
Tracción	Aplicar gradualmente fuerza al material hasta que se rompe.	36 seg.	Al realizar la tracción de la lámina, no se observó levantamiento de textura, se observó el estiramiento del material, el aclaramiento del color y por ende ruptura de la lámina.

>> continúa

Abrasión	Emplear fricción del material contra si misma o con otro material.	87 seg.	En el proceso, se observó un leve levantamiento de la textura y estiramiento, casi imperceptible o difícil de notar, esto se debe a la presencia de fibra asentada en base de la lámina.
Permeabilidad	Inquirir de manera gradual el tiempo de sumersión al material.	10 hrs.	Se observó un engrosamiento y ablandamiento de la lámina, en el proceso se observó una leve distorsión y un agrietamiento casi imperceptible en la lámina.
Ignición	Someter el material a la ignición en periodos determinados.	66 seg.	Lámina no inflamable, durante la prueba se observó oscurecimiento y prensado del material, además de un leve ablandamiento de ello.
Costura	Aplicar de manera continua costuras de máquinas industriales especializadas en marroquinería.	20 seg.	Se utilizó hilo 20/2 para realizar costuras continuas, donde, no se observó ningún detalle en el material costuro con facilidad y de manera continua lo que lo hace apto para realizar costuras.
Laminado y doblado	Adherir diversas capaz y/o doblados en el material.	20 seg.	No se observó ningún detalle en el material, se agregaron una lámina más del material, y costuro de manera continua y sin dificultades.

Cuadro 18: Pruebas de Viabilidad Bio-cuero de Caña de Azúcar

Se realizaron 6 pruebas de Bio-cuero de Hoja de Coca, partiendo desde una receta base, el cual se desarrollaron modificaciones según las características físicas observadas. Se observó un buen aglomerado, mas no una unión completa con los otros componentes haciendo una ilusión de dos capas dentro del material, si bien esto es algo evidente no afecta a sus características físicas del material. Este detalle se debe al asentamiento de fibra de la materia prima, lo que ocasiona que la lámina cuente con dos caras: una mate con textura jaspeada y la otra brillante tipo engomada. Se realizaron modificaciones en proporción de la materia prima y el plastificante, se determinó que durante la elaboración si la muestra pasa por mucho calor hace que las láminas pierdan características de flexibilidad y se pierde la ilusión de dos capas. Independiente a esto, se obtuvo una lámina flexible, en la prueba 02CO lisa y agradable al tacto lo que permitió aplicarles pruebas de viabilidad del material, donde se determinó que la lámina es apta para ser aplicado en productos comerciales.

Resultados

Achachairú

Se realizaron 6 pruebas de Bio-cuero de Achachairú, partiendo desde una receta base, el cual se realizaron modificaciones según las características físicas observadas.

Durante el proceso de secado de las láminas se observó el cambio notorio del color, se analizó que este cambio se debe a la oxidación que tiene la materia prima. Si bien este rasgo estético es notorio y se estima que durante el tiempo de vida de la lámina siga evolucionando, no afecta en sus características físicas, ya que se logró obtener laminas lisas con un buen aglomerado y unión de todos los materiales.

La característica principal de este bio-cuero, es la densidad que tiene, lo que hace que las láminas obtenidas sean rígidas y con flexibilidad el cual permiten el manejo del material. En la prueba 05AC se obtuvo una lámina lisa y agradable al tacto lo que permitió aplicarles pruebas de viabilidad del material, donde se observó que, en el momento de realizar costuras si no se tiene cuidado se puede picar el material.

Cupesí

Se realizaron 5 pruebas de Bio-cuero de Cupesí, partiendo desde una receta base, el cual se realizaron modificaciones según las características físicas observadas.

Se observó un buen aglomerado, con características elásticas en todas las pruebas, es notorio el asentamiento de la materia prima generando la ilusión de jaspeado en la lámina además de la opción de tener dos caras en el material.

Durante las pruebas se analizó que esta materia prima permite que las láminas sean pesadas, pero con mucha elásticas y flexibilidad. Se realizaron modificaciones en cuando a proporciones de materia prima y reducción de plastificante, pero el resultado determinaba que la muestra tenga un grosor más notorio, pero con las mismas características.

Por lo tanto, se buscó obtener una lámina con un grosor adecuado que permita aplicarles pruebas de viabilidad del material, en la prueba 03AG se obtuvo una lámina lisa y agradable al tacto determinó que la lámina es apta para ser aplicado en productos comerciales.

