

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Características fisicoquímicas, mecánicas e histológicas en celulosa bacteriana sometidas a diferentes técnicas de curtición

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Agroindustrial

Presentado por:

Bach. Yuri Molina Huyhua

Asesor:

MSc. Percy Fermín Velásquez Ccosi

Ayacucho - Perú

2024

DEDICATORIA

Al Todo Poderoso, de quien todo procede.

A mis padres, porque todo lo que soy se lo debo a ellos y por brindarme su apoyo incondicional e inculcar en mí la importancia de estudiar.

A mi esposa Rud Elan y a mis hijos Gianella y Rodrigo, inspiración de mi vida, perseverancia, sacrificio, anhelo y desafío para alcanzar los sueños, compañeros inseparables que dan propósito y sentido en el trajinar de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, que me dio la formación profesional que hoy poseo y que me permitió desarrollar esta investigación.
- Al MSc. Percy Fermín Velásquez Ccosi, por su apoyo incondicional en el desarrollo de la investigación.
- A los catedráticos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.
- A los técnicos de laboratorio y amigos por su constante apoyo, paciencia y ayuda desinteresada en todo este tiempo de formación.

RESUMEN

En la presente investigación se ensayaron técnicas de curtido para impartir estabilidad química y física a la celulosa bacteriana de Kombucha, evitando su putrefacción y haciéndola resistente a cambios de temperatura y humedad, se experimentó el curtido mineral con sales de cromo (SC), curtido sintético con Tensocryl RB (T-RB) y curtido vegetal con Mimosa RC (M-RC), bajo los lineamientos del Diseño Simplex Centroide (DSC) se arregló 07 experimentos que permitió evaluar los efectos puros, binarios y terciarios de los curtientes: (SC), (T-RB) y (M-RC) en la resistencia a la tracción (RT) y porcentaje de elongación (PE). Por función de deseabilidad se optimizó la (RT) y el (PE) del material celulósico curtido y fueron los siguientes: 1,01% (SC), 4,49% (T-RB) y 4,49% (M-RC), los que optimiza la RT en 16,56 N/mm², 14,59 % para PE con una deseabilidad compuesta de las proporciones de los componentes de 1,000; estos valores están dentro de la consideración por la NTP 241.023:2014 referente al empeine de calzado casual requisitos y métodos de ensayo.

Palabras clave: Kombucha, celulosa bacteriana, biocuero, microscopia.

ABSTRACT

In the present investigation, tanning techniques were tested to impart chemical and physical stability to the Kombucha bacterial cellulose, avoiding its putrefaction and making it resistant to changes in temperature and humidity, mineral tanning with chromium salts (SC), synthetic tanning with Tensocryl RB (T-RB) and vegetable tanning with Mimosa RC (M-RC), under the guidelines of the Design Simplex Centroid (DSC) 07 experiments were arranged that allowed evaluating the pure, binary and tertiary effects of the tanning agents: (SC), (T-RB) and (M-RC) in tensile strength (RT) and percentage elongation (PE). By function of desirability, the (RT) and (PE) of the tanned cellulosic material were optimized and were the following: 1,01% (SC), 4,49% (T-RB) and 4,49% (M-RC), which optimizes RT at 16,56 N/mm², 14,59% for PE with a composite desirability of component ratios of 1,000; These values are within the consideration of NTP 241.023:2014 regarding the instep of casual footwear requirements and test methods.

Keywords: Kombucha, bacterial cellulose, bioleather, microscopy.

ÍNDICE GENERAL

	Pag.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE GENERAL	vi

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

1.1	Objetivo general	1
1.2	Objetivos específicos	2

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes	3
2.2	Celulosa bacteriana (CB)	7
2.2.1	Composición química	8
2.2.2	Características de la celulosa bacteriana	9
2.2.3	Factores que influyen en la fermentación de Kombucha	10
2.2.4	Curtientes minerales	13
2.2.5	Curtientes vegetales	13
2.2.6	Curtiente sintético	14
2.2.7	Cuero ecológico	14
2.2.8	Kombucha	15
2.2.9	<i>Komagataeibacter xylinus</i>	15
2.2.10	Consortio microbiano	15

CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1	Lugar de ejecución	16
3.2	Materiales, equipos, reactivos e insumos	16
3.2.1	Materia prima	16
3.2.2	Materiales	16
3.2.3	Equipo	16
3.2.4	Insumo	17
3.2.5	Software	17
3.3	Métodos	17
3.3.1	Obtención de celulosa bacteriana	17
3.3.2	Descripción de operaciones para la producción de celulosa bacteriana	18
3.3.3	Obtención de cuero biológico	20
3.3.3.1	Operaciones para la obtención de cuero biológico	20
3.3.3.2	Descripción de las operaciones para la obtención de cuero biológico	24
3.3.4	Diseño óptimo de experimentos (DOE) en la evaluación de datos	26
3.3.5	Ensayo mecánico	26
3.3.5.1	Determinación de la resistencia a la tracción	27
3.3.5.2	Determinación del porcentaje de alargamiento a la rotura	28

CAPITULO IV		
RESULTADOS Y DISCUSIONES		29
4.1	Ensayos físicos y mecánicos del cuero biológico	30
4.2	Optimización por Diseño Simplex Centroide (DSC)	31
4.3	Optimización por función de deseabilidad de los resultados físicos y mecánicos del cuero biológico	34
4.4	Análisis de microscopia del tratamiento con mayor resistencia a la tracción	36

CAPITULO V		
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
5.1	Conclusiones	38
5.2	Recomendaciones	39

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	40
ANEXOS	45

INDICE DE FIGURAS		
Figura 1	Formación de la celulosa y su excreción al medio de cultivo a través de la membrana celular del microorganismo <i>Acetobacter Xylinum</i>	8
Figura 2	Diagrama de flujo del proceso de cultivo de celulosa bacteriana	17
Figura 3	Diagrama de flujo para la obtención de cuero biológico: Curtido mineral	21
Figura 4	Diagrama de flujo para la obtención de cuero biológico: Curtido sintético	22
Figura 5	Diagrama de flujo para la obtención de cuero biológico: Curtido vegetal	23
Figura 6	Forma de la probeta	27
Figura 7	Obtención del cuero biológico y pruebas físicas mecánicas	29
Figura 8	Gráfico de contorno de mezcla de la resistencia a la tracción del cuero biológico (proporciones de los componentes)	33
Figura 9	Gráfico de contorno de mezcla del porcentaje de elongación del cuero biológico (proporciones de los componentes)	34
Figura 10	Optimización de las pruebas físicas y mecánicas del cuero biología	35
Figura 11	Caracterización química mediante Espectroscopía de Dispersión de Energía (EDS)	37
Figura 12	Microscopia Electrónica de Barrido (SEM)	37

INDICE DE TABLAS		
Tabla 1	Composición química general de Kombucha	9
Tabla 2	Contenido de celulosa de fuentes vegetales en comparación con la celulosa bacteriana	10
Tabla 3	Matriz experimental de variables en estudio	26
Tabla 4	Medidas de las probetas para las pruebas físicas	28
Tabla 5	Variables independientes y respuesta	31
Tabla 6	Análisis de varianza para resistencia a la tracción (RT)	31
Tabla 7	Análisis de varianza para el porcentaje de elongación (PE)	32

I. INTRODUCCIÓN

El curtido de pieles involucra la utilización de agentes curtientes en diferentes operaciones buscando estabilizar la proteína de la piel para el aprovechamiento del hombre. La industria del cuero generalmente utiliza pieles de animales, subproductos de la industria de la carne como materia prima, en este contexto, la industria del cuero se distinguido fácilmente como una industria considerada con el medio ambiente, ya que procesa productos de desecho de la producción de carne (Taylor et al., 1998). Sin embargo, la industria del cuero se ha asociado comúnmente con una alta contaminación debido al mal olor, los desechos orgánicos y el alto consumo de agua causados durante los procesos de fabricación).

Una opción a considerar es la celulosa bacteriana de Kombucha, un biopolímero ecológico con diversas aplicaciones comerciales, de estructura supramolecular con características micro morfológicas únicas con fibrillas separadas entrecruzadas formando diferentes capas interconectadas, combinadas para formar una superficie resistente difícil de rasgar cuando se seca (Takai, 2017).

En la presente investigación se ensayaron técnicas de curtido para impartir estabilidad química y física a la celulosa bacteriana de Kombucha, evitando su putrefacción y haciéndola resistente a cambios de temperatura y humedad, con técnicas usadas en la industria del cuero como son: el curtido mineral con sales de cromo (SC), curtido sintético con Tensocryl RB (T-RB) y curtido vegetal con Mimosa RC (M-RC).

1.1 Objetivo General

Determinar las características fisicoquímicas, mecánicas e histológicas en celulosa bacteriana sometidas a diferentes técnicas de curtición.

1.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar las resistencias a la tracción y el porcentaje de alargamiento de la celulosa bacteriana sometidas a diferentes técnicas de curtición.
- ✓ Evaluar las característica fisicoquímicas e histológicas de los tratamientos sometidos a diferentes técnicas de curtición

II. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

(Ayyappan et al., 2022a) en su investigación “Incorporaciones de nanomateriales de oro, plata y carbono a la celulosa bacteriana derivada de la kombucha: desarrollo de materiales antibacterianos similares al cuero”, concluyeron en los siguiente:

Incorporaron varios nanomateriales a la celulosa bacteriana derivada de kombucha similar al cuero para estudiar diversas características fisicoquímicas y el potencial de aplicación.

Los datos de dispersión de rayos X de ángulo pequeño revelaron la reducción en el radio de giro y la reducción en la sección transversal homogénea de las fibras plausiblemente debido al llenado de huecos y la compresión por interacciones con nanomateriales.

El alargamiento a la rotura como las temperaturas de transición vítrea aumentaron debido a diversas interacciones no covalentes con diferentes nanomateriales. Incremento significativo de la hidrofobicidad tras la incorporación de nanomateriales mostrando su usabilidad en diferentes condiciones climáticas.

Además, los materiales mostraron actividad antibacteriana y alta resistencia a la flexión.

(Garcia & Prieto, 2018) en un artículo de revisión el estado de comprensión presente sobre “La celulosa bacteriana como potencial sustituto del biocuero para la industria del calzado” concluyen lo siguiente:

Las principales marcas de ropa deportiva Puma, Adidas y Nike muestran interés en alternativas veganas a los materiales como consecuencia de la creciente conciencia ecológica de la necesidad de evitar materiales plásticos. Están desarrollando un cuero ecológico hecho de fibras naturales mezcladas con aceites vegetales.

La celulosa bacteriana es un material maleable, biocompatible, 10 veces más fuerte que la celulosa vegetal y es altamente hidrofílico (puede almacenar más del 90% de su propio peso en agua).

La producción industrial de fibras de celulosa por bacterias del género *Komagataeibacter* como parte del té de kombucha y otras fermentaciones, Estos microorganismos, solos o en combinación con otras bacterias y levaduras, producen aeróbicamente películas de celulosa que se acumulan en el medio extracelular. En los espesores deseados y, cuando se secan, producen un material similar al cuero

resistente con propiedades que se asemejan al tipo de cuero animal que se usa en la industria del calzado.

Las propiedades táctiles de la celulosa bacteriana son similares a las del fino cuero acabado; es decir, es muy suave y estirable. Estas propiedades son importantes para el bienestar y la comodidad del usuario, pero para las personas con diabetes son cruciales, por lo tanto, los pacientes con síndrome del pie diabético necesitan calzado que reduzca el riesgo de daños en la piel. Además, en 2025, más del 20 % de los europeos tendrá 65 años o más, y se producirá un aumento particularmente importante en el número de personas mayores de 80 años. Estos grupos también necesitan evitar las infecciones de los pies.

La funcionalización y modificación de BC se ha logrado mediante la alteración química o mecánica del polímero y mediante ajustes a las condiciones de cultivo, al controlar el crecimiento de las bacterias productoras, podría adaptarse las propiedades deseadas por la industria del calzado, se podrían producir láminas de celulosa bacteriana de 40 x 40 cm, un tamaño compatible con los requisitos de fabricación del calzado.

Superaron la solubilidad de la celulosa bacteriana produciendo un fluido imprimible basado en celulosa bacteriana y usarlo para imprimir zapatos en 3D.

(Leal, Suárez, Jayabalan, Oros, & Escalante-Aburto, 2018) presentan una revisión de la literatura titulada “Aspectos tecnológicos de la kombucha, sus aplicaciones y el cultivo simbiótico (SCOBY), y extracción de compuestos de interés”, en la que concluyen de la siguiente manera:

La celulosa bacteriana estuvo libre de contaminantes, como lignina y hemicelulosa. Las fibras cuyo diámetro estaba por debajo de los 100 nm formaban una red entrelazada tridimensional que mejora las propiedades mecánicas de la matriz.

(Ding et al., 2022) en su artículo “un cambio radical hacia una producción de cuero sostenible y libre de cromo: uso de un agente curtiente aldehído a base de biomasa combinado con un tratamiento pionero de curtido con aluminio terminal (BAT-TAT)” concluyen:

Agentes curtientes aldehídicos (BAT) a base de biomasa y tratamiento terminal de curtido con aluminio (TAT), se ha utilizado de manera eficiente. Los análisis, Transformación Infrarroja de Fourier FTIR, espectroscopia fotoelectrónica de rayos X XPS y Calorimetría diferencial - de barrido TG-DSC mostraron que la introducción del

TAT proporciona enlaces cruzados adicionales y constituyen una red entrelazada más robusta entre los materiales posteriores al curtido y los residuos del BAT más los grupos carboxilo de las fibras de colágeno. Después del TAT, la mayoría de los materiales de post-curtido se fijan en la corteza del cuero BAT-TAT de manera eficiente.

Debido a esto, se mejoraron sustancialmente las propiedades físicas del cuero BAT resultante, en términos de resistencia mecánica, propiedades organolépticas y rendimiento de coloración. Estas mejoras tuvieron lugar a un nivel tal que el cuero BAT-TAT resultante mostró propiedades físicas comparables al cuero crust preparado utilizando una metodología convencional de curtido al cromo, sin mencionar las ventajas adicionales, en términos de respeto al medio ambiente y economía.

(Hildebrandt, Thrän, & Bezama, 2021) en su estudio titulado “La circularidad de las posibles rutas de producción de biotextiles: Comparación de los impactos del ciclo de vida de los materiales de base biológica utilizados en la fabricación de sustitutos del cuero seleccionados” revelan las siguientes conclusiones:

Los sustitutos contribuyen a posibles estrategias a largo plazo para reducir y reemplazar el uso del cuero, pero solo en una combinación bien equilibrada cuando se predice una mejora, y solo con el potencial de apalancamiento para un desacoplamiento de impacto profundo.

También concluyen que confiar en la síntesis natural del cuero como un subproducto natural y gratuito de la producción de carne costosa y de alto impacto es una suposición cada vez más engañosa cuando se considera un mundo con tierras, recursos forrajeros cada vez más escasas y una población en crecimiento. Demanda de consumo de carne en números absolutos. Por lo tanto, la asignación por precio es una regla de asignación cada vez más precisa para diferenciar los impactos entre la carne y el cuero, especialmente considerando los factores de costos futuros y las presiones del uso de la tierra.

(Provin, Dutra, de Sousa e Silva Gouveia, & Cubas, 2021) en su artículo de revisión titulado “Economía circular para la industria de la moda: Aprovechamiento de residuos de la industria alimentaria para la producción de biotextiles” consideran finalmente las, siguientes tendencias en investigaciones futuras:

Investigaciones que abordan la reutilización de residuos alimentarios para la producción de biopolímeros. Posteriormente, la aplicabilidad del concepto de economía circular a los alimentos y tomando como ejemplo el sector textil la reutilización de residuos de

celulosa bacteriana de la producción de la bebida kombucha en el desarrollo de biotecnologías para la industria textil. Esta acción es coherente con el logro de los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU, como el ODS 15, ODS 13, ODS 7, ODS 6 y, especialmente, ODS 12.

(Ricaurte, 2017) define al BioCuero como un tejido artesanal sostenible generado a base de Kombucha. El material es básicamente la consecuencia de una simbiosis de bacterias en un proceso de fermentación. “Su creadora, Suzanne Lee (2011), diseñadora de moda y textil, comparte a través de una charla Ted, sus experimentos sobre el cultivo de este material” que puede ser utilizado como una tela o bio cuero para hacer ropa y accesorios de novedad.

Fruitleather es un novedoso material que reutiliza frutas y verduras en estado de descomposición. Fue desarrollado por un grupo de estudiantes de diseño de la ciudad de Rotterdam, Holanda. Este proyecto ha permitido darle uso a la gran cantidad de desechos orgánicos generados por las grandes cadenas de supermercados, logrando reducir la basura, crear conciencia y contribuir con el cuidado del planeta (Petronzio, 2015).

Piñatex, (2017). Es una empresa que desarrolla cuero vegetal a base de fibras de piña inicia su proceso con la recolección y clasificación de las hojas de piña, desfibrándolos para extraer celulosa, lavado y secado con la finalidad de eliminar la coloración verdosa de las fibras, posteriormente se peinan y secan al sol. Una vez secas, se tiñen y las procesan de manera que forman una malla no tejida similar al fieltro. De esta forma crean la base para dar paso a realizar las terminaciones en la superficie del material. Se pueden lograr diferentes calibres y texturas, simulando el aspecto de cuero.

Según Cozzoni (2015), “Muskin es un nuevo material textil fabricado con setas (*Agaricus campester*), su apariencia es sumamente parecida a la gamuza y tiene propiedades similares al cuero de origen animal” resistente, flexible, aislante, suave, maleable, resistente al agua y permite la respiración. Adicional a esto, es antibacteriano y posee una gran capacidad de absorber la humedad.

Simone (2018), en su serie, FashionUnited explora las alternativas sostenibles y las innovaciones textiles que se están llevando a cabo actualmente en todo el mundo; desarrolla biomateriales a base de algas marinas, los que crecen hasta 10 veces más rápido que el bambú y se cultiva en granjas acuáticas. En otras palabras, un hilo biológico de algas marinas “alginato”.

Un grupo multidisciplinario de científicos emprendedores mexicanos organizó la empresa de base tecnológica GEEO. Su primer invento fue un bioplástico a base de cáscara de naranja, de fácil y ligera biodegradación, después de realizar diversas pruebas a nivel laboratorio, el equipo de científicos creó un polímero biodegradable con bacterias *Gluconacetobacter xylinus*, que se reproduce de manera natural ante la desintegración de la naranja (Rodríguez, 2017).

2.2 Celulosa bacteriana (CB)

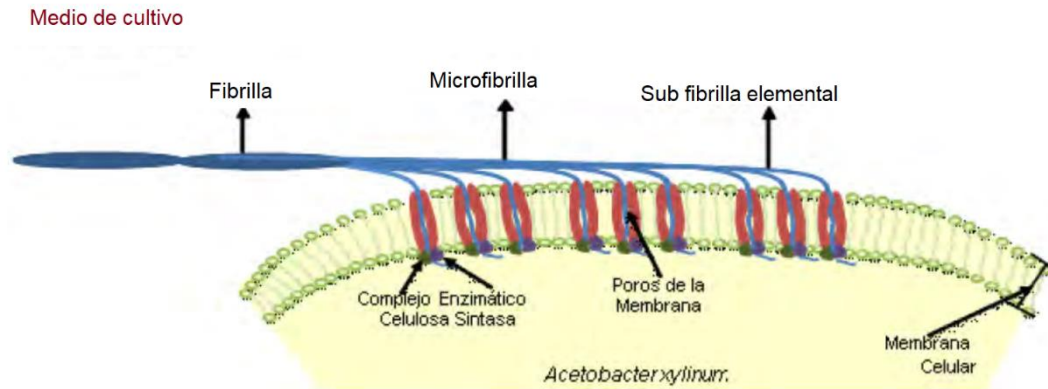
“La celulosa bacteriana es un biopolímero con una alta cristalinidad y pureza que es sintetizado principalmente por *Komagataeibacter xylinus*, anteriormente llamada *Gluconacetobacter xylinus* o *Acetobacter xylinum*” varios estudios revelan que este tipo de celulosa puede ser sintetizada por bacterias de los géneros *Agrobacterium*, *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* y *Sarcina* (Soriano & Barreto, 2018).

Las bacterias del género *Acetobacter* producen celulosa a partir de fuentes de carbono como glucosa, sacarosa, glicerol, manitol o arabitol. La síntesis de celulosa consta de dos etapas principales : “la primera es la conversión de la fuente de carbono en uridin difosfato glucosa (UDP-glucosa), que es el sustrato usado para producir la celulosa” la segunda etapa es la formación de la celulosa y su secreción al medio del cultivo (Saleh et al., 2022).

El proceso inicia con el ingreso del sustrato al microorganismo y su conversión a glucosa-6-fosfato por la enzima glucoquinasa; posteriormente, la glucosa-6-fosfato pasa a glucosa-1-fosfato por la acción de la enzima fosfoglucomutasa. En el siguiente paso, la glucosa-1-fosfato se convierte en UDP-glucosa en presencia de la enzima UDPG pirofosforilasa; finalmente, por la acción de la enzima celulosa-sintasa, que es la encargada de realizar la polimerización de la glucosa, se forma la celulosa (Carreño, Caicedo, & Martínez, 2012).

