

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

Creada mediante Ley No. 010 Reg. Of 313 del 13 de noviembre de 1985

FACULTAD DE EDUCACIÓN, TURISMO, ARTES Y HUMANIDADES

CARRERA DE ARTES PLÁSTICAS

PROYECTO

“La serigrafía como técnica de reproducción en el arte triuno sensitivo
háptico con soportes alternativos”

Autor/a:

María Daniela Giler Macías

Docente tutor:

José Ismael Álvarez Bueno

Manta - Manabí - Ecuador



Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
Facultad de Educación, Turismo, Artes y Humanidades

“La serigrafía como técnica de reproducción en el arte triuno sensitivo háptico con soportes alternativos.”

Trabajo de proyecto de titulación presentado por: María Daniela Giler Macías
Tutor: José Ismael Álvarez Bueno
<https://orcid.org/0009-0001-7960-6851>
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
jose.alvarez@uleam.edu.ec

CERTIFICADO DE DERECHO DE AUTOR

PROPIEDAD INTELECTUAL

Título del Trabajo de Investigación: "La serigrafía como técnica de reproducción en el arte triuno sensitivo háptico con soportes alternativos."

Autor: María Daniela Giler Macías

Fecha de Finalización: 17 de julio del 2026

Descripción del Trabajo:

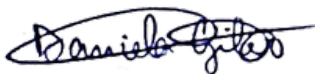
El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal establecer la viabilidad técnica de la serigrafía sobre el biotextil de kombucha mediante la formulación y experimentación de tintas no convencionales de base orgánica, con el fin de determinar una composición cromática estable que asegure un óptimo registro gráfico y la adherencia superficial para su interacción háptica. Este estudio está sustentado en una metodología mixta (cualitativo-experimental con traducción cuantitativa).

Declaración de Autoría:

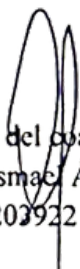
Yo, María Daniela Giler Macías, con número de identificación 1316933033, declaro que soy el autor original y José Ismael Álvarez Bueno, con número de identificación 0104203922, declaro que soy el coautor, en calidad de tutor del trabajo de titulación titulado "La serigrafía como técnica de reproducción en el arte triuno sensitivo háptico con soportes alternativos". Este trabajo es resultado del esfuerzo intelectual y no ha sido copiado ni plagiado en ninguna de sus partes.

Derechos de Propiedad Intelectual:

El presente trabajo de investigación está reconocido y protegido por la normativa vigente, art. 8, 10, de la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador. Todos los derechos sobre este trabajo, incluidos los derechos de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación, pertenecen a los autores y a la Institución a la que represento, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



Firma del Autor:
María Daniela Giler Macías
1316933033



Firma del coautor:
José Ismael Álvarez Bueno
0104203922

Manta, 05 de agosto de 2026

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICADO

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Artes Humanidades y Patrimonio de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Giler Macías María Daniela, legalmente matriculado en la carrera de Artes Plásticas, período académico 2025, 2026-1, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto o núcleo problémico es "La serigrafía como técnica de reproducción en el arte triuno sensitivo háptico con soportes alternativos"

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, miércoles, 05 de agosto de 2026.

Atentamente


 Lo certifico,
JOSE ISMAEL ALVAREZ BUENO
 Docente Tutor

CERTIFICADO DE PLAGIO



Certificado de análisis
Compilatio Magister+ | ULEAM-ECU

giler_macias_maria_daniela_articulo (1)

ID : b7dd447adec790d8b603c514153bad3e722b2b36



9%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : giler_macias_maria_daniela_articulo (1).txt
Tamaño del archivo original : 1,27 MB
Número de palabras : 4919

Depositante : JOSE ISMAEL ALVAREZ BUENO
Fecha de depósito : 10 de agosto de 2025
Tipo de carga : interface
Fecha de fin de análisis : 10 de agosto de 2025

Resumen (sección 1/2)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Similitudes

76%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA

9%

Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.

Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.



Idiomas no reconocidos

9%

Pasajes en los que parte del vocabulario utilizado no forma parte del diccionario de la lengua.

Puede tratarse de un intento del autor de modificar el texto para evitar ser detectado.



No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Textos entre comillas

4%

Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

Fuentes de similitudes (sección 2/2)

Similitudes

76%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Fuente principal detectada

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
1	giler_macias_maria_daniela_articulo #3466/d Viene de de mi biblioteca	75%	

Fuente mencionada (sin similitudes detectadas)

Nº	Descripciones
1	https://doi.org/10.3303/cet2186223
2	https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.3c05599
3	https://doi.org/10.1002/app.53325
4	https://doi.org/10.3390/polym14030473
5	https://doi.org/10.3390/polym14101993

DEDICATORIA

Jugando a ser artista
O tal vez siéndolo, en realidad
Ahora dedico a mi gente
Otra obra de arte más.

AGRADECIMIENTO

Gracias a mi familia por permitirme decidir quién seré, rodeándome de
amor y apoyo incondicional.
A mis amigos por nunca quedarse callados y hacer más liviano el camino.
A mis profesores, porque se convirtieron en mis autores referentes.

