

Elaboración de cuero vegano a partir de bagazo de caña de azúcar en la hoya del río
Suárez, como materia prima alternativa para la industria marroquinera

Juan Aldemar Jiménez Montañez

Trabajo de Grado para Optar el título de Administrador Agroindustrial

Director

Liliana Gertrudis Castaño

Ingeniera Agroindustrial

Universidad Industrial de Santander

Instituto de proyección regional y educación a distancia

Bucaramanga

2022

Dedicatoria

A mis padres, que con su ejemplo y la formación que me dieron he podido llevar a buen término este proyecto y alcanzar las metas propuestas.

A mis hermanos, por su disposición para apoyarme de forma económica y emocional en el logro de mis objetivos.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por permitir llevar a buen término este proyecto y mi ciclo de formación. De igual manera, expreso mi más sincero agradecimiento a la Ing. Liliana Castaño, por su apoyo y orientación durante la elaboración y ejecución de este proyecto. A la universidad Industrial de Santander por acogerme y brindarme las herramientas para culminar esta meta. Finalmente agradezco a mis familiares y amigos por su apoyo durante este proceso de formación.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción.....	13
1. Objetivos.....	16
1.1 Objetivo General.....	16
1.2 Objetivos Específicos.....	16
2. Cuerpo del Trabajo.....	17
2.1 Marco Referencial.....	17
2.1.1 Marco teórico.....	17
2.1.1.1 Estado del arte.....	17
2.1.1.2 Antecedentes.....	24
2.1.1.3 Bases teóricas.....	24
2.1.2.1 Cuero.....	40
2.1.2.2 Marroquinería.....	41
2.1.2.3 Resistencia.....	41
2.1.2.4 Textura.....	41
2.1.2.5 Alginato.....	41
2.1.2.6 Propanotriol.....	41
2.1.2.6 Aceite vegetal.....	42
2.1.2.7 Cloruro de Calcio.....	42
2.1.2.8 Colágeno.....	42
2.1.2.9 Linaza.....	43

2.1.2.10 Chía.....	43
2.1.3 Marco legal	43
2.1.3.1 Norma técnica Colombiana NTC 1311 de 2009.....	43
2.1.2.2 Decreto 3930 de 2010.....	43
2.1.2.4 Resolución 631 de 2015.....	44
2.1.2.5 Norma técnica colombiana NTC 2216 de 2004.....	44
2.1.2.6 Norma técnica colombiana NTC2307 de 2004.....	44
2.1.2.7 Resolución 0312 de 2019.....	44
2.1.3 Método.....	45
2.1.3.1 diseño metodológico.....	45
2.1.3.2 Metodología.....	46
2.1.3.3 calidad de las materias primas.....	48
2.1.4 Resultados y discusión.....	63
2.1.4.1 Muestra 1.....	63
2.1.4.2 Muestra 2.....	64
2.1.4.3 Muestra 3.....	65
2.1.4.4 Muestra 4.....	66
2.1.4.5 Muestra 5.....	67
2.1.4.6 Resultados de pruebas aplicadas a las muestras.....	68
2.1.4.7 Estandarización de los ingredientes y cantidades para elaborar cuero vegano.....	73
2.1.4.7 Formulación estandarizada para elaborar cuero vegano.....	74
2.1.4.9 Ficha técnica.....	76

3. Conclusiones	78
4. Recomendaciones	80
Referencias Bibliográficas	81
Apéndices.....	86
Apéndice A. Informe resultados laboratorio.....	86

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Bromatología del bagazo de caña de azúcar</i>	36
Tabla 2 <i>Descripción de los ingredientes para elaborar muestras de cuero vegano</i>	48
Tabla 3 <i>Cantidad de materiales para elaboración de muestras</i>	56
Tabla 4 <i>pruebas realizadas a las muestras de cuero vegano</i>	68
Tabla 5 <i>Requerimientos de calidad según la norma</i>	73
Tabla 6 <i>Resultados de calidad cuero vegano</i>	74
Tabla 7 <i>Formulación estandarizada para elaborar cuero vegano de bagazo</i>	¡Error!
Marcador no definido.	
Tabla 8 <i>Ficha técnica cuero vegano a partir de bagazo de caña de azúcar</i>	76

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Sistema radicular de la caña de azúcar</i>	26
Figura 2 <i>Tallo de la caña de azúcar.</i>	27
Figura 3 <i>Hoja de caña de azúcar.</i>	28
Figura 4 <i>Flor de la caña de azúcar.</i>	29
Figura 5 <i>Área de caña sembrada en Colombia 2021.</i>	30
Figura 6 <i>Producción de panela 2021.</i>	31
Figura 7 <i>Área sembrada en Santander y Boyacá 2021.</i>	32
Figura 8 <i>Diagrama proceso de elaboración de panela.</i>	33
Figura 9 <i>Bagazo de caña de azúcar.</i>	35
Figura 10 <i>Diagrama de flujo curtido de pieles de origen animal.</i>	38
Figura 11 <i>Diagrama de flujo elaboración de cuero de origen vegetal.</i>	40
Figura 12 <i>Diagrama de flujo para elaborar muestras de cuero vegano.</i>	52
Figura 13 <i>Recepción de bagazo.</i>	53
Figura 14 <i>Triturado de bagazo de caña de azúcar.</i>	54
Figura 15 <i>Tamizado del bagazo de caña de azúcar.</i>	55
Figura 16 <i>Mezclado de ingredientes</i>	55
Figura 17 <i>Ingredientes muestra uno</i>	57
Figura 18 <i>Ingredientes muestra dos.</i>	58

Figura 19 <i>Ingredientes muestra tres</i>	59
Figura 20 <i>Ingredientes muestra cuatro</i>	60
Figura 21 <i>Ingredientes muestra cinco</i>	61
Figura 22 <i>Láminas muestra uno</i>	63
Figura 23 <i>Láminas muestra dos</i>	64
Figura 24 <i>Láminas muestra tres</i>	65
Figura 25 <i>Láminas muestra cuatro</i>	66
Figura 26 <i>Láminas muestra cinco</i>	67
Figura 27 <i>Grabado de cuero vegano en CNC</i>	70
Figura 28 <i>Costura cuero vegano</i>	71
Figura 29 <i>Costura de unión en cuero vegano</i>	71
Figura 30 <i>Muestra expuesta a condiciones ambientales</i>	72
Figura 31 <i>Muestra empacada con cierre hermético</i>	73

Lista de Apéndices

Apéndice A. Informe resultados laboratorio..... 86

Resumen

Título: Elaboración de cuero vegano a partir de bagazo de caña de azúcar en la hoya del río Suárez, como materia prima alternativa para la industria marroquinera

Autor: Juan Aldemar Jiménez Montañez

Palabras Clave: Cuero vegano, Cuero de origen animal, Bagazo, Caña de azúcar, Celulosa, Hemicelulosa, Lignina, Marroquinería.

Descripción: El presente trabajo se trata de una investigación de tipo experimental para determinar un uso alternativo del bagazo de caña de azúcar, como lo es su transformación en cuero de origen vegetal, debido a que existe en la región subutilización de este subproducto generado en la producción de panela. Así mismo, en su composición se puede encontrar gran contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina (G Antolín, D Olivia, 2003). Para lograr este objetivo, se analizaron los diferentes procesos que se realizan a nivel nacional e internacional en la fabricación de cuero de origen vegetal y se adaptaron para el bagazo de caña de azúcar; posteriormente se elaboraron cinco muestras tomando como materia prima el bagazo y se adicionaron diferentes ingredientes. Teniendo en cuenta que la muestra uno tuvo mejor comportamiento durante los procesos de elaboración y secado, se sometió a pruebas de resistencia y manufactura acordes con las normas NTC2216 y NTC2307 que aplican para pieles procesadas de origen animal (calzado y guantes de carnaza) y se evaluaron sus características de acuerdo con el grosor. Con los resultados obtenidos, se estandariza las proporciones de los ingredientes y se crea la ficha técnica del material. Así mismo, el cuero vegano obtenido es posible utilizarlo en diferentes productos fabricados en la industria marroquinera, bajo un análisis previo del cumplimiento de los requisitos de calidad que debe cumplir cada producto según la normatividad vigente.

Abstract

Title: Manufacture of vegan leather from sugar cane Bagasse in the Suárez river basin, as an alternative raw material for the leather industry

Author: Juan Aldemar Jiménez Montañez

Key Words: Vegan leather, Animal origin leather, Bagasse, Sugar cane, Cellulose, Hemicellulose, Lignin, Leather goods.

Description: The present work deals with an experimental type investigation to determine an alternative use of sugarcane bagasse, such as its transformation into leather of vegetable origin, due to the fact that there is underutilization in the region of this byproduct generated in the production of panela Likewise, in its composition you can find a high content of cellulose, hemicellulose and lignin (G Antolín, D Olivia, 2003). To achieve this aim, the different process ones that are conducted at a national and international level in the manufacture of leather of vegetable origin were analyzed and adapted for sugar cane bagasse; Subsequently, five samples were prepared taking bagasse as raw material and different ingredients were added. Taking into account that sample one had better behavior during the elaboration and drying processes, it was subjected to resistance tests and manufactured by the NTC2216 and NTC2307 standards that apply to processed skins of animal origin (footwear and meat gloves) and evaluated their characteristics according to thickness. With the results obtained, the proportions of the ingredients are standardized and the technical sheet of the material is created. Likewise, the vegan leather obtained can be used in assorted products manufactured in the leather goods industry, under an earlier analysis of compliance with the quality requirements that each product must meet according to current regulations.

Introducción

Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, de la agroindustria de la caña de azúcar dependiendo de la variedad se puede fabricar el azúcar, alcohol o la panela. A nivel mundial, en los últimos cinco años la obtención de azúcar no centrifugado (panela), se encuentra concentrada en cinco países, dentro de los cuales Colombia con un 16% de la producción mundial ocupa el segundo lugar después de la India. La fabricación nacional de panela en un 52% se encuentra concentrada en los departamentos de Cundinamarca, Santander y Boyacá (MADR, 2021). En estos dos últimos territorios se ubica la Hoya del río Suarez, la cual se convierte en la región con mayor producción de panela del país. Así mismo, los municipios que más aportan a este renglón en Boyacá son Santana, Togüi, San José de Pare, Chitaraque y Monquirá, mientras que en Santander se encuentran Barbosa, Güepsa, San Benito y Suaita, (Federación Nacional de Productores de Panela FEDEPANELA, 2021). Según el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), para el 2021 existían 125 plantas productoras de panela registradas en estos dos departamentos, con una producción superior a las 299.000 toneladas y generando más de 8.000 jornales.

Hacia el año 1939, un buen número de campesinos residentes en la hoya del río Suárez, derivaban su sustento de la elaboración de panela; cabe resaltar que dichos procesos de transformación se realizaban de forma rústica en viejos trapiches de la región (Mojica y Paredes, 2004); utilizaban como combustibles para la deshidratación de los jugos, leña y llantas; los cuales generaron un fuerte impacto ambiental, tanto por la deforestación como por los gases

producidos en la ignición. Teniendo en cuenta que en esta agroindustria se genera un subproducto llamado bagazo, y que, según Ramírez, M. (2008) por cada tonelada de caña procesada se producen 254kg de bagazo con un 50% de humedad, el 80% de este residuo es utilizado como combustible y el 20% restante se emplea en la elaboración de papel, plásticos y tableros, (Asociación Colombiana de Cultivadores de Caña ASOCAÑA, 2021), o en la fabricación de platos biodegradables (Barreiro y coronel, 2021).

En la actualidad, en la agroindustria de la caña de azúcar se están evaluando nuevas tecnologías que disminuyen el uso de residuos vegetales e involucran las energías renovables (energía solar), las cuales simplifican los procesos y facilitan una producción eficiente, rentable y sostenible; con esto, el bagazo pasará de ser una fuente de energía a un residuo contaminante.

Hasta el momento a nivel local, nacional e internacional no se ha profundizado en otros usos alternativos del bagazo diferentes a los antes mencionados, desaprovechando el potencial que posee como lo es su contenido de celulosa (25-45%), hemicelulosa (25-50%) y lignina (10-30%) (G Antolín, D Olivia, 2003); una alternativa es su transformación en cuero vegano, con el fin de sustituir algunos artículos fabricados con cuero de origen animal.

Por su parte, la industria del cuero y la marroquinería se encuentra entre los productos con mayor comercialización a nivel mundial, alcanzando ingresos superiores a los 80.000 millones de dólares cada año (Sicex, 2021). Así mismo, tanto en los procesos de curtiembre para el tratamiento de pieles de origen animal, como la constante variación en la moda en las prendas de vestir, provocan el deterioro del medio ambiente por el mal manejo de los residuos que generan; es por esto, que se hace necesario enfocar esta producción al manejo de materiales alternativos como lo son los subproductos vegetales.

En el presente proyecto, se elaboraron muestras de cuero vegano tomado como materia prima el bagazo de caña de azúcar, variando las cantidades de los ingredientes adicionados y el espesor de las láminas, las cuales se sometieron a pruebas de resistencia, textura y grosor con el fin de evaluar sus características, obteniendo un material similar al cuero de origen animal, que puede ser utilizado en la industria marroquinera.

Con la obtención de este producto se genera un impacto social, aportando al desarrollo comunitario y la preservación del medio ambiente por la disminución de los residuos contaminantes; así mismo, un crecimiento económico para los productores de panela, mejorando su calidad de vida al obtener un ingreso adicional en sus unidades productivas al comercializar o transformar el bagazo.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Elaborar cuero vegano a partir del bagazo de caña de azúcar en la Hoya del río Suárez, como materia prima alternativa para la industria marroquinera.