Figura 1

*Formación de la celulosa y su excreción al medio de cultivo a través de la membrana celular del microorganismo *Acetobacter xylinum**



Fuente: (Carreño et al., 2012)

2.2.1 Composición química

El conocimiento detallado de la composición y propiedades del té de Kombucha es crucial para comprender mejor su cinética. Sin embargo, la composición y la concentración de metabolitos dependen de la fuente de inóculo, la concentración de azúcar y té, el tiempo de fermentación y la temperatura utilizada (Li et al., 2019a). Cualquier cambio en las condiciones de fermentación podría afectar el producto final. Sin embargo, los componentes principales y algunos metabolitos clave producidos en el té fermentado se presentan a continuación en la tabla 1.

Tabla 1.*Composición química general de Kombucha*

	Compuesto	Composición media	sacarosa inicial	Tiempo de fermentación (días)	Referencias
Ácidos orgánicos	Ácido acético	5.6 g/l	70g/L	15 días	Blanco (1996)
	Ácido acético	8.36 g/l	100g/L	18 días	Jayabalan et al. (2007)
	Ácido acético	11g/L	100g/L	30 días	Chen y Liu (2000)
	Ácido glucónico	39g/L	100g/L	60 días	Chen y Liu (2000)
	Ácido glucurónico	0.0160 g/L	70g/L	21 días	Lončar et al. (2006)
	Ácido láctico	0.18g/L	100g/L	18 días	Jayabalan et al. (2007)
vitaminas	vitamina B1	0.74 mg/ml	70g/L	15 días	Bauer-Petrovska y Petrushevskaja-Tozi (2000)
	vitamina B2	8 mg/100 ml	70g/L	10 días	Malbaša et al. (2011)
	vitamina B6	0.52 mg/ml	70g/L	15 días	Bauer-Petrovska y Petrushevskaja-Tozi (2000)
	Vitamina B12	0.84 mg/ml	70g/L	15 días	Bauer-Petrovska y Petrushevskaja-Tozi (2000)
	Vitamina C	25 mg/litro	70g/L	10 días	Malbaša et al. (2011)
Compuestos generales	Etanol	5.5 g/l	100g/L	20 días	Chen y Liu (2000)
	Proteínas	3 mg/ml	100g/L	12 días	Jayabalan et al. (2007)
	Polifenoles del té	GAE de 7.8 mm	100g/L	15 días	Chu y Chen (2006)
Minerales	Cu, Fe, Mn, Ni, Zn	0.1 a 0.4 µg/mL	70g/L	15 días	Bauer-Petrovska y Petrushevskaja-Tozi (2000)
Aniones	F ⁻ , Cl ⁻ , Br ⁻ , yo ⁻ , NO ₃ ⁻ , HPO ₄ ⁻ - SO ₄ ⁻	0.04 a 3.20 mg/g	100g/L	7 días	Kumar, Narayan y Hassarajani (2008)

Fuente: (Villarreal-Soto, Beaufort, Bouajila, Souchard, & Taillandier, 2018)

2.2.2 Características de la celulosa bacteriana

En general, la “CB es estable en soluciones básicas, pero es susceptible a hidrólisis alcalina bajo condiciones drásticas (NaOH 1 M, 170° C). Diversos agentes oxidantes pueden afectar sus propiedades” al romper las cadenas y alterar la estructura (Martínez, 2004).

El mecanismo de síntesis de CB le confiere una pureza superior a cualquier fuente vegetal tabla 2, lo cual le otorga características singulares: alto grado de cristalización, alta resistencia a la presión, elasticidad y durabilidad. “La celulosa tiene alta capacidad para absorber agua y debido a un menor diámetro de las microfibrillas, la CB posee una mayor área superficial en comparación a la celulosa de madera” (Klemm *et al.*, 2002). Además de estas particularidades fisicoquímicas de importancia industrial, la CB es inerte metabólicamente, no tóxica, ni provoca reacción alérgica al contacto.

Tabla 2

Contenido de celulosa de fuentes vegetales en comparación con la celulosa bacteriana.

Fuente	Composición (%)			
	celulosa	Hemicelulosa	Lignina	Extracto
Bacteriana	98	0	0	0
Algodón	95	2	1	0.4
Henequén	78	4-8	13	4
Ixtle	73	4-8	17	2
Madera	43-47	23-35	16-24	2-8
Bagazo	40	30	20	10

Fuente: Adaptado de Klemm *et al.*, 2002.

2.2.3 Factores que influyen en la fermentación de Kombucha

La fermentación está influenciada por muchos factores como la temperatura, el pH, la cantidad de oxígeno, el CO₂ disuelto, el sistema operativo, el suministro de precursores, la velocidad de corte en el fermentador, así como la naturaleza y composición del medio. Cualquier variación en estos factores puede afectar la velocidad de fermentación, el espectro, el rendimiento, las propiedades organolépticas, la calidad nutricional y otras propiedades fisicoquímicas del producto. Las diferentes variedades de plantas, las concentraciones de azúcar, el tiempo de fermentación y la composición del hongo del té pueden explicar las diferencias en la composición y, por lo tanto, las actividades biológicas también se verían afectadas (Wolfe & Dutton, 2015).

- **Sustrato**

La bebida de Kombucha se obtiene a partir de la fermentación de tés verdes o negros endulzados, pero algunos autores (Battikh, Bakhrouf, & Ammar, 2012; Watawana et al., 2016) han estudiado otros sustratos como alternativa para su elaboración obteniendo resultados interesantes. Battikh et al. (2012) probaron la actividad antimicrobiana de varios análogos del té de Kombucha. Watawana et al. (2015) fermentaron agua de coco (*Cocos nucifera* var. *aurantiaca*) con el consorcio Kombucha y observaron una mejora de algunas actividades biológicas interesantes. Y nuevamente, Ayed et al. (2016) desarrollaron una bebida de Kombucha a partir de jugo de uva con propiedades sensoriales y funcionales mejoradas después de solo 6 días de fermentación. De acuerdo con estos estudios, se puede concluir que investigar el potencial terapéutico de las bebidas de Kombucha preparadas a partir de diferentes sustratos sería un enfoque interesante.

- **Efecto del tiempo**

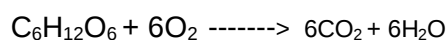
La fermentación del té de Kombucha normalmente oscila entre 7 y 60 días y las actividades biológicas pueden aumentar durante este proceso; sin embargo, los mejores resultados se han obtenido en un promedio de 15 días (Li et al., 2019b). Aunque la mayoría de las actividades antioxidantes que se han obtenido han aumentado con el tiempo de incubación, no se recomienda una fermentación prolongada debido a la acumulación de ácidos orgánicos, que podrían alcanzar niveles perjudiciales para el consumo directo. Además, el CO₂ generado puede empezar a acumularse en la interfase entre la biopelícula y el caldo y puede bloquear la transferencia de nutrientes creando un ambiente debilitado.

- **pH**

El pH es uno de los parámetros ambientales más importantes que afectan la fermentación de Kombucha, ya que algunos de los ácidos formados, como el acético y el glucónico, podrían ser responsables de las actividades biológicas de las bebidas resultantes. También está estrechamente relacionado con el crecimiento microbiano y los cambios estructurales de los compuestos fitoquímicos que pueden influir en la actividad antioxidante (Hur et al., 2014). Sin embargo, el valor de pH más bajo aceptable no debe descender por debajo de 3, que es el del tracto digestivo (Lončar et al., 2006). Sin embargo, el período de tiempo para obtener este valor puede diferir según el origen del medio de cultivo y las condiciones de fermentación.

- **Tasa de transferencia de oxígeno y proceso de ampliación**

La mayoría de los procesos de fermentación son aeróbicos y, por lo tanto, requieren la provisión de oxígeno. Si se considera la estequiometría de la respiración, entonces la oxidación de la glucosa se puede representar como:



Donde se requieren 192 g de oxígeno para la oxidación completa de 180 g de glucosa. Sin embargo, ambos componentes deben estar en solución antes de que estén disponibles para un microorganismo y el oxígeno es aproximadamente 6000 veces menos soluble en agua que la glucosa, por lo que no es posible proporcionar a un cultivo microbiano la cantidad de oxígeno necesaria para completar la oxidación de la glucosa o cualquier otra fuente de carbono, en una sola adición.

En la fermentación de Kombucha, según algunos autores, el proceso de agitación afecta la estructura de la biopelícula debido a la pérdida de resistencia mecánica reportada (Chawla et al., 2009). En cultivos estáticos, los sustratos tienen que ser transportados en su totalidad por difusión y la disponibilidad de oxígeno podría convertirse en el factor limitante para el metabolismo celular, lo que podría tener un efecto negativo en la producción y calidad de la celulosa. El factor cinético que expresa la relación entre el oxígeno disuelto y la superficie/volumen del medio es el área interfacial específica, que está directamente relacionada con otros factores, como la sección transversal del reactor y el coeficiente de transferencia de masa (Cvetković et al., 2008). Esto significa que la tasa de fermentación por lotes de Kombucha sin agitación y sin introducir gas depende del área interfacial específica. Cvetkovic et al. (2008) desarrolló un modelo matemático para escalar la fermentación del té de Kombucha basado en varias áreas de interfaz específicas. La verificación del modelo se realizó en reactores de gran volumen (90 L) y vasos muy pequeños de 0,33 L. El modelo estandariza las condiciones óptimas como: 70 g/L de sustrato inicial (sacarosa), área interfacial de 0,0231 a 0,0642 cm, y 14 días de fermentación. Llegaron a la conclusión de que, independientemente del tamaño o volumen del vaso, si el valor del área interfacial es constante, podrían asegurar la producción de té de Kombucha con propiedades similares. En el caso específico de la fermentación discontinua del té de Kombucha, se deben tener en cuenta varios factores biológicos. Especialmente en ausencia de agitación, donde puede ocurrir una desintegración microbiana entre las bacterias acéticas aerobias que tenderán a ocupar la capa superficial y la levadura que puede precipitarse en el fondo del recipiente (Lončar et al., 2006), y esto podría tener efectos negativos en el proceso de fermentación. Para investigar la influencia del volumen en el procesamiento, Lončar et al. (2006) trabajaron con varias condiciones y encontraron que las mejores condiciones geométricas para escalar la fermentación se obtuvieron con un reactor de 4 L y un diámetro de 17 cm. Goh y otros (2012) investigaron la relación entre el rendimiento, las propiedades de la biopelícula producida a partir de la fermentación de Kombucha y el área superficial, y encontraron que la producción de la biopelícula aumentaba con la intensificación del área superficial y disminuía con una mayor profundidad. Esto se puede explicar porque el proceso metabólico es completamente aeróbico y constantemente genera dióxido de carbono, el cual puede quedar atrapado en la película y terminar acumulándose en mayor cantidad especialmente en los medios más profundos. Sin embargo, Caicedo, Da França y López (2001) encontraron que, si bien el área superficial es determinante, la altura no deja de ser importante, ya que se observó que se necesita una altura mínima para el desarrollo de la película, esto

teniendo en cuenta la producción de varias capas de celulosa a lo largo de la fermentación que ocupan parte del volumen inicial.

2.2.4 Curtientes minerales

El curtido mineral emplea sulfato básico de cromo $2Cr(OH)SO_4$ (polvo verde oscuro), actualmente, el curtido al cromo es el más utilizado y aproximadamente el 80% del cuero mundial está curtido al cromo, proporciona una piel de color verde pastel o azulado y con resistencia al calor (que permite la aplicación de entretelas y su planchado en caliente (Wang et al., 2020).

Según (Sivagami et al., 2018), el principal objetivo del curtido es estabilizar la estructura del colágeno y, por consiguiente, la estructura del cuero, la molécula del colágeno cuenta con grupos reactivos positivos (+) y negativos (-), el cromo se une a los negativos y por el contrario los curtientes vegetales a los positivos, en condiciones especiales tales como: estado de la materia cuero (proteínas o colágeno), tamaño de complejo, temperatura, sustancias químicas por pH en cuero y flote, concentraciones y otros. La estabilización del cuero se realiza sólo cuando se fija el cromo y otro material curtiente. Esta fijación se realiza exclusivamente dentro de las fibrillas, entre moléculas y moléculas y no entre fibrillas y fibrillas. Cuando existe cromo entre ellas solo actúa como rellenos, lubricantes, etc. Sólo el 0.5% del óxido de cromo es necesario para realizar este efecto curtiente.

2.2.5 Curtientes vegetales

Son sustancias que tienen las propiedades de que sus soluciones, al ser absorbidas por las pieles de los animales, la mimosa CR es una combinación de un extracto de acacia modificada y una sal de cromo que proporciona un polvo vegetal / cromo soluble en agua, ideal para recurtidos. Los cueros recurtidos con mimosa CR presentan un mejor relleno y estanqueidad con granos más suaves que mejoran las propiedades de pulido para un efecto de nubuck. (Covington, 2009).

Surgió, como tantos otros avances, por la observación que puso en evidencia que, si una piel cruda entraba en contacto con la corteza, madera u hojas de ciertas plantas, aquella se manchaba y esas partes aparentemente dañadas, resultaban favorecidas al quedar indemnes a la putrefacción. Con el tiempo comenzó el desarrollo de la industria del cuero basada en la utilización de taninos que eran producidos por una gran variedad de vegetales y que permitían su aplicación con relativa sencillez. Este sistema de curtido

vegetal fue la norma en la producción de cueros curtidos hasta que se inició la industria del curtido al cromo (Jones et al., 2021).

2.2.6 Curtientes sintéticos

Los curtientes sintéticos se obtienen al tratar sustancias aromáticas del tipo fenol, naftol, resorcína, pirocatequina, piragalol, ácidos lignosulfónicos, etc. con formaldehído para condensarlas y posteriormente hacerlas solubles al agua con ácido sulfúrico introduciéndoles grupos sulfónicos (Covington, 2009).

Los curtientes sintéticos se utilizan poco como curtición única, sólo cuando se desea obtener un cuero blanco o un cuero con características muy particulares, tienen un menor poder rellenante que los extractos vegetales. Por lo general presentan poca solidez a la luz.

2.2.7 Cuero ecológico

Suzanne Lee diseñadora textil, inventora del proyecto que denominado Bio-couture. “El futuro al parecer no era como ella lo pensaba, esto se debe a la crisis que sufre la industria petrolera a mediados de los años 70”, lo cual implicó que se dejaran de vender las casas del futuro que eran a base de polímeros y plásticos, al igual que sufre una decepción por parte de la industria de la moda, porque para el mismo tiempo en que la industria petrolera se encontraba en dificultad, la ropa futurista también salieron de la industria debido a que los materiales que se utilizaban no eran aptos para ser parte del mismo. Es así como Suzanne comienza a compartir con científicos, biólogos para poder crear y generar su propio textil en el que se necesitan microorganismos y bacterias las cuales originan fibras que hilan y se convierten en un textil.

Aquí inicia a trabajar con microorganismos, cambia su taller de diseño por un laboratorio. Suzanne Lee crea un proyecto novedoso el cual busca cultivar la ropa mediante microorganismos productores de celulosa y té verde, son los principales compuestos que componen el cultivo del cuero ecológico, para lograr resultados óptimos los dejar fermentar aproximadamente durante dos semanas, tiempo en que obtiene un material polimérico para la fabricación del bio cuero. “Esta idea es conceptualizada gracias que la diseñadora Suzanne conoce una cerveza llamada kombucha la cual es a base de té verde, es así como surge la idea” de crear un textil con algunas de las bases de esta cerveza (Lee, 2018).

2.2.8 Kombucha

Se exterioriza como una capa fina sobre la superficie del líquido, la misma que adquiere la forma del envase que lo contiene y a medida que la fermentación prospera se va engrosando, una vez alcanzado su dimensión este va creciendo en forma de capas hacia arriba acumulándose una sobre otra. La capa resultante es escurridiza, gelatinosa de color blanco, crema o pardo (puede adquirir tonos oscuros por efecto del té).

2.2.9 *Komagataeibacter xylinus*

“Bacteria Gram negativa destacada por su capacidad de producir celulosa en condiciones aerobias. Se encuentra entre el grupo de los mesófilos, su morfología es en forma de barras” y sin movilidad, con dimensiones aproximadas de 0.4-0.6 x 1.0-1.5µm. (Prudnikova & Shidlovsky, 2017). Según Cacicedo, *et al.*, (2016) “Se encuentra de manera natural en frutas y vegetales en estado de descomposición. Es capaz de producir celulosa en condiciones de pH entre 3 y 7, a temperaturas entre 25 a 30°C; usando” variadas fuentes de carbono.

2.2.10 Consorcio microbiano

De acuerdo a (Ochoa & Montoya, 2010) citado (Gordillo, 2018) Un consorcio microbiano es una asociación natural, que puede estar formado por dos o más poblaciones microbianas, de distintas especies, que funcionan en conjunto como una unidad, donde todos obtienen beneficios de las actividades de los demás. La asociación manifiesta estilos de vida sintróficos, donde el crecimiento y el flujo cíclico de los nutrientes se transportan de una manera eficaz que en una población individual.

Un ejemplo de consorcios microbianos con importancia biotecnológica es el denominado Kombucha, una asociación simbiótica especialmente de varios tipos de bacterias y levaduras (Gordillo, 2018).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación fue realizado en el centro experimental de curtiembre de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, realizada entre los meses de agosto a noviembre del 2022.

3.2. Materiales, equipos, reactivos e insumos

3.2.1 Materia prima

La celulosa bacteriana de *Manchurian fungus* empleada en la presente investigación se producen en el Centro Experimental de Curtiembre de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustria adscrita a la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, en el anexo 1, se muestra su ciclo de producción de la CB de kombucha según (Velásquez, 2022).

3.2.2 Materiales

- Bandejas rectangulares de 40x30 cm de acero inoxidable calidad 304
- Termómetro digital 0 – 100°C
- Tamiz 8, malla N° 100
- Vaso precipitado de 500 ml
- Probeta de 100 ml
- Pipeta 5ml
- Calibradores Vernier Mitutoyo
- Tela muselina sintética 40X50cm
- Caballetes de reposo
- Porta y cubre objetos
- Pinzas metálicas
- Mesa de trabajo 1.8X2.5 m. acero inoxidable AISI 304.

3.2.3 Equipos

- Botal experimental de acero inoxidable 316
- Secador de cueros toggling

- Cocina eléctrica 2 hornillas Electric
- Dinamómetro electrónico
- Agitador magnético Faithful
- Microscopio estéreo Trinocular de alta definición, 16MP, hdmi

3.2.4 Insumos

- Sulfato básico de cromo Ruso N33
- Negro Lorcaflor mix 05
- Tensogras CXM
- Tensocryl RB
- Mimosa RC SETA
- Bicarbonato de sodio

3.2.5 Software

- Minitab 20 Versión prueba <https://www.minitab.com/es-mx/products/minitab/free-trial/>
- SAS University Edition Download

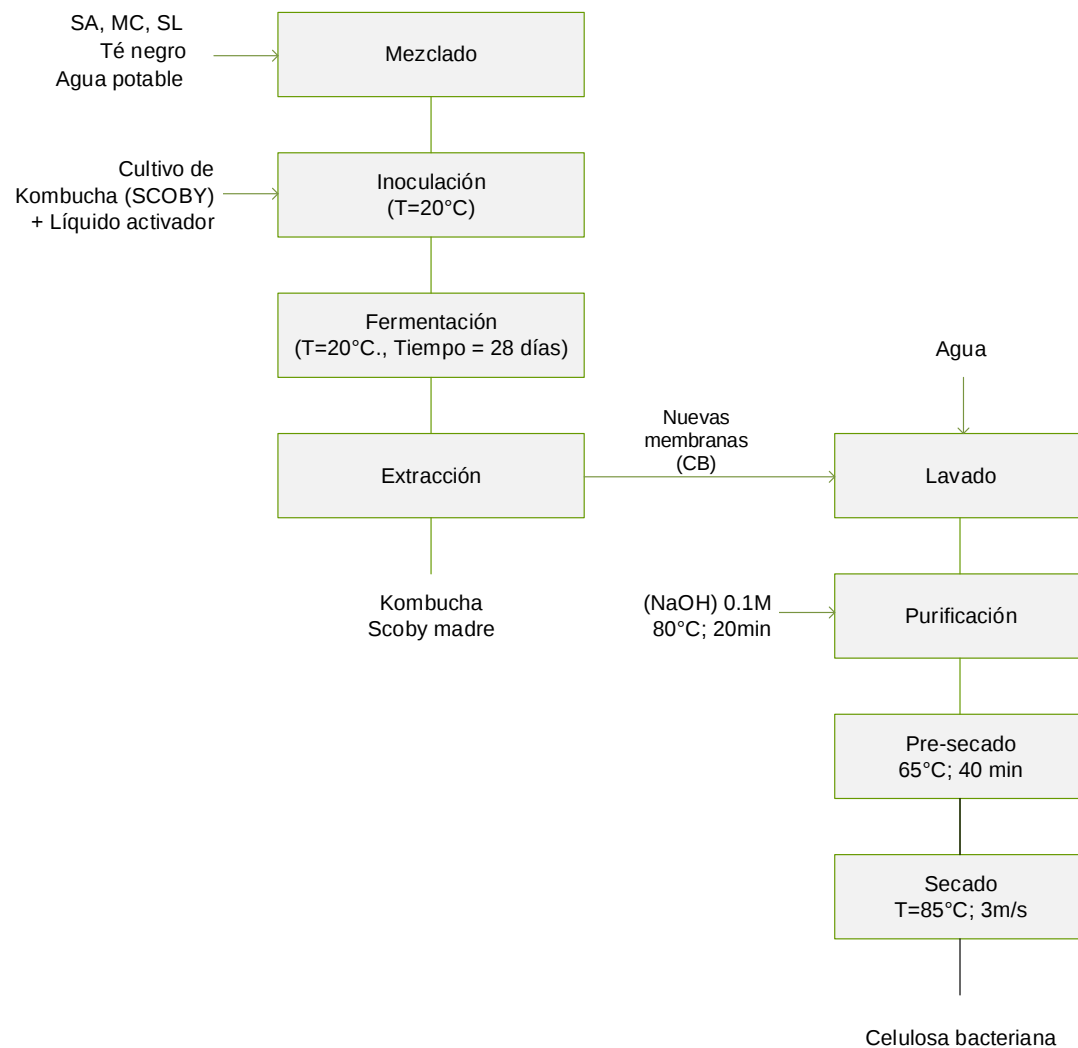
3.3 Métodos

3.3.1 Obtención de celulosa bacteriana

Para la producción de la celulosa bacteria de Kombucha se siguió los parámetros recomendados por (Velásquez, 2022). Se prepararon los medios de cultivo, para proporcionar nutrientes al consorcio microbiano presente en la Kombucha, en la figura 2 se muestra las operaciones realizadas.