La lámina mostro resultados prometedores, con una observación en cuanto a la fricción del material ya que esto permite que el material se pique y se dañe.

Totaí

Se realizaron 5 pruebas de Bio-cuero de Totaí, partiendo desde una receta base, el cual se realizaron modificaciones según las características físicas observadas.

Se observó que esta materia prima cuenta con un aceite natural que hace que el proceso de secado sea más tardío. Se analizó que esto permite que las láminas sean flexibles y con mucha elasticidad. La transparencia es notoria, además de un aspecto bastante humectado, si bien este detalle es algo estético se observó que con el pasar de los días disminuye de manera progresiva.

Se realizaron modificaciones en cuando a proporciones de materia prima y reducción de plastificante, lo que resulto tener laminas con transparencias, pero rígidas que dificultaban el manejo del material.

En la prueba 02TO se obtuvo una lámina con una proporción adecuada el cual permitió aplicarle pruebas de viabilidad del material. Se comprobó que para realizarles costuras hay que considerar ponerle una base textil para evitar daños, ya que se ve pequeñas rasgaduras ocasionadas por los dientes de la máquina.

Algo notorio que al ser un material bastante transparente se necesita cuidado extremo ya que se ve daño en el material si se realiza fricción de manera continua.

Caña de Azúcar

Se realizaron 5 pruebas de Bio-cuero de Caña de Azúcar, partiendo desde una receta base, el cual se realizaron modificaciones según las características físicas observadas.

Se observó que esta materia prima es bastante voluminosa, lo que ocasionaba que si no se tiene una buena proporción las láminas se volvía duras y acartonadas, si bien esto permitió ver hasta qué punto el material dejaba de ser factible, el cual se obtuvo distintas variaciones del material,

La fibra es notoria en la lámina, se analizó que durante el secado la materia prima se asentaba en la base, con los días la fibra absorbía los otros componentes y mantenía una aglomeración y unión con los demás materiales.

Por lo tanto, este material es totalmente jaspeado con un aspecto a cuero avejentado, permitiendo tener una lámina con doble cara, de esta manera se puede observar este detalle como algo estético se observó que con el pasar de los días aumenta de manera progresiva aclarando sus tonalidades.

En la prueba 05CA se obtuvo una lámina con una proporción adecuada el cual permitió aplicarle pruebas de viabilidad del material. Se comprobó este material pasa de manera efectiva todas sus pruebas ya que el jaspeado permite evitar el daño del material.

Conclusiones

Para el presente proyecto se cumplió como objetivo principal realizar una investigación experimental para la elaboración de Bio-cueros a partir de materiales orgánicos endémicos de Bolivia, se obtuvo como resultado:

El desarrollo de láminas con un consumo mínimo de agua en la producción; el aprovechamiento de materiales orgánicos endémicos por medio de la recolección de desechos de manera manual, permitiendo tener un desarrollo sostenible y cumplir con una economía circular.

A su vez la elaboración e investigación centrada en 6 tipos de materias primas específicas, permitiendo la aplicación de pruebas y técnicas de viabilidad del material, donde se analizó características físicas y estéticas. Se comprueba que este material puede generar texturas atractivas de manera orgánica, rasgos específicos en términos de densidad, color, transparencia y elasticidad.

Por lo tanto, se realizó un mismo prototipo de cartera aplicando las distintas láminas elaboradas; presentando cada una de ellas características y comportamiento específicos de las materias primas elegidas. A su vez en uno de estos prototipos se realizó un calado con

corte en laser para determinar si el material es resistente, como resultado la lámina resistió el corte en laser sin presentar ningún tipo de daño estético y estructural.

Teniendo en cuenta todos los aspectos analizados se considera que las láminas de Bio-cueros elaboradas cumplen con los requisitos para ser un material alternativo al cuero animal tradicional. Es preciso analizar el tiempo de vida del material y profundizar más acerca del acabado de estos.