1.2 Objetivos Específicos

- Analizar el proceso para la elaboración de cuero vegano a partir de bagazo de caña de azúcar para la fabricación de las muestras.
- Elaborar cinco muestras de cuero vegano variando los materiales adicionados al bagazo para estandarizar la formulación.
- Realizar pruebas para cada muestra elaborada y elegir la que cumpla con las normas técnicas colombianas pertinentes, con el fin de estandarizar sus ingredientes.

2. Cuerpo del Trabajo

2.1 Marco Referencial

2.1.1 Marco teórico

2.1.1.1 Estado del arte

Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar (osorio saraz et al., 2007). Con el fin de aportar en el desarrollo sostenible, se plantea el uso de materiales alternativos para el área de la construcción que permitan la reducción de la extracción de materiales convencionales, se disminuyan los costos y se brinde seguridad en cuanto a propiedades y resistencia de los materiales elaborados de acuerdo con sus usos. Para tal fin, esta investigación utilizo como material de refuerzo del concreto las fibras de bagazo de caña de azúcar, teniendo en cuenta las propiedades físicas que este posee.

Se tomaron fibras de la variedad de caña de azúcar RD7511 y concreto en las proporciones de 1:2:3 (cemento, arena y grava respectivamente) teniendo como referencia la norma NI 550 y NI 673. La granulometría utilizada fue de 4,76mm (tamiz N° 4) y 3,56mm (tamiz N° 6) en porcentajes de 0,5%, 2,5% y 5%, estos porcentajes se definieron teniendo en cuenta los resultados de ensayos preliminares de la investigación.

Se concluye que la resistencia a la compresión del concreto reforzado, es inversamente proporcional a porcentaje de fibra adicionada y el tamaño de partículas; los

resultados obtenidos después de catorce días de fraguado en los ensayos aplicados a las probetas corresponden a un mejor desempeño por parte de aquellas cuyo porcentaje de fibra fue de 0,5% y 2,5% con granulometrías del tamiz N° 6; la resistencia para estas mezclas estuvo entre los 8,6 y 16,8 MPa, valores superiores a los obtenidos en probetas sin adición de fibras. Así mismo, la reducción de densidad del material varía entre 141 kg/m³ y 336 kg/m³ con respecto a los patrones de 2400kg/m³.

Esta investigación y sus resultados resaltan algunas de las diferentes características que posee el bagazo de caña de azúcar y que hoy en día aún se encuentran sin explotar lo cual ayudaría a mejorar las condiciones económicas de los productores de caña de la región y disminuyendo los focos de contaminación. Se toma como referencia para el cuero vegano, la granulometría y proporciones a utilizar teniendo en cuenta la relación de tamaño y cantidad para mejorar la resistencia del material a elaborar.

Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en la fabricación de bloques ecológicos para mampostería liviana (Mora et al., 2011). Con el fin de disminuir la contaminación en el Cantón Baños de Agua Santa en Perú, se propone la alternativa de aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar, el cual representan aproximadamente 1,44 toneladas por día, esto equivale a 4,41m³ de volumen que no se aprovecha y genera un problema sanitario en la región. La alternativa consiste en elaborar bloques para mampostería liviana reemplazando una parte de la mezcla por bagazo de caña de azúcar y evaluar la resistencia según a la norma INEN 640, tomando como testigo un bloque convencional elaborado de cemento, arena y grava.

Los resultados obtenidos fueron una mayor resistencia en una de las tres dosificaciones evaluadas de 14,47 kg/cm² superando los valores de los bloques convencionales la cual equivale a 11,95 kg/cm². Se concluye que la muestra con menor cantidad de bagazo tiene menor pérdida de agua, pero una mayor solidez; el tiempo de fraguado estuvo en los 15 días después de elaborado el bloque.

La orientación hacia la disminución del impacto ambiental por la acumulación de bagazo de caña de azúcar y su alternativa de utilización se asemeja a los beneficios que ofrece la elaboración de cuero vegano con este material. No solo se debe tener en cuenta un beneficio económico, sino el impacto social y ambiental que genera este subproducto de la agroindustria de la caña de azúcar en las regiones.

Bagazo de caña de azúcar (Saccharum officinarum) y almidón de yuca (Mianihot esculenta) como sustituto de poliestireno en la elaboración de platos biodegradables (Barreiro Faubla y coronel Troya, 2021). A fin de sustituir el uso de polímeros cuyo impacto ambiental se agrava debido a su lenta degradación, pocas alternativas de reutilización y deficiente manejo por el consumidor después de su uso, se crea una alternativa de transformación del bagazo de caña de azúcar en conjunto con el almidón de yuca para elaborar recipientes desechables biodegradables cuyos usos son semejantes a los que se les da a los fabricados con poliestireno.

Se obtuvieron nueve muestras las cuales tuvieron dosificaciones diferentes entre bagazo y almidón de yuca, evaluando en estas variables de dureza, fractibilidad, deflexión y biodegradabilidad del material, obteniendo un comportamiento óptimo de acuerdo con los parámetros establecidos de la muestra compuesta por 25% de bagazo y

25% almidón de yuca; cabe resaltar que esta muestra presento un 94,26% de biodegradabilidad después de cuarenta y cinco días, así mismo, no presento toxicidad.

Este proyecto resalta la importancia de comenzar a sustituir aquellos artículos que hacen parte del diario vivir de las personas y cuyas materias primas provienen de fuentes no renovables y contaminantes que degradan cada vez más el medio ambiente y abren la puerta a diferentes variantes de agentes que afectan la salud humana. Además de ser un producto innovador también es amigable con el medio ambiente por ser biodegradable; estas ventajas se constituyen en una referencia para la elaboración de cuero vegano a base de bagazo de caña de azúcar.

Estudio de factibilidad para la elaboración de un no tejido a partir del bagazo de la caña de azúcar (Cardozo Ferreira, 2014). En la búsqueda de disminuir el impacto ambiental producido por los residuos de la agroindustria de la caña de azúcar, se crea una alternativa de uso del bagazo para la elaboración de un material no tejido como insumo para la industria textil, cuyos usos son para componentes de calzado, cortinas, colchones, sustratos de recubrimiento, filtración y empaques. Esta investigación, recopila varias técnicas para el tratamiento y ensamble de las fibras obtenidas, la adición de productos químicos y sintéticos que darán las características de limpieza, elasticidad y resistencia para el textil a elaborar.

Este estudio es una aproximación a lo que se desea con la elaboración de un cuero vegano a partir de un residuo importante en la agroindustria de la caña de azúcar, el cual no solo reviste una importante ayuda a la sostenibilidad ambiental, sino que también genera un crecimiento de la cadena productiva a nivel económico y la incursión en la

elaboración de productos compatibles con la economía circular, la cual adquiere gran importancia a nivel mundial.

Estudio tecnológico para la fabricación de un sustituto del cuero hecho a base de fibra de caña de azúcar en el Perú (Castro Tafur y Contreras Cabello, 2019). En Perú, el aprovechamiento del bagazo residuo de la agroindustria de la caña de azúcar se encuentra distribuido de la siguiente manera: 70% es utilizado para la generación de energía en las mismas plantas y el 30% restante se destina para ser comercializado. Para este último caso, se tiene como consecuencia que el pequeño productor no recibe un precio justo por este producto debido a la fluctuación de precios y a los diferentes parámetros que exigen los compradores. Es por esto, que se propone la fabricación de un sustituto de la piel de animales a base de fibras de bagazo, generando una nueva alternativa para el aprovechamiento del residuo vegetal obtenido de la extracción de los jugos de la caña.

Para obtener las fibras de bagazo se evalúan dos procesos, uno mecánico y el otro químico. En el primero, se realiza un lavado de la materia prima con el fin de eliminar impurezas especialmente melazas impregnadas después del proceso de molienda de la caña de azúcar; seguido a esto, se procede a un macerado y nuevamente a un lavado con el fin de sustraer más impurezas, se escurre y se pica en trozos de 1,5 cm para ser llevados a cocción a una temperatura de 80 a 100·C durante una hora. Posterior a este proceso, se realiza otro lavado y escurrido; la materia obtenida se licua en relación de 100ml de agua por 300gramos de bagazo obteniendo una mezcla pastosa la cual se extiende en un bastidor con una tela porosa con el fin de mejorar el secado.

En cuanto al método químico, la materia prima es lavada y picada en trozos de 1,5cm el cual es introducido en una solución de agua destilada e Hidróxido de Sodio al 2% durante 30 minutos con una temperatura de 80·C. Pasado este tiempo, el bagazo es lavado y llevado a otra solución de hidróxido de sodio y amoniaco para eliminar la celulosa, allí se deja por seis horas. Finalmente, las fibras obtenidas son lavadas y puestas a secar en un bastidor.

A las fibras obtenidas por cualquier de los dos métodos antes descritos, se procede a adicionar fibra de poliéster en una proporción de 55% y 45 %; a esta mezcla, se le realiza un planchado a 300·C observando disminución en el espesor y uniformidad en todo el tendido. Se finaliza el proceso de elaboración de cuero de bagazo de caña con la adición de poliuretano de uso doméstico el cual se extendió por una cara del no tejido, dándole la flexibilidad, resistencia y permeabilidad al material.

Esta investigación adquiere gran relevancia en el proceso de elaboración de cuero vegano a base de bagazo de caña de azúcar por la similitud en la materia prima y el resultado final obtenido, sin embargo, solo se tendrán en cuenta los procesos de manipulación del material base; esto debido a que se pretende elaborar un material 100% biodegradable y cuyos componentes no sean de origen químico.

Piñatex, the design development of a new sustainable material (Hijosa, 2015). La idea de Piñatex nace en la década de 1990, viendo la necesidad de disminuir el impacto ambiental generado por la industria del cuero y crear un material sustituto que no incluyera PVC pero que fuese sostenible, generara un impacto social y económico

positivo y a lo largo de su ciclo de vida dejara una baja huella ambiental, apoyados en los principios de economía circular.

La materia prima utilizada son las hojas de piña las cuales son un subproducto del cultivo, estas se recogen en manojos para luego extraer la fibra en máquinas semiautomáticas. Después de un lavado, se secan naturalmente al sol o en hornos; las fibras secas pasan por un proceso de purificación para eliminar impurezas, luego se mezcla con ácido poliláctico a base de maíz y se somete a un proceso mecánico dando como resultado una malla no tejida la cual es la base de todos los productos de Piñatex (Ananas Anam, 2017).

Teniendo en cuenta que la materia prima es un residuo del cultivo, no se requiere inversión para obtenerla. Con la utilización de la fibra de la piña, se evita la liberación de 264 toneladas de CO₂ a la atmosfera, producto de la quema de 825 toneladas de residuo de hojas de la cosecha de la pina (Ananas Anam, 2017). Piñatex es un ejemplo de empresa ejemplo a seguir en el proceso de elaboración de productos a base de materiales vegetales que en muchas ocasiones se convierten en medios contaminantes debido a su mal manejo y el desconocimiento de sus propiedades ya sea a nivel industrial o medicinal.

Tonato materia vegetal: propuesta de refuerzo para compuesto estéticamente similar al cuero natural (Canales pedreros, 2020). En la búsqueda de darle un uso a la gran cantidad de residuos vegetales de tomate que se producen en Chile, se opta por la creación de un compuesto muy similar al cuero natural. El proceso se basa en el secado y molido de las cascaras de tomate para posteriormente adicionar elementos de origen

natural que le den una textura similar a la piel de animales. Al material obtenido se le realizan pruebas de resistencia y espesor las cuales generan un resultado positivo para la elaboración del producto.

Teniendo en cuenta los procesos y materiales utilizados en esta investigación, se toman estos como punto de referencia para la elaboración del cuero vegano a base de bagazo de caña de azúcar; esto teniendo en cuenta que se quiere elaborar un material altamente biodegradable y que no genere el mínimo de contaminación en sus procesos y que limite la utilización de productos químicos en su elaboración.

2.1.1.2 Antecedentes.

En principio, se empezó a utilizar como combustible una parte del bagazo obtenido de la extracción de los jugos de la caña (Gordillo y García, 1992), el restante se empleó como mejorador de suelos (Hernández, 1996). Posteriormente se le dio unos nuevos usos industriales en la fabricación de papel, plásticos y tableros, (ASOCAÑA, 2021); en la actualidad se utiliza para la elaboración de platos biodegradables (Barreiro y coronel, 2021) y se adelantan investigaciones para usarlo como refuerzo de concreto (Osorio Saraz, J. A., Varón Aristizábal, F., & Herrera Mejía, J. A. 2007), en bloques para mampostería liviana (Mora, J. M., García, C. P. P., & Nájera, F. 2011), en la industria textil (Cardozo Ferreira, A. 2014 y Castro Tafur, A., & Contreras Cabello, F. E. 2019).

2.1.1.3 Bases teóricas

Cultivo de la caña de azúcar. Sus orígenes aún son materia de investigación; es posible que haya sido en el archipiélago de Melanesia en Nueva Guinea 8000 a 15000 años antes de cristo y desde allí se extendió a China e India. Posteriormente llego Hawái, África Oriental, Madagascar, el Medio Oriente, Mediterráneo y hacia las islas del Atlántico, entre ellas las Islas Canarias. Al continente americano se estima que llego en 1493 traída por Cristóbal Colon, inicialmente se propago en República Dominicana y Haití y después se distribuyó por Cuba, Puerto Rico, México, Colombia y Perú. Finalmente es introducida a Brasil alrededor del año 1500 (Osorio Cadavid G, 2007).