Figura 2

Diagrama de flujo del proceso de cultivos de celulosa bacteriana



3.3.2 Descripción de operaciones para la producción de celulosa bacteriana

Mezclado

Se pesaron los componentes sacarosa (SA), mucilago de cacao (MC) y suero de leche (SL) teniendo como base 1L de cultivo. El agua a 86°C (75 %), té negro (3%) y levadura (2%) fueron mezclados aprovechando la temperatura del agua, finalmente la totalidad de componentes fueron mezclados y temperados (20°C) con la finalidad de distribuir uniforme los componentes de la mezcla, para determinar los °Brix y pH.

Inoculación

Se inocula cultivo de Kombucha (SCOBY) + líquido activador adquiridos de la empresa Kombucha Perú a cada uno de los medios de cultivo que previamente fueron formuladas y mezcladas.

Fermentación

La fermentación fue estática en depósitos rectangulares de acero inoxidable AISI 304 de 10.8L de volumen 30x20x9cm la fermentación inicial tardo entre 7 a 8 días a temperatura ambiente lo que dio como resultado una nueva capa de membranas (Scoby) en la parte superior del cultivo que crece a partir de nuevas capas y se acumula una encima de otra, alcanzando un espesor de 15 a 20 mm alrededor de 28 días.

Extracción

Culminado el tiempo de fermentación en los depósitos rectangulares de acero inoxidable, las nuevas membranas formadas se eliminaron; el Scoby madre queda para nuevas fermentaciones, se registró los °Brix y pH.

Lavado

Las membranas (CB) extraídas fueron lavadas con agua destilada a temperatura ambiente, con la finalidad de eliminar los excedentes de sólidos que se adhieren durante la fermentación.

Purificación

Las membranas (CB) fueron purificadas con una solución de NaOH 1M, a 60°C, durante 20 min con la finalidad eliminar fenoles, ácidos grasos taninos y carotenos provenientes de la azúcar rubia, suero de leche y té negro respectivamente.

Pre -secado.

Las membranas (CB) tienen una alta capacidad de retención de agua, esta operación tiene la finalidad de retirar el agua en exceso por oreo de las fibrillas sintetizadas por bacterias. Cuyo diámetro están por debajo de los 100 nm formando una red entrelazada tridimensional que mejora las propiedades mecánicas de la matriz (Emiljanowicz & Malinowska-Pańczyk, 2019).

Secado

Esta operación consistió en separar el agua de las membranas (CB) en un secador de bandejas tipo túnel horizontal con aire forzado a 85°C y velocidad de aire de 3m/s hasta peso constante.

3.3.3 Obtención de cuero biológico

Se establecieron tratamientos basados en tres técnicas de curtido mineral con sulfato de cromo (SC), curtido sintético con Tensocryl RB (T-RB) y curtido vegetal con Mimosa RC (M-RC), bajo los lineamientos del Diseño Simplex Centroide (DSC). Los componentes de la mezcla (curtientes) constituyeron el 10% del total de la mezcla y variaron entre los siguientes porcentajes: (SC) (0% -10%), (T-RB) (0% - 10%) y (M-RC) (0% - 10%); posibilitó estudiar el efecto de mezclas puras, binarias y ternarias, las operaciones que condujeron a la obtención del cuero biológico se verifican en la figura 6.

3.3.3.1 Operaciones para la obtención de cuero biológico

Para obtener una matriz polimérica compuesta (cuero biológico) amigable con el medio ambiente y destinada a usos industriales se siguió las operaciones que se muestran en la figura 3;4 y 5, se describen a continuación.

Figura 3

Diagrama de flujo para la obtención de cuero biológico: Curtido mineral con sulfato de cromo (SC).

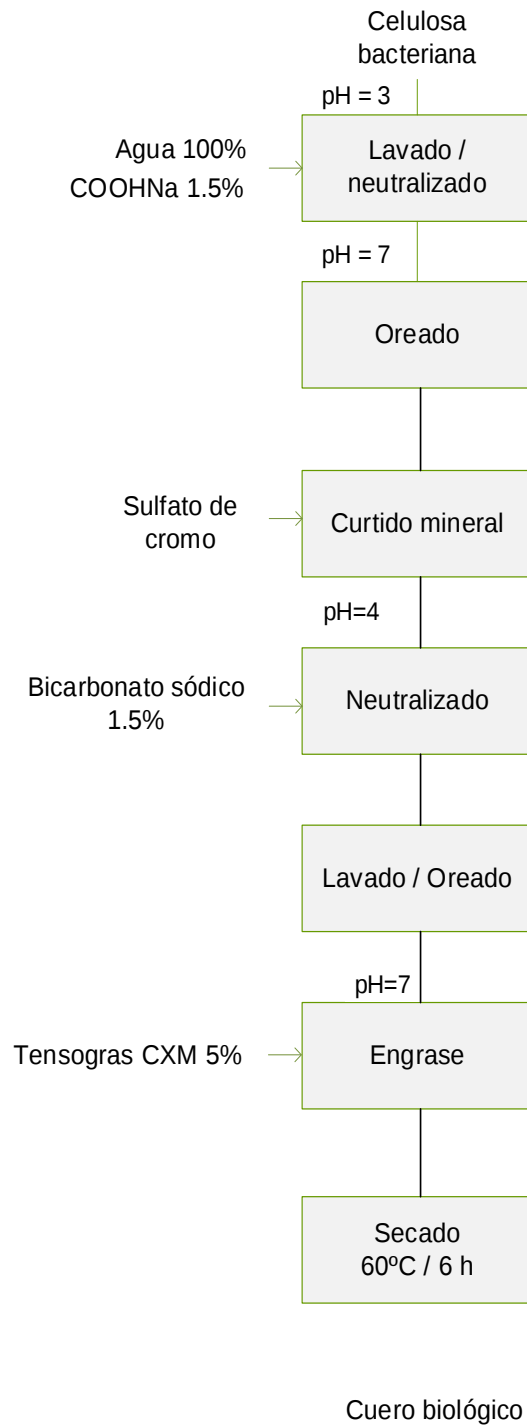


Figura 4

Diagrama de flujo para la obtención de cuero biológico: Curtido sintético con Tensocryl RB (T-RB).

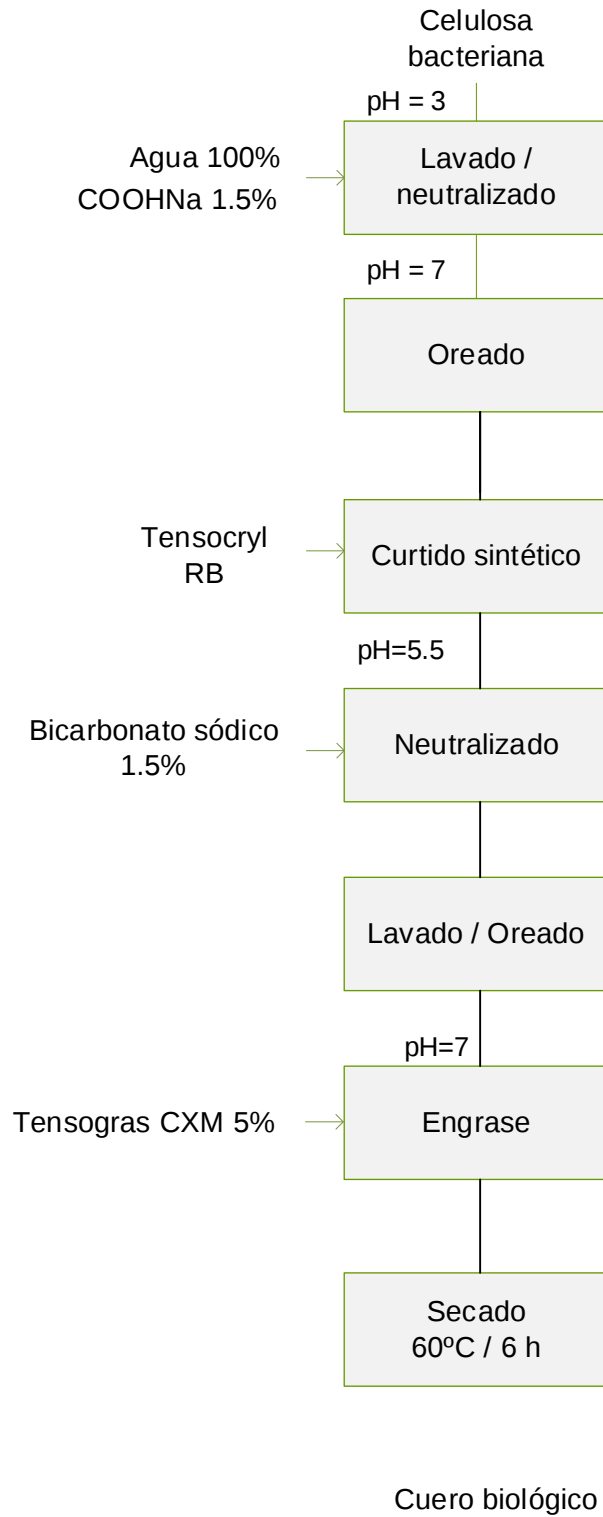
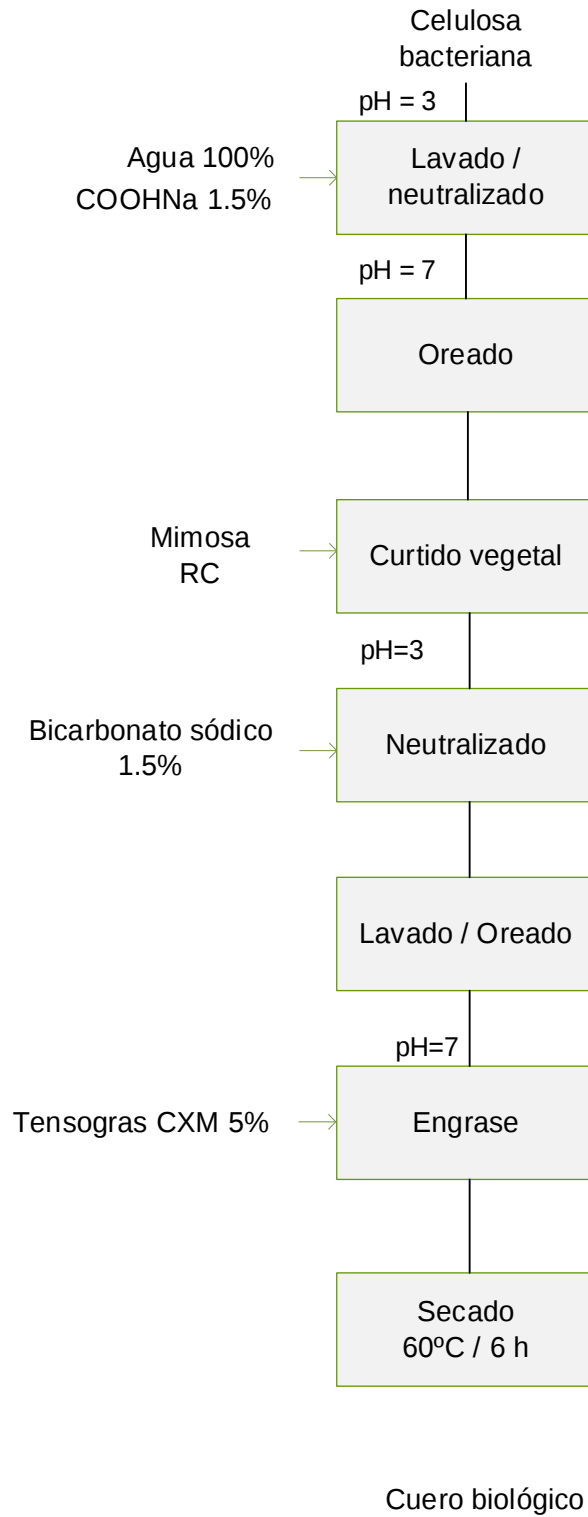


Figura 5

Diagrama de flujo para la obtención de cuero biológico: Curtido vegetal con Mimosa RC (M-RC).



3.3.3.2 Descripción de las operaciones para la obtención de cuero biológico

Lavado – neutralizado

El agua disuelve el azúcar residual, lo que las bacterias no se han podido comer e impedir el desarrollo de microorganismos mediante la acción de varias enzimas como hongos filamentosos y algunos actinomicetos (Ramírez & Cocha, 2003). Lo más importante de esta etapa cero del proceso es tener todos los cuidados necesarios para conservar la celulosa bacteriana en óptimas condiciones desde que ha alcanzado el espesor deseado hasta el inicio del proceso.

El formiato de sodio neutraliza el pH ácido de la celulosa bacteriana Debido a la intensa formación de ácidos orgánicos durante la fermentación de la Kombucha (Coelho, Almeida, Amaral, Mota, & Sousa, 2020), para mejorar la uniformidad en la distribución de los curtientes, debe lograrse pH 7 (Ariram & Madhan, 2020).

Oreado

La celulosa bacteriana generada, comúnmente llamada Scoby tiene una apariencia gelatinosa es mecánicamente inestable con una red de fibra de malla ancha (Guinea, 2016), es 100 veces más delgada que las fibras de celulosa obtenidas de plantas y su capacidad de retención de agua es más de 100 veces mayor (Campano et al., 2016) estas características de turgencia celular no favorece la absorción de los curtientes experimentados, lo que hace necesario el oreado a temperatura ambiente hasta la unidad de equilibrio.

Curtido

Esta operación tiene como objetivos principales: estabilizar la celulosa bacteriana y separar fibras que al secarse la celulosa bacteriana no quede reseca o muerta, además de conferirle una serie de propiedades como son: plenitud, tacto, elasticidad, resistencia, etc. Dichas propiedades depende del producto curtiente empleado (Rosu, Varganici, Crudu, Rosu, & Bele, 2018).

Se empleó 3 técnicas de curtido: el mineral con sulfato de cromo (SC), curtido sintético Tensocryl RB (T-RB) y curtido vegetal Mimosa (M-RC), en las proporciones establecidos en la tabla 03 con 100% de agua potable durante 24 horas con un efecto mecánico intermitente de 5 rpm a temperatura ambiente.

Neutralizado

En esta operación se utilizó 1,5% p/p de bicarbonato de sodio para neutralizar el exceso de ácido acético de la celulosa bacteria y los curtientes (SC), (T-GL) y (PT) no fijados al cuero biológico, ya que en caso contrario podrían precipitar en las capas externas del cuero biológico. En esta operación se eleva el pH y con ello disminuye la carga positiva y facilita el ingreso de los productos aniónicos en la operación del engrase.



Lavado / Oreado

Al culminar el neutralizado se realizó otro lavado para eliminar las sales formadas durante el neutralizado y parte de las que aún podrían quedar dentro del cuero biológico. Este lavado final presento menos inconvenientes que el inicial debido a que el cuero biológico ya no contiene sales de cromo, alhéido y tanino sin fijar, su objetivo principal es solo eliminar sales neutras a puerta de malla en el botal experimental. El agua que se encuentra al interior de las fibras dificultara el engrase, con el oreado se redujo la turgencia celular de la red de fibras de celulósicas, hasta intentar equiparar la concentración de solutos de ambos medios (interno y externo).

Engrase

Se utilizó un aceite sintético aniónico (Tensogras CXM) 5% p/p con la finalidad de evitar que el cuero biológico una vez secado pueda quedar duro debido a la deshidratación, unión y formación de una estructura compacta de fibras celulósicas. La función de la grasa sobre el cuero biológico es mantener las fibras separadas y lubricadas para que se puedan deslizar fácilmente unas en relación de otras.

Secado

En esta operación se eliminó el agua superficial contenida en los espacios interfibrilares y agua que hidrata la propia fibra a 60°C por 6 horas en un secador toggling, durante este proceso lo más evidente es la reducción del contenido de humedad del cuero biológico y la contracción de su superficie, según (Ariram & Madhan, 2020) también tiene lugar migraciones de las materias solubles, se forman diversos enlaces entre fibras y productos.

3.3.4 Diseño óptimo de experimentos (DOE) en la evaluación de datos

Se estudió 7 tratamientos basados en tres técnicas de curtido mineral con sulfato de cromo (SC), curtido sintético Tensocryl RB (T-RB) y curtido vegetal con Mimosa RC (M-RC) como componentes puros. El Diseño Simplex-Centroide (DSC) constituye un triángulo que representa todo el universo de posibilidades de mezcla de los tres curtientes evaluados, la tabla 3 muestra la matriz de variables en estudio

Tabla 3.

Matriz experimental de variables en estudio

N° Trat.	Variables independientes			Respuesta	
	SC (%)	T-RB (%)	M-RC (%)	RT	PE
1	10	0	0		
2	0	10	0		
3	0	0	10		
4	5	5	0		
5	5	0	5		
6	0	5	5		
7	3,3	3,3	3,3		

SC=Sulfato de cromo; T-RB Tensocryl RB; M-RC=Mimosa RC; RT=Resistencia a la tracción y PE= Porcentaje de elongación.

3.3.5 Ensayos mecánicos

Los ensayos físicos mecánicos del cuero biológico se desarrollaron con base en las normas internacionales NTP-ISO 3376, la cual indica el método de prueba estándar para hallar las propiedades de tracción y porcentaje de alargamiento en el compuesto de matriz polimérica (cuero biológico). Los ensayos físicos mecánicos del cuero biológico se desarrollaron de acuerdo a la NTP-ISO 3376, la cual indica el método de prueba estándar para hallar las propiedades de tracción y porcentaje de alargamiento en el compuesto de matriz polimérica (cuero biológico).

3.3.5.1 Determinación de la resistencia a la tracción

Se situaron las mordazas del dinamómetro separadas entre sí unos $50 \text{ mm} \pm 1$. Se colocaron la probeta en las mordazas de forma que los bordes de las mordazas se sitúen a lo largo de las líneas AB y CD (figura 6). Una vez que se ha situado la probeta, hay que asegurarse de que el lado flor está situado en un plano.

Se pone en marcha el dinamómetro hasta que se rompe la probeta y se registra la fuerza máxima ejercida como la fuerza de rotura, F .

Expresión de resultados

La resistencia a la tracción (T_n), newtons por milímetro cuadrado, utilizando la siguiente ecuación.

$$T_n = \frac{F}{w \cdot t}$$

Donde:

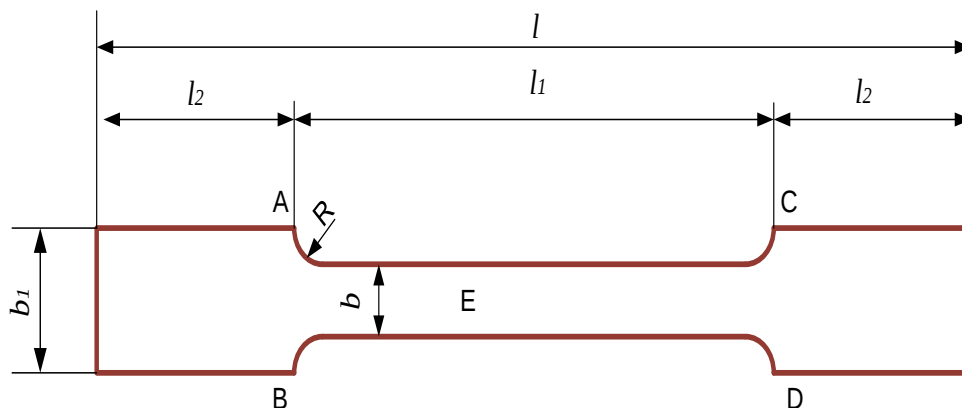
F es la fuerza máxima registrada, en newtons;

w es la anchura media de la probeta, en milímetros;

t es el espesor medio de la probeta, en milímetros.