Bibliografía

- Loza Quispé, G. (2016). *ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALTERNATIVOS A PARTIR DEL FRUTO DE ALGARROBO (Prosopis chilensis) Y (Prosopis flexuosa), PARA LA NUTRICIÓN HUMANA, EN COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE MECAPACA SEGUNDA SECCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ*. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE AGRONIMÍA: <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/10545/TD-2358.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rey-García, M., & Folgueira Suárez, T. (2019). *El reto de la moda sostenible*. Trespacios, Vázquez, Estrada, & González (Eds.). <https://doi.org/275-294>
- Sacha Barrio, H. (2022). *La Anatomía de la Hoja de Coca*. Editorial Planeta Perú S.A. <https://doi.org/2022-05700>
- Adegeest, D.-A. (20 de Julio de 2020). *No se puede justificar el uso del cuero sin trazabilidad en la industria de la moda*. FashionUnited: <https://fashionunited.es/noticias/moda/no-se-puede-justificar-el-uso-del-cuero-sin-trazabilidad-en-la-industria-de-la-moda/2020072033269>
- Aguilar Rivera, N. (2010). Caña de azúcar, Huasteca, comercio. *Diálogos Revista Electrónica de Historia*, 11(1), 81-110. <https://doi.org/1409-469X>
- Aguilar, R. N. (2016). Pulpa de bagazo de caña con alto índice de fibra larga. *Scientific Electronic Library Online*, 39(2). http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702016000200001
- Algorta, M. (01 de Enero de 2022). *ISLOWLY*. <https://www.islowly.com/la-gran-polemica-de-la-moda-sustentable-el-cuero/>
- Alzate Tamayo, L., Arteaga González, D. M., & Jaramillo Garcés, Y. (2008). Propiedades farmacológicas del Algarrobo (*Hymenaea courbaril* Linnaeus) de interés para la industria de alimentos. *Revista Lasallista de Investigación*, 4(2). <https://doi.org/1794-4449>
- Angelo, A. (13 de Diciembre de 2021). *Weenhayek procesaron mil kilos de harina de algarrobo en 2021*. El País: https://elpais.bo/tarija/20211213_weenhayek-procesaron-mil-kilos-de-harina-de-algarrobo-en-2021.html
- Arce, C. (06 de Octubre de 2022). *#Micelio Textil*. <https://www.instagram.com/p/CjYj-fKAJRcE/>
- Ardaya B, D. (2011). *El cultivo de achachairú. Manual de recomendaciones*. Centro de Investigación Agrícola Tropical. <https://frutales.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/01/o20-el-cultivo-de-achacairu.pdf>

- Avaroma, E. (25 de Marzo de 2024). Producción de Harina de Totai en Trinidad. (E. Castaños, Entrevistador)
- Bacha, F., & Cerisuelo, A. (2021). *Ficha de materias primas: Algarroba, Garrofa*. Nutri news: https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/8239/2021_Bacha_Algarroba.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bautista Flores, A. (2021). MODA Y BIOTECNOLOGÍA: CREACIÓN DE NUEVOS BIOTEXTILES PARA UNA INDUSTRIA TEXTIL SOSTENIBLE. (21), 185-199. <https://doi.org/0000-0002-8687-6868>
- BBC Mundo. (7 de Febrero de 2014). *¿Por qué el vinagre es bueno para tantas cosas?* BBC News Mundo: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/02/140204_ciencia_usos_domesticos_vinagre_np
- Bejarano Olano, A. (2021). *La moda no Incomoda*. Universidad de los Andes: <http://hdl.handle.net/1992/53228>
- Bioplasticforfashion. (5 de Julio de 2022). *wikifactory*. Squeeze The Orange: <https://wikifactory.com/@bioplasticforfashion/squeeze-the-orange>
- Briones Castro, Y., & Cepeda Salas, A. (2022). Desarrollo y diseño exploratorio de un textil biobasado en té, café y yerba mate. *Base Diseño e Innovación*, 7(7), 107-122. <https://doi.org/https://doi.org/10.52611/bdi.num7.2022.807>
- Calle Mamani, G. (2018). *Revalorización de las Tecnologías Ancestrales en la Producción de Chuño para Contribuir a la Seguridad Alimentaria de Bolivia*. Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Ciencias Económicas y Financieras: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/19053>
- Canales Pedreros, C. (2020). *Tonato materia vegetal : propuesta de refuerzo para compuesto estéticamente similar al cuero natural*. Universidad de Chile: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/180620/tonato-materia-vegetal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Canleas Arze, L. (5 de Agosto de 2018). *Chuño: El alimento tradicional y maravilloso de Bolivia*. Los tiempos: <https://www.lostiempos.com/oh/actualidad/20180805/chuno-alimento-tradicional-maravilloso-bolivia>
- Carbaja Azcona, Á., & Gonzáles Fernández, M. (2012). Agua para la Salud. Pasado, presente y futuro. *Vaquero Toxqui*, 2012, 63-78. <https://doi.org/978-84-00-09572-7>
- Carrasco, A. (5 de Agosto de 2016). *Innovación textil: Tejidos para un futuro más sostenible: Fashion United*. Fashion United: <https://fashionunited.es/noticias/moda/innovacion-textil-tejidos-para-un-futuro-mas-sostenible/2016080522675>
- Cartay, R. (24 de Febrero de 2020). *Del Amazonas Enciclopedia amazónica en línea*. <https://delamazonas.com/plantas/frutas/achachairu/>
- Casablanca, L., & Chacón, P. (12 de Diciembre de 2014). *La moda como un lenguaje. Una comunicación no verbal*. <https://doi.org/1988-5180>
- CENDA. (5 de Agosto de 2019). *Elaboración de la Tunta en la zona Andina*. El Centro de Comunicación y Desarrollo Andino (CENDA): <https://cenda.org/secciones/seguridad-y-soberania-alimentaria/item/644-elaboracion-de-la-tunta-en-la-zona-andina#:~:text=En%20la%20comunidad%20de%20Calatacata,de%20mayo%2C%20junio%20y%20julio.>