Taxonomía. Según Osorio Cadavid G. (2007) la caña de azúcar se ubica en la siguiente clasificación botánica:

Reino: Vegetal

Tipo: Fanerógamas

Subtipo: Angiospermas

Clase: Monocotiledóneas

Orden: Glumales

Familia: Gramíneas

Tribu: Andropogoneas

Género: Saccharum

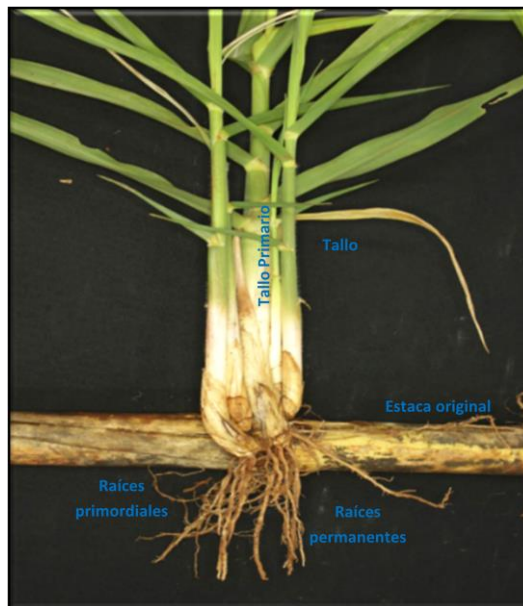
Especies: Spontaneum y robustum (silvestres), edule, barberi, sinense y officinarum (domesticadas).

Morfología. La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) es una planta monocotiledónea que pertenece a la familia de las gramíneas (Osorio Cadavid G, 2007).

Raíz: Las raíces de la caña son fasciculadas; se distinguen dos tipos: las raíces primordiales que van hasta los tres meses de edad y se caracterizan por ser delgadas y muy ramificadas; otro tipo son las permanentes que se caracterizan por ser más gruesas, numerosas, de rápido crecimiento y su proliferación depende del crecimiento de la planta. En su conjunto, proporcionan el anclaje y la absorción de nutrientes por parte de la planta.

Figura 1

Sistema radicular de la caña de azúcar



Nota. La figura muestra los tipos de raíz de la planta de caña de azúcar derivados del anillo radicular de un cangre de caña germinado. Tomado de Azania, C.A.M., Rolim, J.C., & Azania, A.A.P.M. (2018).

Tallo: Es la parte más importante de la planta debido a que allí se almacenan los azúcares. La cantidad, el grosor, color y longitud depende de la variedad, condiciones agroecológicas y manejo del cultivo. Consta de un nudo el cual es bastante fibroso y duro, este a su vez posee el anillo de crecimiento, la banda de raíces, la cicatriz foliar, la yema y el anillo ceroso. La otra parte del tallo son los entrenudos los cuales son más blandos su tamaño y forma dependen de la variedad.

Figura 2

Tallo de la caña de azúcar.



Nota. La figura muestra los entrenudos, nudos, anillo radicular y yema que conforman el tallo de la caña de azúcar. Tomado de García Bernal Nota. Tomado de A. M., Rolim, J. C., & Azania, A. A. P. M. (2008).

Hojas: Se extienden desde los nudos y se disponen de forma alternada por el tallo; se constituye por una lámina foliar y la vaina o yagua.

Figura 3

Hoja de caña de azúcar.



Nota. La figura muestra la conformación foliar de la caña de azúcar. Tomado de Azania, C. A. M., Rolim, J. C., & Azania, A. A. P. M. (2008).

Flor: La flor tiene forma de espiga, son hermafroditas con tres anteras un ovario y dos estigmas. La floración ocurre bajo condiciones ambientales y nutritivas adecuadas.

Figura 4

Flor de la caña de azúcar.



Nota. La figura muestra la espiga o flor de la caña de azúcar. Tomado de Chaves Solera M, (2017)

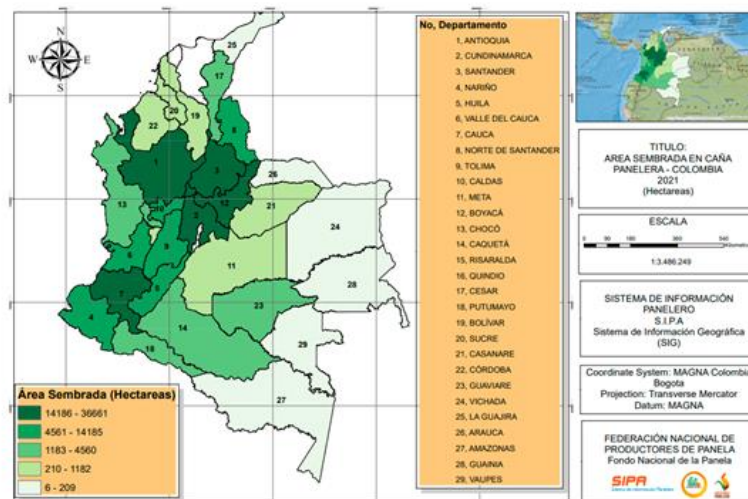
La planta de caña de azúcar para panela se convierte en protectora de los suelos de ladera y por esto se cultiva en la región andina (donde se ubica la hoya del río Suárez), entre los 700 y 2000 msnm con inclinaciones del 10 al 40%. De igual forma, las características propias de esta zona como lo son la baja nubosidad y temperaturas entre

los 20 y 30 °C favorecen el desarrollo y crecimiento de la planta; se obtienen unos mayores rendimientos cuando la fluctuación de temperatura es de 8°C lo que ayuda a la acumulación y producción de sacarosa. Se considera que una precipitación entre 1500 y 1750 mm/año suplir los requerimientos hídricos de la planta en suelos francos óptimos para el cultivo, estos también deben tener un PH entre 5,5 a 7,5 garantizando el buen desarrollo de la planta.

Según FEDEPANELA, para el año 2021 existían en el país 206.785 hectáreas sembradas de caña de azúcar para panela, fueron cosechadas 171.190 hectáreas obteniendo 1.071.944 toneladas de panela con un rendimiento promedio de 6,26 toneladas por hectárea. Estas cifras hacen parte de 29 departamentos donde se ubican 562 municipios donde se establece este cultivo.

Figura 5

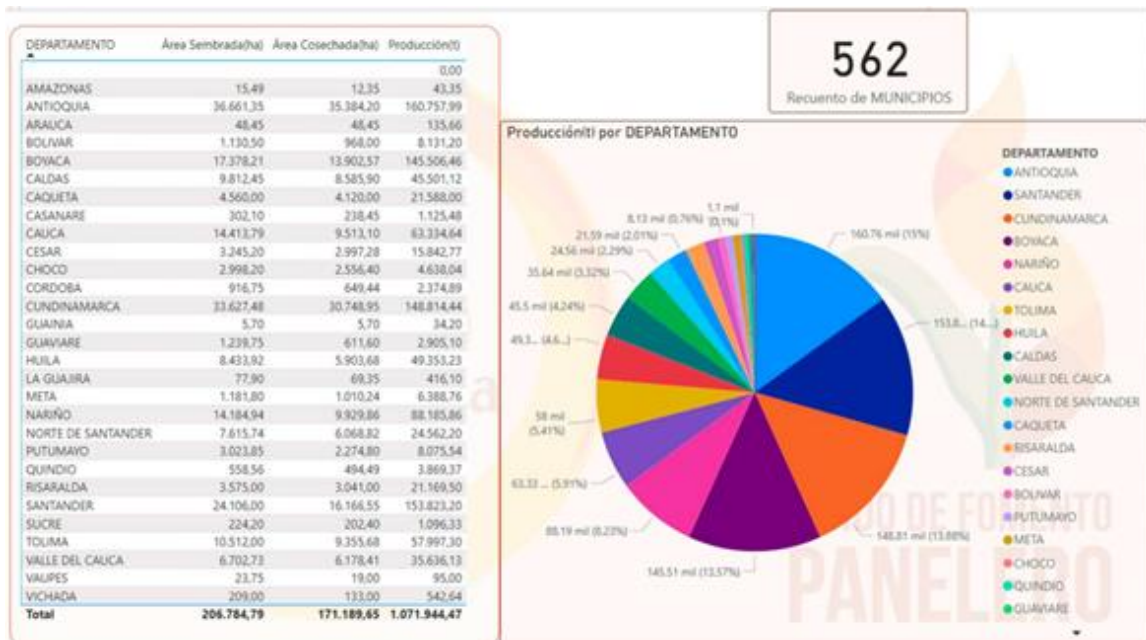
Área de caña sembrada en Colombia 2021.



Nota. La figura muestra el área de caña sembrada en el país durante el año 2021; agrupa por color los departamentos según rango de hectáreas cultivadas en caña. Tomado de Fedepanela, (2021).

Figura 6

Producción de panela 2021.



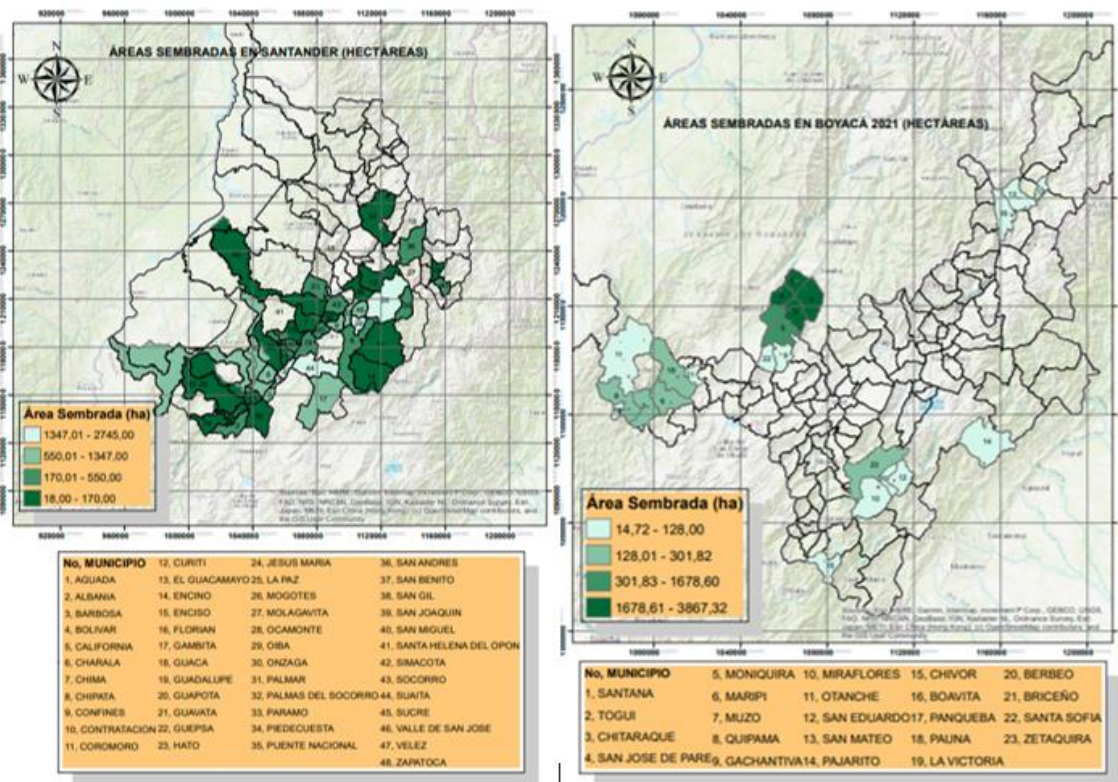
Nota. La figura muestra la producción de panela en toneladas por departamento, según el área cosechada durante el año 2021. También se muestran cifras del área sembrada para este mismo año. Tomado de Fedepanela, (2021).

El 54% del área sembrada, el 56,19% del área cosechada y el 56,45% de la producción de panela nacional se centra en los departamentos de Santander y Boyacá donde se ubica la hoya del río Suárez, Cundinamarca y Antioquia. Santander con 24106 hectáreas sembradas se ubica en el tercer puesto de producción de panela del país seguido de Boyacá con 17378 hectáreas sembradas. Los municipios con mayor producción en Santander son Suaita, Ocamonte, Barbosa, Güepsa y Mogotes, mientras que en Boyacá se encuentran Toguii, San José de Pare, Santana y Chitaraque. Las variedades de caña de azúcar para panela introducidas en los últimos años en esta región, que han mostrado un

buen desempeño y cuentan con registro del ICA son la CC93-7711 y CC01-1940 (Fedepanela, 2021).

Figura 7

Área sembrada en Santander y Boyacá 2021



Nota. La figura muestra las hectáreas sembradas en caña de azúcar durante el año 2021 en los departamentos de Santander y Boyacá, agrupando por color los municipios de acuerdo con el rango de área sembrada. Tomado de Fedepanela (2021).

Beneficio de la caña de azúcar. En la hoya del río Suarez debido a sus condiciones agroecológicas, la cosecha de la caña de azúcar inicia a partir de los dieciocho meses de edad del cultivo cuando se realiza una evaluación de los índices de madurez mediante análisis de refractómetro para determinar la concentración de azúcares

reductores medidos en grados Brix; si las condiciones son óptimas, se procede con el corte el cual puede ser por parejo o entresaque dependiendo del tipo de explotación que se tenga. El beneficio de la caña de azúcar requiere un proceso tecnológico posterior a su recolección con el fin de producir panela; se contemplan las siguientes actividades: apronte, extracción, prelimpieza, clarificación y encalado; evaporación del agua y concentración de las mieles, punteo y batido, moldeo, enfriamiento, empaque y embalaje (Osorio Cadavid G, 2007).

Figura 8

Diagrama proceso de elaboración de panela.