ÍNDICE

PROYECTO	i
CERTIFICADO DE DERECHO DE AUTOR	2
CERTIFICADO DEL TUTOR.....	3
CERTIFICADO DE PLAGIO.....	4
DEDICATORIA.....	5
AGRADECIMIENTO	6
ÍNDICE	7
Resumen.....	9
Abstract.....	9
Introducción	10
Fundamentación teórica.....	10
Preguntas de investigación.....	13
Objetivo General.....	14
Objetivos Específicos	14
Metodología	14
Vacío de Investigación	15
Teoría Dura	15
Teoría Falseable	16
Población y Unidad de Análisis Experimental	16
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	16
Procesamiento y Análisis de Datos	17
Variables Independientes (VI):.....	17
Variables Dependientes (VD):	17
Variable de Control (VC):	18
Procedimientos Técnicos y Fases de Experimentación	18
Fase 1: Acondicionamiento del soporte (Variable de Control).....	18
Fase 2: Preparación de las matrices aglutinantes en solución	18
Fase 3: Dosificación del pigmento y saturación (Variable Independiente 2)...	19
Fase 4: Transferencia serigráfica y contraste de mallas.....	20
Fase 5: Curado y Registro Final	21
Resultados.....	21
Discusión	25

Conclusiones	26
Anexos	29
Bibliografía	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Identificación y nomenclatura de las unidades experimentales.....	21
Tabla 2 Escala de Valoración	22
Tabla 3 Valoración técnica de las unidades experimentales (Escala Likert).	23

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1 P1	30
Figura 2 P2	30
Figura 3 P3	31
Figura 4 P4	31
Figura 5 P5	32
Figura 6 P6	32
Figura 7 P7	33
Figura 8 P8	33
Figura 9 P9	34
Figura 10 Malla de 100.....	34
Figura 11 Malla de 260.....	35
Figura 12 Obra "El Pescador"	35
Figura 13 Detalle 1	36
Figura 14 Detalle 2	37
Figura 15 Detalle 3	37

Resumen

La presente investigación establece la viabilidad técnica de la serigrafía como procedimiento creador en el arte textil contemporáneo, utilizando como soporte alternativo el biotextil de celulosa bacteriana (kombucha) de producción propia. Ante el impacto ambiental de la industria textil convencional, el estudio aborda la necesidad de desarrollar un sistema de impresión 100% orgánico que apele a la dimensión háptica del espectador bajo el marco conceptual del cerebro triuno. Metodológicamente, se implementó un diseño experimental de taller basado en la formulación de tintas no convencionales, evaluando dos aglutinantes biopoliméricos (goma arábiga y alginato de sodio) con diferentes proporciones de carbón activado (relaciones 1:10, 3:10 y 5:10) y su transferencia a través de mallas de 100 y 260 hilos. Los resultados determinaron que el alginato de sodio presenta una inviabilidad técnica por bloqueo estructural de la matriz, mientras que la formulación basada en goma arábiga al 33.33% y una proporción de carbón de 5:10 sobre una malla de 100 hilos (Probeta 6) alcanzó los valores óptimos de fidelidad, estabilidad macroscópica y durabilidad a los 21 días. Se concluye que un control riguroso de la reología de la tinta permite una integración armónica sobre el biotextil, consolidando un modelo de producción artística sostenible, ético y de alto valor sensorial.

Palabras clave: Biotextil, serigrafía, celulosa bacteriana, arte háptico, tintas orgánicas, sostenibilidad.

Abstract

This research establishes the technical feasibility of screen printing as a creative procedure in contemporary textile art, using self-produced bacterial cellulose (kombucha) biotextile as an alternative substrate. Faced with the environmental impact of the conventional textile industry, the study addresses the need to develop a 100% organic printing system that appeals to the viewer's haptic dimension under the conceptual framework of the triune brain. Methodologically, a workshop-based experimental design was implemented involving the formulation of non-conventional inks, evaluating two biopolymeric binders (gum arabic and sodium alginate) with varying proportions of activated carbon (1:10, 3:10, and 5:10 ratios) and their transfer through 100 and 260-mesh screens. The results determined that sodium alginate presented technical inviability due

to structural mesh clogging, whereas the formulation based on 33.33% gum arabic and a 5:10 carbon ratio on a 100-mesh screen (Sample 6) achieved optimal values for fidelity, macroscopic stability, and durability at 21 days. It is concluded that rigorous control of ink rheology allows harmonious integration onto the biotextile, consolidating a sustainable, ethical, and high sensory-value artistic production model.

Keywords: Biotextile, screen printing, bacterial cellulose, haptic art, organic inks, sustainability.

Introducción

Fundamentación teórica

“Los biotextiles emergen como una respuesta innovadora y necesaria frente al impacto ambiental de la industria textil tradicional... [siendo esta] responsable del 10% de las emisiones mundiales de carbono” (MacArthur, 2023, citado en Moreno, 2025, p. 9). Este dato dispara una reacción primaria, instintiva: la necesidad de autoconservación del entorno y la urgencia de buscar soportes alternativos. Es decir, la magnitud del daño por la contaminación y los residuos textiles obliga al artista-investigador a trascender la estética y a involucrarse activamente en la búsqueda de soluciones materiales que, por principio, no comprometan el futuro.

Pero el simple conocimiento del daño ambiental no transforma el comportamiento del consumidor ni del artista. El análisis de esta crisis revela que la solución no es solo técnica (reducir emisiones), sino afectiva. Descomponemos el problema en el valor emocional: si la moda rápida se desecha por falta de conexión, ¿cómo generamos un vínculo opuesto? El diseño sostenible debe apelar a los sentidos para crear valor afectivo.

Por lo tanto, esta investigación se erige como una respuesta directa a ese 10% de emisiones, buscando validar si la creación artística, utilizando la serigrafía en un soporte alternativo y apelando al tacto, puede generar un valor emocional suficiente para que la obra o prenda se conserve y no se deseché, impactando directamente en la sostenibilidad.

El cambio de paradigma se materializa en el soporte, pues "A diferencia de los tejidos convencionales fabricados casi exclusivamente a partir de polímeros derivados del petróleo, los biotextiles se construyen total o parcialmente a partir de fuentes biológicas... no solo dota a estos materiales de una huella de carbono reducida, sino que abre la puerta a propiedades funcionales..." (Moreno, 2025, p. 9). Es decir, el biotextil no es solo un material de reemplazo, sino una plataforma con propiedades inherentemente nuevas, orgánicas y funcionales que demandan métodos de reproducción artística igualmente novedosos y experimentales.