Figura 6

Forma de la probeta



Fuente NTP-ISO 3376 (2017)

Tabla 4*Medidas de las probetas para las pruebas físicas*

Denominación	l	l_1	l_2	b	b_1	R
Normal	110	50	30	10	20	5
Grande	190	100	45	20	40	10

Fuente NTP-ISO 3376 (2017).

3.3.5.2 Determinación del porcentaje de alargamiento a la rotura

Se situaron las mordazas del dinamómetro separadas entre sí unos 50 mm $\pm$ 1. Se colocó la probeta en las mordazas de forma que los bordes de las mordazas se sitúen a lo largo de las líneas AB y CD. Una vez que se ha situado la probeta, hay que asegurarse de que el lado flor está situado en un plano.

Se mide la distancia entre las mordazas con una aproximación de 0.5 mm y se anota esta distancia, L_0 , como la longitud inicial de la probeta.

Se pone en marcha el dinamómetro hasta que se rompa la probeta.

Se anota la distancia entre las mordazas o los sensores en el instante en que se produce la rotura de la probeta.

Se anota la distancia como la longitud de la probeta en la rotura, L_2

Expresión de resultados

El porcentaje de alargamiento a la rotura, (E_b), debe calcularse utilizando la ecuación:

$$E_b = \frac{L_2 - L_0}{L_0} \times 100$$

Donde

L_2 es la separación entre las mordazas o los sensores en la rotura;

L_0 es la separación inicial entre las mordazas o los sensores.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la figura 5 se aprecia la secuencia de operaciones desarrolladas para estabilizar la celulosa bacteriana. (1) cotejo de los productos químicos adquiridos con sus fichas técnicas (Anexo 02) (2) conformación de los baños de curtido conforme lo establecido en la tabla 5 (3) evaluación de la absorción de los curtientes por el material polimérico (celulosa bacteriana) a una velocidad de giro de 5 rpm, donde se aprecia que no hay daños físicos en el material celulósico por el efecto mecánico recibido (4) el material celulósico estabilizado es secado para las pruebas de resistencia a la tracción y porcentaje de elongación.

Figura 7

Obtención del cuero biológico y pruebas físicas mecánicas



4.1 Ensayos físicos y mecánicos del cuero biológico

La resistencia a la tracción (RT) y el porcentaje de elongación (PE) de los tratamientos establecidos se muestran en la tabla 5, este varió en el rango de 12,60 a 21,98 N/mm² y 8,59 a 16,21 % para RT y PE respectivamente, lo cual hace entender que los niveles porcentuales de SC, T-RB y M-RC, permitieron una investigación general de la RT y PE en la curtición de la celulosa bacteriana, al respecto la NTP 241.023:2014, establece los requisitos de RT ≥ 10 N/mm² y PE $\geq 15\%$ para empeine de calzado casual (anexo 3). Entre los tratamientos, el T4 presento mayor RT (21,98 N/mm²) al estar compuesta por mezclas 5% de SC y 5% de T-RB, la composición de estos tratamientos evidencio que en general los niveles intermedios de SC y T-RB generan mayor RT, es decir que la interacción de los componentes es positiva para la RT, mientras que individualmente los componentes SC, T-RB y M-RC generan un RT baja, posiblemente causada por la no interacción de componentes de mezcla, según (Tamilselvi et al., 2019) la combinación de elementos curtiente mejora la calidad en el producto final, no es suficiente conocer solo los valores de resistencia, la elongación del biomaterial curtido es importante para la industria. El T7 presento mayor PE (16.21%) al estar compuesto por una mezcla 3,3% de SC, 3,3 T-RB% y 3,3% M-RC, seguido del T6 y T5 con un 15,02 y 15.00%, respectivamente. La composición de estos tratamientos evidencio que en general los niveles intermedios de SC, T-RB y M-RC de mezclas ternarias genera mayor PE, al respecto (Wang, Chen, Li, Hao, & Guo, 2019) señalan que la elasticidad tiene interés industrial en los materiales al cambiar fácilmente de la forma plana a la tridimensional, además (Ariram & Madhan, 2020) refieren que el estiramiento uniforme del cuero sin el peligro de rotura del tejido interfibrilar, refleja confort en la producción de varios derivados de cuero.

Tabla 5*Variables independientes y respuesta*

N° Mezcla	Variables independientes						Variable dependiente	
	Proporciones de componentes codificado			Proporciones de componentes reales (%)			Resistencia a la tracción ¹ (N/mm ²)	Porcentaje de elongación ² (%)
	SC	T-RB	M-RC	SC	T-RB	M-RC	RT	PE
T1	1	0	0	10	0	0	13,05 ± 1,14	8,59 ± 3,12
T2	0	1	0	0	10	0	16,02 ± 1,89	10,07 ± 2,15
T3	0	0	1	0	0	10	14,00 ± 1,98	9,22 ± 2,98
T4	0,5	0,5	0	5	5	0	21,98 ± 0,98	9,48 ± 3,81
T5	0,5	0	0,5	5	0	5	12,60 ± 2,01	15,00 ± 2,48
T6	0	0,5	0,5	0	5	5	14,50 ± 2,30	15,02 ± 2,9
T7	0,3	0,3	0,3	3,3	3,3	3,3	19,98 ± 1,56	16,21 ± 1,12

SC=Sulfato de cromo; T-RB=Tensocryl RB; M-RC=Mimosa RC; RT=Resistencia a la tracción y PE= Porcentaje de elongación, valores promedio ± desviación estándar =3,61 desviación estándar =3,30

4.2 Optimización por Diseño Simplex Centroide (DSC)

El análisis de varianza de los modelos de regresión que explican la RT y PE en base a los porcentajes de SC, T-RB y M-RC, se verifican en las tablas 6 y 7 el modelo cuadrático fue elegido por tener el efecto estadístico más próximo al valor del nivel de confianza ($p=0,05$) y por poseer un elevado coeficiente de determinación $R^2 = 93,15\%$ y $97,11\%$ para RT y PE respectivamente.

Tabla 6*Análisis de varianza para resistencia a la tracción (RT)*

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Valor p
Regresión	5	72,7631	14,5526	2,72	0,429
Lineal	2	18,1799	2,3006	0,43	0,733
Cuadrático	3	54,5832	18,1944	3,4	0,375
SC*T-RB	1	54,3925	54,4991	10,19	0,193
SC*M-RC	1	0,0026	0,0051	0	0,98
T-RB*M-RC	1	0,188	0,188	0,04	0,882
Error residual	1	5,3482	5,3482		
Total	6	78,1113			

$R^2 = 93,15\%$

Tabla 7*Análisis de varianza para el porcentaje de elongación (PE)*

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Valor p
Regresión	5	6,3682	12,6736	6,73	0,284
Lineal	2	1,1033	0,5516	0,29	0,794
Cuadrático	3	58,7207	19,5736	10,39	0,223
SC*T-RB	1	0,4262	0,4262	0,23	0,717
SC*M-RC	1	34,1731	34,1731	18,14	0,147
T-RB*M-RC	1	27,2156	27,2156	14,45	0,164
Error residual	1	1,884	1,884		
Total	6				

 $R^2 = 97,11\%$

En la figura 6 se aprecia la superficie de respuesta en el formato de gráfico de contornos para conocer los rangos de los porcentajes de SC, T-RB y M-RC que optimizan la RT y PE en el material de celulosa curtida. En la figura 6 y 7, se puede comprobar que los componentes individualmente no generan una RT y PE tan alta como cuando existe interacción entre componentes. La región de interés que indica la máxima RT y PE está representada por la zona de color verde oscuro.

Figura 8

Gráfico de contorno de mezcla de la resistencia a la tracción del cuero biológico (proporciones de los componentes)

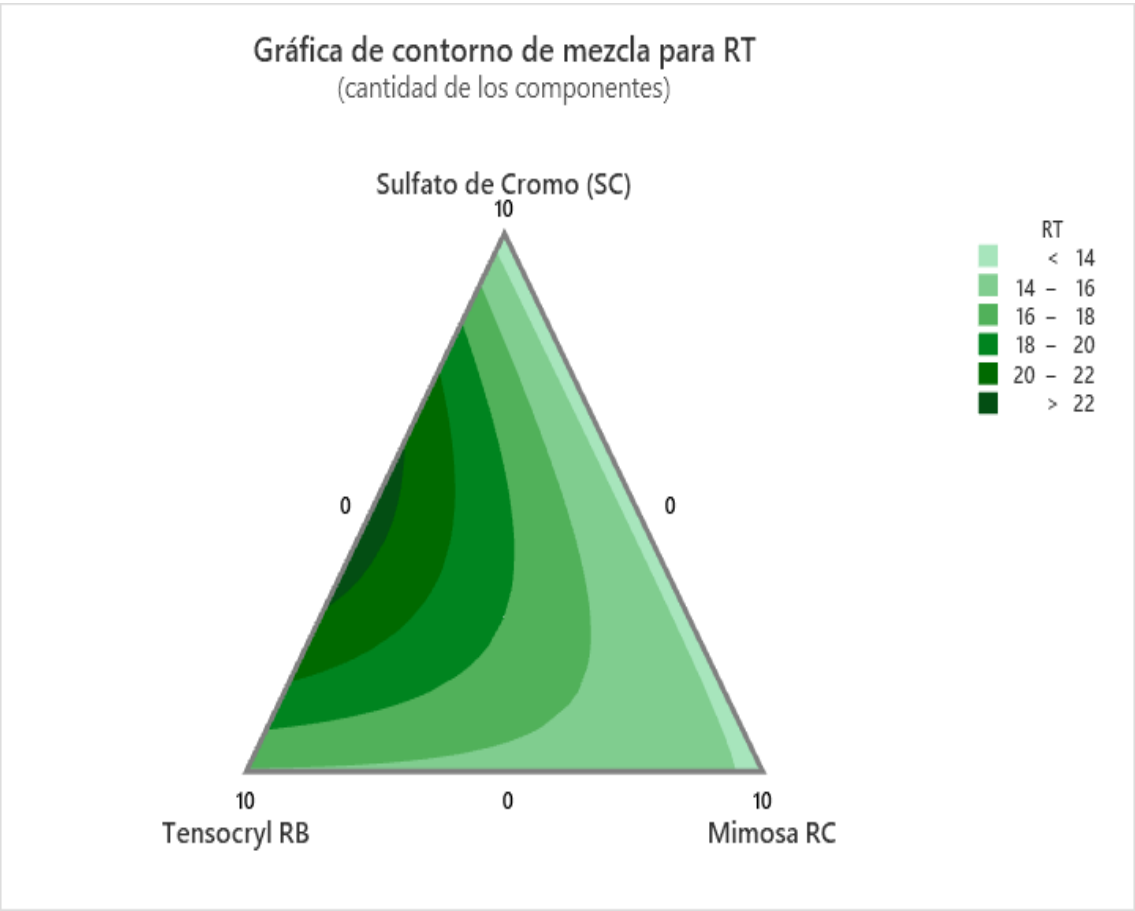
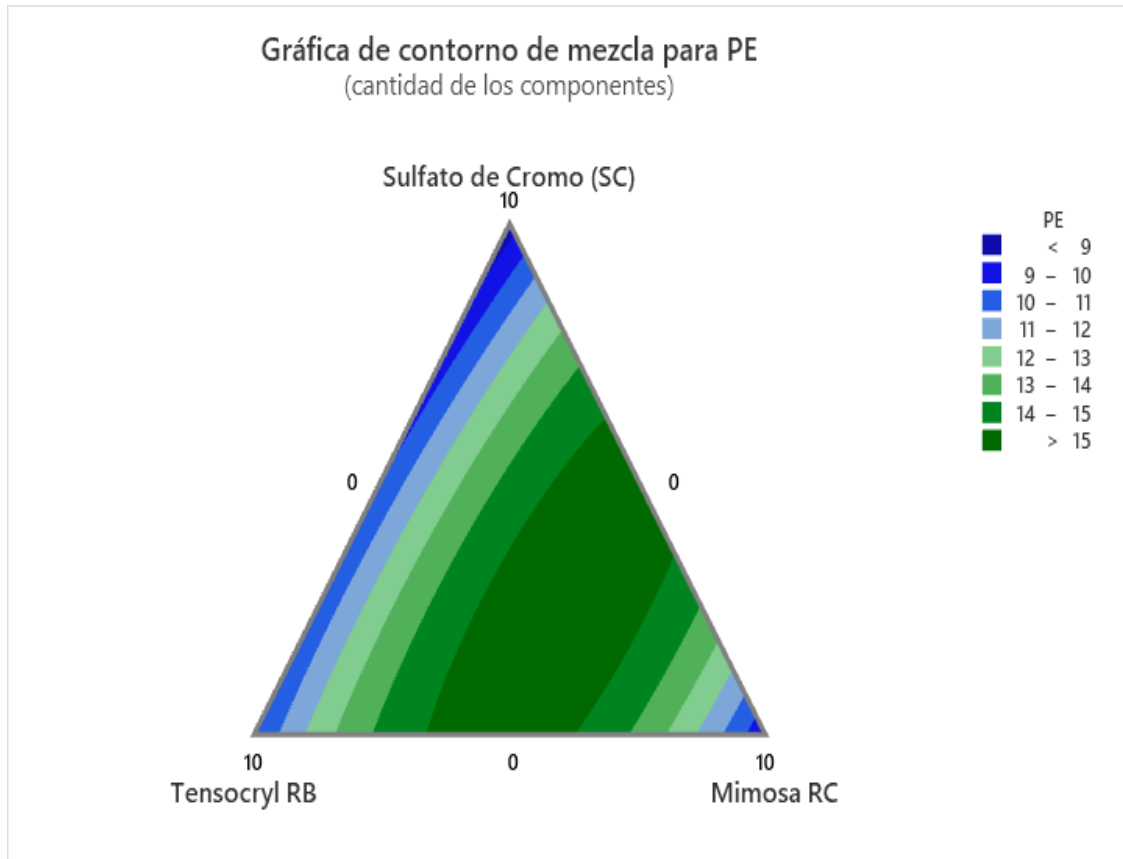


Figura 9

Gráfico de contorno de mezcla del porcentaje de elongación del cuero biológico (proporciones de los componentes)

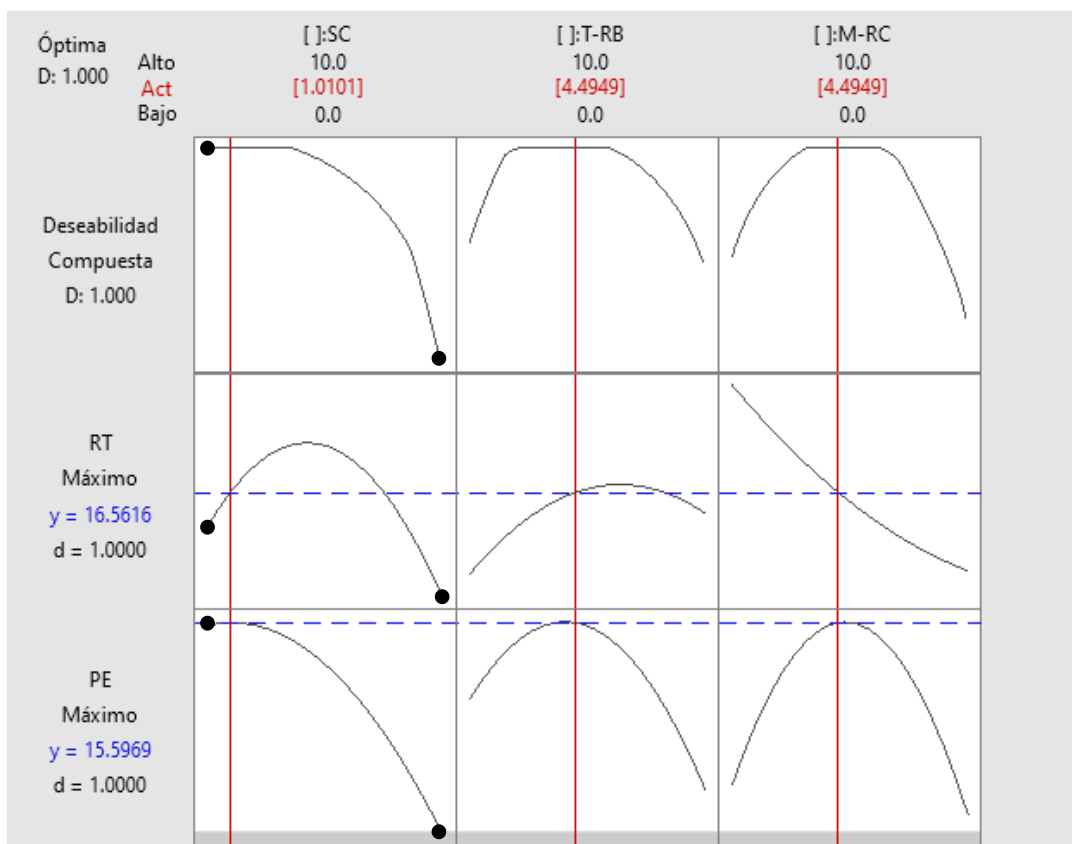


4.3 Optimización por función de deseabilidad de los resultados físicos y mecánicos del cuero biológico

La figura 10 muestra los valores ajustados de los componentes que optimizan la RT y PE de la celulosa bacteriana curtida, así mismo permite examinar los intervalos de predicción, para determinar si el rango de valores probables se encuentra dentro de los límites aceptables por la NTP 241.023:2014.

Figura 10

Optimización de las pruebas física y mecánicas del cuero biológico



Para los datos sobre pruebas físicas y mecánicas, la deseabilidad compuesta es 1,000. Las columnas de la gráfica muestran los valores de respuesta en cada nivel de los componentes de la mezcla. Los valores porcentuales de cada componente que optimizan la RT y PE del material celulósico curtido son los siguientes: 1,01% sulfato de cromo (SC), 4,49% Tensocryl RB (T-RB) y 4,49% Mimosa RC (M-RC), la finalidad fue buscar valores objetivos de RT y PE en consideración a la NTP 241.023:2014, Anexo 3. El valor pronosticado para RT es 16,56 N/mm², en tanto que para PE es 15,59 %, ambos con una deseabilidad individual es 1,000. En la figura 10 igualmente se puede observar la deseabilidad compuesta de las proporciones de los componentes:

- Sulfato de cromo (SC): Los dos puntos para cada celda de esta columna representan los dos niveles de la variable (SC) nivel alto y nivel bajo, el nivel bajo parece ser el mejor nivel para el valor de RT, mientras que para el PE aumentaría.

- Tensocryl RB (T-RB): es un curtiente aldehídico modificado, al aumentar su %, aumenta todas las respuestas, sin embargo, el efecto es hasta cierto punto luego de este se observó disminución en las respuestas, por lo tanto, no es proporcional ni lineal. Los valores de configuración óptimos del (T-GL) se encuentran en sus niveles máximos en el experimento (4,49%). A este respecto Echeverry (2016) utilizó barra de grafito y glutaraldehído como soporte de fijación de cromo para bacterias de la especie *Comamonas* sp.
- Mimosa RC (M-RC): es un curtiente vegetal y al aumentar su %, aumenta el valor de RT hasta cierto punto, pero disminuye el PE. Los valores de configuración óptimos para él % de M-RC se encuentran en sus niveles mínimos (4,49%), según (Teklay, Gebeyehu, Getachew, Yaynshet, & Sastry, 2017) El curtido vegetal permite la conservación de la fibra de colágeno y le incorpora ciertas características de morbidez al tacto y elasticidad.