Nota. Descripción del proceso agroindustrial de la caña de azúcar, iniciando desde el cultivo hasta obtener la panela. Tomado de Manufoods (2016).

Apronte. En esta etapa del proceso están involucradas las actividades de corte, alce y transporte de la caña, la cual debe ser almacenada en un espacio bajo techo y continuar con el proceso de beneficio en el menor tiempo posible, con el fin de evitar futuras afectaciones al producto final debido al desdoblamiento de la sacarosa (Osorio Cadavid G, 2007).

Extracción. El tallo de la caña es sometido a un proceso de compresión por medio de rodillos obteniendo dos productos: jugo y bagazo. Con el primero se elabora el azúcar o la panela; con el último, después de un proceso de secado en los cobertizos de la unidad productiva, cerca del 70% será utilizado como combustible en las hornillas y el restante es usado para abonos, elaboración de aglomerados, platos, refuerzos y cuero de origen vegetal.

Limpieza de jugos. Según Osorio Cadavid G, (2007) “En esta etapa se retiran impurezas gruesas de carácter no nutricional por medios físicos (decantación y flotación en el prelimpiador), térmicos (en las primeras pailas) y bioquímicos (con los aglutinantes). Comprende tres operaciones: prelimpieza, clarificación y encalado”.

Evaporación y concentración. Con esta parte del proceso se logra la eliminación de agua favoreciendo la concentración de azúcares; para lograr esto se deben someter los jugos a temperaturas de más de 120 °C.

Punteo, moldeo y batido. El producto obtenido del proceso anterior es sometido a un batido para que le ingrese aire con el fin de eliminar temperatura y adherencia. Cuando muestra condiciones de cristalización, se lleva a los moldes y se extiende para que se solidifique y se enfríe.

Bagazo de caña de azúcar. El bagazo de caña de azúcar es un material lignocelulósico constituido principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina. Se obtiene como subproducto o residuo en los centrales azucareros después de la extracción del jugo de caña de azúcar y representa aproximadamente entre el 25 y 40 % del total de materia procesada, dependiendo del contenido de fibra de la caña y la eficiencia en la extracción del jugo (Pernalete, Z., et. Al. 2008).

Figura 9

Bagazo de caña de azúcar.



Nota. La figura muestra el bagazo o residuo vegetal obtenido luego de la extracción de los jugos de la caña de azúcar. Fuente autor.

Bromatología del bagazo de caña de azúcar. según AGROSAVIA (2017), el bagazo de caña de azúcar se encuentra conformado de la siguiente forma:

Tabla 1*Bromatología del bagazo de caña de azúcar.*

COMPONENTE	CANTIDAD
Materia seca (%)	44,6
Cenizas (%)	2,3
Materia orgánica (%)	97,7
Proteína cruda (%)	2,2
Extracto etéreo (%)	0,4
Fibra cruda (%)	33,3
Fibra en detergente neutro (%)	71,8
Fibra en detergente ácido (%)	40,7
Hemicelulosa (%)	31,1
Celulosa (%)	34,1
Lignina (%)	6,6
Nitrógeno (%)	0,5
Fosforo (%)	0,1
Potasio (%)	1,9
Calcio (%)	0,1
Magnesio (%)	0,1
Azufre (%)	0,1
Hierro (mg/kg)	1,3
Cobre (mg/kg)	4,1
Manganeso (mg/kg)	36,1
Zinc (mg/kg)	11
Boro (mg/kg)	1,9
Carbono (mg/kg)	47,8

Nota. Datos de la composición química y mineral de los subproductos de la agroindustria de la caña de azúcar. Tomado de (Agrosavia, 2017).

Manufactura de cuero animal. El tratamiento dado a las pieles animales tiene como finalidad evitar su deterioro y el aprovechamiento en la industria marroquina convirtiéndolas en accesorios y prendas de vestir que suplen las necesidades crecientes de la moda a nivel mundial. Según González Pachón, L. A. (2019), en el proceso de

manufactura del cuero se distinguen tres etapas importantes: ribera, curtido y acabado, obteniendo un material flexible y duradero; su color, grosor y textura dependen de las exigencias del cliente.

Ribera. En esta etapa se distinguen las actividades de preparación, remojo, pelambre, descarte y dividido en las cuales se busca eliminar restos de carne, pelo, grasas y suciedades que pueda traer la piel. Para lograr este objetivo se requiere el uso de agua y sustancias alcalinas.

Curtido. Para esta etapa se procede con el desencalado, purga, piquelado, curtido y rebajado; debido a que se requiere regular el pH, es necesario la utilización de sales y ácidos.

Acabado. Con las actividades de recurtido, teñido, engrase, secado y acabado se termina el proceso de tratamiento de pieles animales, en esta fase se adicionan grasas con el fin de mejorar la suavidad y flexibilidad del producto. De igual forma, se cortan las piezas de acuerdo a los tamaños exigidos por el cliente.

Figura 10

Diagrama de flujo curtido de pieles de origen animal.



Nota. La figura muestra el proceso de tratamiento de las pieles de origen animal, que serán destinadas para la industria marroquinera. Tomado de Gonzalez Pachón, L. A. (2019).

Manufactura del cuero vegetal. Según Castro Tafur, A., & Contreras Cabello, F. E. (2019), para la elaboración de cuero vegetal a partir de bagazo de caña de azúcar, se debe tener en cuenta lo siguiente:

Limpieza. A fin de mantener la calidad del producto final, se debe someter el bagazo a un proceso de limpieza con agua potable eliminando residuos de arena o piedras que pueda contener.

Desmedulado. Consiste en separar la parte rica en fibra de la que no es apta para el producto a elaborar. Este proceso se puede realizar con el bagazo húmedo o seco mediante el uso de molinos de martillos, la diferencia radica en que se dificulta más la actividad cuando hay humedad en el material.

Pulpado. Tiene como propósito remover la lignina la cual mantiene las fibras unidas. Se puede realizar de forma mecánica mediante molido o trozado; El método químico consiste en sumergir el bagazo en solución con soda caustica, sulfatos o sulfitos, esta mezcla se les adiciona vapor a temperaturas de 170 a 175°C, es más costoso y se obtienen menos rendimientos que con el método mecánico.

Lavado. Se realiza con el fin de eliminar los químicos presentes en la materia prima, las aguas resultantes se deben someter a un tratamiento para luego ser desechadas.

Secado. Tiene como finalidad eliminar la humedad presente en el producto.

Cardado. El material obtenido es pasado por una maquina llamada Cardadora, donde se eliminan impurezas que aun estén presentes, se orden las fibras de forma paralela quedando un velo de bagazo.

Rociado. Se pasa el material por una cámara donde se le asperjan productos como poliéster y polipropileno mejorando la elasticidad y dureza del material.

Termofijado. Se somete al paso por un termofijador donde por medio de calor se funden las fibras quedando una tela no tejida de bagazo.

Teñido. Se adicionan los colores según las presentaciones que requiera el cliente.

Cortado. Se lleva a cabo de acuerdo con las dimensiones que se comercializan.

Bobinado. El material obtenido es enrollado para su almacenamiento o distribución.

Figura 11

Diagrama de flujo elaboración de cuero de origen vegetal.



Nota. La figura muestra los procesos que se realizan para la elaboración de cueros de origen vegetal. Tomado de Castro Tafur, A., & Contreras Cabello, F. E. (2019).

2.1.2 Marco conceptual

2.1.2.1 Cuero.

Material proteínico fibroso con flor (colágeno) que cubre al animal y que ha sido tratado químicamente con material curtiente para hacerlo estable bajo condiciones de

humedad; en el que se han producido, además, otros cambios asociados, tales como características físicas mejoradas, estabilidad hidrotérmica y flexibilidad (NTC 5058, 2002).

2.1.2.2 Marroquinería.

Elaboración de artículos, como cinturones, bolsos, billeteras, monederos, mochilas, equipaje, portafolios, en piel, de material natural, textil, sintético o artificial (NTC 5058, 2002).

2.1.2.3 Resistencia.

Es la capacidad que tiene un material para soportar esfuerzos y fuerzas aplicadas, sin llegar al estado de rotura, adquiriendo deformaciones totales o permanentes (Alegre Gago, G. 2017).

2.1.2.4 Textura.

Son las características de la superficie de un material, que pueden ser lisas, suaves, ásperas, rugosas o flexibles (Medina Rodríguez, A. L. 2020).

2.1.2.5 Alginato.

El alginato es un polisacárido que se obtiene de algunas "algas marrones", algas de gran tamaño, entre las que se encuentran fundamentalmente *Laminaria hyperborea*, *Laminaria digitata*, *Laminaria japonica*, *Macrocystis pyrifera*, y algunas especies de los géneros *Lessonia*, *Ecklonia*, *Durvillaea* y *Ascophyllum*. Todas estas algas contienen entre el 20% y el 30% de alginato sobre su peso seco (Calvo, M. 2000).

2.1.2.6 Propanotriol.

Es un líquido incoloro, inodoro, de baja toxicidad ambiental, soluble en agua y otros disolventes polares, insoluble en hidrocarburos, hidrocarburos clorinados y éteres,

no se considera un líquido volátil. Es una sustancia higroscópica con un pH neutro (no libera cationes hidronio, ni hidroxilo cuando se disuelve en agua), es químicamente estable bajo condiciones normales de almacenamiento y manejo. Sin embargo, puede ser explosivo cuando entra en contacto con agentes oxidantes como el clorato de potasio. Tiene un alto punto de ebullición y viscosidad provocado por los puentes de hidrógeno que se forman entre sus moléculas (Betancourt-Aguilar, C., et. al.2016).

2.1.2.6 Aceite vegetal.

Es un producto constituido principalmente por glicéridos de ácidos grasos obtenidos únicamente de fuentes vegetales. Podrán contener pequeñas cantidades de otros lípidos, tales como fosfátidos, de constituyentes insaponificables y de ácidos grasos libres naturalmente presentes en la grasa o el aceite (NORMA CODEX STAN 210-1999).

2.1.2.7 Cloruro de Calcio.

Es un compuesto químico soluble en alcohol y agua. Se usa como deshidratante y desecante; es usado en la fabricación de cementos, como coagulante en la manufactura del caucho y como preservante de madera (Rizzotto. (2007). Diccionario de química general e inorgánica. Corpus Editorial).

2.1.2.8 Colágeno.

La unidad fundamental del colágeno es el tropocolágeno formado por tres cadenas de polipéptidos de similar tamaño cada una de ellas es una hélice levógira y se van entrelazando entre sí; el tipo de cadena forma el tropocolágeno determina el tipo de colágeno. El colágeno está formado por glicina 33%, prolina 12%, hidroxiprolina 20% e hidroxilisina 10%, presente en solo algunas proteínas (Flores Pino, C. M. 2017).

2.1.2.9 Linaza.

Es la semilla de la planta de lino (*Linum usitatissimum* L.), rica en ácido α -linoleico (Ω 3), fibra soluble y fitoestrogenos; el porcentaje de proteínas oscila entre 22,5% y 31,6%, conformado mayoritariamente por globulinas (77%) y albúmina 27%; es rica en arginina, ácido aspártico, ácido glutámico, pero carece de lisina, metionina y cisteína (Ojeda, L., Machado, N. D. L. C. N., & Herrera, H. 2017).

2.1.2.10 Chía.

La semilla de chía contiene proteína y aceite con alto contenido de ácido linolénico omega-3, el mucílago de la testa de la semilla es un polisacárido útil como fibra soluble y dietética (Gómez, J. A. H., & Colín, S. M. 2008).

2.1.3 Marco legal

2.1.3.1 Norma técnica Colombiana NTC 1311 de 2009.

Productos agrícolas. Panela. Describe los requisitos para la fabricación de panela pulverizada o en bloque, características físicas y químicas, y los contenidos de trazas permitidos en el producto para su distribución, al igual que los análisis que se deben aplicar para determinar la calidad del producto.

2.1.2.2 Decreto 3930 de 2010.

Presidencia de la república. Establece las disposiciones de uso del recurso hídrico, de acuerdo con el ordenamiento establecido por las entidades ambientales de cada región; así mismo, fija las zonas donde se prohibirá el vertimiento de aguas residuales ya sean domiciliarias o industriales.

2.1.2.4 Resolución 631 de 2015.

Ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible. En esta resolución de clasifican los vertimientos de aguas residuales en aguas residuales domésticas (ARD) y aguas residuales no domésticas (ARnD); de igual forma, establecen los parámetros fisicoquímicos máximos permitidos en los vertimientos, teniendo en cuenta el tipo de proyecto que este generando los residuos líquidos en sus procesos.

2.1.2.5 Norma técnica colombiana NTC 2216 de 2004.

Especificaciones de cuero de ganado vacuno para la elaboración de calzado. En esta norma se describen los requisitos que debe cumplir, las pruebas que se le realizan y la clasificación de acuerdo con las normas técnicas establecidas para el cuero de ganado vacuno para ser utilizado en la fabricación de calzado.

2.1.2.6 Norma técnica colombiana NTC2307 de 2004.

Especificaciones del cuero de ganado bovino para la fabricación de guantes para uso industrial. En esta norma se describen las especificaciones y pruebas que se le realizan a los tipos de cuero de ganado bovino (Cuero cromado y carnaza) para la fabricación de guantes de uso industrial.

2.1.2.7 Resolución 0312 de 2019.

Ministerio del trabajo. En esta resolución se establecen los estándares mínimos del sistema de gestión de la salud y seguridad en el trabajo (SG-SST), teniendo en cuenta el tipo de riesgo de acuerdo con la actividad que desarrollen y al número de personas que conforman la entidad.