- Centro de Investigación Económica del Colegio de Economistas. (Diciembre de 2021). *Informe Sectorial de la Caña de Azúcar*. Centro de Investigación Económica del Colegio de Economistas: <https://economistasc.org.bo/ciece/wp-content/uploads/2021/12/Informe-sectorial-de-la-cana-de-azucar.pdf>
- Coimbra Molina, D. J. (2016). *Guía de Frutos Silvestres Comestibles de la Chiquitania* (Vol. II). Editorial FCBC. <https://doi.org/8-1-1658-16>
- Comisión Interamericana de Agricultura Orgánica. (2016). *Catálogo de productos ecológicos de Bolivia*. Comisión Interamericana de Agricultura Orgánica: https://ciaorganico.net/documypublic/610_Catalogo_aopeb.pdf
- Conabio. (9 de Septiembre de 2020). *Fibras Naturales*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Cd. de México. México: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/fibras-naturales>
- Curi, M. (30 de Agosto de 2017). *Cordillera es la capital cruceña departamental del Cupesí*. La razón: <https://www.la-razon.com/sociedad/2017/08/30/cordillera-es-la-capital-crucena-departamental-del-cupesi/>
- De Santana Costa, A. F., Vasconcelos Rocha, M. A., & Asfora Sarubbo, L. (2017). REVIEW - BACTERIAL CELLULOSE: AN ECOFRIENDLY BIOTEXTILE. *Trans Stellar*, 7(1), 11-26. <https://doi.org/2250-2378>
- Delgado, P. L. (2023). *La Revolución material. La biofabricación y el foodwaste como nuevas representaciones del diseño*. ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/371167174_LA_REVOLUCION_MATERIAL_La_biofabricacion_y_el_foodwaste_como_nuevas_representaciones_del_diseno
- Esparza, E., & Gamboa, N. (2001). Contaminación debida a la industria curtiembre. *Revista de Química*, 15(1), 41-63. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/4756>
- Fonseca, C., Huarachi, E., Chura, W., & Cotrado, G. (2008). Guía de las buenas prácticas de procesamiento para la producción artesanal de la tunta. *Alianza institucional para el desarrollo competitivo de la tunta*. <https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/004295.pdf>
- Gaceta Oficial Santa Cruz. (04 de Septiembre de 2017). *LEY DEPARTAMENTAL QUE DECLARA A LA PROVINCIA CORDILLERA COMO CAPITAL*. Gaceta Oficial Santa Cruz: <https://gacetaoficial.santacruz.gob.bo/verpdf/ley-departamental-146#:~:text=Firmas%20correspondientes%20a%20la%20Ley,Departamental%20del%20Cupes%C3%AD%20o%20Algarrobo.>
- Gamiño González, J. (2018). Biomoda. *Centro de Ciencias de la complejidad*(27). <https://www.c3.unam.mx/boletines/boletin27.html>
- García, P. (23 de Enero de 2018). *The circular project*. <https://thecircularproject.com/2018/01/23/materiales-sustentables-tejidos-sostenibles/>
- Gianella, T. (2004). Chuño blanco, 'tunta' o 'moraya': un proceso natural de conservación. *LEISA revista de agroecología*, 20(3). <https://leisa-al.org/web/revista/volumen-20-numero-03/chuno-blanco-tunta-o-moraya-un-proceso-natural-de-conservacion/>
- Grassia, J. A. (Marzo de 2009). *Acrocomia totai (ex Acrocomia aculeata)*. Palmeras en la Ciudad de la Resistencia: <https://palmasenresistencia.com/articulos/acrocomia-aculeata-2/>