4.4 Análisis de microscopía del tratamiento con mayor resistencia a la tracción

En la figura 9 se aprecia los resultados del Mapeo elemental de Espectroscopía de Dispersión de Energía (EDS) para una caracterización química confiable de fragmentos de celulosa derivada del tratamiento cuatro (T4), se aprecia elementos químicos derivados de los curtientes empleados para estabilizar la celulosa bacteriana, este resultado explica la presencia de cromo y elementos derivados de T-RB=Tensocryl RB en sitios activos disponibles de la fibras de celulosa, la figura 10, revela que el material de celulosa bacteriana (T4) muestra una red compleja como una morfología fibrosa tras la incorporación de los elementos curtientes, según (Ayyappan et al 2022) la superficie de la celulosa bacteriana seca mostró una estructura compacta debido a la sustitución de celulosa-agua-celulosa por celulosa- (AuNP) GO (AgNP)-celulosa, lo que provocó interacciones no covalentes de las nanopartículas con la superficie de la celulosa bacteriana. Sus condiciones de medición Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) fueron:

- ✓ Voltaje de aceleración (V) : 5-30000V
- ✓ Modo de trabajo : Low vacuum y High vacuum
- ✓ WD: distancia de trabajo : 10,2mm
- ✓ Mag. : Magnificación 1378x
- ✓ Det. : ETD

Figura 11

Caracterización química mediante Espectroscopía de Dispersión de Energía (EDS)

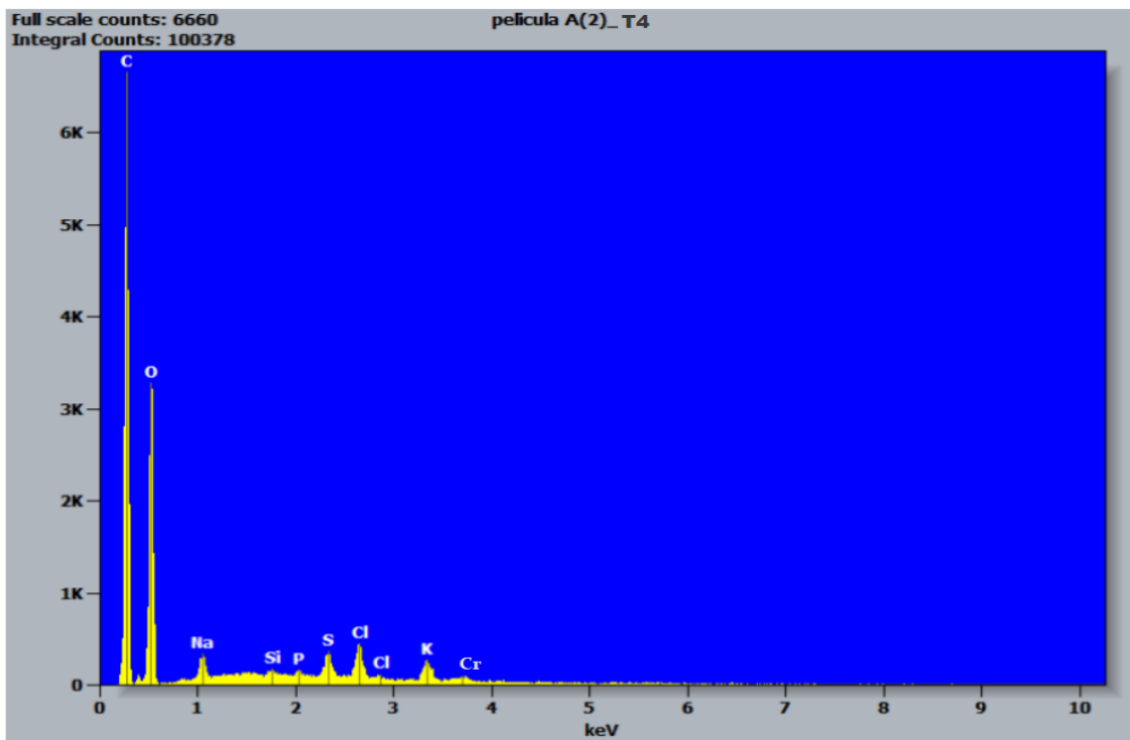
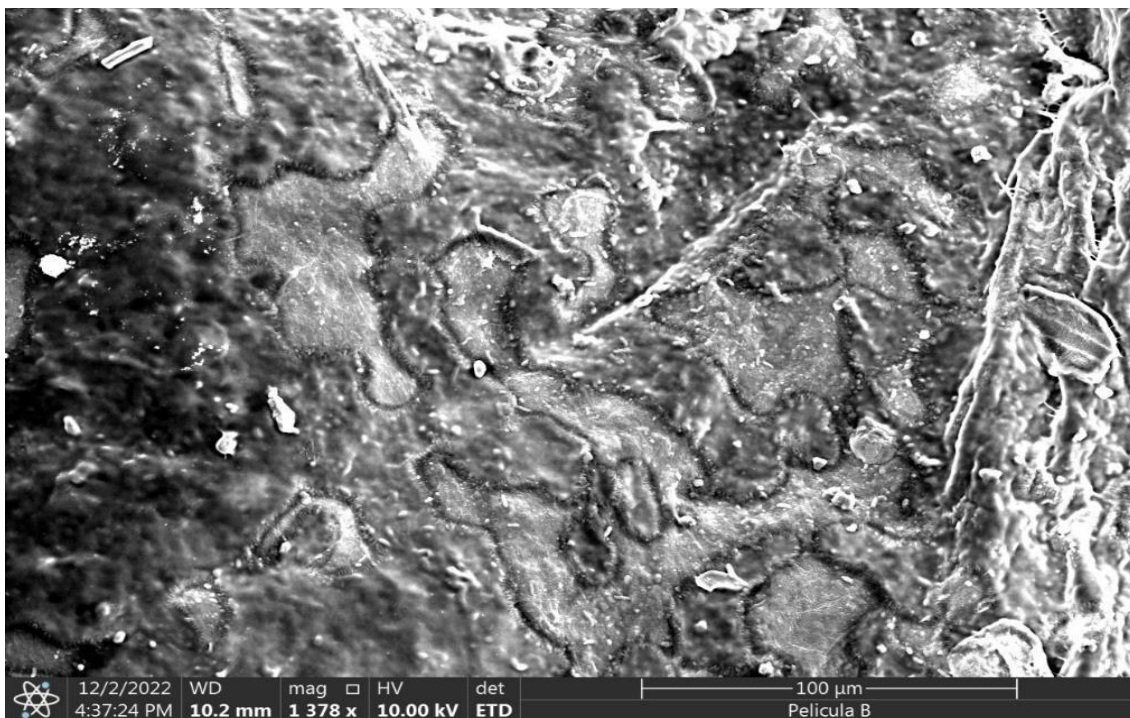


Figura 12

Microscopia Electrónica de Barrido (SEM) material celulósico (T4)



CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- ✓ Los valores porcentuales de cada componente que optimizan la RT y PE del material celulósico curtido fueron los siguientes: 1,01% sulfato de cromo (SC), 4,49% Tensocryl RB (T-RB) y 4,49% Mimosa RC (M-RC), pronostican la RT en 16,56 N/mm², y PE en 15,59 %, ambos con una deseabilidad compuesta de 1,000 los resultados cumplen las exigencias a la NTP 241.023:2014 referente a calzado casual.

- ✓ Se logró caracterizar el material celulósico curtido con agentes curtientes mediante Microscopia electrónica de barrido (SEM) y difracción de rayos X a los tratamientos de curtición en los tratamientos puros, binarios y ternarios donde se observa incorporaciones de los agentes curtientes con las fibras de celulosa bacteriana.

5.2 Recomendaciones

- ✓ Estudiar el efecto de productos auxiliares de acabado utilizados en la industria del cuero para otórgale mejores características para su uso del hombre.
- ✓ Continuar con la investigación a un nivel aplicado e incrementar la producción de nuevos conocimientos científicos y/o nuevas tecnologías, que respondan a las necesidades de la sociedad y los sectores productivos del país.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Adolfo, R., & Huertas, P. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos, 62(1), 4967–4982.
- Aguilar, S., & Espin, D. (2019). PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOPOLÍMERO OBTENIDO A PARTIR DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DEL CACAO (CCN-51), 8(5), 55.
- Ariram, N., & Madhan, B. (2020). Development of bio-acceptable leather using bagasse. *Journal of Cleaner Production*, 250. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119441>
- Ayyappan, V. G., Vhatkar, S. S., Bose, S., Sampath, S., Das, S. K., Samanta, D., & Mandal, A. B. (2022a). Incorporations of gold, silver and carbon nanomaterials to kombucha-derived bacterial cellulose: Development of antibacterial leather-like materials. *Journal of the Indian Chemical Society*, 99(1), 100278. <https://doi.org/10.1016/j.jics.2021.100278>
- Ayyappan, V. G., Vhatkar, S. S., Bose, S., Sampath, S., Das, S. K., Samanta, D., & Mandal, A. B. (2022b). Incorporations of gold, silver and carbon nanomaterials to kombucha-derived bacterial cellulose: Development of antibacterial leather-like materials. *Journal of the Indian Chemical Society*, 99(1). <https://doi.org/10.1016/j.jics.2021.100278>
- Burgos, M. L. J. (2020). Cuantificación de azúcares reductores del sustrato en residuos de piña con el método del ácido 3,5-dinitrosalicílico. *Questionar: Investigación Específica*, 7(1), 57–66. <https://doi.org/10.29097/23461098.308>
- Carreño, P. L. D., Caicedo, M. L. A. C., & Martínez, R. C. A. (2012). Técnicas de fermentación y aplicaciones de la celulosa bacteriana: una revisión. *Ingeniería y Ciencia*, 8(16), 307–335. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.8.16.12>
- Cintas, P., Almagro, M., & Llabrés, X. T. (2012). *Industrial Statistics with Minitab*. (U. K. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, Ed.) (Wiley). Barcelona, Spain.
- Coelho, R. M. D., Almeida, A. L. de, Amaral, R. Q. G. do, Mota, R. N. da, & Sousa, P. H. M. d. (2020). Kombucha: Review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100272>
- Dantas, D. S., da Silva Gomes, L., Costa Gonçalves, L. S., Correia, J. O., Silva, G. M. da, Rocha de Queiroga, A. P., ... Alonso Buriti, F. C. (2022). Lactose hydrolysis implications on dairy beverages with autochthonous *Limosilactobacillus mucosae* and *Syzygium cumini* pulp. *Lwt*, 155. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112963>
- Ding, W., Liu, H., Remón, J., Jiang, Z., Chen, G., Pang, X., & Ding, Z. (2022). A step-change toward a sustainable and chrome-free leather production: Using a biomass-based, aldehyde tanning agent combined with a pioneering terminal aluminum tanning treatment (BAT-TAT). *Journal of Cleaner Production*, 333(December 2021), 130201. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130201>
- García, C., & Gutiérrez, I. (2017). Diseño óptimo de experimentos para modelos de

- mezclas aplicados en la ingeniería y las ciencias experimentales, 258.
- Garcia, C., & Prieto, M. A. (2018). Bacterial cellulose as a potential bioleather substitute for the footwear industry. *Microbial Biotechnology*, 12(4), 1–4. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.13306>
- Gordillo, H. M. (2018). *Aislamiento y caracterización de bacterias y levaduras a partir del consorcio de microorganismos denominado KOMBUCHA*. UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA La Universidad Católica de Loja ÁREA.
- Guinea, M. (2016). Diseño de planta piloto para producción de Celulosa Bacteriana. *Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona*, 1, 92.
- Gutiérrez, H., Salazar, R., Johnson, R; Kuby, P., Sáenz López, K., & Tamez González, G. (2008). *Estadística elemental: Lo esencial. Métodos Y Técnicas Cualitativas Y Cuantitativas Aplicables a La Investigación En Ciencias Sociales*. Retrieved from <http://eprints.uanl.mx/8625/1/7>. Metodología cap 19 solo capítulo.pdf%0Ahttps://www.academia.edu/40887991/Estadística_Elemental_10ma_Edición_Robert_Johnson%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/44401609_Analisis_y_Disenio_de_Experimentos
- Habtegebriel, H., Edward, D., Wawire, M., & Seifu, E. (2021). Insolubility and denaturation of whey proteins of skimmed camel milk as affected by spray drying operating parameters. *International Journal of Food Properties*, 24(1), 517–532. <https://doi.org/10.1080/10942912.2021.1883057>
- Hernández, R. M., & Velez, R. J. (2014). Suero de leche y su aplicación en la elaboración de alimentos funcionales, 13–22.
- Hildebrandt, J., Thrän, D., & Bezama, A. (2021). The circularity of potential bio-textile production routes: Comparing life cycle impacts of bio-based materials used within the manufacturing of selected leather substitutes. *Journal of Cleaner Production*, 287. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125470>
- Jaramillo, R. L., Tobio, W. J., & Escamilla, J. M. (2012). Efecto de la sacarosa en la producción de celulosa por *Gluconacetobacter xylinus* en cultivo estático. *Revista MVZ Cordoba*, 17(2), 3004–3013. <https://doi.org/10.21897/rmvz.235>
- Juárez, R. (2011). *“Hidrólisis Enzimática De La Lactosa Del Suero En Polvo.”* UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS. Retrieved from <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/10606/PG-675-JuarezMamani%2CRaul.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Khatami, K., Atasoy, M., Ludtke, M., Baresel, C., Eyice, Ö., & Cetecioglu, Z. (2021). Bioconversion of food waste to volatile fatty acids: Impact of microbial community, pH and retention time. *Chemosphere*, 275. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129981>
- Kristoffersen, E., Blomsma, F., Mikalef, P., & Li, J. (2020). The smart circular economy: A digital-enabled circular strategies framework for manufacturing companies. *Journal of Business Research*, 120(August 2019), 241–261. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.07.044>
- Leal, J. M., Suárez, L. V., Jayabalan, R., Oros, J. H., & Escalante-Aburto, A. (2018). A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites.

- CYTA - *Journal of Food*, 16(1), 390–399.
<https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1410499>
- Li, J., Chen, G., Zhang, R., Wu, H., Zeng, W., & Liang, Z. (2019a). Production of high crystallinity type-I cellulose from *Komagataeibacter hansenii* JR-02 isolated from Kombucha tea. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, 66(1), 108–118.
<https://doi.org/10.1002/bab.1703>
- Li, J., Chen, G., Zhang, R., Wu, H., Zeng, W., & Liang, Z. (2019b). Production of high crystallinity type-I cellulose from *Komagataeibacter hansenii* JR-02 isolated from Kombucha tea. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, 66(1), 108–118.
<https://doi.org/10.1002/bab.1703>
- Loachamin, B., & Narváez, F. (2021). *OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUERO DE LECHE EN POLVO A PARTIR DE LACTOSUERO DE LA EMPRESA (PROLAD'S) MEDIANTE EL MÉTODO DE SECADO POR ASPERSIÓN (Spray Dryer)*. Universidad Técnica De Cotopaxi Facultad. Retrieved from <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
- Lucumí, R. S., Mora, C. A., Lizcano, V. W. H., & Benítez, C. N. (2020). ACTIVIDAD ELECTROQUÍMICA DE LA CEPA BACTERIANA CrLIM26 ACOPLADA A LA REDUCCIÓN DE Cr(VI). *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 36(3), 555–565. <https://doi.org/10.20937/rica.53405>
- Martínez Yee, Contreras Zentella, E. E. (2004). Celulosa Bacteriana en *Gluconacetobacter xylinum*. *Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 7(1), 19–25. <https://doi.org/10.1111/epi.12525>
- Mendoza, C. J. W., Velásquez, C. P. F., & Gómez, G. Y. (2020). Caracterización estructural, física y química de la fibra de rastrojo de la cosecha de piña (ananas comosus) golden como alternativa para elaborar papel. *Ingeniería Investiga*, 2(2), 314–323. <https://doi.org/10.47796/ing.v2i2.408>
- MINAGRI-DGPA - DEEIA. (2018). Análisis de la Cadena Productiva del Cacao.
- Montgomery D. C. (2017). *Design and analysis of experiments*. (I. John Wiley & Sons, Ed.) (Ninth Edit, Vol. 9). Arizona State University.
- Ortiz, K., & Álvarez, R. (2015). EFECTO DEL VERTIMIENTO DE SUBPRODUCTOS DEL BENEFICIO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS EN LOS SUELOS DE UNA FINCA ACAOTERA, MUNICIPIO DE YAGUARÁ (HUILA, COLOMBIA). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 19(1), 65–84. <https://doi.org/10.17151/bccm.2015.19.1.5>
- Pachana Arina, S. G., & Th, M. (2017). *DISEÑO DE MEZCLA SIMPLEX-CENTROIDE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE UN CULTIVO PRODUCTOR DE CELULOSA BACTERIANA*.
- Provin, A. P., Dutra, A. R. de A., de Sousa e Silva Gouveia, I. C. A., & Cubas, e. A. L. V. (2021). Circular economy for fashion industry: Use of waste from the food industry for the production of biotextiles. *Technological Forecasting and Social Change*, 169(October 2020), 120858. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120858>

- Quille, L., Luque, O., & Aruahuanca, F. (2021). Revista Científica I + D Aswan Science. *Potencialidades Del Lactosuero Generado Por La Industria Quesera y Su Valorización* *Potentialities*, 1(1), 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.51892/rcidas.v1i2.10> Potencialidades
- Ramírez, P., & Cocha, J. M. (2003). Enzymatic degradation of cellulose for thermophilic actinomycete: Isolation, characterization and cellulolytic activity determination. *Revista Peruana de Biología*, 10(1), 67–77.
- Ricaurte, A. (2017). Neofolk Bags : Bolsos con valor agregado, 1–139.
- Rosu, L., Varganici, C., Crudu, A., Rosu, D., & Bele, A. (2018). Ecofriendly wet–white leather vs. conventional tanned wet–blue leather. A photochemical approach. *Journal of Cleaner Production*, 177, 708–720. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.237>
- Saleh, A. K., El-Gendi, H., Soliman, N. A., El-Zawawy, W. K., & Abdel-Fattah, Y. R. (2022). Bioprocess development for bacterial cellulose biosynthesis by novel *Lactiplantibacillus plantarum* isolate along with characterization and antimicrobial assessment of fabricated membrane. *Scientific Reports*, 12(1), 1–17. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06117-7>
- Salimi, A., Maghsoudlou, Y., & Jafari, S. M. (2018). Effect of emulsion stability and spray drying conditions on physicochemical characteristics of encapsulated powders. *Latin American Applied Research*, 48(2), 95–100. <https://doi.org/10.52292/j.laar.2018.265>
- Sandoval, R., & Guadalupe, A. S. De. (2017). Diseños y aplicaciones de cuero vegano.
- Soriano, J., & Barreto, M. (2018). *Síntesis y estudio de propiedades de celulosa bacteriana obtenida en piña y banano, inoculados con Kombucha*. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/27913/1/Tesis-Celulosa-Bacteriana-Piña-Banano.pdf>
- Tamilselvi, A., Jayakumar, G. C., Sri Charan, K., Sahu, B., Deepa, P. R., Kanth, S. V., & Kanagaraj, J. (2019). Extraction of cellulose from renewable resources and its application in leather finishing. *Journal of Cleaner Production*, 230, 694–699. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.401>
- Teklay, A., Gebeyehu, G., Getachew, T., Yaynshet, T., & Sastry, T. P. (2017). Conversion of finished leather waste incorporated with plant fibers into value added consumer products – An effort to minimize solid waste in Ethiopia. *Waste Management*, 68, 45–55. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.024>
- Vargas, B. K., Fabricio, M. F., & Záchia Ayub, M. A. (2021). Health effects and probiotic and prebiotic potential of Kombucha: A bibliometric and systematic review. *Food Bioscience*, 44(August). <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101332>
- Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J. P., & Taillandier, P. (2018). Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review. *Journal of Food Science*, 83(3), 580–588. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068>
- Wang, X., Chen, K., Li, W., Hao, D., & Guo, P. (2019). A paper sizing agent based on leather collagen hydrolysates modified by glycol diglycidyl ether and its

- compound performance. *International Journal of Biological Macromolecules*, 124, 1205–1212. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.12.047>
- Wolfe, B. E., & Dutton, R. J. (2015). Fermented foods as experimentally tractable microbial ecosystems. *Cell*, 161(1), 49–55. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.02.034>
- Watawana, MI , Jayawardena, N. , Gunawardhana, CB y Waisundara, VY (2015). Aspectos de salud, bienestar y seguridad del consumo de Kombucha . *Diario de Química*, 2015, 1 – 11.<https://doi.org/10.1155/2015/591869>
- Zhang, Z., Li, G., Shi, B., 2006. Propiedades fisicoquímicas del colágeno, la gelatina y el hidrolizado de colágeno derivado de desechos bovinos partidos encalados. *J. Soc. Tecnología de cuero. Química*, 9023

ANEXOS

Anexo 1

NTP-ISO 3376

Cuero. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia a la tracción y del porcentaje de alargamiento

Cuero. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia a la tracción y del porcentaje de alargamiento

Leather. Physical and mechanical tests. Determination of tensile strength and percentage extension.

(EQV. ISO 3376:2011 Leather – Physical and mechanical tests – Determination of tensile strength and percentage extension)

2017-04-12

3ª Edición

R.D. N° 013-2017-INACAL/DN. Publicada el 2017-04-25

Precio basado en 09 páginas

I.C.S.: 59.140.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Cuero, ensayo físico, ensayo mecánico, resistencia a la tracción, alargamiento.

© ISO 2011

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el Internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL, único representante de la ISO en territorio peruano.

© INACAL 2017

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL.