2.1.3 Método.

2.1.3.1 diseño metodológico.

Tipo de investigación. Experimental.

Hipótesis

Hipótesis alterna. Es posible elaborar un cuero vegano, a partir de bagazo de caña de azúcar en la hoya del río Suarez, como materia prima para la industria marroquinera acorde con la normatividad.

Hipótesis nula. Es posible elaborar un cuero vegano, a partir de bagazo de caña de azúcar en la hoya del río Suarez, como materia prima para la industria marroquinera, pero no cumple con los requisitos normativos.

Variables independientes. Tipo de ingrediente, cantidad de cada ingrediente necesario para la elaboración óptima del cuero vegano, grosor del cuero vegano.

Variables dependientes. Tipo de secado, textura final, resistencia, tipo de durabilidad aproximada del producto final.

Técnicas de análisis y procesamiento de la información. Resultado de las pruebas.

Método de investigación. Método de investigación híbrida (Ortega, A. O. 2018) por que se tendrá en cuenta valores probabilísticos para la aplicación del análisis estadístico y también se tendrá en cuenta observaciones cualitativas, especialmente del cuero elaborado.

Fuentes de información. Datos de las muestras.

Técnicas de investigación. Observación directa.

Instrumentos para recolectar información. Formatos de registro, Análisis de laboratorio.

Modo de aplicación. Directo.

Proceso de muestreo. Elaboración de muestras utilizando como variables cantidad y tipo de ingredientes.

Marco censal o muestral. El número de muestras dependerá de los ingredientes alternativos usados para ensayar y lograr el efecto final de acuerdo con la normatividad. Así mismo, de la cantidad necesaria de cada ingrediente para obtener el producto deseado.

Tiempo de aplicación. Tres (3) meses.

2.1.3.2 Metodología.

Análisis del proceso de elaboración de cuero vegano (según referencias citadas). Para el análisis de la elaboración de cuero vegano a partir de bagazo de caña de azúcar, fue necesario buscar fuentes de información que determinaron la realización de este material a partir de otros productos vegetales en especial los residuos agroindustriales; esto generó la expectativa de elaborar cuero vegano con el bagazo de caña de azúcar para el aprovechamiento de este. Es así, que se establecieron los procesos claves de la producción de este cuero vegano, tomando como referencia lo relacionado a continuación:

Según Castro Tafur, A., & Contreras Cabello, F. E. (2019), para la elaboración de cuero vegetal a partir de bagazo de caña de azúcar, se debe tener en cuenta lo siguiente:

Limpieza. A fin de mantener la calidad del producto final, se debe someter el bagazo a un proceso de limpieza con agua potable eliminando residuos de arena o piedras que pueda contener.

Desmedulado. Consiste en separar la parte rica en fibra de la que no es apta para el producto a elaborar. Este proceso se puede realizar con el bagazo húmedo o seco mediante el uso de molinos de martillos, la diferencia radica en que se dificulta más la actividad cuando hay humedad en el material.

Pulpado. Tiene como propósito remover la lignina la cual mantiene las fibras unidas. Se puede realizar de forma mecánica mediante molido o trozado; El método químico consiste en sumergir el bagazo en solución con soda caustica, sulfatos o sulfitos, esta mezcla se les adiciona vapor a temperaturas de 170 a 175°C, es más costoso y se obtienen menos rendimientos que con el método mecánico.

Lavado. Se realiza con el fin de eliminar los químicos presentes en la materia prima, las aguas resultantes se deben someter a un tratamiento para luego ser desechadas.

Secado. Tiene como finalidad eliminar la humedad presente en el producto.

Cardado. El material obtenido es pasado por una maquina llamada Cardadora, donde se eliminan impurezas que aun estén presentes, se orden las fibras de forma paralela quedando un velo de bagazo.

Rociado. Se pasa el material por una cámara donde se le asperjan productos como poliéster y polipropileno mejorando la elasticidad y dureza del material.

Termofijado. Se somete al paso por un termofijador donde por medio de calor se funden las fibras quedando una tela no tejida de bagazo.

Teñido. Se adicionan los colores según las presentaciones que requiera el cliente.

Cortado. Se lleva a cabo de acuerdo con las dimensiones que se comercializan.


Bobinado. El material obtenido es enrollado para su almacenamiento o distribución.




Como resultado de este análisis se concluyó que se pueden aplicar estos procesos dando una utilización menor de ingredientes químicos a los utilizados según los autores, reemplazándolos por materiales de origen natural y más asequibles para la elaboración de las respectivas muestras planteadas en el presente proyecto.


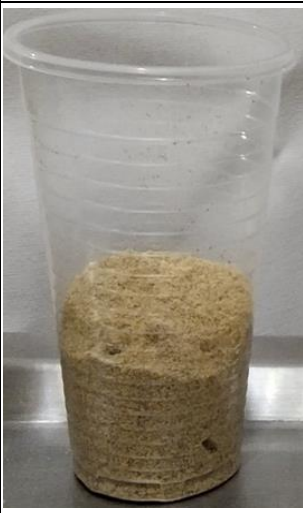

2.1.3.3 calidad de las materias primas.

Tabla 2

Descripción de los ingredientes para elaborar muestras de cuero vegano

Materia prima e ingrediente	Imagen	Contenido bromatológico	Requerimientos de calidad
Bagazo de caña de azúcar para panela		<p><u>Porción (100gr)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Materia seca 44,6% - Proteína cruda 2,2% - Hemicelulosa 31,1% - Celulosa 34,1% - Lignina 6,6% - Nitrógeno 0,5% - Fosforo 0,1% - Potasio 1,9% - Calcio 0,1% - Magnesio 0,1% - Azufre 0,1% - Hierro 1,3mg/kg - Cobre 4,1mg/kg - Manganeso 36,1mg/kg - Zinc 11mg/kg - Boro 1,9mg/kg -Carbono 47,8mg/kg 	<p>Debe estar libre de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Humedad - Hongos - Tierra - Metales

<p>Alginato de sodio</p>		<p><u>Información nutricional (100gr)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Valor energético (kJ/100g) 500 - Valor energético (kcal/100g) 130 - Grasas 0g - Hidratos de carbono 0g - Proteínas 0g - Fibra alimentaria 63g - Sodio 9.3g 	<p>Debe estar libre de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Humedad - Hongos - Arena - Metales
<p>Propanotriol</p>		<ul style="list-style-type: none"> Glicerol 99 % mín. - Cloruros 10 ppm máx. - Ácidos grasos y ésteres 1 Max (ml de 0.5 N NaOH/ 50g) - Sulfatos 20 ppm máx. - Metales pesados 5 ppm máx. - Compuestos clorados 30 ppm. - Aldehídos 5 ppm Max - Compuestos halogenados 35 ppm. - Refracción a 20°C 1.470 – 1.475 - Azúcar (negativo) - Cenizas sulfatadas 0.01% Max - Agua 0.5% Max - Residuos por ignición 0.01% Max 	<p>Debe estar libre de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conservar propiedades - Materiales extraños
<p>Aceite vegetal</p>		<p><u>Información nutricional (100gr)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Valor energético (kJ/100g) 3700 - Valor energético (kcal/100g) 900 - Grasas 100 g - Hidratos de carbono 0g - Proteínas 0g - Azúcares 0g - Proteínas 0g - Sal 0g 	<p>Debe estar libre de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conservar propiedades - Materiales extraños

<p>Cloruro de calcio</p>		<p><u>Se compone de:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cloruro de Calcio 75-95 % - Sales inorgánicas o impurezas 5-25% 	<p>Debe estar libre de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Humedad - Materiales extraños
<p>Linaza</p>		<p><u>Información nutricional (100gr)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Materia grasa 37,4g - Hidratos de carbono 7,2g - Proteínas 19,9g - Cenizas 3,1g - Fibra dietética 25,2mg 	<p>Debe estar libre de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Humedad - Materiales extraños - Insectos - Hongos - Tierra - Piedras - Residuos del cultivo - Plásticos
<p>Aceite de coco</p>		<p><u>Porción de 5 mg</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Calorías 40 - Grasas 4,5g - Grasa saturada 4g - Colesterol 10mg - Sodio 0mg - Potasio 0mg - Carbono total 0mg - Fibra 0mg - Azúcares 0g - Proteínas 0g - Vitamina A 0g - Vitamina C 0g - Calcio 0g - Hierro 0g 	<p>Debe estar libre de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Humedad - Materiales extraños

Chía

**Información nutricional (100gr)**

- Valor energético (kcal/100g) 536
- Lípidos 34,3g
- Hidratos de carbono 44g
- Proteínas 17,2g
- Ag Trans 0g
- Colesterol 0mg

Debe estar libre de:

- Humedad
- Materiales extraños
- Insectos
- Hongos
- Tierra
- Piedras
- Residuos del cultivo
- Plásticos

Nota. En esta tabla se describen el contenido bromatológico y los requerimientos de calidad de los ingredientes utilizados para la elaboración de las muestras de cuero vegano.

Fuente autor.

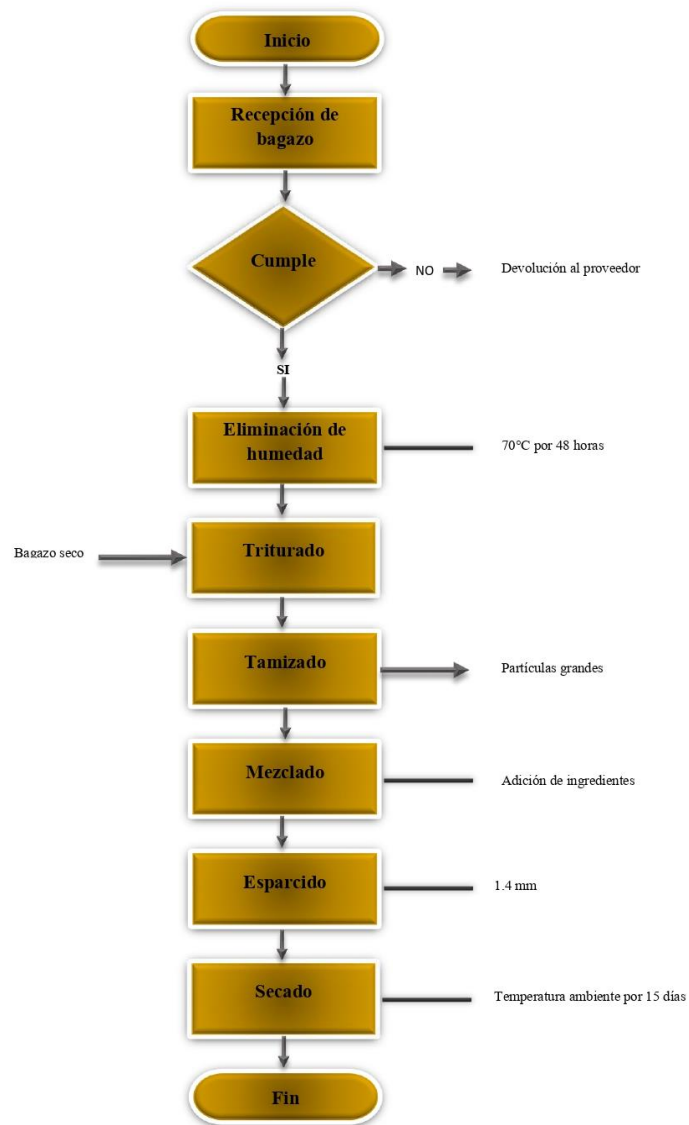
2.1.3.4 Elaboración de muestras.

Para la elaboración de todas las muestras se aplicó el mismo proceso relacionado en el análisis; posteriormente se tuvo en cuenta los ingredientes y las cantidades para la variación de estas.

Proceso aplicado para la elaboración de las muestras. Después del análisis del proceso encontrado según la literatura consultada, se aplicó el siguiente diagrama de flujo para elaborar las muestras de cuero vegano:

Figura 12

Diagrama de flujo para elaborar muestras de cuero vegano.



Nota. La figura muestra el proceso que se le realiza al bagazo para la elaboración de las muestras de cuero vegano. Fuente autor.

Procedimiento. Se mezclan los ingredientes secos con el fin de tener una mejor homogenización de la mezcla. Posteriormente se adicionan los componentes grasos y el

agua; se mezclan todos los ingredientes con ayuda de una batidora hasta obtener una mezcla homogénea.

Seguidamente se esparce uniformemente la mezcla en el molde. Para finalizar el proceso, se esparce la solución calcificante sobre la lámina por ambos lados, se deja actuar por cinco minutos y se procede a enjuagar. La muestra obtenida se dispone a secar a temperatura ambiente durante 15 días.

Figura 13

Recepción de bagazo.



Nota. La imagen muestra la recepción de bagazo. Fuente autor.

Figura 14

Triturado de bagazo de caña de azúcar.



Nota. La imagen muestra el triturado de forma casera, del bagazo de caña de azúcar.

Fuente autor.

Figura 15

Tamizado del bagazo de caña de azúcar.



Nota. La figura muestra el tamizado realizado al bagazo de caña de azúcar, donde se obtienen dos tipos de partículas. Fuente autor.

Figura 16

Mezclado de ingredientes



Nota. La figura muestra el mezclado mecánico de los ingredientes. Fuente autor.

Muestras elaboradas. Se elaboraron cinco (5) muestras variando los materiales adicionados al bagazo, así como las cantidades en algunos de ellos.