- Greenpeace. (24 de Marzo de 2012). *Nuevas evidencias de contaminación de curtiembres en la Cuenca Matanza-Riachuelo*. Greenpeace: <https://wayback.archive-it.org/9650/20200214232846/http://p3-raw.greenpeace.org/argentina/es/informes/Cueros-toxicos/>
- Greenpeace México. (29 de Enero de 2021). *Fast fashion: de tu armario al vertedero*. Greenpeace: <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/9514/fast-fashion/>
- Guerrero, L. A. (04 de Febrero de 2022). *Microciencia haciendo ropa*. <http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/6518>
- Guzmán Ordóñez, K., & Luján Pérez, M. (2010). *Reducción de emisiones de la etapa de pelambre en el proceso de curtido de pieles*. Departamento de Ciencias Exactas e Ingeniería, Universidad Católica Boliviana San Pablo: <http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v4n4/v4n4a02.pdf>
- H.W, T., A.R. , A., & M.K, A. (2013). Producción de glicerol y sus aplicaciones como materia prima: una revisión. *Science Direct*, 27, 118-127. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.06.035>
- Hernández, R., & Céspedes, J. (2020). Bioeconomía: una estrategia de sostenibilidad en la cuarta revolución industrial. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 7(2), 126-133. https://doi.org/http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182020000200015&lng=es&tlng=es.
- Herrera A., L. A., & Gutiérrez U., I. (2023). *Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural*: <https://siip.producción.gob.bo/noticias/files/2024-69ae6-Libro-cana-de-azucar-.pdf>
- Herrera, K. C. (21 de Agosto de 2018). Moda sustentable. *Revista Loginn*, 2(1). <https://doi.org/2590-7441>
- Hodson de Jaramillo, E. (2018). Bioeconomía: el futuro sostenible. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 42(164), 188-201. <https://doi.org/https://doi.org/10.18257/racefyn.650>
- Hubaide Restom, S., Mainardi Remis, J., Rajal, V., & Gutiérrez Cacciabue, D. (2022). Cuantificación del agua en la elaboración de cuero mediante la huella hídrica. *REVISTA ARGENTINA DE INGENIERÍA*, 19, 89-93. <https://doi.org/2314-0925>
- Instituto Boliviano de Comercio Exterior. (Abril de 2010). *Perfil de Mercado Copoazú y Achachairú*. Instituto Boliviano de Comercio Exterior: Instituto Boliviano de Comercio Exterior
- Intersynergia. (26 de Febrero de 2018). *Pieles vegetales. Las diez alternativas más impresionantes*. Intersynergia: <https://intersynergia.com/las-diez-mejores-pieles-vegetales/>
- Jacobi, J., Lohse, L., & Milz, J. (2018). El cultivo de la hoja de coca en sistemas agroforestales dinámicos en los Yungas de La Paz. *Scielo*, 8(4). <https://doi.org/1683-0789>
- Jarandilla Peralta, C. D. (7 de Diciembre de 2023). Desarrollo de Bio-cueros en el taller de Tecnología de Materiales. (E. J. Castaños, Entrevistador)
- Jiménez Ciseneros, J., & García Escamilla, N. I. (1 de Marzo de 2021). *La moda rápida y su impacto ambiental: UDLAP*. UDLAP: <http://cnxtest.udlap.mx/wp-content/uploads/2021/03/La-moda-ra%CC%81pida-y-su-impacto-ambiental.pdf>