Pero ¿cuáles son esas "propiedades funcionales" que abre la puerta? El análisis revela que la naturaleza celulósica del biotextil de kombucha implica retos de adhesión y compatibilidad química para la incorporación de sustancias de origen orgánico. Esta característica del material nos obliga a una fase experimental rigurosa para evitar que la impresión comprometa su naturaleza biológica o su biodegradabilidad.

Por lo tanto, la primera fase de la tesis exige un laboratorio experimental de tintas serigráficas no convencionales que deben ser capaces de adherirse a la CB sin degradarla, actuando como un puente entre la biotecnología y el arte de la reproducción, sentando un precedente para la práctica artística en Manabí.

Por otro lado, el proceso de impresión exige una comprensión básica de sus componentes, puesto que "La mayoría de los pigmentos son colorantes secos... Este polvo se añade a un aglutinante neutro e incoloro que se suspende en solución para formar un revestimiento..." (Pérez-López O., 2001, citado en Martín & Viniegra, 2023, p. 65). Resulta necesario un aglutinante para que cualquier pigmento funcione, resolviendo el problema de dispersión y fijación. Es decir, si el soporte demanda compatibilidad orgánica, debemos focalizar la experimentación en formular un aglutinante de base biológica y no convencional que tenga la fuerza adhesiva necesaria para el sustrato de kombucha.

Pero el aglutinante debe poseer una viscosidad controlada para que la impresión serigráfica, al ser depositada, mantenga la fidelidad del registro gráfico y evite la expansión capilar. El análisis de este componente revela un doble requisito: adhesión superficial y control reológico. Un aglutinante inadecuado podría fijar el pigmento, pero

si se expande o se absorbe de forma incontrolada, la definición de la estampa y la nitidez táctil del estudio se perderán por completo.

Por lo tanto, el arte de la serigrafía en este contexto no comienza con el diseño, sino con la química de la tinta. La experimentación se orientará a la búsqueda de aglutinantes de origen biológico que permitan que la serigrafía cree un revestimiento táctil integrado y estable.

Reconociendo que la serigrafía solo tiene valor en el arte cuando trasciende la reproducción, pues “[Solo] cuando la serigrafía es un procedimiento creador —no reproductor o convencional... tiene cabida en esta historia, y eso solo podrá decidirse, por lo tanto, en cada caso concreto” (Sanjurjo Castro, 2001, p. 41). Esta declaración apela al instinto de autoría del artista. Es decir, la serigrafía sobre el biotextil no debe ser solo la transferencia de una imagen, sino la construcción de una nueva superficie que solo es posible gracias a la técnica en ese soporte.

Pero este acto de creación está intrínsecamente ligado a las "condiciones del proceso", que en nuestro caso son las características de la tinta no convencional y el sustrato de kombucha. El análisis nos exige que la serigrafía sea funcional primero. Solo después de que la fase de experimentación resuelva la adhesión y la estabilidad de la película cromática, la técnica podrá elevarse a un "procedimiento creador".

Por lo tanto, la serigrafía es el vehículo para la expresión artística. La decisión de usarla en este proyecto de tesis se justifica por su capacidad de modulación estética y superficial, haciendo del arte un proceso que no solo se mira, sino que se toca y se siente.

Para comprender el impacto de la obra, es necesario usar el marco conceptual del cerebro, desarrollado en tres etapas: “El 'cerebro reptiliano'..., luego el 'cerebro paleomamífero'... Finalmente está el 'cerebro neomamífero' con el desarrollo de la neocorteza” (Miller, 1974 citado en Santana, 2018, p. 6). Esta estructura evolutiva explica cómo los estímulos son procesados desde la reacción más primitiva hasta el análisis complejo. Es decir, la modulación superficial lograda por la serigrafía debe impactar directamente el cerebro reptiliano (reacción instintiva) y el paleomamífero (emocional/límbico) para generar una respuesta que no sea solo estética.

Pero la mente analítica debe determinar qué tipo de estímulo sensorial se correlaciona con cada uno de los cerebros inferiores. El análisis descompone el efecto de la obra de arte en capas: la textura integrada apela al instinto (seguridad/rechazo), la emoción (gusto/desagrado) y el concepto (intelectual/juicio de valor). La serigrafía se convierte así en una herramienta para "hablar" directamente al subconsciente del espectador a través de las cualidades físicas de la impresión.

Por lo tanto, nuestro arte no busca la validación puramente intelectual, sino que utiliza el concepto del cerebro triuno como una metodología de diseño perceptivo para crear obras textiles que el usuario, a nivel instintivo, quiera conservar.

El mecanismo final por el cual se conectan el arte y el cerebro triuno es el tacto, pues “el sistema háptico se significa un modo de tocar, conectar y explorar, en el que la piel, músculos y articulaciones funcionan juntos para obtener información” (Dezcallar Sáez, 2012, p. 37). Esta definición nos confirma que el tacto no es un sentido pasivo, sino un sistema activo de exploración que nuestro cerebro usa para entender el mundo. Es decir, la impronta serigráfica en el biotextil no es un mero adorno, sino un disparador sensorial diseñado para que el espectador no solo vea la obra, sino que la sienta en toda su complejidad somática.

Por lo tanto, la fase culminante de esta investigación es la consolidación del objeto artístico como un estímulo perceptivo y háptico. Después de resolver el desafío técnico de la tinta bio-basada y su aplicación, la exploración se enfoca en demostrar que el arte, en este soporte alternativo de Manabí, tiene la capacidad de interactuar con la conciencia del espectador a través del tacto, creando un modelo de arte textil que es sostenible por convicción, no por obligación.

Preguntas de investigación

Con el propósito de delimitar el alcance experimental de este estudio, se plantean las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuáles son las limitaciones de compatibilidad química y los mecanismos de interacción molecular que condicionan la adhesión de biopolímeros hidrofílicos sobre la superficie de la celulosa bacteriana?