Tabla 3

Cantidad de materiales para elaboración de muestras

Material Muestra	Bagazo (gr)	Alginato (gr)	Propanotriol (ml)	Aceite vegetal (gr)	Agua (ml)	CaCl ₂ (gr)	Linaza (gr)	Aceite de coco (ml)	Chía (gr)
1	10	10	50	10	265	7	0	0	0
2	10	0	50	10	265	7	10	0	0
3	10	10	0	10	265	7	0	50	0
4	10	10	50	10	265	0	0	0	7
5	10	0	0	10	265	0	10	50	7

Nota. La tabla muestra la cantidad y clase de ingredientes utilizados para la elaboración de cada muestra. Fuente autor.

Descripción de las muestras

Muestra 1.

Ingredientes:

- 10 gr de bagazo seco en polvo
- 10 gr de alginato en polvo
- 50 gr de propanotriol
- 10 gr de aceite vegetal
- 265 ml de agua
- 7 gr de Cloruro de Calcio

Figura 17*Ingredientes muestra uno*

Nota. La figura muestra el estado físico de los ingredientes utilizados en la muestra uno.

Fuente autor.

Muestra 2.

Ingredientes:

- 10 gr de bagazo seco en polvo
- 10 gr de Linaza en polvo
- 50 gr de propanotriol
- 10 gr de aceite vegetal
- 265 ml de agua
- 7 gr de Cloruro de Calcio

Figura 18*Ingredientes muestra dos*

Nota. La figura muestra el estado físico de los ingredientes utilizados en la muestra dos.
Fuente autor.

Muestra 3.

Ingredientes:

- 10 gr de bagazo seco en polvo
- 10 gr de alginato en polvo
- 50 gr de aceite de coco
- 10 gr de aceite vegetal
- 265 ml de agua
- 7 gr de Cloruro de Calcio

Figura 19*Ingredientes muestra tres*

Nota. La figura muestra el estado físico de los ingredientes utilizados en la muestra tres.

Fuente autor.

Muestra 4.

Ingredientes:

- 10 gr de bagazo seco en polvo
- 10 gr de alginato en polvo
- 50 gr de propanotriol
- 10 gr de aceite vegetal
- 265 ml de agua
- 7 gr de Chía en polvo

Figura 20*Ingredientes muestra cuatro*

Nota. La figura muestra el estado físico de los ingredientes utilizados en la muestra cuatro. Fuente autor.

Muestra 5.

Ingredientes:

- 10 gr de bagazo seco en polvo
- 10 gr de Linaza
- 50 gr de aceite de coco
- 10 gr de aceite vegetal
- 265 ml de agua
- 7 gr de Chía

Figura 21*Ingredientes muestra cinco*

Nota. La figura muestra el estado físico de los ingredientes utilizados en la muestra cuatro. Fuente autor.

Pruebas básicas para las muestras de cuero vegano elaboradas. Teniendo en cuenta que la muestra uno presentó mejor consistencia después del secado, se le realizaron pruebas básicas las cuales se relacionan a continuación:

Prueba 1. Análisis en laboratorio. Se enviaron 33 muestras de 20cm x 20cm a laboratorio de ensayos e investigación en pruebas técnicas para la industria Blancec SAS certificado por la ONAC bajo la norma NTC-ISO IEC 17025, donde se realizaron los siguientes análisis:

- Resistencia al desgarre (N) NTC ISO 3377-1 Método pantalón
- Resistencia al desgarre (N) NTC ISO 3377-2 Método Ojal
- Resistencia a la tracción (N) y porcentaje de elongación (%) NTC ISO 3376
- Resistencia a la flexión NTC ISO 5402. Prueba en seco 100000 ciclos y Prueba en húmedo 150000 ciclos
- Suavidad ISO 17235

Prueba 2. Corte y grabado. Se realizó proceso de corte y grabado con máquina laser CNC (Control Numérico Computarizado). Los parámetros utilizados para estos procesos fueron:

- Potencia 60W
- Velocidad 12 m/s

Prueba 3. Costura. Se procedió a realizar costura del material con maquina plana Singer, teniendo en cuenta los siguientes parámetros

- Costura sencilla
- Costura doble
- Unión de material

Prueba 4. Degradación. Se sometió el material a condiciones ambientales durante veinte días, dejando un trozo de 4mm x 8mm en un jardín, expuesto a humedad, lluvia, brillo solar y en contacto directo con la tierra.

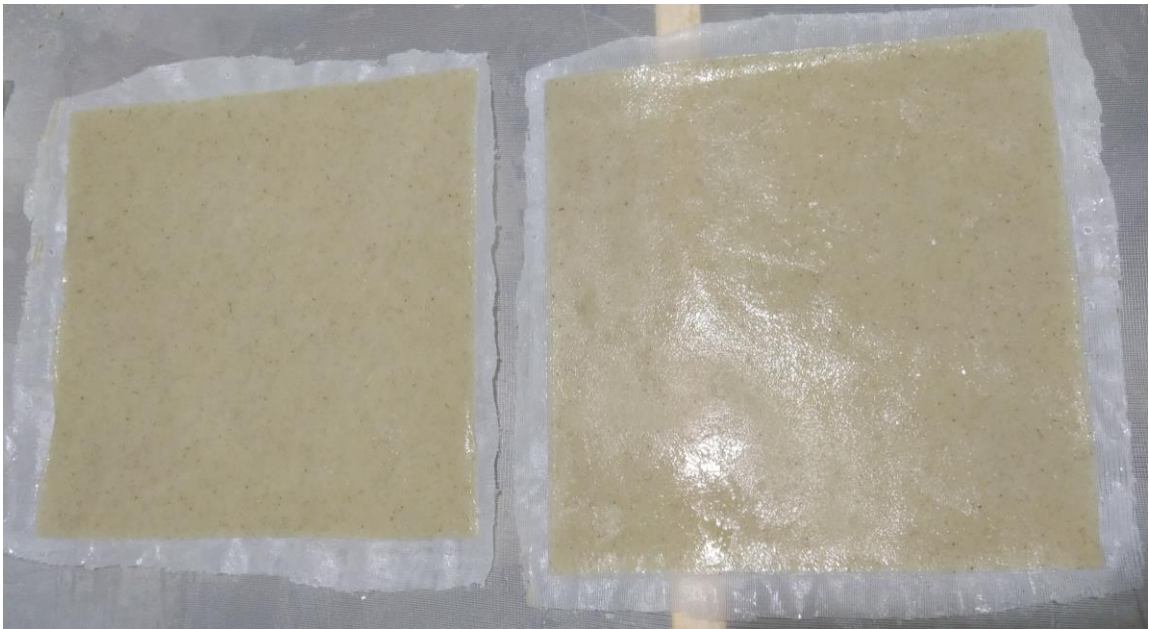
Se introdujo un pedazo de material de 8 cm de diámetro en una bolsa ziploc transparente dejándola sellada por un periodo de tres meses.

2.1.4 Resultados y discusión

2.1.4.1 Muestra 1.

Figura 22

Láminas muestra uno



Nota. La figura muestra las láminas de la muestra uno recién elaboradas. Fuente autor.

En esta muestra se destacó la consistencia adquirida como resultado de la mezcla de sus ingredientes. Al momento de aplicar la solución calcificante, se empieza a observar una lámina compacta, y al momento de enjuagar se siente una textura similar al cuero; así mismo, el agua resbala y no provoca daño alguno sobre la muestra, incluso sometiéndolo al caudal directo del grifo. También se observa separación inmediata de algunos orillos del material de la superficie (bastidor) donde se realizó el proceso de extendido. Posterior al tiempo de secado, se obtiene un material flexible, suave y duro de romper.

El tipo de ingredientes utilizado generó esta lámina compacta y cumplió con las expectativas propuestas para el presente proyecto; omitiendo algunos ingredientes de origen químico resultantes de la revisión bibliográfica, se buscó crear un material biodegradable y menos contaminante.

2.1.4.2 Muestra 2.

Figura 23

Láminas muestra dos



Nota. La figura muestra las láminas de la muestra dos al momento de retirar la solución calcificante. Fuente autor.

Para esta muestra, se obtuvo una mezcla más líquida lo que facilitó su proceso de moldeo; sin embargo, al momento de eliminar la solución calcificante también se lavó parte del material provocando daño en la lámina. Al momento del secado, se observó contracción y agrietamiento; también se percibió una consistencia blanda y gelatinosa que dificultó despegar el material del molde. Lo anterior se debe a la omisión del alginato, debido a que es un ingrediente que provee la viscosidad y gelificación (Calvo, M. 2000), que le aporta consistencia y firmeza al material.

2.1.4.3 Muestra 3.

Figura 24

Láminas muestra tres



Nota. La figura muestra las láminas de la muestra tres recién elaboradas. Fuente autor.

La muestra tres, muestra un comportamiento inicial parecido a la muestra uno, sin embargo, al momento del secado se presenta agrietamiento y acartonamiento; esta última característica provoca rompimiento del material al tratar de manipularlo. Así mismo, no se obtuvo separación de la muestra del molde; lo anterior obedece al reemplazo del Propanotriol por el aceite de coco. Debido a que son componentes grasos diferentes, el aceite de coco impide obtener la flexibilidad requerida según la naturaleza del material que se busca.

2.1.4.4 Muestra 4.

Figura 25

Láminas muestra cuatro



Nota. La figura muestra las láminas de la muestra cuatro con solución calcificante.

Fuente autor.

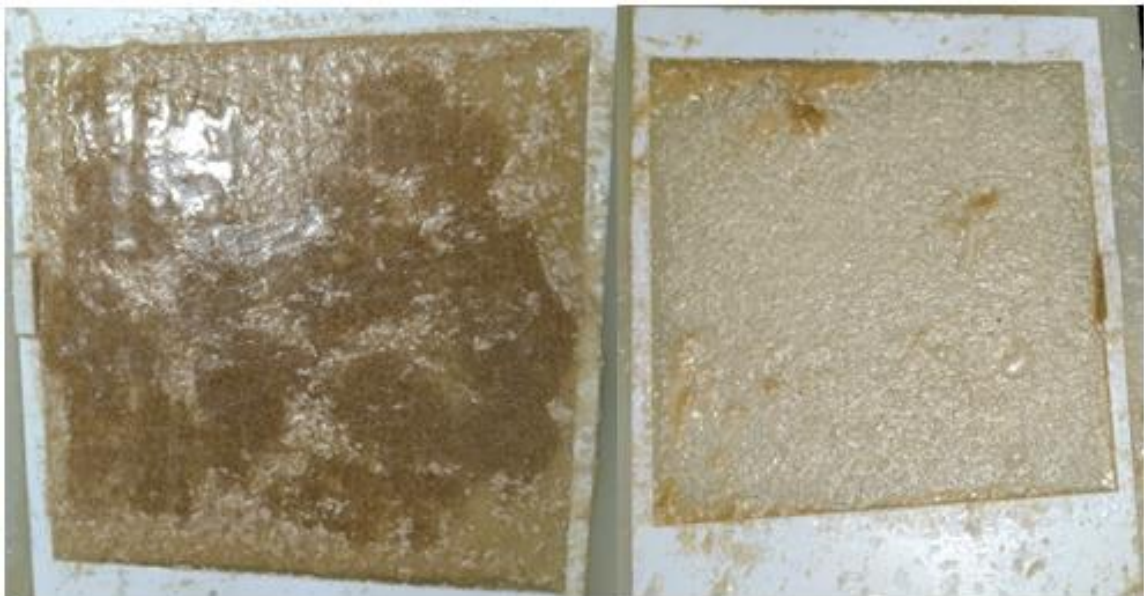
En su elaboración no se observaron alteraciones y se obtuvo buena consistencia de la mezcla. Al adicionar la Chía como elemento calcificante, se presenta dificultad para retirarla en el lavado. Después del secado se obtiene un material blando, gelatinoso y pegajoso.

En reemplazo del Cloruro de calcio que es el componente calcificante se utilizó la chía debido a que contiene calcio y proteínas (USDA, 2019), sin embargo, no se obtuvo el resultado esperado debido a que esta presenta coagulación y no permite que los ingredientes compacten igual que con el cloruro de calcio.

2.1.4.5 Muestra 5.

Figura 26

Láminas muestra cinco



Nota. La figura muestra las láminas de la muestra cinco las cuales no presentan consistencia y se dañan al momento de retirar la solución calcificante. Fuente autor.

Para esta muestra, la mezcla presentó una consistencia muy líquida y poco homogénea, lo que provocó que al momento de retirar con agua la solución calcificante, también se eliminara todos los ingredientes. Se reemplazo el alginato por linaza ya que presentan un comportamiento gelificantes parecidos, el propanotriol por el aceite de coco y el cloruro de calcio por la chía, lo cual permite deducir que la mezcla de estos ingredientes no genero el material deseado, pues de acuerdo con lo relacionado anteriormente, a pesar de contener propiedades similares no se incorporan de la misma forma.

2.1.4.6 Resultados de pruebas aplicadas a las muestras.

Tabla 4

pruebas realizadas a las muestras de cuero vegano

Muestra	Ingredientes	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	prueba 4
1	Bagazo (10g) Alginato de sodio (10g) Propanotriol (50ml) Aceite vegetal (10ml) Agua (165ml) Cloruro de calcio (7g)	X	X	X	X
2	Bagazo (10g) Linaza (10g) Propanotriol (50ml) Aceite vegetal (10ml) Agua (165ml) Cloruro de calcio (7g)	-	-	-	-
3	Bagazo (10g) Alginato de sodio (10g) Aceite de coco (50ml) Aceite vegetal (10ml) Agua (165ml) Cloruro de calcio (7g)	-	-	-	-

4	Bagazo (10g) Alginato de sodio (10g) Propanotriol (50ml) Aceite vegetal (10ml) Agua (165ml) Chía (7g)	-	-	-	-
5	Bagazo (10g) Linaza (10g) Aceite de coco (50ml) Aceite vegetal (10ml) Agua (165ml) Chía (7g)	-	-	-	-

Nota. La tabla muestra las pruebas que se le realizaron a cada muestra de cuero vegano.
Fuente autor.