- Lagos-Burbano, E., & Castro Rincón, E. (2018). Caña de azúcar y subproductos de la agroindustria azucarera en la alimentación de rumiantes. *Agronomía Mesoamericana*. <https://doi.org/10.15517>
- Larios, R. (Octubre de 2019). El reto de la sostenibilidad en la industria textil y la moda. *Mundo textil*, 159, 36-40. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/10185>
- Lataban, T. (14 de Octubre de 2023). Composición de un Bio-cuero. (E. Castaños, Entrevistador)
- Lee, S., Congdon, A., Parker, G., & Borst, C. (Diciembre de 2020). *Understanding "Bio" material innovations: a primer for the fashion industry*. Biofabricate: <https://www.biofabricate.co/resources>
- Lozada G, S., & Moraes R., M. (2013). Estructura poblacional del totaí (Acrocomia aculeata, Arecaceae) según presencia de ganado en localidades de Beni y Santa Cruz (Bolivia). *Ecología en Bolivia*, 42(2). <https://doi.org/2075-5023>
- Martínez-Barreiro, A. (2020). Moda sostenible: más allá del prejuicio científico, un campo de investigación de prácticas sociales. *Sociedad Y Economía*, 40. <https://doi.org/10.25100>
- Maurello, M. E. (28 de Febrero de 2018). Biotextiles: el cultivo de organismos vivos para fabricar telas. *La nación*. <https://www.lanacion.com.ar/moda-y-belleza/biotextiles-el-cultivo-de-organismos-vivos-para-fabricar-telas-nid2111290/>
- Medina, d. l. (2010). *Determinación de cromo hexavalente en descargas de agua residuales de una cuetiembre, ubicada en el sector de Izamba, Ambato ne la provincia de Tungurahua, mediante espectrofotometría de absorción atómica*. Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/3162/T-PUCE-2785.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Méndez, M. S. (22 de Abril de 2020). *Ojo al clima*. <https://ojoalclima.com/industria-de-la-moda-es-responsable-del-10-de-las-emisiones-mundiales/>
- Mojerón, E. (23 de Enero de 2023). Introducción a los Biocueros. (E. J. Cuchallo, Entrevistador)
- Moraes R, M. (2014). *Palmeras útiles de Bolivia. Las especies mayormente aprovechadas para diferentes fines y aplicaciones*. Herbario Nacional de Bolivia - Universidad Mayor de San Andrés, Plural editores. <https://doi.org/978-99954-1-578-5>
- Moraes R., M. (2020). *Palmeras y usos: Especies de Bolivia y la región*. Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, Plural editores,. <https://doi.org/978-99954-1-969-1>
- Núñez-Tabales, J. M., Del Amor-Collado, J., & Rey-Carmona, F. (2021). Economía circular en la industria de la moda: Pilares básicos del modelo. *Revista de ciencias sociales*, 27(Extra 4), 162-176. <https://doi.org/1315-9518>
- Opinión Bolivia. (29 de Julio de 2020). *Crecen en 10% los cultivos de coca y la erradicación se frena*. Opinión Bolivia: <https://www.opinion.com.bo/articulo/pais/crecen-10-cultivos-coca-erradicacion-frena/20200729210755780067.html>
- Parada, I. (7 de Octubre de 2021). *¿Cuál es la composición química del vinagre?* Yubrain: <https://www.yubrain.com/ciencia/quimica/composicion-quimica-vinagre/>
- Pereira Rojas, H. J., & Carranza Quispe, L. E. (30 de Junio de 2023). La sagrada hoja de coca de los incas: usos, beneficios y posibles efectos adversos. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidade*, IV(2 P 2449). <https://doi.org/10.56712>