2. ¿Cómo influye la variación en la concentración de los aglutinantes bio-basados y el pigmento de carbón activado en la viscosidad y el comportamiento reológico de la tinta para evitar el sangrado en la stampa?
3. ¿Qué características cualitativas de estabilidad superficial, tiempo de secado y resistencia al frote físico presentan las películas de tinta resultantes sobre el biotextil de kombucha?

Objetivo General

Establecer la viabilidad técnica de la serigrafía sobre el biotextil de kombucha mediante la formulación y experimentación de tintas no convencionales de base orgánica, con el fin de determinar una composición cromática estable que asegure un óptimo registro gráfico y la adherencia superficial para su interacción háptica.

Objetivos Específicos

Investigar las limitaciones de compatibilidad química y los mecanismos de adhesión de biopolímeros hidrofílicos utilizados como matrices aglutinantes sobre la superficie de la celulosa bacteriana (biotextil de kombucha).

Desarrollar formulaciones de aglutinantes no convencionales (orgánicos/bio-basados) y sus mezclas con pigmentos, variando las concentraciones para obtener una biopasta con la viscosidad y reología adecuadas para evitar el sangrado y garantizar la fidelidad de la stampa serigráfica.

Evaluar cualitativamente la estabilidad macroscópica, el comportamiento de secado y la resistencia al frote superficial de las diferentes películas de tinta resultantes sobre el soporte alternativo, determinando la dosificación óptima para la reproducción gráfica.

Metodología

La presente investigación se adscribe a un enfoque mixto (cualitativo-experimental con traducción cuantitativa). Es de carácter experimental debido a la manipulación controlada de las formulaciones químicas y las lineaturas de las mallas en

un entorno de laboratorio. Para sistematizar la observación de las muestras sin depender de la pura descripción ambigua, se emplean escalas de estimación tipo Likert como instrumento de registro técnico. Estas escalas permiten estandarizar y operacionalizar variables cualitativas (como la nitidez del registro, el anclaje superficial y la flexibilidad de la película) en valores numéricos discretos evaluados directamente por la investigadora, dotando al proceso de un rigor estadístico descriptivo aplicable a la selección de la fórmula óptima.

Vacío de Investigación

Aunque la literatura científica reciente ha utilizado derivados de celulosa como aglutinantes para crear tintas en el campo de la electrónica impresa o en proyectos de biofabricación (García-Castrillo et al., 2024), el enfoque de esos estudios es la funcionalidad conductiva o el bioprinting; no la aplicación serigráfica con pigmentos naturales para fines puramente estéticos o textiles. No existe un protocolo documentado que logre estabilizar una biopasta serigráfica que sea totalmente orgánica y reproducible para su uso artístico. Su aporte es el protocolo de formulación que resuelve este problema técnico para la aplicación específica en el arte.

El vacío es la ausencia de una formulación de tinta orgánica, reproducible y específica para la serigrafía artística sobre el biotextil.

Teoría Dura

El biotextil de kombucha es esencialmente Celulosa Bacteriana (CB) de alta pureza, con una estructura molecular muy diferente a la tela vegetal común (Aditya et al., 2022). Debido a esta composición, otras opciones fracasan porque su aglutinante (la "resina" que adhiere el pigmento) no logra formar una unión química fuerte con la superficie de la CB, o el sustrato absorbe la tinta rápidamente. Esto obliga a buscar una fórmula de tinta especial que tenga la afinidad química y la viscosidad necesarias para superar este problema de adhesión (Sonmez et al., 2022)

Teoría Falseable

Según las demandas de ingeniería de tintas, donde las propiedades reológicas y el contenido de aglutinante deben ser meticulosamente adaptados para el proceso de serigrafía (Pachon et al., 2025), la Teoría Falseable de esta investigación postula lo siguiente: la formulación experimental de tintas orgánicas no convencionales, basadas en bioaglutinantes y pigmentos naturales, será insuficiente para establecer la viabilidad técnica de la serigrafía sobre el biotextil de kombucha.

Esto significa que, tras la evaluación, las mezclas de tintas orgánicas no lograrán ni la viscosidad tixotrópica necesaria para mantener el registro, ni el trabajo de adhesión requerido para evitar el desprendimiento o la absorción excesiva por el sustrato.

Población y Unidad de Análisis Experimental

La muestra de esta investigación está conformada por 9 unidades experimentales (probetas) de celulosa bacteriana. Si bien el diseño experimental original contemplaba 12 unidades (combinando 2 aglutinantes $\times$ 3 niveles de carga de carbón $\times$ 2 mallas), durante la fase de ejecución se determinó que las formulaciones de Alginato de Sodio presentaban una inviabilidad técnica crítica (obstrucción estructural del fluido), lo que derivó en la exclusión justificada de dichas muestras. Por tanto, el análisis se centra en las 9 unidades que permitieron una transferencia serigráfica exitosa y medible, proporcionando datos consistentes sobre la viabilidad del sistema.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

La técnica empleada es la observación científica estructurada mediante el ensayo directo en taller. El instrumento de recolección es una Ficha de Registro Técnico dotada de una Escala de Likert (1 a 5). Este instrumento permite estandarizar las percepciones visuales y táctiles de la investigadora, cuantificando las propiedades de la estampa para convertir la observación cualitativa en datos estadísticos descriptivos.

Procesamiento y Análisis de Datos

Los datos obtenidos en las escalas de Likert serán procesados mediante una Matriz de Valoración Comparativa. Se calcularán los promedios estadísticos por cada combinación de variables para identificar qué formulación alcanza el mayor puntaje en fidelidad, estabilidad y durabilidad. Los resultados se presentarán mediante tablas de rendimiento y gráficos comparativos que permitan visualizar la eficacia de las mallas y la proporción óptima del carbón activado.