Los resultados obtenidos de las pruebas aplicadas a la muestra uno, son los siguientes:

Pruebas de resistencia

Según los resultados de las láminas enviadas al laboratorio Blancsec S.A.S, se tiene los siguientes valores:

- Resistencia al desgarre doble lado paralelo 14,7 N/cm
- Resistencia al desgarre doble lado perpendicular 16,1N7cm
- Resistencia al desgarre simple muy bajo y no detectable por el equipo de medición tanto por lado perpendicular como paralelo.
- Resistencia a la flexión en seco hasta 10000 ciclos
- Resistencia a la flexión en húmedo muy bajo y no detectable por el equipo de medición.
- Resistencia a la tracción 0,43 Mpa
- Resistencia a la tracción lado perpendicular 0,53 Mpa
- Elongación lado paralelo 68,1%
- Elongación lado perpendicular 75,2%

- Suavidad 8mm

Pruebas de manufactura.

Corte y grabado en máquina CNC (Control Numérico Computarizado). El material presentó buen comportamiento al corte laser y grabado de letras y figuras, sin mostrar deterioro, malformación o roturas.

Figura 27

Grabado de cuero vegano en maquina CNC (Control Numérico Computarizado)



Nota. La figura muestra pulsera elaborada con cero vegano, cortes y grabado con CNC laser. Fuente autor.

Costura. Al someter el cuero vegano a procesos de costura sencilla, doble o unión, no se presenta daño por desgarre.

Figura 28

Costura cuero vegano



Nota. La figura muestra las costuras realizadas a una lámina de cuero vegano, cuyo espesor es de 1,4mm. Fuente, Autor.

Figura 29

Costura de unión en cuero vegano



Nota. La figura muestra la costura de unión de los extremos de una lámina de cuero vegano de 1,4mm. Fuente, autor.

Degradación. La pieza expuesta a lluvia, brillo solar y contacto directo con la tierra empezó a presentar presencia de hongo a los ocho días; sin embargo, trascurridos veinte días el moho no cubrió todo el cuero, mantiene resistencia, pero presenta un grosor mayor debido a la absorción de humedad.

Figura 30

Muestra expuesta a condiciones ambientales



Nota. La figura muestra el cambio que sufre el cuero vegano al ser expuesto a condiciones ambientales. Fuente autor.

En cuanto a la pieza encapsulada en la bolsa de cierre hermético, trascurrido los tres meses no presenta cambios.

Figura 31

Muestra empacada con cierre hermético



Nota. La figura muestra que no ocurre cambios en el cuero vegano al ser puesto en empaque plástico por varios meses. Fuente autor.

Las demás muestras (2,3,4 y 5) no fueron sometidas a pruebas, debido a que no se obtuvo la lámina requerida a consecuencia del comportamiento de los ingredientes en los procesos de elaboración y secado.

2.1.4.7 Estandarización de los ingredientes y cantidades para elaborar cuero vegano.

Tabla 5

Requerimientos de calidad según la norma

Pruebas para muestras de 1,4mm de grosor	NTC 2216 NTC 2307
Resistencia mínima al desgarre. (N/cm) NTC 4575 Método A	35
Resistencia mínima al desgarre. (N/cm) NTC 4575 Método B	70
Resistencia a la flexión (seco)	50000 ciclos

Resistencia a la flexión (húmedo)	20000 ciclos
Resistencia a la tracción (N)	*
Porcentaje de elongación (%)	*
Suavidad (mm)	*
Cortado y grabado	*
Costura	*
Degradación (d)	*
* No especificado en la norma	

Nota. La tabla especifica los requerimientos de calidad para pieles de origen animal utilizados en la fabricación de calzado y guantes de carnaza. Tomado de NTC2216 y NTC2307.

2.1.4.7 Formulación estandarizada para elaborar cuero vegano.

Después de elaborar las muestras y las pruebas relacionadas anteriormente, y teniendo en cuenta que solo la muestra uno pudo ser sometida a las pruebas, se procedió a comparar dichos resultados con los relacionados en las NTC 2216 y NTC 2307 y se realizó el cálculo de la muestra uno en porcentaje.

Tabla 6

Resultados de calidad cuero vegano

Pruebas para muestras de 1,4mm de grosor	NTC 2216 NTC 2307	Resultados
--	----------------------	------------

Resistencia mínima al desgarre. (N/cm) NTC 4575 Método A	35	No reporta
Resistencia mínima al desgarre. (N/cm) NTC 4575 Método B	70	14,7 / 16,1
Resistencia a la flexión (seco)	50000 ciclos	10000 ciclos
Resistencia a la flexión (húmedo)	20000 ciclos	No reporta
Resistencia a la tracción (Mpa)	*	0,43 / 0,53
Porcentaje de elongación (%)	*	68,1 / 75,2
Suavidad (mm)	*	8
Cortado y grabado	*	Si**
Costura	*	Si**
Degradación (d)	*	> 20

* No especificado en la norma

** Puede realizarse sin presencia de daños.

Nota. La tabla muestra la comparación de los resultados del cuero vegano de bagazo de caña de azúcar con respecto a la normas para cuero de origen animal. Fuente autor.

Tabla 7

Formulación estandarizada para elaborar cuero vegano.

Ingrediente	Porcentaje
Bagazo	100%
Alginato de sodio	4%
Propanotriol	21%
Aceite vegetal	4%
Agua	68%


Cloruro de calcio | 3%

NOTA. La tabla muestra la formulación para la elaboración de cuero vegano a partir de bagazo de caña de azúcar.

2.1.4.9 Ficha técnica

Tabla 8

Ficha técnica cuero vegano a partir de bagazo de caña de azúcar

<p>NOMBRE DEL PRODUCTO</p>	<p>Cuero vegano a partir de bagazo de caña de azúcar</p> 
<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</p>	<p>Grosor 1,4mm Resistencia al desgarre de 14,7 N/cm y 16,1N7cm Resistencia a la flexión hasta 10000 ciclos Resistencia a la tracción 0,43 Mpa y 0,53 Mpa Elongación 68,1% y 75,2% Suavidad 8 mm Fuente: Laboratorio BLANCEC S.A.S (2022).</p>
<p>ESPECIFICACIONES DE MANUFACTURA</p>	<p>Material resistente a la costura sencilla o doble, corte y grabado en CNC, almacenamiento en contenedores plásticos y condiciones climáticas hasta por ocho días sin presencia de daño.</p>
<p>LUGAR Y FECHA DE ELABORACION</p>	<p>Barbosa, Santander 10 de Julio de 2022</p>

Nota. Esta tabla muestra las especificaciones del cuero vegano a partir de bagazo de caña de azúcar. Fuente, autor.

3. Conclusiones

Se analizó el proceso para la elaboración de cuero vegano a partir de bagazo de caña de azúcar. De la literatura consultada y la experimentación realizada se estableció una formulación en su mayoría con ingredientes de origen vegetal.

De las cinco (5) muestras de cuero vegano elaboradas, solo con una se obtuvo el material deseado; en cuanto a las demás no se logró obtener el producto, debido a la falta de consistencia en la mezcla o acartonamiento y agrietamiento en las láminas, porque se variaron los ingredientes y no todos se incorporaron óptimamente al ser mezclados, pues estos tienen diferencia en su composición bromatológica, aunque fueron elegidos por demostrar alguna similitud según la revisión de literatura.

Las pruebas realizadas solo se pudieron aplicar a la muestra 1, por ser la que cumplió con el material deseado. En comparación con la con la norma técnica colombiana – NTC- 2216 para calzado y la NTC-2307 para guantes de carnaza, el grosor de la muestra (1.4mm), está dentro de los parámetros incluidos; aunque presentó resistencia en las pruebas realizadas, no cumple totalmente con los niveles establecidos para este grosor dentro de lo especificado puntualmente en las normas. Asimismo, presentó un buen comportamiento para procesos de costura, corte y grabado en máquina CNC (Control Numérico Computarizado); no presentó ningún cambio dentro del empaque plástico en el que se almacenó durante tres meses; igualmente, aceptó condiciones climáticas extremas hasta por ocho días sin presentar alteraciones.

Como producto estandarizado, se pudo establecer una formulación para la elaboración de cuero vegano utilizando como materia prima el bagazo de caña de azúcar; las proporciones de los demás ingredientes son: alginato de sodio 4%, propanotriol 21%, aceite vegetal 4%, agua 68% y cloruro de calcio 3%.

Se cumplió con el objetivo general del proyecto que fue la elaboración de cuero vegano a partir de bagazo de caña de azúcar en la hoya del río Suárez, como materia prima alternativa para la industria marroquinera, pues el material obtenido presentó buenos resultados de acuerdo con las pruebas realizadas, lo que demuestra que puede ser utilizado como materia prima en la industria marroquinera; sin embargo no cumple totalmente con la normatividad en algunos productos como calzado y guantes de carnaza.

4. Recomendaciones

El material obtenido puede ser utilizado en la industria marroquinera en artículos que requieran ser doblados, cosidos y /o grabados.

Continuar la presente investigación en una segunda etapa en la que se analice demostrativamente las cualidades del cuero vegano a partir de bagazo de caña de azúcar aplicado a cada producto de la industria marroquinera, realizando una comparación entre los resultados obtenidos aquí y pruebas de manufactura.

Referencias Bibliográficas

- Agama-Acevedo, E., Juárez-García, E., Evangelista-Lozano, S., Rosales-Reynoso, O. L., & Bello-Pérez, L. A. (2013). Características del almidón de maíz y relación con las enzimas de su biosíntesis. *Agrociencia*, 47(1), 01-12.
- Alegre Gago, G. (2017) Estudio de la influencia en la resistencia y ductilidad de las fibras de carbono utilizadas como reforzamiento de vigas de concreto armado.
- ASOCAÑA, (2007). Energía: La nueva agenda del sector azucarero. <https://www.asocana.org/StaticContentFull.aspx?SCid=167>.
- Azania, C. A. M., Rolim, J. C., & Azania, A. A. P. M. (2008). Cana-de-azúcar. *Campinas: Instituto agronómico*, 465-90.
- Barreiro Faubla, F. I., & Coronel Troya, A. B. (2021). *Bagazo de caña de azúcar (Saccharum officinarum) y almidón de yuca (Mianihot esculenta) como sustituto de poliestireno en la elaboración de platos biodegradables* (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL).
- Betancourt-Aguilar, C., Mello-Prado, R., Castellanos-González, L., & Silva-Campos, C. N. (2016). Características de la glicerina generada en la producción de biodiesel, aplicaciones generales y su uso en el suelo. *Cultivos Tropicales*, 37(3), 7-14.
- Laguilhoat, E. (2020). Alginato de Sodio, Ficha técnica del producto. Alginato de Sodio. E-401. <https://www.cocinista.es/download/bancorecursos/documentos/fichas/laguilhoat/Alginato%20de%20sodio.pdf>.
- Calvo, M. (2000). Bioquímica de los alimentos. *Zaragoza, España: Universidad de Zaragoza*.
- Canales Pedreros, C. (2020). Tonato materia vegetal: propuesta de refuerzo para compuesto estéticamente similar al cuero natural.

- Cardozo Ferreira, A. (2014). Estudio de factibilidad para la elaboración de un no tejido a partir del bagazo de la caña de azúcar.
- Castro Tafur, A., & Contreras Cabello, F. E. (2019). Estudio tecnológico para la fabricación de un sustituto del cuero hecho a base de fibra de caña de azúcar en el Perú.
- Centro Nacional de Información Biotecnológica (2022). Resumen de compuestos de PubChem para CID 312, ion cloruro. Recuperado el 13 de mayo de 2022 de <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Chloride-ion>.
- Ciafa. (2014). Ficha de datos de seguridad de materiales: Cloruro de Calcio. <https://www.ciafa.org.ar/files/a81QGzTroUWWWT0YNOmQMesr9nMUwTUyjSAYszfi.pdf>.
- Flores Pino, C. M. (2017). *Extracción de colágeno de las escamas de pescado utilizando diferentes niveles de rennina* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- García, H. Gordillo, G. Manual para el diseño y operación de hornillas paneleras. ICA-Holanda. Manual, documento digital y físico. 1992.
- Gómez, J. A. H., & Colín, S. M. (2008). Caracterización morfológica de chíá (*Salvia hispanica*). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(2), 105-113.
- Gonzalez Pachon, L. A. (2019). Gestión para mitigar los impactos ambientales generados por las curtiembres de Bogotá con el fin de concientizar sobre el cambio climático.
- Guerrero, M. (2012). *El agua*. Fondo de cultura económica.
- Hernández, L. A. (1994). Importancia energética y ambiental de la Biomasa en Colombia. *Agronomía Colombiana*, 11(2), 228–235. Retrieved from <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/28007>

- Hijosa, C. A. A. (2015). *Piñatex, the design development of a new sustainable material*. Royal College of Art (United Kingdom).
- INTA. (2012). "Propiedades Nutricionales." <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-chia-propiedades-nutricionales.pdf>.
- Jiménez, P., Masson, L., & Quitral, V. (2013). Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. *Revista chilena de nutrición*, 40(2), 155-160.
- Lagos-Burbano, E., & Castro-Rincón, E. (2019). Caña de azúcar y subproductos de la agroindustria azucarera en la alimentación de rumiantes. *Agronomía Mesoamericana*, 917-934.
- MANSO, Wilson y MANSO, Melixa. (2013). Bagazo, calderas de vapor, gases y medio ambiente. ATAM 2013 Manso Rev. 01.
- Medina Rodriguez, A. L. (2020). Sensaciones que brindan las texturas por medio de los textiles.
- Mora, J. M., García, C. P. P., & Nájera, F. (2011). Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en la fabricación de bloques ecológicos para mampostería liviana. *Revista Perfiles, de la Facultad de Ciencias, ESPOCH Año XV Número 8 Julio de 2011*, 16.
- Ojeda, L., Machado, N. D. L. C. N., & Herrera, H. (2017). La linaza (*Linum usitatissimum* L.) y su papel nutracéutico| Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) and its nutraceutical role. *Saber*, 29, 712-722.
- Ortega, A. O. (2018). Enfoques de investigación. *Métodos para el diseño urbano—Arquitectónico*.