- Perez Porto, J., & Gardey, A. (26 de Diciembre de 2018). *Marroquinería - Qué es, aplicaciones, definición y concepto*. Definicion.de.: <https://definicion.de/marroquineria/>
- Pérez Porto, J., & Merino, M. (8 de Mayo de 2013). *Polímeros*. Definición.de: <https://definicion.de/polimeros/>
- Peta. (16 de Mayo de 2023). 'SÉ UN SUÉTER' DIJERON, La Industria de la Moda Hace Que los Animales se Acuesten y lo Soporten: Nuevo Video de PETA. Petalatino: <https://investigaciones.petalatino.com/video-se-sueter-dijeron/>
- Peta. (s.f). *Cuero: animales abusados y matados por su piel*. PETAlatino: <https://www.petalatino.com/sobre/nuestros-temas/los-animales-no-son-nuestros-para-usarlos-como-vestimenta/cuero-animales-abusados-y-matados-por-su-piel/#:~:text=El%20cuero%20puede%20provenir%20de,animales%20a%20todo%20el%20mundo.>
- Prieto Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2017). Economía circular relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria Investigaciones En Ingeniería*(15). <https://doi.org/2301-1106>
- PubliAgro. (01 de Junio de 2021). *Experto propone dos cultivos como recurso para la producción de Biodiesel*. PubliAgro: <https://publiagro.com.bo/2021/06/experto-propone-cultivos-para-biodiesel/>
- PubliAgro. (1 de Enero de 2024). *El algarrobo es una alternativa forrajera para afrontar el cambio climático*. PubliAgro: <https://publiagro.com.bo/2024/01/algarrobo-alternativa-forrajera-cambio-climatico/>
- Real Academia Española. (s.f). *Real Academia Española*. Diccionario de la lengua española: <https://dle.rae.es/end%C3%A9mico#sinonimosFC9wL4t>
- Real Academia Española. (s.f). *Real Academia Española*. Diccionario de la lengua española: <https://dle.rae.es/vol%C3%A1til?m=form>
- Real Academia Española. (s.f). *Real Academia Española*. Diccionario de la lengua española: <https://dle.rae.es/forraje?m=form>
- Real Academia Española. (s.f). *Real Academia Española*. Diccionario de la lengua española: <https://dle.rae.es/monoico?m=form>
- Real Academia Española. (s.f). *Real Academia Española*. Diccionario de la lengua española: <https://dle.rae.es/perenne?m=form>
- Rodo, R. (2019). *Biomateriales: Material como configurador de la Experiencia*. Casipedia: https://wiki.ead.pucv.cl/Entidades_Sensoriales_y_Expresivas#Tinkering
- Rodríguez Osuna , V., Navarro Sánchez, G., Henning Sommer , J., & Biber-Freudenberger, L. (2017). *Hacia la integración de la biodiversidad en la Evaluación de Impacto Ambiental en Bolivia*. Editorial Inia. <https://doi.org/978-99974-73-30-1>
- Romero Mitre, R., Galaviz Rodríguez, J., Pérez Pérez, A., Garduño Olvera, I., & Pérez Bustamante, R. (2020). Desarrollo de biopolímero a base de colágeno. *Revista Internacional de Investigación e Innovación*(42), 1-12. <https://doi.org/2007-9753>
- Sagárnaga, R. (16 de Diciembre de 2019). *El achachairú otro tesoro que Bolivia deja escapar*. <https://www.lostiempos.com/oh/actualidad/20191216/achachairu-otro-tesoro-que-bolivia-deja-escapar>
- Sánchez-Vázquez, P., Gago-Cortés, C., & Alló-Pazos, M. (2020). MODA SOSTENIBLE Y PREFERENCIAS DEL CONSUMIDOR. *3C Empresa. Investigación y pensamiento crítico*, IX(3). <https://doi.org/10.17993>

- Sistema Integrado de Información Productiva. (3 de Abril de 2023). *Boletín informativo Caña de Azúcar*. Sistema Integrado de Información Productiva: <https://siip.produccion.gob.bo/repSIIP2/documento.php?n=2896#:~:text=Producci%C3%B3n%20de%20ca%C3%B1a%20de%20az%C3%BAcar%20La%20producci%C3%B3n%20de%20ca%C3%B1a%20de,otros%20seis%20departamentos%20del%20pa%C3%ADs>.
- Spedding Pallet, A. (2005). *Kawsachun coca: Economía campesina cocalera en los Yungas y el chapare*. La Paz : FUNDACIÓN PIEB. <https://doi.org/99905-68-96-0>
- Sullka Padilla, S. (22 de Abril de 2023). *El achachairú selecto se ha convertido en el rey de la producción en Santa Cruz*. El cofre de Selenio: <https://elcofredeselenio.com/el-achachairu-selecto-se-ha-convertido-en-el-rey-de-la-produccion-en-santa-cruz/>
- Swisscontact. (27 de Octubre de 2022). *Cuero vegetal, accesorios para cuidar el planeta* . Swisscontact: <https://www.swisscontact.org/es/noticias/cuero-vegetal-accesorios-para-cuidar-el-planeta>
- Tito Velarde, C., Wanderley, F., Cartagena, P., Peralta, C., & Salazar, C. (2021). *Contribución de la agricultura familiar campesina indígena a la producción y consumo de alimentos en Bolivia*. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA). <https://doi.org/978-9917-9815-6-5>
- UNODC. (2022). *Monitoreo de Cultivos de Coca 2021*. Estado Plurinacional de Bolivia. https://www.unodc.org/documents/crop-monitoring/Bolivia/Bolivia_Monitoreo_de_cultivos_de_coca_2021.pdf
- Vegmadrid. (30 de Abril de 2023). *La industria del cuero sacrifica a miles de millones de animales*. vegmadrid: <https://www.vegmadrid.es/la-industria-del-cuero-sacrifica-a-miles-de-millones-de-animales/>
- Vidal Lillo, N. (2021). *Desarrollo de un material Biobasado a partir de bagazo de malta, subproducto de la cervecas artesanal*. Repositorio Academico de la Universidad de Chile: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/183764>
- Weiss Münchmeyer, A. J., & Besoain Narvaez, M. (2022). Biomateriales basados en el territorio: Metodología para la creación de una paleta biomaterial situada. *Base Diseño e Innovación*, VII(7), 7-25. <https://doi.org/https://doi.org/10.52611/bdi.num7.2022.797>
- Xicota, E. (26 de Enero de 2021). *¿Qué materiales textiles son peligrosos para la biodiversidad?*. Ester Xicota. Ester Xicota: <https://www.esterxicota.com/materiales-moda-biodiversidad/>

Abstract: Bio-leather represents a sustainable alternative to animal-origin leather, made from renewable raw materials, organic products, or natural fiber waste, ensuring its biodegradability. This material achieves a balance between technical, environmental, and functional elements, with the aim of minimizing environmental impact. This research focuses on the development of bio-leathers as a sustainable alternative to animal leather, using organic materials endemic to Bolivia. The study had an experimental design, with a mixed approach, the type of research was applied, and the method was hypothetical-deductive. A focus group was conducted with 5 Bolivian brands (4H Heather, Vokko, Claudia Mercado, Marroquinería D´Darrio, and Doña Mamushka Bags), which are leather goods manufacturers and/or work with leather products. As a result, five prototypes of

bags were developed using materials from coca leaves (*Erythroxylon coca*), achachairú (*Rheedia spp*), cupesí (*Prosopis silocuastrum*), totaí (*Acrocomia Totaí*), and sugarcane (*Saccharum Officinarum*), and it was proven that this material can organically generate attractive textures, specific traits in terms of density, color, transparency, and elasticity, demonstrating the viability of bio-leathers as an environmentally responsible substitute for the leather industry.

Keywords: Bio-leather - organic materials - sustainability - tanning industry - circular economy - Bolivia - biodegradability - biomaterials.

Resumo: O bio-couro representa uma opção sustentável ao couro de origem animal, elaborado a partir de matérias-primas renováveis, produtos orgânicos ou resíduos de fibras naturais, o que assegura sua biodegradabilidade. Este material logra um equilíbrio entre elementos técnicos, ambientais e funcionais, com o objetivo de minimizar a repercussão ambiental. Esta pesquisa se concentra no desenvolvimento de bio-couros como uma alternativa sustentável ao couro animal, utilizando materiais orgânicos endêmicos da Bolívia. O estudo teve um desenho experimental, com um enfoque misto, o tipo de pesquisa foi aplicada e o método foi hipotético-dedutivo. Foi realizado um grupo focal com 5 marcas bolivianas (4H Heather, Vokko, Claudia Mercado, Marroquinería D’Darrio e Doña Mamushka Bags), que são marroquineiras e/ou trabalham com produtos de couro. Como resultado, foram desenvolvidos cinco protótipos de bolsas com os materiais da folha de coca (*Erythroxylon coca*), achachairú (*Rheedia spp*), cupesí (*Prosopis silocuastrum*), totaí (*Acrocomia Totaí*) e cana-de-açúcar (*Saccharum Officinarum*), e foi possível comprovar que este material pode gerar texturas atraentes de maneira orgânica, características específicas em termos de densidade, cor, transparência e elasticidade, demonstrando a viabilidade dos bio-couros como um substituto ambientalmente responsável para a indústria do couro.

Palavras-Chave: Bio-couro - materiais orgânicos - sustentabilidade - indústria de curtume - economia circular - Bolívia - biodegradabilidade - biomateriais.

[Las traducciones de los abstracts fueron supervisadas por el autor de cada artículo.]