Variables Independientes (VI):

VI 1. Tipo de aglutinante bio-basado (Variable Cualitativa): Se evalúan dos entornos materiales con concentraciones base estandarizadas para su disolución acuosa: Goma Arábica (fija al 33.33% p/v) y Alginato de Sodio (fijo al 2.91% p/v).

VI 2. Dosificación del residuo cromático (Variable Cuantitativa): Proporción en gramos de carbón activado pulverizado añadida a la solución base, modificada intencionalmente en tres niveles distintos (Prueba 1, Prueba 2 y Prueba 3) para evaluar el punto de saturación de la pasta.

VI 3. Lineatura de la matriz serigráfica (Variable Cuantitativa Discreta): Selección de la densidad del tejido del bastidor, contrastando el comportamiento de paso del fluido a través de mallas de 100 hilos y mallas de 260 hilos.

Variables Dependientes (VD):

VD 1. Fidelidad a la imagen planteada: Define el nivel de nitidez y definición de los contornos del diseño impreso. Se evalúa visualmente mediante la escala de Likert (donde 1 representa un sangrado capilar total que deforma la imagen y 5 representa una definición absoluta de los bordes y tramas, sin expansión del fluido).

VD 2. Estabilidad de la estampa: Define el comportamiento estructural de la película de tinta durante y después del proceso de secado sobre el soporte. Se evalúa macroscópicamente mediante el grado de flexibilidad de la capa sólida y la ausencia de patologías materiales (donde 1 representa un cuarteamiento severo, descascaramiento o

transferencia total del pigmento aun tras el tiempo de secado, y 5 representa una película homogénea, flexible y perfectamente integrada a la celulosa bacteriana).

VD 3. *Durabilidad* se evaluará mediante la observación de la persistencia cromática durante un periodo de 30 días, verificando que la estampa conserve su intensidad original frente a factores ambientales. (donde 1 representa el desvanecimiento casi total del color y 5 representa una nula pérdida de intensidad cromática apreciable).

Variable de Control (VC):

VC 1. *El soporte alternativo (Biotextil de Kombucha):* Láminas de celulosa bacteriana obtenidas bajo el mismo protocolo de cultivo, deshidratadas a temperatura ambiente y estandarizadas en espesor, textura y pH, garantizando que las variaciones en la fidelidad, estabilidad y durabilidad dependan exclusivamente de la tinta y la malla utilizadas.

Procedimientos Técnicos y Fases de Experimentación

El diseño experimental en el taller se ejecuta mediante un protocolo sistemático, estructurado en cinco fases operativas que garantizan la replicabilidad del estudio y el control riguroso de las variables:

Fase 1: Acondicionamiento del soporte (Variable de Control)

Se seleccionan y estandarizan las láminas de celulosa bacteriana (biotextil de kombucha) previamente deshidratadas a temperatura ambiente. Se verifica que la superficie de cada probeta presente un espesor y textura homogéneos para garantizar que actúe como una constante física y química estable durante la transferencia de la tinta.

Fase 2: Preparación de las matrices aglutinantes en solución

Materias Primas de la Tinta

- Aglutinantes Biológicos (VI 1): Alginato de Sodio (polvo) y Goma Arábica (roca).

- Pigmento: Carbón Activado (polvo comercial, se asume que no requiere molienda o tamizado adicional, dado que es un polvo fino).
- Medio (Diluyente): Agua destilada.

Se procede a la disolución acuosa de los biopolímeros empleando agua destilada para evitar alteraciones iónicas. Se formulan dos bases estandarizadas independientes:

Base A: Goma Arábica

Proporción: Se disuelve la Goma Arábica en agua destilada a una proporción inicial del 33.33% p/v, incorporando 60 gramos de Goma Arábica por cada 120 gramos de agua destilada).

- Procedimiento: *La mezcla se somete a un proceso de hidratación pasiva asistida por calor indirecto a baja temperatura (baño María) durante 17 minutos, previo a su reposo de 12 horas y posterior filtrado.*

Base B: Alginato de Sodio

- Proporción: Se disuelve el Alginato de Sodio en agua destilada a una proporción inicial del 2.91% p/p (equivalente al 3% p/v), incorporando 5.4 gramos de polímero en 180 ml de solvente.
- Procedimiento: *La incorporación se realiza de forma gradual en forma de lluvia bajo agitación mecánica constante para evitar la formación de grumos, procediendo posteriormente a un periodo de hidratación y reposo hermético de dos horas a temperatura ambiente antes de la adición del residuo cromático (carbón activado).*

Fase 3: Dosificación del pigmento y saturación (Variable Independiente 2)

Para evaluar el comportamiento reológico y encontrar el punto óptimo de saturación de la biopasta, cada matriz aglutinante (Base A y Base B) se subdivide en tres muestras estandarizadas de 60 ml cada una. A estas muestras se les incorpora progresivamente el

residuo cromático (carbón activado pulverizado) evaluando tres proporciones distintas de relación peso/volumen (p/v):

- Prueba 1 (Relación 1:10): Integración de 6 gramos de carbón activado por cada 60 ml de matriz aglutinante. Se evalúa el comportamiento de una tinta con baja carga de sólidos.
- Prueba 2 (Relación 3:10): Integración de 18 gramos de carbón activado por cada 60 ml de matriz aglutinante. Se evalúa el comportamiento de una tinta con carga media.
- Prueba 3 (Relación 5:10): Integración de 30 gramos de carbón activado por cada 60 ml de matriz aglutinante. Se evalúa el comportamiento de la pasta en su punto de alta densidad y posible sobresaturación.

La incorporación mecánica se realiza mediante agitación sostenida hasta que las partículas de carbón quedan suspendidas uniformemente, logrando la consistencia necesaria para la estampación serigráfica.