- Osorio Saraz, J. A., Varón Aristizabal, F., & Herrera Mejía, J. A. (2007). Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar. *Dyna*, 74(153), 69-79.
- Ospina, Iván. (2020). Ficha técnica de Glicerina USP DQI S.A. <https://www.dqisa.com/wp-content/uploads/2020/12/GLICERINA-USP.pdf>.
- Pernalete, Z., Piña, F., Suárez, M., Ferrer, A., & Aiello, C. (2008). Fraccionamiento del bagazo de caña de azúcar mediante tratamiento amoniacal: efecto de la humedad del bagazo y la carga de amoníaco. *Bioagro*, 20(1), 3-10.
- Piedrasanta, E.J.G. (2018).” Extracción y caracterización fisicoquímica del aceite de Sésamo (*Sesamum Indicum*) Guatemalteco, de la región de Retalhuleu, de las semillas comerciales natural y descortezada a nivel de laboratorio.
- Ramírez, H., A. Salcedo, E. Briones, F. Lucero, A. Cárdenas, C. Marcof, y J. Martínez. 2014. Rendimiento, caracterización morfológica y bromatológica de la punta de caña de azúcar en la Huasteca Potosina, México. *Rev. Cub. Cienc. Agríc.*
- Rafael Salgado. (2016). RS Latas <https://rafaelsalgado.com/producto-catalogo/latas-rs/>.
- Sánchez, M. E. L., & Meneses, H. W. P. (2020). DISEÑO DE TRAPICHE PANELERO CON SOSTENIBILIDAD ELÉCTRICA A PARTIR DE ENERGÍA SOLAR. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*.
- SIOC, Sistema de Información de Gestión y Desempeño de Organizaciones de Cadenas (2021). Cadena agroindustrial de la panela. [Presentación de PowerPoint \(minagricultura.gov.co\)](http://www.minagricultura.gov.co)
- MADR.
- SIPA, Sistema de información panelero. (2021). Cifras del sector. http://www.sipa.org.co/wp/wp-content/uploads/CIFRAS_2020_FEDEPANELA.pdf.

SIXES, (2021). Industria del cuero: gran potencial y escalabilidad en el mercado.

<https://sicex.com/blog/industria-del-cuero-en-colombia/>.

USDA, (2019). FoodData Central. Seeds Chía seeds, dried. [https://fdc.nal.usda.gov/fdc-](https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170554/nutrients)

[app.html#/food-details/170554/nutrients](https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170554/nutrients)

Vit, P. (2005). Productos de la colmena secretados por las abejas: Cera de abejas, jalea real y

veneno de abejas. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 36(1), 35-42.

Apéndices

Apéndice A. Informe resultados laboratorio.

	Laboratorio de Ensayos e Investigación en pruebas técnicas para la Industria			
	INFORME DE RESULTADOS N° 22-0182 CUERO VEGANO			

DATOS DE MUESTRAS	
Fecha de recepción	2022-10-11
Fecha realización de ensayos	2022-10-14 al 2022-10-19
Fecha de Emisión del Informe	2022-10-20

DATOS DE LOS ENSAYOS								
NORMA DE PRODUCTO: NO ESPECIFICADA								
ENSAYO: Determinación de la resistencia al desgarre, Parte 2: Desgarre Doble					NORMA: NTC-ISO 3377-2 (2006-09-22)			
Requisito de la norma de producto	Nombre de la muestra	Código de Muestra	Espesor (mm)	Resultados de Ensayo				
				Promedio Desgarre (N)		Media Aritmética Desgarre (N)	Promedio Desgarre (N/cm)	
				Lado paralelo	Lado perpendicular		Lado paralelo	Lado perpendicular
No Especificado	Cuero vegano	22-0182-1	1,42 ± 7,0E-02	1,75 ± 1,4E+00	2,65 ± 1,4E+00	2,20 ± 1,4E+00	14,75	16,10
CONDICIONES ESPECÍFICAS DEL ENSAYO								
- Acondicionamiento de la muestra: Temperatura: 21,5 °C, Humedad Relativa: 51,1 % y Tiempo: 24,0 h								
- Condiciones Ambientales del ensayo:								
Iniciales: Temperatura: 21,3 °C y Humedad Relativa: 54,3 %								
Finales: Temperatura: 21,4 °C y Humedad Relativa: 54,8 %								

DATOS DE LOS ENSAYOS								
NORMA DE PRODUCTO: NO ESPECIFICADA								
ENSAYO: Determinación de la resistencia al desgarre, Parte 1: Desgarre Simple					NORMA: NTC-ISO 3377-1 (2006-09-22)			
Requisito de la norma de producto	Nombre de la muestra	Código de Muestra	Espesor (mm)	Resultados de Ensayo				
				Promedio Desgarre (N)		Media Aritmética Desgarre (N)	Promedio Desgarre (N/cm)	
				Lado paralelo	Lado perpendicular		Lado paralelo	Lado perpendicular
No Especificado	Cuero vegano	22-0182-1	1,34 ± 2,1E-02	No reporta	No reporta	No reporta	No reporta	No reporta
CONDICIONES ESPECÍFICAS DEL ENSAYO								
- Acondicionamiento de la muestra: Temperatura: 21,5 °C, Humedad Relativa: 51,1 % y Tiempo: 24 h								
- Condiciones Ambientales del ensayo:								
Iniciales: Temperatura: 21,8 °C y Humedad Relativa: 52,1 %								
- Nota: Para este ensayo las probetas reportaban una fuerza muy baja, no detectable por el equipo								



Laboratorio de Ensayos e Investigación en pruebas técnicas para la Industria



**INFORME DE RESULTADOS
N° 22-0182 CUERO VEGANO**

NORMA DE PRODUCTO: NO ESPECIFICADA			NORMA: NTC-ISO 5402 (2008-05-28)			
ENSAYO: Determinación de la resistencia a la flexión mediante el método del flexómetro			Resultados de Ensayo			
Requisito de la norma de producto	Nombre de la muestra	Código de Muestra	Dirección de la probeta	Condición del ensayo	Resultados del Ensayo	
No Especificado	Cuero Vegano	22-0182-1	Paralelo al lomo	Seco	¿Se presenta cambio en el tono de la película de acabado?	NO
					¿El acabado se cuartea y presenta agrietamiento?	SI
					¿El acabado presenta pérdida de adhesión al cuero?	NO
					¿El acabado presenta reducción o descamación en las capas?	NO
					¿Presenta efluorescencia?	N.A.
				Húmedo	¿Se presenta cambio en el tono de la película de acabado?	Se rompe la probeta
					¿El acabado se cuartea y presenta agrietamiento?	Se rompe la probeta
			Perpendicular al lomo	Seco	¿Se presenta cambio en el tono de la película de acabado?	NO
					¿El acabado se cuartea y presenta agrietamiento?	SI
					¿El acabado presenta pérdida de adhesión al cuero?	NO
					¿El acabado presenta reducción o descamación en las capas?	NO
					¿Presenta efluorescencia?	N.A.
				Húmedo	¿Se presenta cambio en el tono de la película de acabado?	Se rompe la probeta
					¿El acabado se cuartea y presenta agrietamiento?	Se rompe la probeta
CONDICIONES ESPECÍFICAS DEL ENSAYO						
- Acondicionamiento de la muestra: Temperatura: 21,5 °C, Humedad Relativa: 51,1 % y Tiempo: 24 h - Condiciones Ambientales del ensayo: Iniciales: Temperatura: 23,5 °C y Humedad Relativa: 50,2 % Finales: Temperatura: 24,2 °C y Humedad Relativa: 53,6 % - Número de ciclos de flexión: En seco: 100000 - Observaciones: En el ensayo en seco se presenta rotura del material desde los 10000 ciclos. - Nota: no fue posible realizar el ensayo en condición de húmedo, ya que al momento de montar la probeta en el equipo se rompe por el previo humedecimiento.						

N.E.: No Evaluado, N.A.: No Aplica.

Página 3 de 5

FT-033 V-015 2021-10-29



Laboratorio de Ensayos e Investigación en pruebas técnicas para la Industria



**INFORME DE RESULTADOS
N° 22-0182 CUERO VEGANO**

NORMA DE PRODUCTO: NO ESPECIFICADA						
ENSAYO: Determinación de la suavidad			NORMA: ISO 17235 (2015-09-01)			
Requisito de la norma de producto	Nombre de la muestra	Código de Muestra	Resultados de Ensayo			
			Apertura Nominal (mm)	Área Ensayada	Suavidad (mm)	Promedio Suavidad (mm)
No Especificado	Cuero vegano	22-0182-1	35 mm	Desconocida	8,0	8,0 ± 1,0E-01
					7,9	
					8,0	
CONDICIONES ESPECÍFICAS DEL ENSAYO						
- Acondicionamiento de la muestra: Temperatura: 21,5 °C, Humedad Relativa: 51,1 % y Tiempo: 24 h						
- Condiciones Ambientales del ensayo:						
Iniciales: Temperatura: 24,2 °C y Humedad Relativa: 51,6 %						
Finales: Temperatura: 24,5 °C y Humedad Relativa: 51,9 %						

DATOS DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO REALIZADOS

Identificación de Norma Aplicada	Nombre del método	Ensayo Acreditado Certificado de acreditación 11-LAB-041 Norma ISO/IEC 17025: 2017 VIGENCIA: 2021-09-10 a 2025-01-23	
		SI	NO
ISO 17235 (2015-09-01)	Cuero. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la suavidad	X	
NTC-ISO 3377-2 (2006-09-22)	Cuero. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia al desgarre. Parte 2: Desgarre doble.	X	
NTC-ISO 5402 (2006-05-28)	Cuero. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia a la flexión mediante el método del flexómetro.	X	
NTC-ISO 3376 (2016-12-07)	Cuero. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia a la tracción y porcentaje de elongación.	X	
NTC-ISO 3377-1 (2006-09-22)	Cuero. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia al desgarre. Parte 1: Desgarre simple.	X	

OBSERVACIONES Y ANEXOS

1. Este informe emitido por el laboratorio BLANCEC S.A.S, corresponde a los resultados obtenidos del análisis de la muestra ensayada.
2. No se realiza muestreo, la muestra es entregada por el cliente.
3. Una vez finalizados los ensayos, las muestras serán devueltas junto con el informe de resultados de acuerdo al FT-032.

N.E.: No Evaluado; N.A.: No Aplica.

Página 4 de 5

FT-033 V-015 2021-10-29



Laboratorio de Ensayos e Investigación en pruebas técnicas para la Industria



**INFORME DE RESULTADOS
N° 22-0182 CUERO VEGANO**

4. No se puede reproducir por ningún medio, este informe de resultados sin la aprobación escrita del laboratorio BLANCEC S.A.S.
5. Los resultados consignados en este informe de resultados son propiedad de quién los ha solicitado y no de BLANCEC S.A.S.
6. Este informe es válido solo con sello seco de BLANCEC S.A.S y firmado por personal autorizado por BLANCEC S.A.S.
7. En caso de presentarse alguna duda o inconsistencia con los resultados presentados en este informe, se debe presentar la solicitud de revisión dentro de los 30 días siguientes a la entrega del informe.
8. Los métodos de ensayo que aparecen con asterisco (*), fueron contratados en laboratorios no acreditados o en laboratorios acreditados que no tienen el método de ensayo en su alcance de acreditación y atestiguados por un funcionario de BLANCEC S.A.S.
9. Los métodos de ensayo que se encuentran con doble asterisco (**) fueron contratados en un laboratorio acreditado.
10. BLANCEC S.A.S es responsable frente al cliente, por el trabajo realizado por el laboratorio contratado, excepto en el caso en que el cliente o autoridad reglamentaria especifique el laboratorio a contratar.
11. BLANCEC S.A.S cuenta con acreditación ONAC según certificado de acreditación N° 11-LAB-041, bajo la norma NTC ISO IEC 17025: 2017 vigente desde 2021-09-10 hasta 2025-01-23. Para mayor información sobre los ensayos acreditados dirigirse al siguiente enlace: <https://onac.org.co/certificados/11-LAB-041.pdf>.
12. La información acerca de equipos usados, calibraciones, incertidumbres y materiales de referencia se encuentran disponibles para consulta del cliente en las instalaciones de BLANCEC S.A.S.
13. BLANCEC S.A.S no autoriza a sus clientes u otras personas, que en su nombre hagan uso del Símbolo de Acreditación de ONAC y/o Referencia a la Condición de Acreditado que corresponde a la acreditación 11-LAB-041, en sus publicaciones, publicidad, documentos de tipo comercial o transaccional.
14. BLANCEC S.A.S. no se hace responsable de la información suministrada por el cliente que pueda afectar la validez de los resultados.

Nombre	Johana Ochoa
Cargo	Asistente Técnica
Firma	Johana Ochoa

Final del informe de resultados.