INACAL

Calle Las Camelias 817, San Isidro
Lima - Perú
Tel.: +51 1 640-8820
administracion@inacal.gob.pe
www.inacal.gob.pe

ÍNDICE

	página
ÍNDICE	ii
PRÓLOGO (de revisión 2017)	iii
PREFACIO	v
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	1
2 REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3 PRINCIPIO DEL MÉTODO	2
4 APARATOS	2
5 TOMA Y PREPARACIÓN DE MUESTRA	4
6 PROCEDIMIENTO OPERATORIO	4
7 EXPRESIÓN DE RESULTADOS	6
8 INFORME DEL ENSAYO	8

PRÓLOGO

(de revisión 2017)

A.1 La Norma Técnica Peruana (NTP) **NTP-ISO 3376:2012 CUERO. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia a la tracción y del porcentaje de alargamiento**, 3ª Edición, se encuentra incluida en el programa de actualización de Normas Técnicas Peruanas que cumplieron 05 años de vigencia.

A.2 La NTP referida, aprobada mediante resolución N° 0092-2012/CNB-INDECOPI, fue revisada por el Comité Técnico de Normalización (CTN) de Cuero, calzado y derivados, y puesta a consulta pública por un periodo de 30 días calendario. No recibió observaciones por parte de los representantes de los sectores involucrados: producción, consumo y técnico.

A.3 El CTN de Cuero, calzado y derivados, recomendó mantener la vigencia de la NTP y la Dirección de Normalización (DN), procedió a mantener su vigencia, previa revisión final, aprobando la versión revisada el 12 de abril de 2017.

NOTA: Cabe resaltar que la revisión de la presente NTP se ha realizado con el objetivo de determinar su vigencia, más no su actualización.

A.4 Los métodos de ensayo y de muestreo cambian periódicamente con el avance de la técnica. Por lo cual, recomendamos consultar en el Centro de Información y Documentación del INACAL, la vigencia de los métodos de ensayo y de muestreo citados en esta NTP.

A.5 La presente Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP-ISO 3376:2012 CUERO. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia a la tracción y del porcentaje de alargamiento, 3ª Edición.

B. INSTITUCIONES MIEMBROS DEL CTN DE CUERO, CALZADO Y DERIVADOS

Secretaría

CITEccal

Presidente

Oscar Genaro Chunga Pingo

Secretario

Maria Luz Meneses Begazo

ENTIDAD

REPRESENTANTE

CITEccal

Adriana Ríos Vasquez
Abdón Segundo Espada

PRODUCE

Luis Guerrero Aquije

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

Gladys Conza Blanco

HULES PERUANOS S. A. C.

Celia Arias Portal

JUAN LENG DELGADO S. A. C.

Jaime Legua Yactayo

POLI SHOES S. A. C.

Luis Felipe Velásquez Coya

SGS DEL PERÚ S.A.C.

Norma Roldán Tello

NSF INASSA S.A.C.

Hugo Zarate Pamo
Ana Chamorro Bohorquez

CONSULTOR

Carlos Chávez Mendoza

CONSULTOR

Dante Chumpitaz Prado

CONSULTOR

Liliana Maylle Astocondor

PREFACIO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Cuero, Calzado y Derivados, mediante el Sistema 1 o de Adopción, durante el mes de junio de 2012, utilizando como antecedente a la norma ISO 3376:2011: Leather – Physical and mechanical tests – Determination of tensile strength and percentage extension .

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Cuero, Calzado y Derivados, presentó a la Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias –CNB-, con fecha 2012-07-02, el PNTP ISO 3376:2012, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de discusión pública el 2012-08-25. No habiéndose presentado observaciones fue oficializada como Norma Técnica Peruana **NTP-ISO 3376:2012 CUERO. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia a la tracción y del porcentaje de alargamiento**, 3ª Edición, el 31 de octubre de 2012.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a la norma NTP-ISO 3376:2007. La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurado de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría

CITEccal

Presidente

Oscar Genaro Chunga Pingo

Secretario

Maria Luz Meneses Begazo

ENTIDAD**REPRESENTANTE**

CITEccal

Adriana Ríos de Horna

CITEccal

Abdón Segundo Espada

PRODUCE

Luis Guerrero Aquije

PROMPERÚ

Carmen Huapaya Huapaya

APEQTIC

Freddy Juro
Helvert Vera

ASPEC

Teofilo Armando Blas Neyra

HULES PERUANOS S.A.C.

Celia Aurora Arias Portal

INDUSTRIAL ZAYMA S.A.C.

Luis Meza Martínez

CONSULTOR

Carlos Chávez Mendoza

CONSULTOR

Dante Chumpitaz Prado

---oooOooo---

Cuero. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia a la tracción y del porcentaje de alargamiento

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana especifica un método de ensayo para determinar la resistencia a la tracción, el alargamiento bajo una carga especificada y el alargamiento a la rotura del cuero. Este método es aplicable a todos los tipos de cuero.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Para las referencias con fecha, no son aplicables las revisiones o modificaciones posteriores de ninguna de las publicaciones. Para las referencias sin fecha, se aplica la edición en vigor del documento normativo al que se haga referencia (incluyendo sus modificaciones). El Organismo Peruano de Normalización posee la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia en todo momento.

2.1 Normas Técnicas Internacionales

2.1.1	ISO 2418*	Cuero. Ensayos químicos, físicos, mecánicos y de solidez. Localización de la zona de toma de muestras
2.1.2	ISO 2419**	Cuero. Ensayos físicos y mecánicos. Preparación y acondicionamiento de muestras

* La NTP-ISO 2418 es equivalente a la ISO 2418

** La NTP-ISO 2419 es equivalente a la ISO 2419

*** La NTP-ISO 2589 es equivalente a la ISO 2589

- | | | |
|-------|-------------|--|
| 2.1.3 | ISO 2589*** | Cuero. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación del espesor |
| 2.1.4 | ISO 7500-1 | Materiales metálicos. Verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza |

3 PRINCIPIO DEL MÉTODO

Una probeta es estirada a una velocidad especificada hasta que la fuerza alcanza un valor predeterminado o hasta que la probeta se rompe.

4 APARATOS

4.1 Dinamómetro, con:

- un intervalo de fuerza adecuado a la muestra que se va a ensayar;
- un dispositivo para registrar la fuerza con una precisión de al menos 2 % , tal y como se especifica en la clase 2 de la Norma ISO 7500-1;
- una velocidad de separación entre las mordazas uniforme de 100 mm/min $\pm$ 20 mm/min;
- un medio para registrar la fuerza, por ejemplo, una curva de alargamiento;
- mordazas, con una longitud mínima de 45 mm en la dirección en la que se aplica la carga, diseñadas para mantener un sujeción constante por medios mecánicos o neumáticos. La textura y el diseño de las caras internas de las mordazas deben ser tales, que con la carga máxima aplicada en el ensayo, la muestra no deslice de ninguna de las mordazas en una cantidad que exceda el 1 % de la separación original entre las mordazas.

4.2 Dispositivo para determinar el alargamiento de la probeta, controlando la separación de las mordazas o por sensores que controlen la separación de dos puntos fijos en la pieza de ensayo.

4.3 Micrómetro, como se especifica en la Norma ISO 2589.

4.4 Troqueles, como se especifican en la Norma ISO 2419, capaces de cortar una probeta como la que se muestra en la figura 1, con las dimensiones que se dan en la tabla 1.

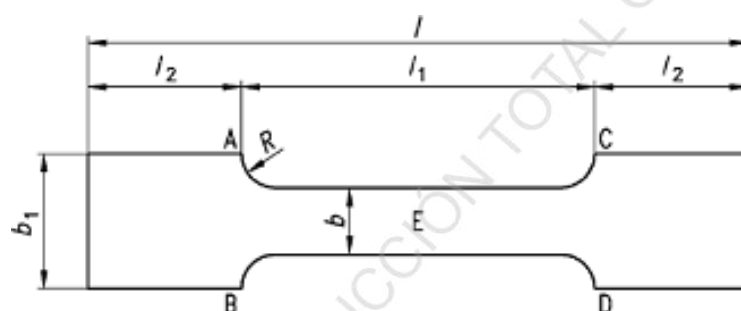


FIGURA 1 - Forma de la probeta

TABLA 1 – Medidas de las probetas

Medidas en milímetros

Denominación	l	l_1	l_2	b	b_1	R
Normal	110	50	30	10	20	5
Grande	190	100	45	20	40	10

4.5 **Pie de rey**, con una precisión de lectura de 0,1 mm.

5 TOMA Y PREPARACIÓN DE MUESTRA

5.1 Se realiza la toma de muestra de acuerdo con la Norma ISO 2418.

5.2 Se cortan seis probetas de la muestra de acuerdo con la Norma ISO 2419 aplicando un troquel (véase 4.4) por el lado flor, tres probetas con los lados más largos paralelos al espinazo y tres probetas con los lados más largos perpendiculares al espinazo. Si en ensayos anteriores se ha producido un deslizamiento de la probeta en las mordazas, se utiliza el troquel grande (véase 4.4).

Si es necesario ensayar más de dos pieles en un lote, sólo se necesita tomar una probeta en cada dirección de cada una de las pieles, siempre que el total no sea inferior a tres probetas en cada dirección.

5.3 Se acondicionan las probetas de acuerdo con la Norma ISO 2419.

6 PROCEDIMIENTO OPERATORIO

6.1 Determinación de dimensiones

6.1.1 Mediante el pie de rey (véase 4.5) se mide la anchura de cada probeta con una aproximación de 0,1 mm en tres posiciones sobre el lado flor, y en tres sobre el lado carne. En cada grupo de tres mediciones, se toma una en el punto medio E (como se muestra en la figura 1) y las otras dos en puntos situados aproximadamente entre el punto medio E y las líneas AB y CD. Se toma la media aritmética de las seis mediciones como la anchura de la probeta, w . Para cueros blandos ("flexibles"), la anchura se puede tomar como la anchura del troquel.

6.1.2 Se mide el espesor de cada probeta de acuerdo con la Norma ISO 2589. Se realizan las mediciones en tres puntos, en el punto medio E, y en dos puntos situados aproximadamente entre el punto medio E y las líneas AB y CD. Se toma la mediaaritmética de las tres mediciones como el espesor de la probeta, t .

6.2 Determinación de la resistencia a la tracción

6.2.1 Se sitúan las mordazas del dinamómetro (véase el apartado 4.1) separadas entre sí unos $50 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ en el caso de utilizar la probeta normal o a 100 mm si se utiliza la probeta grande. Se coloca la probeta en las mordazas de forma que los bordes de las mordazas se sitúen a lo largo de las líneas AB y CD. Una vez que se ha situado la probeta, hay que asegurarse de que el lado flor está situado en un plano.

6.2.2 Se pone en marcha el dinamómetro hasta que se rompe la probeta y se registra la fuerza máxima ejercida como la fuerza de rotura, F .

6.3 Determinación del porcentaje de alargamiento producido por una carga determinada

6.3.1 Se coloca la probeta entre las mordazas del dinamómetro como se describe en el apartado 6.2.1. Se mide la distancia entre las mordazas con una aproximación de $0,5 \text{ mm}$ y se anota esta distancia, L_0 , como la longitud inicial de la probeta.

6.3.2 Se pone en marcha el dinamómetro. A menos que el aparato registre automáticamente una curva de fuerza/alargamiento con la exactitud necesaria (4.2), se mide la distancia entre las mordazas o los sensores, a medida que aumenta la fuerza.

6.3.3 Se anota la distancia entre las mordazas o los sensores en el momento en el que la fuerza alcanza por primera vez el valor especificado. Se anota esta distancia como la longitud de la probeta a esta fuerza, L_1 . Si es necesario obtener los resultados de los procedimientos descritos en los apartados 6.2 o 6.4 no se debe parar el dinamómetro.

6.4 Determinación del porcentaje de alargamiento a la rotura

6.4.1 Se realizan los pasos descritos en el apartado 6.3.1.

6.4.2 Se pone en marcha el dinamómetro hasta que se rompa la probeta.

6.4.3 Se anota la distancia entre las mordazas o los sensores en el instante en que se produce la rotura de la probeta.

Se anota la distancia como la longitud de la probeta en la rotura, L_2 .

6.5 Deslizamiento

Si se produce un deslizamiento de la probeta en cualquiera de las mordazas al realizar el ensayo según los apartados 6.2, 6.3 o 6.4, y el deslizamiento es superior al 1 % de la separación inicial entre las mordazas, se rechaza el resultado y se repite la determinación con una probeta nueva, cortada utilizando el troquel grande (véase 4.4).

7 EXPRESIÓN DE RESULTADOS

7.1 Resistencia a la tracción

La resistencia a la tracción, T_n , en MPa (o newtons por milímetro cuadrado, si se requiere), se calcula utilizando la ecuación:

$$T_n = \frac{F}{w \cdot t}$$

donde

F es la fuerza máxima registrada, en newtons;

w es la anchura media de la probeta, en milímetros;

t es el espesor medio de la probeta, en milímetros.

NOTA: La relación entre MPa y N/mm² es la siguiente: 1 N/mm² = 1 MPa

7.2 Alargamiento producido por una carga determinada

El porcentaje de alargamiento producido por una carga determinada, E_l , debe calcularse mediante la ecuación:

$$E_l = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100$$

donde

L_1 es la separación entre las mordazas o los sensores bajo una carga determinada;

L_0 es la separación inicial de las mordazas o los sensores.

7.3 Alargamiento a la rotura

El porcentaje de alargamiento a la rotura, E_b , debe calcularse utilizando la ecuación:

$$E_b = \frac{L_2 - L_0}{L_0} \times 100$$

donde

L_2 es la separación entre las mordazas o los sensores en la rotura;

L_0 es la separación inicial entre las mordazas o los sensores.

8 INFORME DEL ENSAYO

El informe del ensayo debe incluir los siguientes datos:

- a) referencia a esta norma, es decir, la Norma ISO 3376:2011^{a)};
- b) la resistencia a la tracción media, en MPa (o en newtons por milímetro cuadrado, si se requiere), con una precisión de 0,1 MPa, para las probetas con el borde mayor cortado en paralelo al espinazo;
- c) la resistencia a la tracción media, en MPa (o en newtons por milímetro cuadrado, si se requiere), con una precisión de 0,1 MPa, para las probetas con el borde mayor cortado en perpendicular al espinazo;
- d) el porcentaje de alargamiento medio a la rotura, con una precisión de 1 % , para las probetas con el borde mayor cortado en paralelo al espinazo;
- e) el porcentaje de alargamiento medio a la rotura, con una precisión de 1 % , para las probetas con el borde mayor cortado en perpendicular al espinazo;
- f) el porcentaje de alargamiento medio para una carga determinada, con una precisión de 1 % , para las probetas con el borde mayor cortado en paralelo al espinazo, si se requiere;
- g) el porcentaje de alargamiento medio para una carga determinada, con una precisión de 1 % , para las probetas con el borde mayor cortado en perpendicular al espinazo, si se requiere;
- h) el espesor de la muestra, en milímetros, conforme a la Norma ISO 2589;
- i) cualquier desviación del método especificado en esta norma;

^{a)} La NTP-ISO 3376:2012 es equivalente a la ISO 3376:2011

- j) todos los detalles de identificación de la muestra y cualquier desviación de la Norma ISO 2418 con respecto a la toma de muestra.
- k) si se requiere, por el cliente o por las especificaciones, se permite indicar en el informe de ensayo los resultados descritos en los puntos l), m) y n) del capítulo 8 en lugar de los puntos desde el b) al g) del capítulo 8;
- l) la resistencia a la tracción promedio, en MPa (o en newtons por milímetro cuadrado), con una precisión de 0,1 MPa [es decir, la media aritmética de los puntos b) y c)];
- m) el porcentaje promedio de alargamiento a la rotura con una precisión del 1 % es decir, la media aritmética de los puntos d) y e)];
- n) el porcentaje promedio de alargamiento para una carga determinada con una precisión del 1% es decir, la media aritmética de los puntos f) y g)], si se requiere;
- o) la atmósfera normalizada utilizada para el acondicionamiento y el ensayo, tal y como se establece en la Norma ISO 2419.

Anexo 2

Productos químicos

Mimosa **ME**



Mimosa ME es un extracto natural de mimosa, bajo en sales, insolubles y formación de lodo. Una solución óptima para el curtido vegetal de cueros, incluyendo suelas, cintos y estuches. Particularmente apropiado para recurtir cuero cromado proporcionando excelente cuerpo y relieve.

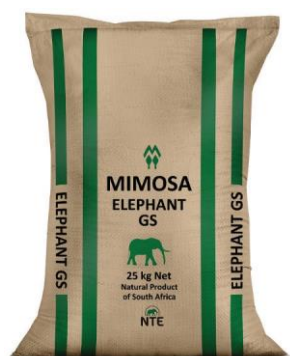
CURTIENTES 72.	NO CURTIENTES 21
-------------------	---------------------

INSOLUBLES 0.2	HUMEDAD 6.5
-------------------	----------------

ROJO 1.3
AMARILLO 2.6
PH EN 50BKR 4.7



Mimosa **Elephant GS**



Mimosa Elephant GS es un producto despolvado de color muy claro hecho a partir de corteza fresca especialmente seleccionada. El extracto recibe un tratamiento para aclarar su color. El beige tenue resultante es ideal para el curtido vegetal o el recurtido de cromo donde se requiera un matiz tenue

CURTIENTES 71	NO CURTIENTES 22.5
------------------	-----------------------

INSOLUBLES 0.2	HUMEDAD 6.3
-------------------	----------------

ROJO 0.4
AMARILLO 0.8
PH EN 50BKR 4.7



Usos y Aplicaciones de Mimosa ME

Curtido vegetal:

- Mimosa ME se puede usar solo para el curtido de suelas de cuero. Dependiendo de la sustancia y compactación, puede utilizarse hasta un 40% de Mimosa ME.
- Para el curtido de cueros de cintos y estuches, se puede usar entre un 10% y un 20% de Mimosa ME. Mimosa ME también puede emplearse junto con otros productos Mimosa tales como Mimosa WS, Mimosa FS y Mimosa RG.

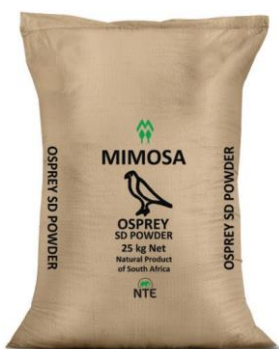
Recurtido de cuero cromado:

- Se recomienda el uso de entre 5% y 10% Mimosa ME.
- Para el recurtido vegetal pesado en cuero cromado, se recomienda entre 10% y 20% de Mimosa ME, dependiendo del aspecto deseado del cuero.

Usos y Aplicaciones de Mimosa Elephant GS

- Mimosa Elephant GS no es recomendable para curtidos en fosas. Sin embargo, es ideal para curtido vegetal completo donde se requiera un cuero de color muy claro. Se puede usar hasta un 30% de Mimosa Elephant GS. Para el curtido de pieles E.I. se usa un 25% de Mimosa Elephant GS. Mimosa Elephant GS puede utilizarse en conjunto con otros productos Mimosa como Mimosa ME o Mimosa RG para ajustar el tono del cuero.
- Para recurtido en azul húmedo se recomienda entre 5% y 10% de Mimosa Elephant GS.

Mimosa **Osprey SD**



Mimosa Osprey es un extracto natural de Mimosa, bajo en sales, insolubles y formación de lodo. Una solución óptima para cueros de curtido vegetal, incluyendo suelas, cintos y estuches. Mimosa Osprey es particularmente apropiado para recurtido de cuero cromado, proporcionando excelente cuerpo y relieve.

CURTIENTES	NO CURTIENTES
72.3	21
INSOLUBLES	HUMEDAD
0.2	6.5
ROJO 1.3	
AMARILLO 2.6	
PH EN 50BKR 4.7	



Mimosa **FS**



Mimosa FS es un producto desempolvado de color excepcionalmente claro, con un tratamiento que lo hace menos astringente, altamente soluble y con una inalterabilidad mejorada. Mimosa FS ofrece una rápida penetración de taninos, tonos claros y suavidad. Es especialmente apropiado para el recurtido de cueros cromados.

CURTIENTES	NO CURTIENTES
67	26.9
INSOLUBLES	HUMEDAD
0.1	6.0
ROJO 0.5	
AMARILLO 0.9	
PH EN 50BKR 4.6	



Usos y Aplicaciones de Mimosa Osprey

Curtido vegetal:

- Mimosa Osprey se puede usar solo para el curtido de suelas de cuero. Dependiendo de la sustancia y compactación, puede utilizarse hasta un 40% de Mimosa Osprey.
- Para el curtido de cueros de cintos y estuches, se puede usar entre un 10% y un 20% de Mimosa Osprey. Mimosa Osprey también puede emplearse junto con otros productos Mimosa tales como Mimosa WS, Mimosa FS y Mimosa RG.

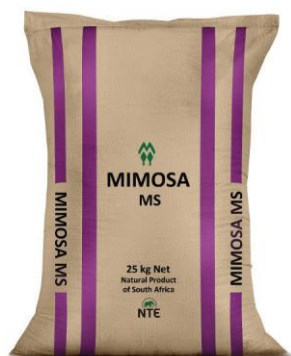
Recurtido de cuero cromado:

- Se recomienda el uso de entre 5% y 10% Mimosa Osprey.
- Para el recurtido vegetal pesado en cuero cromado, se recomienda entre 10% y 20% de Mimosa Osprey, dependiendo del aspecto deseado del cuero.