Fase 4: Transferencia serigráfica y contraste de mallas

El proceso de estampación se realiza aplicando presión y velocidad de tracción manual constante mediante una rasqueta de poliuretano. Para evaluar el impacto de la lineatura en la transferencia gráfica, cada una de las biopastas formuladas se somete a tracción a través de dos matrices distintas:

- Malla de 100 hilos: Se empleó para evaluar la fluidez del aglutinante en aberturas amplias. En las formulaciones con Alginato de Sodio, esta malla permitió un registro mínimo, aunque técnicamente insuficiente, evidenciando una alta resistencia al paso de la tinta incluso tras ajustes de dilución.
- Malla de 260 hilos: Se empleó para someter la biopasta a un estrés de paso estrecho, evaluando la capacidad de definición. En todos los casos con Alginato de Sodio, esta matriz resultó en una inviabilidad técnica absoluta, ya que la opacidad del tejido impidió casi que cualquier transferencia de pigmento hacia el soporte, confirmando el bloqueo prácticamente total del fluido.

Nota sobre la inviabilidad técnica del Alginato de Sodio:

Durante las pruebas de transferencia, se identificó una inviabilidad técnica crítica desde la Prueba 1. Ante el bloqueo total del fluido en ambas matrices, se realizó un procedimiento de diagnóstico experimental mediante la dilución incremental del aglutinante (añadiendo hasta 10 ml de agua destilada adicionales a la mezcla inicial) para determinar si la falla residía en la viscosidad de la matriz o en la saturación del pigmento. Tras los ensayos, se concluyó que la mezcla resultaba inviable en cualquier proporción o malla propuesta, impidiendo la transferencia gráfica. Este hallazgo determinó la exclusión de estas muestras del análisis estadístico, permitiendo establecer que el Alginato de Sodio, bajo las condiciones experimentales dadas, no alcanza la reología requerida para el proceso serigráfico.

Fase 5: Curado y Registro Final

Las probetas impresas se someten a un periodo de secado controlado. Tras 21 días de exposición a condiciones ambientales estándar, se procede al registro final en las Fichas de Evaluación. Se califica numéricamente (del 1 al 5) la fidelidad de la imagen, la estabilidad estructural y la permanencia del color (durabilidad), determinando así la viabilidad técnica de la fórmula.

Resultados

Para el registro y análisis de los ensayos, se definió una nomenclatura que identifica las variables de aglutinante, relación de carbón activado y lineatura de la malla utilizada. La identificación de las unidades experimentales se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1: Identificación y nomenclatura de las unidades experimentales.

Nomenclatura	Aglutinante	Relación Carbón	Malla
P1	Goma Arábica	1:10	260
P2	Goma Arábica	3:10	260
P3	Goma Arábica	5:10	260

Nomenclatura	Aglutinante	Relación Carbón	Malla
P4	Goma Arábica	1:10	100
P5	Goma Arábica	3:10	100
P6	Goma Arábica	5:10	100
P7	Alginato de Sodio	1:10	260
P8	Alginato de Sodio	1:10 (+5 ml de diluyente)	100
P9	Alginato de Sodio	1:10 (+10 ml de diluyente)	100

Tabla 2 Escala de Valoración

Nivel	Durabilidad (Color a 21 días)	Fidelidad (Precisión de bordes)	Estabilidad (Anclaje y Flexibilidad)
5 (Excelente)	Sin pérdida de intensidad cromática apreciable.	Bordes nítidos; 100% de coincidencia con el boceto.	Sin transferencia de pigmento; elasticidad total sin grietas.
4 (Bueno)	Degradación mínima casi imperceptible.	Bordes definidos con distorsión menor al 5%.	Sin desprendimiento; microfisuras solo bajo estrés extremo.
3 (Aceptable)	Cambio de tono leve pero uniforme.	Pérdida de detalle en líneas finas (sangrado leve).	Transferencia de pigmento mínima (traza) al frotar.

Nivel	Durabilidad (Color a 21 días)	Fidelidad (Precisión de bordes)	Estabilidad (Anclaje y Flexibilidad)
2 (Deficiente)	Pérdida evidente de saturación (se ve grisáceo).	Sangrado evidente; deformación del diseño original.	Cuartheaduras visibles al doblar; desprendimiento de pigmento.
1 (Fracaso)	Desvanecimiento casi total del color.	Mancha amorfa; pérdida total de la forma del diseño.	Desprendimiento total de la película de tinta al tacto.

Tabla 3 Valoración técnica de las unidades experimentales (Escala Likert).

Probeta	Fidelidad (1-5)	Estabilidad (1-5)	Durabilidad (1-5)
P1	2	2	4
P2	2	3	5
P3	3	5	5
P4	5	4	4
P5	5	3	5
P6	5	5	5
P7	N/A	N/A	N/A
P8	N/A	N/A	N/A

Probeta	Fidelidad (1-5)	Estabilidad (1-5)	Durabilidad (1-5)
P9	N/A	N/A	N/A

Nota: Las formulaciones basadas en Alginato de Sodio (2.91% p/v) fueron excluidas de la evaluación Likert debido a la inviabilidad técnica del sistema. Aunque el residuo cromático depositado presentó una alta fijación al sustrato, la ausencia total de transferencia gráfica impide la aplicación de los criterios de fidelidad y estabilidad estructural evaluados en este estudio. Este comportamiento confirma un bloqueo físico en ambas matrices (100 y 260 hilos), estableciendo un límite reológico para el aglutinante en las condiciones experimentales planteadas.

Discusión

Los resultados obtenidos permiten validar la viabilidad técnica de la serigrafía sobre celulosa bacteriana, cumpliendo con el objetivo general de establecer una composición cromática estable. Al contrastar los hallazgos con la teoría planteada por Kim et al. (2022) y Kaya (2022), se confirma que el desafío fundamental no reside exclusivamente en la naturaleza del sustrato, sino en la adecuación reológica de la matriz aglutinante.

Mientras que las formulaciones basadas en Alginato de Sodio resultaron inviables debido a un bloqueo estructural en la malla, posiblemente derivado de una viscosidad excesiva que impidió la transferencia gráfica, las formulaciones con Goma Arábiga demostraron una afinidad química superior con la superficie de la celulosa bacteriana. Un hallazgo particularmente relevante es el desempeño de la Probeta 6 (Malla 100, relación 5:10), la cual presentó una fijación integral y una apariencia mate, superando la problemática de la "pegajosidad" persistente que afectó a otras dosificaciones.

Este comportamiento sugiere que el éxito en la estampación sobre biotextiles no depende solo de la compatibilidad molecular del aglutinante, sino de un equilibrio preciso entre la carga de sólidos (carbón activado) y la capacidad del aglutinante para formar una película seca y resistente al frote al cabo de 21 días. A diferencia de las probetas que permanecieron higroscópicas o con tiempos de secado deficientes, la formulación de la Probeta 6 alcanzó una estabilidad macroscópica que permite una interacción háptica óptima, consolidándose como la composición óptima para el registro gráfico.

La innovación de esta investigación radica en la determinación de un protocolo que trasciende la experimentación artesanal para proponer un sistema de impresión serigráfica basado en biomateriales. El hecho de que la P6 haya logrado una fijación "permanente" sin descamación, posiciona al biotextil de kombucha no solo como un soporte estético, sino como una superficie técnica capaz de recibir procesos de alta definición sin degradar su estructura celular.

En cuanto a la variable de las matrices serigráficas, el contraste entre la malla de 100 y 260 hilos revela un factor crítico en la física del proceso de estampación. Mientras que la teoría técnica tradicional sugiere que mayores lineaturas (260 hilos) ofrecen mayor fidelidad, los resultados observados demuestran que, en el contexto de la celulosa bacteriana, este principio se ve condicionado por la viscosidad del aglutinante. La malla

de 260 hilos actuó como una barrera de filtración excesiva para la biopasta, propiciando el bloqueo estructural observado (especialmente en formulaciones de mayor densidad), mientras que la malla de 100 hilos facilitó una transferencia de pigmento fluida y uniforme. Esto evidencia que el diseño gráfico sobre biotextiles requiere una adecuación de la matriz serigráfica a la reología de las tintas orgánicas, priorizando una arquitectura de malla que permita el paso del pigmento sin comprometer la integridad estructural de la película de tinta una vez seca.

Conclusiones

La presente investigación ha establecido con éxito la viabilidad técnica de la serigrafía sobre el biotextil de kombucha. Se determinó que la combinación de Goma Arábica como aglutinante y el carbón activado como pigmento, bajo una configuración de malla de 100 hilos, constituye un protocolo eficaz. Este método garantiza tanto la fidelidad del registro gráfico como una adherencia superficial estable, permitiendo una interacción háptica segura que no desprende partículas ante el roce.

El principal aporte de este estudio es la validación de un protocolo de estampación no convencional que utiliza materiales 100% orgánicos. A diferencia de las pastas comerciales que contienen polímeros sintéticos, la formulación desarrollada (específicamente la relación 5:10) ofrece una alternativa sostenible con una estética mate, de secado completo y sin la pegajosidad característica de los aglutinantes mal equilibrados.

Se identificó como limitación principal la alta sensibilidad reológica de los aglutinantes. El Alginato de Sodio, a pesar de ser un biopolímero prometedor, demostró una incompatibilidad física con el tejido de malla bajo las condiciones experimentales, resultando en un bloqueo sistemático. Asimismo, la naturaleza higroscópica del sustrato de celulosa bacteriana condiciona los tiempos de secado, lo cual obliga a un estricto control de las variables ambientales para evitar el deterioro del registro gráfico.

Este trabajo abre la puerta a la optimización de la vida útil del biotextil impreso. Una línea de investigación necesaria es la exploración de barnices fijadores de base orgánica como resinas de resinas naturales o ceras botánicas, capaces de crear una película protectora adicional que aumente la resistencia al desgaste sin sacrificar la compostabilidad del

material. De esta forma, se buscaría extender la durabilidad de las piezas diseñadas sin alterar su ciclo de vida biológico.

La pertinencia de estos hallazgos reside en la transición hacia un diseño textil post-petrolero. Académicamente, esta investigación sistematiza el uso de tintas biológicas, desafiando la hegemonía de los procesos químicos industriales. A nivel social y cultural, propone un modelo de producción circular donde el residuo de un proceso (kombucha) se convierte en el soporte de una expresión gráfica, fomentando una cultura de consumo responsable que vincula la biotecnología con la creación artística de forma coherente y ética.

Bibliografía

- Aditya, T., Allain, J. P., Jaramillo, C., & Restrepo, A. M. (2022). Surface Modification of Bacterial Cellulose for Biomedical Applications. *International Journal Of Molecular Sciences*, 23(2), 610.
<https://doi.org/10.3390/ijms23020610>
- Dezcallar Sáez, T. (2012). *Relación entre procesos mentales y sentido háptico: emociones y recuerdos mediante el análisis empírico de texturas* [Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona].
- Galdino, C. J., Medeiros, A. D., Amorim, J. D., Nascimento, H. A., Henrique, M. A., Costa, A. F., & Sarubbo, L. A. (2021). The Future of Sustainable Fashion: Bacterial Cellulose Biotextile Naturally Dyed. *Chemical Engineering Transactions*, 86, 1333-1338.
<https://doi.org/10.3303/cet2186223>
- García-Castrillo, M., Reguera, J., & Lizundia, E. (2024). Aqueous Cellulose Nanocrystal-Colloidal Au Inks for 2D Printed Photothermia. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 12(4), 1468-1479.
<https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.3c05599>
- Martín, N., & Viniegra, M. (2023). Pigmentos Naturales. *Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería*, (130), 62-74.
- Moreno, N. R. (2025). *Evaluación del impacto del teñido con colorantes vegetales en las propiedades fisicoquímicas de biopelículas de Kombucha para su uso como Biotextil* [Tesis doctoral, Pontificia Universidad Javeriana].
- Pachon, J., Nouri, H., Arinaga, K., & Biron, M. (2025). Microfibrillated Cellulose Based Ink for Eco-Sustainable Screen Printed Flexible Electrodes in Lithium Ion Batteries. *Journal of Functional Biomaterials*, 16(11), 3940.