Usos y Aplicaciones de Mimosa FS

- Mimosa FS no es recomendable para curtidos en fosas. Sin embargo, es ideal para el curtido completamente vegetal de cueros en tambores porque brinda un color claro y un aspecto agradable. Puede usarse hasta un 20% de Mimosa FS para cintos, estuches o bolsos de cuero. Mimosa FS también puede aplicarse en conjunto con otros productos Mimosa como Mimosa WS, Mimosa ME y Mimosa RG.
- Para recurtido en cuero cromado se recomienda entre 5% y 10% Mimosa FS.
- Para recurtido vegetal pesado en cuero cromado se recomienda hasta 15% de Mimosa FS.

Mimosa **MS**



Mimosa MS ofrece un color más claro que el Mimosa ME estándar, pero la misma entereza y firmeza. Bajo en sales orgánicas, Mimosa MS no solo es ideal para sistemas cerrados de curtido en fosa, sino que también para curtido en tambores. Cuando se lo utiliza para recurtido de cuero cromado, e infimo blanqueamiento de Mimosa MS le otorga buen nivel de tintura junto con el conocido relleno, suavidad y permanencia del grabado.

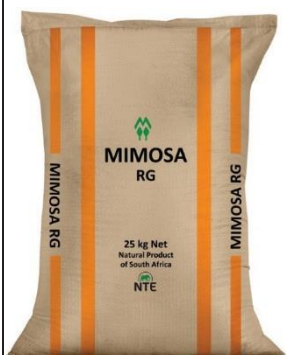
CURTIENTES	NO CURTIENTES
69	23.7

INSOLUBLES	HUMEDAD
1.7	4.4

ROJO 0.9
1.6
PH EN 50BKR 4.4



Mimosa **RG**



Mimosa RG es un extracto único que ha sido especialmente modificado para aumentar su tamaño molecular. Mimosa RG posee propiedades de relleno excepcionales, proporcionando un cuero con flancos más llenos y terminaciones más ceñidas. Mimosa RG es altamente recomendado tanto para curtidos vegetales como recurtidos de cuero cromado, donde se usa material crudo más vacío o suelto. Cuando se usa en el proceso de suela de cuero, Mimosa RG aumenta el rendimiento.

CURTIENTES	NO CURTIENTES
67	25.5

INSOLUBLES	HUMEDAD
1.0	6.5

ROJO 0.8
1.6
PH EN 50BKR 4.4



Usos y Aplicaciones de Mimosa RG

- Para el curtido vegetal de cuero para suelas, cintos, estuches, arneses y bridas, se puede usar entre un 10% y un 15% de Mimosa RG en el proceso de recurtido. Mimosa RG también puede usarse en conjunto con otros productos Mimosa como Mimosa WS, Mimosa FS y Mimosa ME en el proceso de curtido.
- Para el recurtido de cuero cromado se recomienda entre un 5% y 10% de Mimosa RG.
- Para el recurtido vegetal pesado en cuero cromado, se recomienda hasta un 15% de Mimosa RG.

Usos y Aplicaciones de Mimosa MS

- Para el curtido vegetal de cuero para suelas, cintos y estuches se puede usar entre un 10% y un 20% de Mimosa MS en conjunto con otros productos Mimosa como Mimosa WS, Mimosa ME y Mimosa RG. Mimosa MS es bajo en sales orgánicas y por eso resulta ideal para sistemas de curtido en fosas cerradas.
- Para el recurtido de cuero cromado se recomienda entre un 5% y un 10% de Mimosa MS.

Mimosa **WS**



Este es un producto despolvado de color claro modificado para alcanzar la mínima astringencia y, por ende, una rápida penetración de tanino. Mimosa WS es un agente de precurtido apropiado para curtido vegetal.

CURTIENTES	NO CURTIENTES
59	34.9
INSOLUBLES	HUMEDAD
0.1	6.0
ROJO 0.5 AMARILLO 0.9 PH EN 50BKR 4.4	



Mimosa **DK**



Mimosa DK es un extracto de color oscuro que aporta las buenas propiedades de relleno del Mimosa ME estándar. En curtidos vegetales, Mimosa DK produce un cuero de color marrón más oscuro. En el recurtido de cueros cromados, Mimosa DK es ideal para cueros de color más oscuro, mientras que mantiene todas las características de Mimosa ME.

CURTIENTES	NO CURTIENTES
68	25.5
INSOLUBLES	HUMEDAD
0.5	5.5
ROJO 10.0 AMARILLO 20.0 PH EN 50BKR 4.6	



Usos y Aplicaciones de Mimosa WS

- Para precurtido vegetal de cueros se recomienda aplicar 5% de Mimosa WS 30 minutos antes de la principal adición de tanino.
- También se recomienda Mimosa WS para cueros softee/nappa, donde proporciona buen cuerpo sin comprometer la suavidad. Para este uso, se recomienda aplicar 5% en el recurtido.

Usos y Aplicaciones de Mimosa DK

- Para el curtido vegetal de cueros para suelas, cintos, estuches, arneses y bridas, y dependiendo del color que se requiera, puede usarse entre un 10% y un 20% de Mimosa DK junto combinándolo con otros productos Mimosa como Mimosa ME y Mimosa RG.
- Para recurtido de cuero cromado se recomienda entre 5% y 15% de Mimosa DK.
- Para recurtido vegetal pesado en cuero cromado se recomienda hasta 15% de Mimosa DK.

Mimosa **RN**



Mimosa RN tiene propiedades similares las de Mimosa RG, con un tamaño molecular ligeramente más grande, lo que aporta un color amarillento a amarronado. Mimosa RN mejora las propiedades de relleno, proporcionando un cuero firme, y flanqueado. Recomendado para curtir o recurtido en tambores. Mimosa RN aumenta su rendimiento cuando se agrega a los procesos de llenado de cuero para suela. Es recomendado para incrementar el tiempo de ejecución en al menos un 20% para asegurar la penetración suficiente y el resultado final ideal.

CURTIENTES	NO CURTIENTES
68	24.5

INSOLUBLES	HUMEDAD
1.0	6.5

ROJO 2.4
AMARILLO 7.5
PH EN 50BKR 4.4



Mimosa **CR**



Mimosa CR es una combinación de extracto de acacia modificado y una sal de cromo que proporciona un polvo vegetal/de cromo soluble en agua, ideal para recurtidos reforzados con buen cuerpo y suavidad. Los cueros recurtidos con Mimosa CR presentan un mejor relleno y refuerzo con vetas más suaves que representan mejores propiedades de gamuzado para un efecto nubuck.

CURTIENTES	NO CURTIENTES
55.0	38

INSOLUBLES	HUMEDAD
1.0	6.0

Cr₂O₃% 6.5
PH EN 50BKR 2.8



Usos y Aplicaciones de Mimosa RN

- Para el curtido vegetal de cuero para suelas, cintos, estuches, arneses y bridas, puede usarse entre un 10% y un 15% de Mimosa RN en el proceso de recurtido. Mimosa RN puede también aplicarse en combinación con otros productos Mimosa como Mimosa WS, Mimosa FS y Mimosa ME en el proceso de curtido.
- Para recurtido de cuero cromado se recomienda entre un 5% y un 10% de Mimosa RN.
- Para recurtido vegetal pesado en cuero cromado se recomienda hasta un 15% de Mimosa RN.

Usos y Aplicaciones de Mimosa CR

- Mimosa CR posee un pH bajo inherente y puede usarse antes de la neutralización. Se puede aplicar hasta un 5% y ayuda a que los cueros tengan una veta suave, firme y pareja.
- Mimosa CR también puede utilizarse después de teñir y engrasar, ya que asiste con el proceso de fijación. Dependiendo del tipo de cuero y el aspecto deseado, se puede usar entre un 5% y un 10% de Mimosa CR en esta etapa.

TENSOCRYL RB

Naturaleza:	Recurtiente polimérico de base acrílica.
Apariencia:	Líquido viscoso de color pardo.
Materia Activa:	42 - 45 %.
pH (10 %) :	Aprox. 7,0.
Carga:	Aniónica.
Aplicación:	Nubuc, softy, anilinas, afelpados.

PROPIEDADES:

TENSOCRYL RB es totalmente estable a las aguas fuertemente salinas y en el rango de valores de pH normales de trabajo en curtidos.

TENSOCRYL RB es poco estable al cromo. Puede soportar como máximo concentraciones del orden del 1 % sin peligro de floculación.

Asimismo, como muchos otros curtientes polímeros puede ofrecer incompatibilidades con disoluciones más o menos concentradas de curtientes, engrases u otros productos utilizados en tenerías aunque sean anión-activos.

TENSOCRYL RB proporciona a las pieles plenitud así como un excelente tacto blando y suave, respetando siempre la finura de poro original. Las tinturas de colorantes ácidos se ven muy poco afectadas y la igualación es siempre excelente.

APLICACIONES:

El **TENSOCRYL RB** es el recurtiente acrílico que se utiliza preferentemente cuando es importante la obtención de buenas tinturas. Puede aplicarse en cualquier punto del proceso, excepto en baño de curtición poco agotado o durante el engrase.

Para optimizar el resultado de la tintura, el **TENSOCRYL RB** debe aplicarse después de una ligera neutralización o en el mismo baño de neutralizado.

El **TENSOCRYL RB** aplicado sobre el cuero al cromo sin neutralizar baja algo el rendimiento de los colorantes pero el efecto curtiente es algo más acentuado. Si se aplica al final del proceso, después del engrase, no proporciona mejores tinturas que aplicado durante o después del neutralizado.

El **TENSOCRYL RB** aplicado sobre el serraje al cromo proporciona tinturas intensas y brillantes, así como una felpa corta, suave y uniforme.

Recurtición para serraje afelpado.

Se parte de serrajes curtidos y rebajados a 2,2 mm.

Desengrase:

60 % Agua a 35 °C	
2 % TENSIONIL ED	Rodar 30 minutos

Añadir:	100 % Agua a 50 °C	Rodar 20 minutos
---------	--------------------	------------------

Ecurrir y lavar 5 - 10 minutos.

Neutralizado/Recurtido:

120 % Agua a 35 °C	
1 % TENSOTAN NS Líquido	Rodar 10 minutos

1,3 % Bicarbonato sódico	Rodar 45 minutos
--------------------------	------------------

4 % <u>TENSOCRYL RB</u>	Rodar 45 minutos
	pH = 4,8/5,2

Ecurrir y Lavar.

Seguidamente teñir, engrasar, fijar con ácido fórmico.

Recurtición para nubuc sobre vacuno.

Se parte de hojas curtidas y rebajadas 1,4 - 1,6 mm

Lavado:

150 % Agua 35 °C	
0,3 % Ácido oxálico	Rodar 5 minutos

0,5 % TENSIONIL ED	Rodar 20 minutos
--------------------	------------------

Ecurrir y lavar.

Neutralizado/Recurtido:

200 % Agua 35 °C	
2 % TENSOTAN NS Líquido	
0,5 % Bicarbonato sódico	Rodar 45 minutos

	pH = 4,8/5,0
4 % <u>TENSOCRYL RB</u>	Rodar 45 minutos

2 % TENSOTAN GR	Rodar 30 minutos
-----------------	------------------

Ecurrir y lavar.

Seguidamente teñir, engrasar, fijar.

VIDA DE ALMACENAJE:

El producto se puede almacenar en sus recipientes cerrados de origen como mínimo 12 meses a temperaturas comprendidas entre 0 ° y 40 °C. Una vez abiertos los recipientes se deberá consumir rápidamente su contenido; tras cada toma de producto se deberán cerrar de nuevo los recipientes herméticamente.



QUIMICOS GOICOCHEA S.A.C.
PRODUCTOS QUIMICOS

CERTIFICADO DE CALIDAD

PRODUCTO : SULFATO BASICO DE CROMO DE
LOTE : G00012515
FECHA DE PRODUCCION : 01/10/2021
FECHA DE VENCIMIENTO : 01/10/2022

RESULTADOS DE ANALISIS :

PARÁMETROS	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS
Cr ₂ O ₃ (%)	25.0 mín.	25.7
Basicidad (°Sch) (%)	32 - 36	34
Insoluble en agua (%)	2.0 máx.	0.13
Cr6+	AUSENTE	Cumple

* Certificamos que los datos corresponden al certificado analítico recibido de nuestro Proveedor.
* Esta información no libera al cliente de hacer su propio control una vez recibida la mercadería.

QUIMICOS GOICOCHEA S.A.C.

.....
Quitim Zavala Quispe
CONTROL DE CALIDAD

5001898 OC 2945

FECHA: 02/12/2021

Oficina Principal: Av. Coronel Néstor Gambetta N° 150 Urb. Industrial La Chalaca - Callao - Prov. Const. del Callao

Sucursales: Calle Victor F. Lira N° 107 Parque Industrial Arequipa - Arequipa - Arequipa

Mz G - Sub lote 6 B - Urb. Parque Industrial La Esperanza - Trujillo - Perú

Central de Ventas 01-614 4400 Celular: 986 631 241

E-mail: qgventas@quimicosgoicochea.com

CALLAO - PERÚ

WEB SITE: www.quimicosgoicochea.com

Anexo 3

NTP 241.023

CALZADO. Calzado casual. Requisitos y métodos de ensayo

CALZADO. Calzado casual. Requisitos y métodos de ensayo

FOOTWEAR. Leisure footwear. Requirements and test methods

2022-12-16

5ª Edición

R.D. N° 020-2022-INACAL/DN. Publicada el 2022-12-27

I.C.S.: 59.140.30; 61.060

Descriptores: Calzado, calzado casual, requisito y método

Precio basado en 11 páginas

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

© INACAL 2022

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL.

INACAL

Calle Las Camelias 817, San Isidro
Lima - Perú
Tel.: +51 1 640-8820
publicaciones@inacal.gob.pe
www.inacal.gob.pe

ÍNDICE

	página
ÍNDICE	ii
PRÓLOGO	iii
1 Objeto y campo de aplicación	1
2 Referencias normativas	1
3 Términos y definiciones	4
4 Toma de muestras	4
5 Acondicionamiento	5
6 Requisitos y métodos de ensayo	5
BIBLIOGRAFÍA	11

PRÓLOGO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 El Instituto Nacional de Calidad - INACAL, a través de la Dirección de Normalización, es la autoridad competente que aprueba las Normas Técnicas Peruanas a nivel nacional. Es miembro de la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), en representación del país.

A.2 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Cuero, calzado y derivados, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de setiembre a noviembre de 2021, utilizando como antecedente a los documentos que se mencionan en la Bibliografía.

A.3 El Comité Técnico de Normalización de Cuero, calzado y derivados, presentó a la Dirección de Normalización -DN-, con fecha 2022-01-10, el PNTP 241.023:2021 para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de discusión pública el 2022-06-23. No habiéndose recibido observaciones, fue oficializada como Norma Técnica Peruana **NTP 241.023:2022 CALZADO. Calzado casual. Requisitos y métodos de ensayo**, 5ª Edición, el 27 de diciembre de 2022.

A.4 Esta quinta edición de la NTP 241.023 reemplaza a la NTP 241.023:2014 CALZADO. Calzado casual. Requisitos y métodos de ensayo. 4ª Edición, la cual ha sido revisada técnicamente y contiene los siguientes cambios: El campo de aplicación del capítulo 3 se ha agregado al capítulo 1 y el subcapítulo 2.3 se ha agregado al capítulo 2.2 de Normas Técnicas Nacionales. La presente Norma Técnica Peruana ha sido estructurada de acuerdo con las Guías Peruanas GP 001:2016 y GP 002:2016.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría

CITEccal

Secretaria

María Meneses Begazo

ENTIDAD**REPRESENTANTE**

CITEccal

Abdón Segundo Espada

Cámara de Comercio de Lima – CCL

Teresa Ichikawa Kimata

Colegio de Ingenieros del Perú
Perú ComprasFelipe Ríos Württele
Gladys Conza Blanco
Carmen Ortega Rojas

Juan Leng Delgado S. A. C

Katherine Vega Lisencio
Merle Rengifo Angulo

Poli Shoes S. A. C

Luis Velásquez Coya

Wellco Peruana S. A.

Gustavo Valdez del Águila

Consultor

Carlos Chávez Mendoza

Consultor

Dimas Melgar Oncebay

Consultor

Ana Chamorro Bohorquez

Consultor

Dante Chumpitaz Prado

---oooOooo---

CALZADO. Calzado casual. Requisitos y métodos de ensayo

1 Objeto y campo de aplicación

Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos y los métodos de ensayo relativo a las características básicas que debe cumplir un calzado casual, con el fin de garantizar su adecuado comportamiento, siempre que se utilice conforme a su concepción.

Esta Norma Técnica Peruana es aplicable al calzado tipo casual, para uso en ambientes urbanos.

2 Referencias normativas

Los siguientes documentos a los cuales se hace referencia en el texto constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana en parte o en todo su contenido. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para referencias sin fecha se aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier modificación).

2.1 Normas Técnicas Internacionales

ISO 868	Plásticos y ebonita. Determinación de la dureza de penetración por medio de un durómetro (dureza Shore)
ISO 17702	Calzado. Métodos de ensayo para empeines. Resistencia al agua
ISO 17699	Calzado. Métodos de ensayo para empeine y forro. Permeabilidad y absorción al vapor de agua

ISO 22649 Calzado. Métodos de ensayo para plantillas y palmillas. Absorción y desorción de agua

ISO 22651 Calzado. Métodos de ensayos para palmillas. Estabilidad dimensional

2.2 Normas Técnicas Nacionales

UNE 59501 Materiales para calzado. Palmillas. Determinación de la resistencia a la tracción

UNE 59611 Materiales para calzado. Cordones. Determinación de la resistencia a la tracción

NTP-ISO 34-1 Caucho, vulcanizado o termoplástico. Determinación de la resistencia al desgarro. Parte 1: Probetas tipo pantalón, angular y de media luna

NTP-ISO 2420 CUERO. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la densidad aparente agua

NTP-ISO 3377-02 CUERO. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia al desgarro. Parte 2: Desgarro doble

NTP-ISO 3376 CUERO. Ensayos físicos y mecánicos. Determinación de la resistencia a la tracción y del porcentaje de alargamiento

NTP-ISO 4045 CUERO. Determinación del pH

NTP-ISO 4098	CUERO. Ensayos químicos. Determinación de materias solubles en agua, materias inorgánicas solubles en agua y materias orgánicas solubles en agua
NTP-ISO 4047	CUERO. Determinación de cenizas sulfatadas totales y cenizas sulfatadas insolubles en agua
NTP-ISO 17694	CALZADO. Métodos de Ensayo para empeines y forro. Resistencia a la flexión
NTP-ISO 17700	CALZADO. Métodos de ensayo para empeines, forros y plantillas. Solidez del color al frote
NTP -ISO 17707	CALZADO. Métodos de ensayos para suelas. Resistencia a la flexión
NTP- ISO 17708	CALZADO. Métodos de ensayo para calzado completo. Resistencia de la unión corte-piso
NTP-ISO 18454	CALZADO. Atmósferas normales para el acondicionamiento y ensayo de calzado y componentes para calzado
NTP-ISO 19952	CALZADO. Vocabulario
NTP-ISO 20344:2017	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL. Métodos de ensayo para calzado

NTP-ISO 20869	CALZADO. Métodos de ensayo para suelas, palmillas, forros y plantillas. Determinación de las sustancias solubles en agua
NTP-ISO 20871	CALZADO. Métodos de ensayo para suelas. Resistencia a la abrasión
NTP-ISO 22774	CALZADO. Métodos de ensayo para accesorios. Cordones. Resistencia a la abrasión
NTP-ISO 22775	CALZADO. Métodos de ensayo para accesorios. Accesorios metálicos. Resistencia a la corrosión

3 Términos y definiciones

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican los términos y definiciones dados en la NTP-ISO 19952 y el siguiente:

3.1

calzado casual

es el calzado con empeine de cuero, sintético y/o textil de uso informal o de tiempo libre

4 Toma de Muestras

Para la realización de todos los ensayos que se describen en esta Norma Técnica Peruana, deben utilizarse calzados terminados correspondientes a un ciclo de producción normal, una vez transcurridas como mínimo 72 horas desde su fabricación. Salvo que se especifique lo contrario en la norma de ensayo correspondiente, se deben efectuar al menos, tres ensayos para cada una de las características a determinar, ensayando cada característica en tres tallas diferentes del modelo que se va a ensayar (deben tomarse la talla mayor, la menor y una intermedia).

Cuando el tamaño y las características de las muestras no permitan obtener de los calzados las probetas normalizadas indicadas anteriormente para cada ensayo, deben ensayarse en los componentes correspondientes a las mencionadas muestras, que deben ser suministrados por el fabricante.

5 Acondicionamiento

Las muestras deben acondicionarse en una atmósfera normalizada a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $50\% \pm 5\%$ de humedad relativa, según recomendaciones de la NTP-ISO 18454, durante un mínimo de 48 horas antes del ensayo a menos que se especifique otra cosa en la norma del método de ensayo.