Pazmino, A. V. (2021). La Interdisciplinariedad un camino para la inserción de la Sustentabilidad en cursos de Diseño de Producto. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, (140), 75-91.

Sanchez-Duenas, L., Gomez, E., Larrañaga, M., Blanco, M., Goitandia, A. M., Aranzabe, E., & Vilas-Vilela, J. L. (2023). A Review on Sustainable Inks for Printed Electronics: Materials for Conductive, Dielectric and Piezoelectric Sustainable Inks. *Materials*, 16(11), 3940.
<https://doi.org/10.3390/ma16113940>

Sanjurjo Castro, B. (2001). *La serigrafía como medio de expresión artística: (posibilidades plásticas)*. Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones.

Santana, R. C. (2018). Viabilidad del modelo del cerebro triuno en educación. *Areté: Revista Digital del Doctorado en Educación de la Universidad Central de Venezuela*, 4(8), 11-35.

Sonmez, S., Salam, A., Fleming, P. D., Pekarovicova, A., & Wu, Q. (2022). Usability of cellulose-based binder in water-based flexographic ink. *Coloration Technology*, 139(3), 239-247.
<https://doi.org/10.1111/cote.12643>

Vukoje, M., Kulčar, R., & Cigula, T. (2025). Description of Paper–UV-Curable Thermochromic Ink Interactions with Surface-Free Energy Measurements. *Macromol—A Journal Of Macromolecular Research*, 5(2), 22. <https://doi.org/10.3390/macromol5020022>

Anexos

Probetas



Figura 1 P1



Figura 2 P2



Figura 3 P3



Figura 4 P4



Figura 5 P5



Figura 6 P6



Figura 7 P7



Figura 8 P8



Figura 9 P9

Diseño de malla



Figura 10 Malla de 100



Figura 11 Malla de 260

Obra final



Figura 12 Obra "El Pescador"

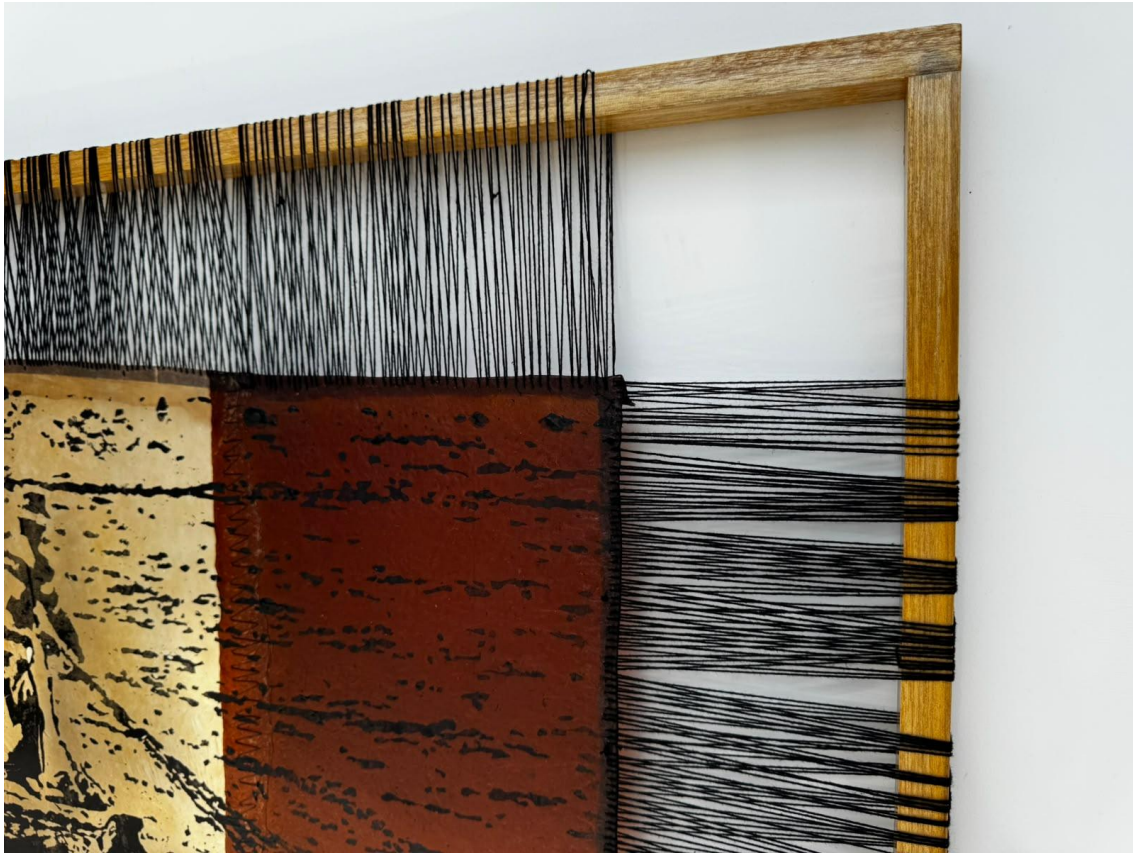


Figura 13 Detalle 1



Figura 14 Detalle 2



Figura 15 Detalle 3