6 Requisitos y Métodos de Ensayo

6.1 Requisitos y métodos de ensayo para el calzado completo

Todas las muestras ensayadas según la NTP-ISO 17708, deben cumplir con una resistencia de la unión corte-piso conforme a lo indicado a continuación:

- para materiales con densidad mayor o igual a $0,9\text{ g/cm}^3$, la resistencia debe ser mayor o igual a $3,5\text{ N/mm}$.
- para materiales con densidad menor a $0,9\text{ g/cm}^3$, la resistencia debe ser mayor o igual a $3,0\text{ N/mm}$.

6.2 Requisitos y métodos de ensayo para los componentes

Todas las muestras ensayadas deben cumplir los requisitos que se indican en las Tablas 1 a 6, ensayadas según los métodos indicados en las mismas.

Tabla 1 - Requisitos y métodos de ensayo para la suela

Características	Requisito	Método de ensayo
Espesor	El espesor total de la suela sin resaltes, medido en cualquier punto, no debe ser inferior a 4 mm .	NTP-ISO 20344. Subcapítulo 8.1
Resistencia a la abrasión	Para materiales con densidad mayor a 0,9 g/cm ³ la pérdida de volumen relativo debe ser menor o igual a 170 mm ³ . Para materiales con densidad menor o igual a 0,9 g/cm ³ la pérdida de volumen relativo debe ser menor o igual a 250 mm ³ . Para materiales de caucho termoplástico (TR); la pérdida de volumen relativo debe ser menor o igual a 200 mm ³	NTP-ISO 20871
Resistencia a la flexión	A mayor o igual de 25 000 ciclos de flexión, el aumento de incisión debe ser menor o igual a 10 mm .	NTP-ISO 17707
Resistencia al desgarro	Para materiales con densidad mayor o igual a 0,9 g/cm ³ , la resistencia al desgarro debe ser mayor o igual a 8 N/mm . Para materiales con densidad menor a 0,9 g/cm ³ , la resistencia al desgarro debe ser mayor o igual a 6 N/mm .	NTP-ISO 34-1
La dureza de los materiales que se indican en la tabla, a excepción del cuero, deberá estar comprendida entre los 38 Shore A y 80 ° Shore A. NOTA 1 Se consideran ensayos imprescindibles los resaltados en negritas. NOTA 2 Los otros ensayos que se listan pueden ser requeridos cuando apliquen dependiendo del modelo y materiales empleados.		

Tabla 2 - Requisitos y métodos de ensayo para el empeine

Características	Requisito	Método de ensayo
Resistencia a la flexión	Cuero: Seco: Mayor o igual a 30 000 ciclos sin daño apreciable ^{a)} Húmedo: Mayor o igual a 10 000 ciclos sin daño apreciable ^{b)} Textil y/o sintético: Mayor o igual a 150 000 ciclos sin daño apreciable	NTP-ISO 17694

Características	Requisito	Método de ensayo
Resistencia al desgarro	Cuero: Sin forro: Mayor o igual a 100 N Con forro: Mayor o igual a 70 N	NTP-ISO 3377-2
Resistencia a la tracción	Cuero: Mayor o igual a 15,0 N/mm ² en cerrajes	NTP-ISO 3376
Permeabilidad al vapor de agua (WVP) y Absorción al vapor de agua (WVA)	WVP debe ser mayor o igual a 0,8 mg/cm ² .h Si WVP es mayor o igual a 0,8 mg/cm ² .h y menor a 2,0 mg/cm ² .h entonces, WVA debe ser mayor o igual a 8,0 mg/cm ²	ISO 17699
Solidez del color al frote	Descarga de color lado carne: Método A: Si es calzado sin forro, debe ser mayor o igual a 3 después de 50 ciclos con solución de sudor artificial. Cambio de color en la superficie (degradación) del lado flor: Método A: Mayor o igual a 3 (escala de grises) después de 150 ciclos en seco y 50 ciclos en húmedo. Descarga de color del lado flor: Método A: Mayor o igual a 3 (escala de grises) después de 10 ciclos en seco y 10 ciclos en húmedo.	NTP-ISO 17700
Resistencia al agua	Tiempo de penetración mayor o igual a 60 min ; Absorción de agua después de 60 minutos: Menor o igual a 30 %	ISO 17702
pH (Acidez)	pH mínimo 3,5; en calzado sin forro ^{c)}	NTP-ISO 4045
Contenido en sustancias solubles en agua	Menor o igual a 18 % materias totales solubles en agua (TWS) Menor o igual a 3 % cenizas sulfatadas solubles en agua (SAWS)	NTP-ISO 4098 NTP-ISO 4047
NOTA 1 Se consideran ensayos imprescindibles los resaltados en negritas. NOTA 2 Los otros ensayos que se listan pueden ser requeridos cuando apliquen dependiendo del modelo y materiales empleados. a) En carnaza con recubrimiento $\geq 30\,000$ ciclos b) En carnaza con recubrimiento $\geq 10\,000$ ciclos c) Si $\text{pH} < 4,0$ índice de diferencia $\leq 0,7$		

Tabla 3 - Requisitos y métodos de ensayo para el forro

Características	Requisito	Método de ensayo
Resistencia al desgarro	Mayor o igual a 30 N ^{a)}	NTP-ISO 3377-2
Permeabilidad al vapor de agua (WVP) y Absorción al vapor de agua (WVA)	WVP mayor o igual a 2,0 mg/cm ² .h Si WVP del empeine es menor a 0,8 mg/cm ² .h , entonces el WVA del forro debe ser mayor o igual a 8,0 mg/cm ² .	ISO 17699
Resistencia a la abrasión	Sin formación de orificios en la superficie de uso a los siguientes números de ciclos: - Seco: Mayor o igual a 25 600 ciclos - Húmedo: Mayor o igual a 12 800 ciclos	NTP-ISO 20344. Subcapítulo 6.12
Solidez del color al frote	Método A: Descarga Mayor o igual a 3 (escala de grises) después de 50 ciclos con solución de sudor artificial. Mayor o igual a 3 (escala de grises) después de 150 ciclos en seco y 50 ciclos en húmedo.	NTP-ISO 17700
Resistencia a la flexión	En seco 15 000 ciclos sin daño visible	NTP-ISO 17694
pH (Acidez)	pH mínimo 3,5 en cuero ^{b)}	NTP-ISO 4045
Contenido en sustancias solubles en agua	Menor o igual a 16 % materias totales solubles en agua (TWS) Menor o igual a 1,5 % cenizas sulfatadas solubles en agua (SAWS) (el ensayo no es necesario para algunos materiales de forro) ^{c)}	NTP-ISO 20869
NOTA 1 Se consideran ensayos imprescindibles los resaltados en negritas. NOTA 2 Los otros ensayos que se listan pueden ser requeridos cuando apliquen dependiendo del modelo y materiales empleados. a) En el caso de tejidos, se puede aumentar el tamaño de la probeta para facilitar el desgarro. b) Si pH < 4,0 índice de diferencia ≤ 0,7 c) Este requisito se considera esencial para el cuero		

Tabla 4 - Requisitos y métodos de ensayo para la plantilla

Características	Requisito	Método de ensayo
Solidez del color al frote	Método A: Descarga Mayor o igual a 3 (escala de grises) después de 50 ciclos con solución de sudor artificial. Mayor o igual a 3 (escala de grises) después de 150 ciclos en seco y 50 ciclos en húmedo.	NTP-ISO 17700
Resistencia a la abrasión	Sin formación de orificios en la superficie de uso a los siguientes números de ciclos: - Seco: Mayor o igual a 25 600 ciclos - Húmedo: Mayor o igual a 12 800 ciclos	NTP-ISO 20344. Subcapítulo 6.12
Resistencia a la flexión	En seco 15 000 ciclos sin daño visible	NTP-ISO 17694
Resistencia al desgarro	Mayor o igual a 30 N ^{a)}	NTP-ISO 3377-2
pH (Acidez)	pH mayor o igual a 3,5 en cuero ^{b)}	NTP-ISO 4045
Contenido en sustancias solubles en agua	Menor o igual a 16 % materias totales solubles en agua (TWS) Menor o igual a 1,5 % cenizas sulfatadas solubles en agua (SAWS) (el ensayo no es necesario para algunos materiales para plantillas) ^{c)}	NTP-ISO 20869
NOTA 1 Se consideran ensayos imprescindibles los resaltados en negritas. NOTA 2 Los otros ensayos que se listan pueden ser requeridos cuando apliquen dependiendo del modelo y materiales empleados. a) En el caso de tejidos, se puede aumentar el tamaño de la probeta para facilitar el desgarro. b) Si pH < 4,0 índice de diferencia ≤ 0,7 c) Este requisito se considera esencial para el cuero		

Tabla 5 - Requisitos y métodos de ensayo para la palmilla

Características	Requisito	Método de ensayo
Resistencia a la tracción	Para materiales de cuero regenerado y celulósicos - Seco: Mayor o igual a 7,0 MPa - Húmedo: Mayor o igual a 4,0 MPa	UNE 59501
Resistencia a la abrasión (si no va totalmente cubierta)	Mayor o igual a 400 ciclos sin daño apreciable	NTP-ISO 20344. Subcapítulo 7.3
Absorción y desorción de agua	Método B Absorción mayor o igual a 70 mg/cm ² Desorción mayor o igual a 60 %	ISO 22649
Estabilidad dimensional	Aumento de tamaño: Menor o igual a 2,0 % Encogimiento: Menor o igual a 2,0 %	ISO 22651
Contenido en sustancias solubles en agua	Mayor o igual a 16 % de solubles totales (TWS) (solo para cuero) Menor o igual al 1,5 % cenizas sulfatadas solubles en agua (SAWS) ^{a)}	NTP-ISO 20869
NOTA 1 Se consideran ensayos imprescindibles los resaltados en negritas. NOTA 2 Los otros ensayos que se listan pueden ser requeridos cuando apliquen dependiendo del modelo y materiales empleados. a) En vaqueta $\leq 2,0$.		

Tabla 6 - Requisitos y métodos de ensayo para los accesorios

Características	Requisito	Método de ensayo
Resistencia a la tracción	Mayor o igual a 250 N (aplica para pasadores o cordones)	UNE 59611
Resistencia a la abrasión	Sin presencia de rotura del recubrimiento Método 1: 10 000 ciclos Método 2 y 3: 10 000 ciclos (aplica para pasadores o cordones)	NTP-ISO 22774
Resistencia a la corrosión de accesorios metálicos	Método 1: Mayor o igual al grado 4 Método 2: Mayor o igual al grado 4	NTP-ISO 22775
NOTA 1 Se consideran ensayos imprescindibles los resaltados en negritas. NOTA 2 Los otros ensayos que se listan pueden ser requeridos cuando apliquen dependiendo del modelo y materiales empleados.		

BIBLIOGRAFÍA

- [1] NTP 241.023:2014 CALZADO. Calzado casual. Especificaciones y métodos de ensayo
- [2] UNE 59930:2014 Calzado. Calzado de tiempo libre. Especificaciones y métodos de ensayo
- [3] ISO/TR 20879:2007 *Footwear. Performance requirements for components – Uppers*
- [4] ISO/TR 20880:2007 *Footwear. Performance requirements for components – Outsoles*
- [5] ISO/TR 20882:2007 *Footwear. Performance requirements for components – Lining and insoles*
- [6] ISO/TR 20881:2007 *Footwear. Performance requirements for components – Insoles*
- [7] ISO/TR 20573:2006 *Footwear. Performance requirements for components for footwear – Heels and top pieces*
- [8] ISO/TR 20572:2007 *Footwear. Performance requirements for components – Accessories*

NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 241.023

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 241.023
7 de 11

TABLA 2 - Requisitos y métodos de ensayo para el empeine

Características	Requisito	Método de Ensayo
Resistencia a la flexión	Cuero: Seco: Mayor o igual a 30 000 ciclos sin daño apreciable ¹⁾ Húmedo: Mayor o igual a 10 000 ciclos sin daño apreciable ²⁾ Textil y/o sintético: Mayor o igual a 150 000 ciclos sin daño apreciable	NTP ISO 17694
Resistencia al desgarro	Cuero: Sin forro: Mayor o igual a 100 N Con forro: Mayor o igual a 70 N	NTP ISO 3377-2
Resistencia a la tracción y porcentaje de elongación	Resistencia a la tracción: Mayor o igual a 10 N/mm , Porcentaje de elongación: Mayor o igual a 15% (dirección transversal) y mayor o igual a 7% (dirección longitudinal)	NTP ISO 17706
Permeabilidad al vapor de agua (WVP) y Absorción al vapor de agua (WVA)	WVP debe ser mayor o igual a 0,8 mg/cm ² .h Si WVP es mayor o igual a 0,8 mg/cm ² .h y menor a 2,0 mg/cm ² .h ; entonces WVA debe ser mayor o igual a 8,0 g/cm ²	ISO 17699
Solidez del color al frote	Descarga de color lado carne: Método A: Si es calzado sin forro, debe ser mínimo 3 después de 50 ciclos con solución de sudor artificial. Cambio de color en la superficie (degradación) y descarga de color del lado flor: Método A: Mínimo 3 (escala de grises) después de 150 ciclos en seco y 50 ciclos en húmedo. Método B: Mínimo 3 a 4 (escala de grises) después de 512 ciclos en seco y 128 ciclos en húmedo.	NTP ISO 17700
Solidez del color al sudor	Cuero: Mínimo 3 en calzado sin forro	NTP ISO 11641
Resistencia al agua	Tiempo de penetración mayor o igual a 60 min. ; Absorción de agua después de 60 minutos: Máximo al 30%	ISO 17702
Adhesión al acabado	Cuero: Seco: Mayor o igual a 0,3 N/mm Húmedo: Mayor o igual a 0,2 N/mm Otros materiales: Seco: Mayor o igual a 0,8 N/mm Húmedo: Mayor o igual a 0,6 N/mm	NTP ISO 11644
pH (Acidez)	Cuero: pH mínimo 3,5 en calzado sin forro ³⁾	NTP ISO 4045
Contenido de sustancias solubles en agua	Máximo 18% materias totales solubles en agua (TWS) Máximo 3% cenizas sulfatadas solubles en agua (SAWS)	NTP ISO 4098

- 1) En carnaza con recubrimiento $\geq 30\ 000$ ciclos
- 2) En carnaza con recubrimiento $\geq 10\ 000$ ciclos
- 3) Si $\text{pH} < 4,0$ índice de diferencia $\leq 0,7$

NOTAS:

- a) Se consideran ensayos imprescindibles los resaltados en negritas
- b) Los otros ensayos que se lista pueden ser requeridos cuando apliquen dependiendo del modelo y materiales empleados.

© INDECOPI 2014 – Todos los derechos son reservados

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
**QUÍMICA Y
METALURGIA****ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL****Características fisicoquímicas, mecánicas e histológicas en celulosa bacteriana sometidas a diferentes técnicas de curtición****Expositor: Yuri Molina Huyhua
Bachiller en Ingeniería Agroindustrial**

Expediente N° 2210048

Resolución Decanal N° 126-2023-UNSCH-FIQM/D.

Fecha: 31-08-2023.

En la Sala de Conferencia "Pedro Villena Hidalgo" de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las nueve de la mañana con cinco minutos del día lunes cuatro de setiembre del año dos mil veintitrés, se reunieron el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **Yuri Molina Huyhua**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA, Dr. Saúl Ricardo CHUQUI DIESTRA y Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE, bajo la Presidencia de la Dra. Alcira Irene CORDOVA MIRANDA (Decana (e) de la FIQM), Mg. Percy Fermín VELASQUEZ CCOSI (Docente Asesor de la Tesis), el Mg. José Alberto CUEVA VARGAS (Secretario-Docente) y el público asistente.

Acto seguido, la Presidenta del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Características fisicoquímicas, mecánicas e histológicas en celulosa bacteriana sometidas a diferentes técnicas de curtición**, presentado por el Bachiller **Yuri Molina Huyhua**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 126-2023-UNSCH-FIQM/D.

Luego, la Presidenta del Jurado invitó al Bachiller **Yuri Molina Huyhua**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de treintaicinco minutos.

Finalizado la exposición del Bachiller, la presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE, Dr. Saúl Ricardo CHUQUI DIESTRA y Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA. Luego la Presidente invitó al Mg. Percy Fermín VELASQUEZ CCOSI para que, en su condición de Docente Asesor, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

A continuación, la presidenta del jurado invito al sustentante y al público para que se sirvan abandonar la sala de conferencia con la finalidad de permitir al jurado de sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado.
APROBADO POR UNANIMIDAD PROMEDIO QUINCE (15).

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
**QUÍMICA Y
METALURGIA****ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL****Características fisicoquímicas, mecánicas e histológicas en celulosa bacteriana sometidas a diferentes técnicas de curtición****Expositor: Yuri Molina Huyhua
Bachiller en Ingeniería Agroindustrial**

Expediente N° 2210048

Resolución Decanal N° 126-2023-UNSCH-FIQM/D.

Fecha: 31-08-2023.

Finalmente, la Presidente del Jurado dispuso que se invite al Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la sala de conferencias y anunció que, el Bachiller **Yuri Molina Huyhua**, ha resultado **APROBADO POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con un flamante **INGENIERO AGROINDUSTRIAL** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo las diez de la mañana con cuarentaicinco minutos se dio por finalizado este acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:

.....

Dra. Alcira Irene CORDOVA MIRANDA
Presidente

.....

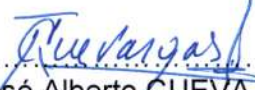
Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA
Miembro

.....

Dr. Saúl Ricardo CHUQUI DIESTRA
Miembro

.....

Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE
Miembro

.....

Mg. José Alberto CUEVA VARGAS
(Secretario Docente)



UNSCH

FACULTAD DE
**INGENIERIA QUÍMICA
Y METALURGIA**

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N°06-2024-UNSCH-FIOM/EPIA

La Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, emite la siguiente:

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Que, habiendo recibido el requerimiento de **CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD** por parte del Asesor de la Tesis M.Sc. Percy Fermin VELASQUEZ CCOSI, se procedió a la evaluación de originalidad del archivo adjunto con el TURNITIN - UNSCH, **de acuerdo a los criterios establecidos en el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**; cuyos resultados son:

Tesis Características fisicoquímicas, mecánicas e histológicas en celulosa bacteriana sometidas a diferentes técnicas de curtición

Nombre y Apellido : Bach. Yuri MOLINA HUYHUA
Identificador de entrega : 2314226034
Fecha : 07-mar-2024 09:50a.m. (UTC-0500)
Archivo : TESIS_FINAL_-2024_-YURI.doc (19.18M)

Se expide la presente constancia de originalidad, con reporte del 27% de ÍNDICE DE SIMILITUD realizado con Depósito de trabajos estándar, a fin de proseguir con los trámites pertinentes; cabe señalar que los documentos del procedimiento se archivan en el repositorio documental de la Escuela.

Ayacucho, 08 de marzo del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA
F.P. INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Dr. Ing. Saúl R. Chuqui Diestra
DIRECTOR

C.c.
Archivo

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
Av. Independencia S/N - Ayacucho
Telf. 066-303496
Correo: ep.agroindustrial@unsch.edu.pe

Características fisicoquímicas, mecánicas e histológicas en celulosa bacteriana sometidas a diferentes técnicas de curtición

por Yuri MOLINA HUYHUA

Fecha de entrega: 07-mar-2024 09:50a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2314226034

Nombre del archivo: TESIS_FINAL_-_2024_-_YURI.doc (19.18M)

Total de palabras: 11268

Total de caracteres: 62018

Características fisicoquímicas, mecánicas e histológicas en celulosa bacteriana sometidas a diferentes técnicas de curtición

INFORME DE ORIGINALIDAD

27%	24%	2%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	4%
2	ftp.isdi.co.cu Fuente de Internet	3%
3	www.scipedia.com Fuente de Internet	2%
4	bibliotecadigital.usb.edu.co Fuente de Internet	2%
5	fido.palermo.edu Fuente de Internet	2%
6	publicaciones.eafit.edu.co Fuente de Internet	1%
7	repositorio.promperu.gob.pe Fuente de Internet	1%
8	vdocuments.net Fuente de Internet	1%

9	www.cueronet.com Fuente de Internet	1 %
10	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1 %
11	dspace.utpl.edu.ec Fuente de Internet	1 %
12	www.coursehero.com Fuente de Internet	1 %
13	Submitted to Universitas Katolik Widya Mandala Trabajo del estudiante	1 %
14	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	1 %
15	aprenderly.com Fuente de Internet	1 %
16	recursosbiblio.url.edu.gt Fuente de Internet	1 %
17	Submitted to Universidad Autónoma de Nuevo León Trabajo del estudiante	1 %
18	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	1 %
19	apptransparencia.unsch.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %

20

Submitted to Universidad Anahuac México
Sur

Trabajo del estudiante

<1 %

21

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

22

dspace.ucuenca.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

23

biblioarchivo.unaj.edu.ar

Fuente de Internet

<1 %

24

Submitted to Universidad EAFIT

Trabajo del estudiante

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo