

Factores que Influyen en el Encogimiento de los Tejidos en la Industria del Vestido: Una Revisión Bibliométrica

Oscar Del Angel Medina, Iván Araoz Baltazar, Iniria Guevara Ramírez, Jessica Cruz Manzo, y Angélica Granados Sánchez

Resumen - El encogimiento textil afecta directamente la estabilidad dimensional de las prendas, siendo una de las principales causas de no conformidad en auditorías de calidad dentro de la industria del vestido. El objetivo de este estudio fue analizar el comportamiento de la literatura sobre encogimiento y estabilidad dimensional en tejidos sometidos a lavado o acabado. Se recuperaron 392 documentos desde Scopus y Web of Science, analizados mediante Bibliometrix y VOSviewer. Los resultados revelan una producción científica irregular pero creciente, con picos en 2003 y entre 2019 y 2024. La Ley de Bradford se confirma, destacando a *Textile Research Journal* como fuente central. La distribución de productividad autorial se ajusta mejor a la Ley de Lotka que al modelo de Price. Turquía, India y China lideran en publicaciones. Se identifican términos emergentes como *denim fabric*, *stretch properties* y *low-impact laundering*. Este estudio ofrece un panorama integral del desarrollo científico en este tema y aporta una base para orientar futuras investigaciones hacia soluciones más sostenibles y eficientes en la industria textil.

Índice de Términos – Bibliometría, encogimiento textil, lavado, calidad textil, tejidos

Abstract– Textile shrinkage directly affects the dimensional stability of garments and is one of the main causes of nonconformity identified during quality audits in the apparel industry. The objective of this study was to analyze the behavior of the scientific literature on shrinkage and dimensional stability in fabrics subjected to washing or finishing processes. A total of 392 documents were retrieved from Scopus and Web of Science and analyzed using Bibliometrix and VOSviewer. The results reveal an irregular but growing scientific output, with notable publication peaks in 2003 and between 2019 and 2024. Bradford's Law is confirmed, with *Textile Research Journal* emerging as the core source. The distribution of author productivity aligns more

closely with Lotka's Law than with Price's model. Turkey, India, and China lead in publication volume. Emerging terms such as *denim fabric*, *stretch properties*, and *low-impact laundering* were identified. This study offers a comprehensive overview of scientific development on the topic and provides a foundation for guiding future research toward more sustainable and efficient solutions in the textile industry.

Keywords – Bibliometrics, textile shrinkage, washing, textile quality, fabrics.

I. INTRODUCCIÓN

El encogimiento textil es la reducción en las dimensiones del tejido, tanto a lo largo, ancho o ambos, como consecuencia de tratamientos de lavado, secado o humedecimiento. Este fenómeno ocurre cuando el agua penetra en el material y provoca, principalmente, la hinchazón de las fibras, la relajación de tensiones internas impuestas durante los procesos de fabricación y, en algunos casos, el movimiento progresivo de las fibras, como en el afieltrado [1], [2], [3]. En términos operativos, se define como el cambio dimensional observado después de ciclos repetidos de lavado y secado [4], [5].

El encogimiento textil puede manifestarse tanto en las primeras etapas de la fabricación del tejido como en las fases posteriores, cuando la prenda ya ha sido confeccionada. Por ello, el control de la estabilidad dimensional requiere un enfoque integral a lo largo de toda la cadena de valor textil.

Durante la fabricación del tejido, controlar los cambios dimensionales desde su estado en crudo es esencial para evitar problemas posteriores de estabilidad [6]. Esto implica que el tejedor y el acabador deben seleccionar adecuadamente las combinaciones de estructura de tejido, procesos de teñido y acabados para lograr niveles bajos de encogimiento residual antes de que el material sea entregado al fabricante de prendas [7]. En este sentido, los procesos de acabado juegan un papel

¹ Documento recibido el 14 de Julio de 2025. Trabajo sin financiamiento externo.

Oscar Del Angel Medina es estudiante de posgrado en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán, correo electrónico: M24361285@tehuacan.tecnm.mx y ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0852-5143>

Iván Araoz Baltazar está afiliado a la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán, autor de correspondencia con número +52 1 238 109 3336, correo electrónico: ivan.ab@tehuacan.tecnm.mx y ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0394-2979>

Iniria Guevara Ramírez afiliada al departamento de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán, correo

electrónico: iniria.gr@tehuacan.tecnm.mx y ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6390-1661>

Jessica Cruz Manzo afiliada a la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán, correo electrónico: jessica.cm@tehuacan.tecnm.mx y ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9872-1794>

Angélica Granados Sánchez afiliada a la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán, correo electrónico: angelica.gs@tehuacan.tecnm.mx y ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4878-4486>

determinante, ya que cualquier deficiencia en esta etapa puede comprometer el comportamiento dimensional futuro del tejido. Por otro lado, en el contexto de las prendas ya confeccionadas, el encogimiento representa uno de los más complejos desafíos para las áreas de calidad, debido a la diversidad de tratamientos de moda aplicados que pueden alterar de manera impredecible la estructura textil [8]. En tejidos de punto, donde la estructura es más sensible a la relajación y reorganización de las lazadas, controlar la estabilidad dimensional en el transcurso de todo el proceso productivo se convierte en una tarea especialmente compleja [9]. Una falta de control efectivo en esta etapa no solo afecta la presentación y ajuste de la prenda, sino que también compromete la percepción de calidad por parte del consumidor final.

En este estudio se realiza un análisis bibliométrico del comportamiento de la literatura científica en función del encogimiento y la estabilidad dimensional de las telas y prendas de vestir. Su objetivo es examinar parámetros bibliométricos, como la producción científica por país y autor, las fuentes de publicación, los documentos de mayor impacto y las palabras clave, con el fin de comprender la evolución y el comportamiento de la investigación en este campo. A partir de este análisis, se pretende establecer un panorama detallado sobre los avances en el control del encogimiento textil y proponer posibles líneas de investigación.

II. METODOLOGÍA

Para el presente análisis bibliométrico, se utilizaron las siguientes palabras clave conjugados con operadores booleanos, conformando la siguiente ecuación de búsqueda: (FABRIC OR GARMENT OR "CLOTHES") AND ("DIMENSIONAL STABILITY" OR "SHRINKAGE" OR "SHRINK" OR "SHRINKING") AND ("LAUNDRY" OR "LAUNDERING" OR "WASH" OR "WASHING" OR "FINISHING") AND ("COTTON" OR "STRETCH" OR "ELASTANE" OR "SPANDEX" OR "LYCRA")

La búsqueda se realizó en las bases de datos multidisciplinarias **Scopus** y **Web of Science**. Los resultados fueron depurados con base en los criterios de inclusión y exclusión que se enlistan en la **Tabla I**, con el fin de evitar mediciones erróneas o artículos irrelevantes para el objetivo del estudio. Posteriormente, se obtuvieron los 392 documentos finales descritos en la **Tabla II**. El proceso de selección y refinado de la base de datos se muestra en la **Figura 1**

Tabla I. Criterios de inclusión y exclusión

Incluidos	Excluidos
Artículos publicados en cualquier periodo de tiempo	Sostenibilidad sin relación con encogimiento.
Cambio dimensional durante fabricación textil.	Disciplinas no textiles (ej. biología, geología).
Lavandería industrial en el sector del vestido.	Textiles aplicados a otros sectores (automotriz, médico, etc.).
Cualquier tipo de fibra o mezcla textil.	Artículos sin fuente

Artículos en cualquier idioma.	Documentos sin resumen o autor identificado.
Encogimiento o estabilidad tras lavado o acabado.	Documentos duplicados.
	Autoría anónima o no verificable.

Fuente: Elaboración propia

Tabla II. Tipos de documentos analizados

Tipo de documento	Cantidad
Artículos	372
Capítulo de Libro	1
Documento en actas de congreso	12
Artículo de revisión	5
Revisión breve	2
Total	392

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis bibliométrico se empleó la herramienta **Bibliometrix**, un software de código abierto diseñado para el mapeo científico de la literatura [10]. Asimismo, se utilizó **VOSviewer**, una herramienta digital de acceso libre que facilita la creación y visualización de mapas bibliométricos fundamentados en relaciones como la coocurrencia de palabras clave, la colaboración entre autores y el acoplamiento entre publicaciones. [11].



Fig. 1. Proceso de selección y refinado

Con el objetivo de aumentar la sensibilidad de la búsqueda y capturar la mayor cantidad posible de literatura relevante, se elaboró una lista de sinónimos y términos relacionados a partir de un tesauro temático. Por ejemplo, para el concepto de *encogimiento textil* se consideraron términos equivalentes como *shrinkage*, *shrinking*, *shrink*, *fabric deformation* y *garment shrinkage*. En la **Figura 2** se muestra el proceso metodológico para la realización de la presente bibliometría.

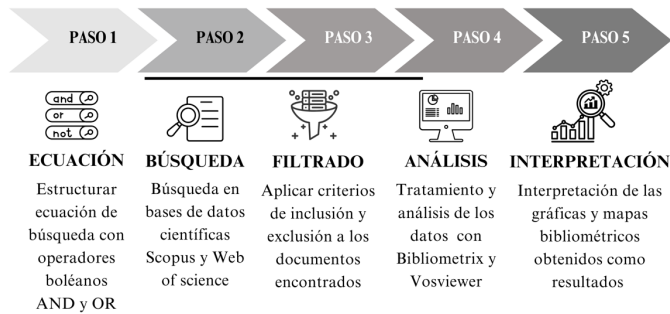


Fig. 2. Diagrama de proceso de búsqueda y análisis

III. RESULTADOS

A. Producción científica anual

La producción científica relacionada con el comportamiento dimensional de las telas y prendas de vestir sometidas a acabados o lavados registra un artículo en 1926. Posteriormente, no se encuentran publicaciones hasta 1952. Esta ausencia aparente no necesariamente implica una falta de investigación en ese periodo, sino que podría reflejar limitaciones en la digitalización y conservación de documentos. Sin embargo, ya se llevaban a cabo estudios experimentales, como la formulación de técnicas destinadas al estudio de las propiedades térmicas en tejidos de algodón [12], así como análisis de la geometría de tejidos planos y tejidos de punto en algodón y su relación con el encogimiento durante el lavado [13].

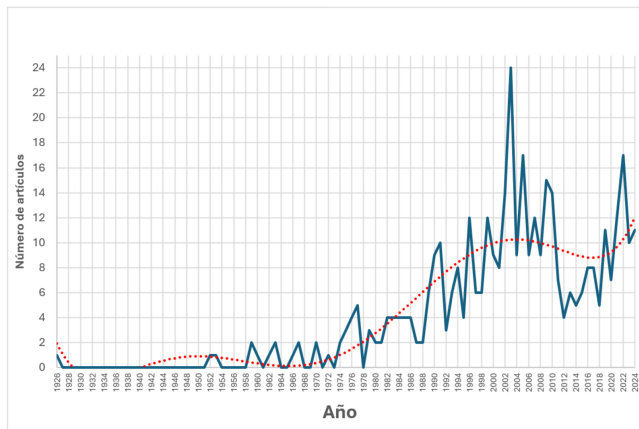


Fig. 3. Producción científica anual

Entre 1953 y 1988, la producción científica promedio fue de apenas 1.5 artículos por año. Durante este periodo destacan contribuciones como la de Suh [14] quien analizó el encogimiento longitudinal y el encogimiento en ancho al mojarse y secarse en tejidos de punto liso de algodón. Por otro lado, [15] investigó cómo los hilos con filamento de nylon como núcleo impulsaron la innovación en la industria textil, mientras que Ratcliffe [16] documentó la introducción de fibras como poliéster, nylon y acrílico, las cuales transformaron la dinámica del sector textil.

En la década de 1980, diversos factores generales en la industria del vestido pudieron haber influido en un incremento de la producción científica. Greenwald [17] exploró por primera vez

el mercado de productos textiles no tejidos como alternativa a los métodos tradicionales de tejido y tejido de punto, promoviendo un nuevo enfoque en la investigación textil.

Estos factores reflejan el interés por parte de los consumidores para analizar el confort de las prendas de vestir, así como la calidad en general, lo que probablemente incentivó investigaciones orientadas a entender mejor las fibras textiles y su comportamiento en procesos de acabado y uso final.

A partir de 1989 y hasta 2010 aunque con mucha fluctuación, se observa una mayor productividad científica con un promedio de 10 artículos por año en este lapso donde el año de mayor auge fue en 2003, un año donde la industria textil estaba en un punto donde se creó un vínculo entre la ciencia y los avances tecnológicos, con el diseño y la confección era clave para mejorar la apariencia y el ajuste de las prendas. Se enfatizaba la necesidad de desarrollar tecnologías de medición objetiva, antropometría y sistemas de tallaje, junto con técnicas para evaluar la calidad de la ropa [18].

La crisis económica global de 1997-1998 fue analizada por [19], quienes destacaron que las pequeñas y medianas empresas (SMEs) del sector textil enfrentaron barreras significativas para adoptar tecnologías modernas y mejorar sus modelos de negocio. Según los autores, estas barreras no solo impactaron la productividad del sector, sino que también limitaron la generación de investigación aplicada. Thiry [20] investigó cómo el elastano, a pesar de ser una fibra sensible a procesos químicos y térmicos, impulsó innovaciones en el procesamiento textil y se consolidó como esencial en la confección moderna. Malik and Nigam [21] analizaron cómo el desarrollo de microfibras transformó la industria mediante métodos innovadores y aplicaciones avanzadas. Hipps [22] afirmó que la gestión avanzada del color permitió a la industria enfrentar retos de calidad y costos, mientras que Cole [23] señaló que el equilibrio entre tecnología avanzada y habilidades humanas promovió investigaciones sobre automatización y adaptabilidad en la confección. La crisis financiera global de 2008-2009 fue documentada por Reporters [24], quienes señalaron que las exportaciones textiles de China hacia Estados Unidos disminuyeron un 11.04%.

Este contexto económico, los avances tecnológicos y la necesidad de mejorar el rendimiento y propiedades de los tejidos para satisfacer a los consumidores y además hacerlas más cómodas [25], podrían haber contribuido al comportamiento tan fluctuante observado en la producción científica.

Entre 2011 y 2018 se observa un periodo de baja productividad científica, con un promedio anual de seis publicaciones. A pesar de esta reducción, destacan investigaciones relevantes como la de Telli and Özdil [26], quienes realizaron un estudio centrado en el uso de fibras de PET reciclado en la industria textil, demostrando sus ventajas tanto en términos de costos como en su impacto ambiental. Por otro lado, Kumar and Sampath [27] investigaron las características físicas y dimensionales de los tejidos single jersey, proporcionando información valiosa sobre sus propiedades y comportamiento en aplicaciones específicas. Entre 2019 y 2024 se observa que la producción científica incrementa, aunque con fluctuaciones, registrándose decrementos en 2020 y 2023. A pesar de estas variaciones, el promedio anual de publicaciones durante este periodo fue de 11

documentos, destacando el año 2022 como el más productivo. En este año, sobresalieron investigaciones centradas en la industria de la mezclilla donde se estudió el impacto de los procesos de lavado en el porcentaje de estiramiento y crecimiento de los tejidos de mezclilla con fibras elásticas [28], [29].

El comportamiento de la producción científica refleja cómo factores económicos, tecnológicos, la mayor exigencia de calidad de los clientes y demandas de sostenibilidad, han influido en la investigación textil, con periodos de auge y fluctuaciones. Cabe mencionar que en esta sección se citaron documentos que si bien, no forman parte del corpus de la revisión sistemática, su inclusión permite contextualizar posibles causas de las variaciones observadas en la tendencia de publicaciones. En la Figura 3 podemos ver de manera gráfica el comportamiento de la producción científica desde 1926 hasta 2024.

B. Ley Bradford

La **Ley de Bradford** clasifica las revistas en zonas de productividad siguiendo una progresión matemática ($1: n: n^2$) [30]. Esta herramienta nos permitirá identificar las revistas o fuentes con la mayor productividad sobre nuestro tema de estudio. Sin embargo, esto no implica necesariamente que dichas publicaciones sean las más influyentes en el área. No obstante, al enfocarnos en el **núcleo o Zona 1**, aumentamos la probabilidad de encontrar información más relevante y central en el campo de investigación.

En la **Tabla III** como la dispersión de la información de nuestra base de datos, se ajusta a la ley Bradford, donde la menor cantidad de fuentes publica la mayor cantidad de documentos.

Tabla III. Distribución de fuentes y publicaciones por zonas

	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	TOTALES
Cantidad de fuentes	7	27	92	126
Productividad	129	132	131	392
Porcentaje de fuentes	6%	21%	73%	100%
Porcentaje de productividad	33%	34%	33%	100%

Fuente: Elaboración propia

La **Figura 4** representa la distribución de los datos por zona, mostrando visualmente que la Zona 1 concentra la mayor cantidad de artículos publicados. Destaca la revista *"TEXTILE RESEARCH JOURNAL"*, que representa el 15.05% del total de publicaciones con 59 artículos. Le siguen *"AMERICAN DYESTUFF REPORTER"* e *"INTERNATIONAL JOURNAL OF CLOTHING SCIENCE AND TECHNOLOGY"*, ambas con trece artículos cada una. Se observa que 58 revistas de un total de 126 fuentes solo publicaron un artículo, lo que confirma el comportamiento descrito por la Ley de Bradford

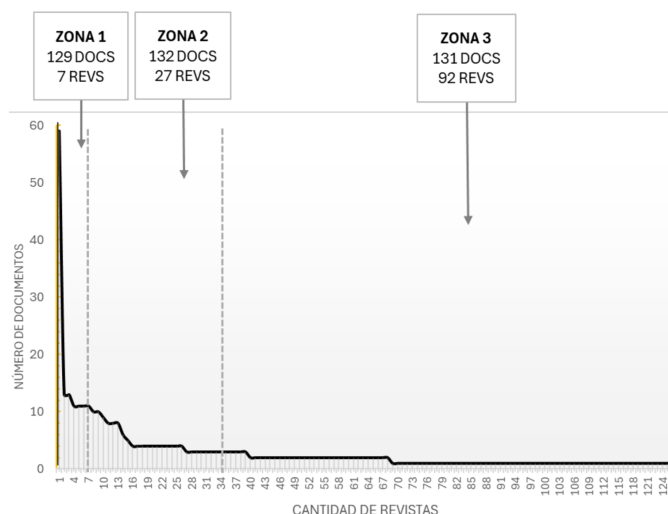


Fig. 4. Dispersión de fuentes y publicaciones por zonas

C. Autores con mayor productividad

Desde de la base de datos obtenida de Scopus, enfocada al comportamiento y encogimiento de las telas tras un tratamiento o lavado, se identificaron 13 autores más productivos, ya sea como autores principales o coautores, los cuales se presentan en la **Tabla IV**.

Por otro lado, en la **Tabla V** se listan los 10 autores con más producción científica bajo un criterio fraccionado, asignando un peso específico a cada autor según su rol en la publicación (autor principal o coautor). Este enfoque permite un ajuste más preciso en la cuantificación de la producción científica de cada investigador.

Tabla IV. Autores más productivos

N	AUTOR	Nº DE DOCUMENTOS
1	STRÖHLE J	8
2	ANAND SC	6
3	HOLME I	6
4	HALL ME	5
5	HOLMES DA	5
6	NAIR GP	5
7	SAKLI F	5
8	CANDAN C	4
9	HIGGINS L	4
10	KHEDHER F	4
11	PANDIAN SP	4
12	SRDJAK M	4
13	UNDERLY K	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla V. Autores más productivos (criterio fraccionado)

N	AUTOR	Nº DE DOCUMENTOS FRACCIONADO
1	HOLME I	6
2	STRÖHLE J	4.3
3	NAIR GP	4
4	CARDAMONE JM	3
5	CANDAN C	3
6	PANDIAN SP	2
7	MUHAMMET A	2
8	NAROSKA D	2
9	RUTENFRANZ S	2
10	ÇORUHE	2

Fuente: Elaboración propia

Se realizó un contraste entre ambos resultados para profundizar en el análisis de los dos criterios de productividad. En la **Tabla V**, se resaltan en **negritas** los autores que aparecen en ambas tablas, aunque en posiciones de ranking diferentes. Esto sugiere que dichos investigadores destacan como los más productivos dentro de nuestra base de datos. Además, la comparación revela la presencia de otros autores que, aunque no lideran en número total de publicaciones, podrían complementar la lista de la **Tabla IV**, aportando perspectivas relevantes para el tema de estudio. De estos autores en negritas tenemos a Holme [31] que realizó estudios que abarcan innovaciones en procesos de teñido, el uso de agentes químicos para mejorar la resistencia al encogimiento y la apariencia del tejido, así como la evolución de la maquinaria en la industria textil. Por su parte, Ströhle [32] se enfocó en la optimización de acabados textiles para mejorar la calidad, estética y rendimiento de los tejidos con elasticidad, con aplicaciones en ropa de moda, airbags y textiles técnicos. Nair [33] investigó y documentó avances en maquinaria textil y procesos industriales de acabado, con un enfoque en la eficiencia, la calidad del tejido y la sostenibilidad en la industria textil. Nair and Pandian [34] estudió la calidad y durabilidad de los tejidos de punto, analizando el impacto de sus fibras, tipo de hilado y procesos de acabado. Sus investigaciones tienen aplicaciones prácticas en la industria textil, permitiendo mejorar la estabilidad dimensional y la apariencia de las telas. Por último, cabe destacar que Pandian también presenta una producción científica significativa, aunque exclusivamente en coautoría con G.P. Nair.

Dentro de los autores más productivos enlistados en la **Tabla 4** y la **Tabla 5**, destacan **Anand S.C.** y **Cevza Candan**, quienes, además de tener una participación significativa en el tema de estudio, también figuran entre los autores más influyentes. Esto se debe a que sus artículos se encuentran en la lista de los más citados de la **Tabla 9**.

En particular Anand et al. [35], es autor del artículo "*Effect of laundering on the dimensional stability and distortion of knitted fabrics*", mientras que **Cevza Candan** contribuyó con el estudio "*Dimensional, pilling, and abrasion properties of weft knits made from open-end, and ring spun yarns*" [36]. La presencia de estos artículos en la lista de los más citados refuerza la relevancia de sus investigaciones en el análisis del comportamiento y estabilidad dimensional de los tejidos.

D. Ley de Lotka y el modelo de Price

En esta sección se compara analíticamente la Ley de Lotka y la Distribución de Ventaja Acumulativa de Price, ambas utilizadas para analizar la productividad cada autor en la literatura científica.

La Ley de Lotka establece que un porcentaje reducido de autores es responsable de la mayoría de los artículos publicados, mientras que la mayoría de los investigadores contribuye con un número limitado de trabajos y utiliza una distribución de potencia pura $f(x) = C \cdot x^{-n}$ [37]. Por otro lado, la Distribución de Ventaja Acumulativa de Price describe cómo la mayoría de los autores producen pocas publicaciones, mientras que unos pocos autores concentran la mayor parte de la productividad científica. Esta distribución puede modelarse mediante una función exponencial truncada $f(x) = C \cdot e^{-ax}$ [38]. Es decir, los autores que han presentado más trabajos tienen una mayor probabilidad de seguir acumulando publicaciones y citas, lo que refuerza su impacto en la comunidad científica.

En la **Tabla VI** tenemos el número de contribuciones por autor, la frecuencia de autores con ese número de contribuciones y la frecuencia esperada de acuerdo con la Ley de Lotka, utilizando $C = 663.963$ (constante de normalización) y un valor ajustado de $n = -3.2064$ y la frecuencia esperada de acuerdo con la Ley de Price, con los parámetros $C = 503.75$ (constante de normalización) y $a = -0.8907$ (parámetro de decaimiento exponencial).

Estos datos se visualizan en la **Figura 5**, donde se comparan los valores observados con los estimados por la Ley de Lotka y el modelo de Price. Este análisis permite evaluar el grado de ajuste entre la distribución empírica de la producción de los autores según Lotka y Price y concluir a que modelo se ajusta mas los datos seleccionados para este estudio.

Tabla VI. Ajuste de producción de autores a la ley Lotka y Price

Número de Contribuciones (x)	Frecuencia de Autores con (x) contribuciones	Frecuencia de Autores Esperados (Lotka)	Frecuencia de Autores Esperados (Price)
1	683	663.963	206.72
2	80	71.931	84.83
3	19	19.602	34.81
4	6	7.793	14.29
5	4	3.810	5.86
6	2	2.124	0.99
8	1	1.295	0.41

Fuente: Elaboración propia

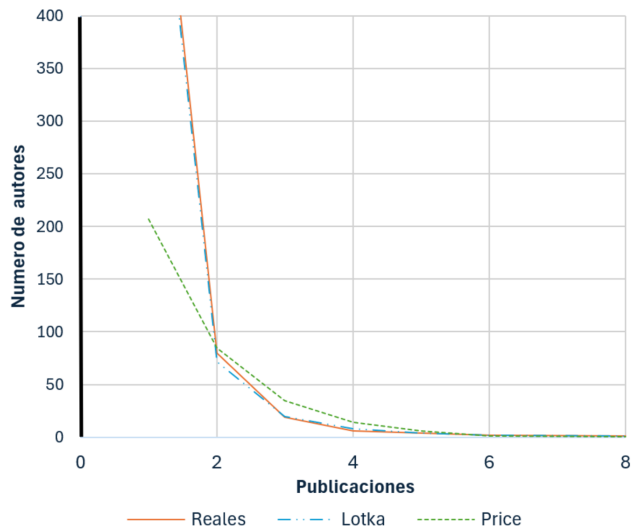


Fig 5. Productividad de autores ajustada a la ley Lotka y Price

Como lo muestran la información de los resultados mostrados en la **tabla 4 y gráfica 4** de cada modelo, se puede concluir que la Ley de Lotka presenta un ajuste alto, con un coeficiente de correlación de $R^2 \approx 0.99.72$. Esto indica que la distribución de la información de producción de los autores en la base de datos obtenida sigue en gran medida el patrón descrito por Lotka.

Por otro lado, el modelo de Price muestra un ajuste menor, con un coeficiente de correlación de $R^2 \approx 0.8791$, lo que sugiere una menor precisión en la representación del comportamiento de productividad de los autores. En consecuencia, podemos concluir que, si bien la Ley de Price ofrece una buena aproximación, el modelo de Lotka explica con mayor precisión la variabilidad en los datos de productividad de los autores dentro de nuestra base de datos.

E. Colaboración entre autores de distintos países

La **Figura 6** muestra el número de artículos publicados por el país de procedencia de los autores, diferenciando entre documentos de **múltiple colaboración internacional (MCI)**, en azul, y artículos de **producción científica individual (PCI)**, en naranja. En todos los países, el número de artículos **PCI** (producción individual) es significativamente mayor que los artículos **MCI** (colaboración internacional), esto indica que la mayoría de los países producen más publicaciones sin colaboración internacional.

Turquía, India, y China tienen el mayor número total de publicaciones, siendo Turquía el líder con 15 artículos. En estos países, la producción individual (SCI) representa casi toda la productividad científica, con muy poca colaboración internacional.

Bangladesh, presenta más artículos de colaboración internacional que otros países lo que podría reflejar una apertura a colaboraciones internacionales, mientras que algunos países como China, Corea, Lituania y Tunicia no tienen ningún artículo etiquetado como MCI, lo que sugiere que trabajan principalmente en producción científica independiente.

Turquía y la India, a pesar de ser líderes en productividad total, tienen muy pocos o ningún artículo MCI. Esto podría reflejar

una estrategia de autosuficiencia en investigación o barreras estructurales para colaborar con otros países, en general, Casi todos los países priorizan la producción científica individual sobre la colaboración internacional.

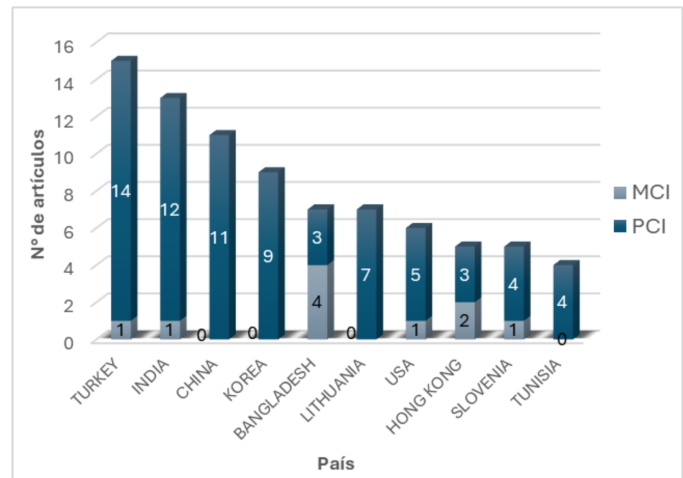


Fig. 6. Productividad colaborativa entre autores de distintos países

F. Producción científica por país.

En este apartado, se analiza la producción científica sobre el encogimiento y estabilidad dimensional de los tejidos textiles en la industria del vestido, haciendo un análisis de los diez países más productivos. **Tabla VII**

Estados Unidos encabeza la lista con 104 publicaciones, consolidándose como un actor clave en la investigación textil. Esto refleja su fuerte infraestructura científica, el interés en aplicaciones industriales y comerciales, así como el crecimiento exponencial en el consumo de ropa en las últimas dos décadas. Además, recientemente, Estados Unidos ha impulsado estrategias para repatriar su industria textil, fortaleciendo su capacidad productiva nacional [39], [40].

India ocupa el segundo lugar con 69 publicaciones, lo que podría estar relacionado con su papel como uno de los productores de textiles todo el mundo más importante, de la mano como la exportación de estos productos. Además, el país ha estado explorando estrategias para impulsar el crecimiento sostenible en su industria textil, especialmente a través del desarrollo de productos ecológicos [41].

China aparece en tercer lugar con 56 publicaciones, consolidándose como un actor clave en la industria textil global. Su influencia ha sido fortalecida por su integración en la Asociación Económica Integral Regional (RCEP), lo que ha facilitado la expansión de su sector textil y de confección [42]. Japón que ha impulsado el desarrollo de la moda a través del Comité de Diseñadores de Tokio, promoviendo la innovación en la industria textil. La interacción entre el diseño de moda y la subcultura juvenil ha convertido al país en un centro de innovación textil y de moda con reconocimiento global [43] aparece en cuarto lugar con 51 publicaciones. Por su parte Reino Unido donde se han encontrado necesidades de mejora en la administración estratégica de la cadena de suministro, esencial para la competitividad y sostenibilidad de la industria textil, y

donde, además, el concepto de reshoring (relocalización de la producción) ha cobrado importancia como estrategia para optimizar la capacidad productiva nacional [44], [45] está posicionado en quinto lugar con 41 publicaciones

Del sexto al décimo lugar esta Turquía que ha comenzado a desarrollar estudios sobre la relación entre las fábricas de la industria de la confección y las instituciones educativas. [46]. Corea del Sur que ha tenido un papel central en la producción mundial de prendas de vestir desde la posguerra, consolidándose como uno de los proveedores de la industria textil global más importantes en las décadas siguientes [47]. Alemania que es el país con más literatura sobre proyectos de Industria 4.0 aplicados a la industria textil y de la costura global según Deepthi and Bansal [48]. Eslovenia que, a pesar de ser una economía pequeña con aproximadamente 2 millones de habitantes, ha destacado en la internacionalización de sus empresas. [49]. Por último, tenemos a Bangladesh, que su relevancia en la industria textil radica en la producción de prendas de mezclilla. Un estudio de Mondal and Khan [50] exploró el tratamiento de prendas de mezclilla con enzima celulasa, analizando parámetros del proceso para desarrollar nuevos diseños y estilos de moda.

Todos estos factores podrían haber influido en el interés por la investigación científica en la industria textil en estos países, particularmente en el estudio del encogimiento y la estabilidad dimensional de los tejidos textiles. La combinación de avances tecnológicos, demanda del mercado, estrategias de sostenibilidad y fortalecimiento de la producción nacional podrían haber impulsado la generación de conocimiento en esta área.

Tabla VII. Top 10 de países más productivos

No	País	Frecuencia
1	Usa	104
2	India	69
3	China	56
4	Japan	51
5	Uk	45
6	Turkey	42
7	South korea	41
8	Germany	33
9	Slovenia	26
10	Bangladesh	25

Elaboración propia

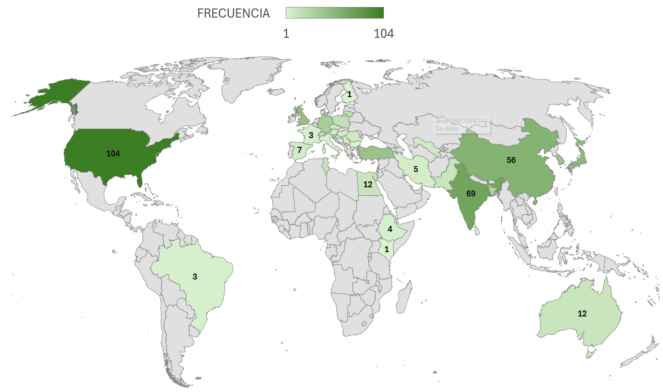


Fig. 7. Mapa coroplético de la producción científica
Fuente: © Australian Bureau of Statistics, GeoNames, Grab grab.com, Microsoft, Navinfo, Open Places, OpenStreetMap, Overture Maps Foundation, TomTom, Zenrin.
Con tecnología de Bing

En la **Figura 7**, se presenta un mapa coroplético que ilustra la producción científica por país mediante una gradación de colores, donde los países con mayor productividad aparecen en tonos más oscuros, mientras que aquellos con menor producción se representan con colores más claros.

Se puede observar que, en América, dentro del tema analizado, Estados Unidos sobresale por su alto volumen de publicaciones científicas. Sin embargo, en Asia y Europa, se evidencia un mayor número de países coloreados, lo que sugiere una distribución más amplia de la investigación en estos continentes.

Esta observación se confirma con los datos de la **Tabla VIII**, donde se detalla:

- El número de países que contribuyen a la producción científica en cada continente.
- El total de publicaciones generadas en cada región.
- El promedio de producción por país, lo que permite evaluar el nivel de colaboración y concentración de la investigación en cada continente.

Este análisis visual y cuantitativo facilita el entendimiento de los datos de la producción científica en el mundo, permitiendo identificar regiones con mayor participación en la investigación textil y evaluar su desempeño en el desarrollo del conocimiento en este campo.

Tabla VIII. Producción científica por continente

Continente	No de países	Publicaciones por continente	Promedio de publicaciones
Asia:	9	309	34.3
Europa:	20	212	10.6
América:	2	107	53.5
África:	5	31	6.2

Oceanía:	1	12	12.0
Elaboración propia			

G. Publicaciones más citadas

En esta sección, se presentan las publicaciones más citadas, contrastando los parámetros disponibles en Bibliometrix. Este enfoque busca aprovechar las fortalezas de cada métrica y equilibrar sus limitaciones, permitiendo una comprensión más precisa del impacto real de la producción científica para esta investigación.

La **Tabla IX** muestra los artículos con más citas acumuladas en la historia, reflejando su impacto absoluto en el campo de investigación. Esta métrica ayuda a identificar trabajos fundamentales o pioneros, aunque favorece a los artículos que se publicaron en años anteriores, ya que han acumulado más citas por estar más tiempo publicados. Por otro lado, la **Tabla X** presenta el promedio de citas por año desde la publicación de cada artículo, lo que permite identificar investigaciones emergentes que han recibido mucha atención en poco tiempo. Sin embargo, este indicador puede sobrevalorar artículos recientes, que aún no han pasado la prueba del tiempo. Finalmente, la **Tabla XI** muestra el número de citas de un artículo ajustado no solo por el tiempo, sino que también pondera el contexto bibliométrico del año de publicación, lo que permite comparar artículos que abordan diferentes contextos, evitando sesgos por antigüedad y proporcionando una perspectiva más equilibrada sobre su impacto relativo.

Este análisis integral permite evaluar la relevancia de los artículos desde distintas perspectivas, facilitando la identificación tanto de investigaciones históricamente influyentes como de nuevas tendencias en el campo

Tabla IX. Las 10 publicaciones ordenadas por más citadas

Nº	Cita del documento	Nº Citas
1	Montazer et al. [51]	79
2	Quaynor et al. [52]	68
3	Candan & Önal [36]	66
4	Anand et al. [35]	64
5	Ibrahim et al. [25]	61
6	Quaynor et al. [53]	58
7	Suh [14]	57
8	Telli and Özdil [26]	56
9	Dobilaite and Juciene [54]	55
10	Onal and Candan [55]	54

Fuente: Elaboración propia

Tabla X. Las 10 publicaciones ordenadas por más citadas en promedio por año

Nº	Cita del documento	Nº Citas por año
1	Montazer et al. [51]	5.3
2	Telli and Özdil [26]	5.1
3	Ibrahim et al. [25]	3.8
4	Erbil et al. [28]	3.5
5	Fraj and Jaouachi [56]	3.4
6	Candan and Önal [36]	2.8

7	Dobilaite and Juciene [54]	2.8
8	Anand et al. [35]	2.7
9	Quaynor et al. [52]	2.6
10	Mikučionienė and Laureckienė [57]	2.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla XI. Las 10 publicaciones ordenadas en número de citas normalizadas

Nº	Cita del documento	Nº Citas normalizadas
1	Quaynor et al. [58]	10.9
2	Galek [59]	7.5
3	Uçar and Karakaş [60]	6.9
4	Candan and Önal [36]	6.6
5	Anand et al. [35]	6.4
6	Onal and Candan [55]	6.4
7	Hsu and Cheek [61]	6.0
8	Quaynor et al. [52]	5.9
9	Lee et al. [62]	5.8
10	Topalbekiroğlu and Kaynak [63]	5.7

Fuente: Elaboración propia

Este análisis integral ha permitido evaluar la relevancia de los artículos desde distintas perspectivas, facilitando la identificación tanto de investigaciones históricamente influyentes como de nuevas tendencias en el campo. Dentro de estos resultados, destacan particularmente tres artículos, resaltados en negritas, los cuales aparecen en los tres rankings, independientemente del criterio de ordenamiento utilizado. Candan and Önal [36] analizó el comportamiento de tejidos de mezcla 50% algodón / 50% poliéster, determinando que estos tienden a encoger más que los de algodón 100%, debido a la falta de procesos de estabilización térmica. Además, concluyeron que los tejidos con hilado open-end presentan una mayor tendencia al encogimiento y que son necesarios estudios adicionales para desarrollar métodos de lavado óptimos que mejoren la estabilidad dimensional sin afectar otras propiedades.

Por otro lado, Anand et al. [35] investigaron el impacto de diferentes procesos de lavado y secado en la estabilidad dimensional de telas de punto 100% algodón, incluyendo Jersey sencillo, 1x1 Rib e Interlock. Confirmaron que el encogimiento y la distorsión en estos tejidos están fuertemente influenciados por el tipo de secado y el proceso de centrifugado, concluyendo que la eficiencia en las etapas de lavado y secado, así como el diseño estructural de los tejidos, es clave para mejorar su estabilidad dimensional.

Finalmente, Quaynor et al. [52], examinaron el impacto del lavado y la temperatura del agua en la estabilidad dimensional y propiedades superficiales de seda, algodón y poliéster. Los resultados indicaron que el encogimiento de los tejidos no es completamente reversible y está influenciado tanto por la temperatura del agua como por la estructura del tejido. Concluyeron que la seda es altamente sensible al calor, que el algodón con estructura suelta encoge más a altas temperaturas, y que la estructura del tejido afecta la rugosidad y la fricción. La presencia de estos artículos en todas las métricas analizadas sugiere que, además de acumular citas a lo largo del tiempo, siguen teniendo un impacto relevante en la producción

científica actual, consolidándose como referencias clave en la investigación sobre encogimiento y estabilidad dimensional de los tejidos textiles.

En términos generales, los artículos enlistados en las **Tablas IX, X y XI** abordan el tema de estudio desde distintas perspectivas y métricas, proporcionando un marco teórico sólido y un contexto amplio que facilita la exploración de tendencias y estudios recientes en esta área de investigación.

H. Palabras más frecuentes de la literatura

A partir del análisis de nuestra base de datos utilizando Bibliometrix, se identificaron conceptos clave que contribuyen al entendimiento del tema de estudio. Los resultados obtenidos permitieron detectar factores que influyen en el comportamiento del encogimiento y la estabilidad dimensional de los tejidos, así como conceptos relacionados con la estructura de las telas en general. Además, se identificaron términos que están directamente vinculados con las palabras clave de nuestra investigación, lo que proporciona una visión más amplia y detallada sobre los factores que afectan las características dimensionales de los tejidos textiles.

Tabla XII. Palabras (unigramas y bigramas) más frecuentes en abstracts

Nº	Bigramas	Ocurrencia	Nº	Unigramas	Ocurrencia
1	fabric properties	403	1	fabric	1819
2	dimensional stability	228	2	dimensions	320
3	knit fabrics	226	3	knit	395
4	cotton fabric	153	4	cotton	528
5	weft yarn	109			
6	jersey fabrics	94			
7	relaxation procedures	85			
8	denim fabric	84			
9	blend fabrics	78	5	blends	138
10	woven fabrics	70			
11	shrinkage behavior	69	6	shrinkage	517
12	washing processes	69	7	washing	639
13	textile finishing	65	8	finishing	353
14	yarn properties	63	9	yarn	377
15	warp yarn	60			
16	durable press	55			
17	wrinkle resistance	53			
18	thermal properties	44			
19	wool fabrics	43			
20	stretch properties	41	10	elastane	252
			11	fibers	253
			12	strength	149
			13	dyeing	202
			14	drying	146
			15	results	167
			16	study	152
			17	treatment	146
			18	stability	208
			19	properties	343

Elaboración propia.

Durante el análisis de las palabras más frecuentes, se identificaron varios conceptos que fueron procesados mediante una lista de sinónimos, con el objetivo de unificar términos similares y eliminar redundancias. Esta normalización permitió corregir diferencias en la escritura, ajustar variaciones ortográficas y agrupar términos que representaban el mismo concepto, pero con diferencias en plural o singular. Asimismo, se integraron palabras que abordan una misma temática, técnica o elemento, asegurando una representación más precisa y coherente de la información en el análisis.

En la **Tabla XII** se presentan los términos más frecuentes extraídos de los abstracts o resúmenes de los documentos en nuestra base de datos. Del lado izquierdo se enlistan los 20 bigramas con mayor número de ocurrencias, es decir, combinaciones de dos palabras que aparecen con frecuencia en los textos analizados. En el lado derecho, se muestran los 20 unigramas más recurrentes, que corresponden a términos individuales con alta presencia en los resúmenes.

Se observa de igual manera que los unigramas del 1 al 10, ubicados en la parte derecha de la tabla, se alinean con los bigramas del lado izquierdo, ya que pueden asociarse dentro de un mismo contexto, como en el caso de “blends fabrics” y “blends”.

Los unigramas del 11 al 14 corresponden a términos con conceptos independientes de los bigramas, sin una relación directa con los bigramas como “fibers”. Finalmente, los unigramas del 15 al 20 aparecen sombreados en la tabla por tratarse de términos ambiguos y generales, como “process” o “study”, los cuales no son determinantes para la interpretación o identificación de conceptos clave en el análisis del tema de estudio.

De acuerdo con este criterio de ordenamiento, se estableció un criterio de agrupamiento para las palabras con mayor frecuencia de aparición, el cual se presenta en la **Tabla XIII**. Este agrupamiento permite comprender, de manera general, cómo los términos y palabras clave utilizadas en los estudios analizados describen aspectos fundamentales como la estructura y los tipos de telas, así como los factores que influyen en sus propiedades.

Tabla XIII. Agrupamiento de palabras con más ocurrencias en resúmenes

Categoría	Palabras ocurrentes
Material de estudio	fabric properties
Estructura del tejido	yarn properties, fibers, weft yarn, warp yarn
Tipos de tejidos	knit fabrics, woven fabrics

Tipos de fibras y telas	denim fabric, cotton fabric, wool fabrics, blend fabrics, jersey fabrics
Factores y proceso	washing processes, textile finishing, durable press, dyeing, drying
Propiedades dinámicas	dimensional stability, relaxation procedures, shrinkage behavior, strength, wrinkle resistance, stretch properties, thermal properties

Fuente: Elaboración propia

Este agrupamiento facilita la interpretación de los términos más recurrentes en la literatura, proporcionando un marco conceptual que ayuda a comprender cómo se estructuran los estudios en torno a la estabilidad dimensional y el encogimiento de los tejidos textiles.

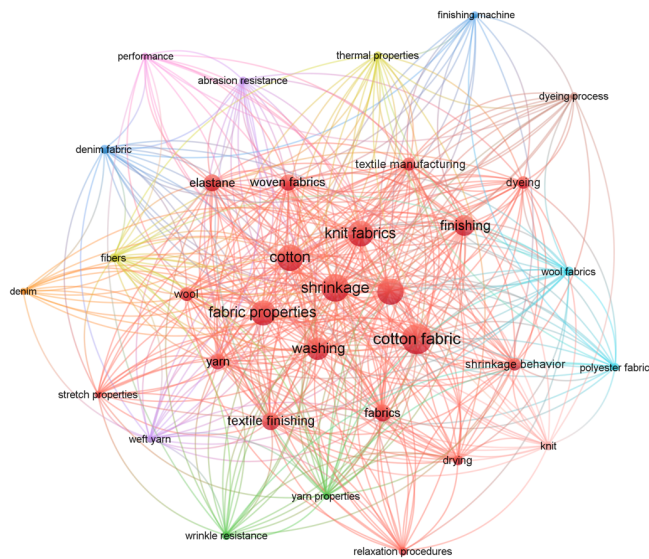


Fig. 8. Mapa de coocurrencia de palabras clave
Fuente: VOSviewer

El mapa de coocurrencia de palabras clave muestra la frecuencia y relaciones entre las palabras más utilizadas en artículos científicos vinculados al encogimiento y la estabilidad dimensional en los tejidos textiles de la industria del vestido (**Figura 8**).

La cantidad y densidad de las líneas que conectan los nodos reflejan la interconexión entre términos, indicando que los diferentes aspectos del tema están estrechamente vinculados. Esto sugiere que la investigación en encogimiento, propiedades de los tejidos, procesos de lavado y acabados textiles forma un campo de estudio bien estructurado con múltiples interrelaciones.

En el mapa se destacan varios clústeres bien definidos:

- Clúster rojo (temas centrales): Relaciona términos clave como "Shrinkage", "Washing" y "Cotton fabric", lo que indica que estos conceptos constituyen la base de las investigaciones sobre encogimiento y propiedades textiles. Es probable que los estudios en este grupo se centren en la estabilidad dimensional y el impacto de los procesos sobre los tejidos de algodón.
- Clúster azul (procesos): Contiene términos como "Dyeing" y "Shrinkage behavior", los cuales están relacionados con los efectos del teñido y otros tratamientos en las telas. Este grupo sugiere un enfoque en los cambios dimensionales inducidos por procesos químicos y físicos en la fabricación textil.
- Clúster verde (fibras y mezclilla): Incluye términos como "Denim fabric", "Stretch properties" y "Fibers", lo que sugiere investigaciones enfocadas en mezclilla con elastano y en el estudio de las fibras que la componen

I. Evolución y tendencia de términos a través del tiempo

Para identificar qué temas están en crecimiento, cuáles son emergentes y cuáles han perdido relevancia se utilizó la gráfica de trend topics en bibliometrix es una herramienta clave para analizar la evolución temporal de los temas más relevantes en una investigación.

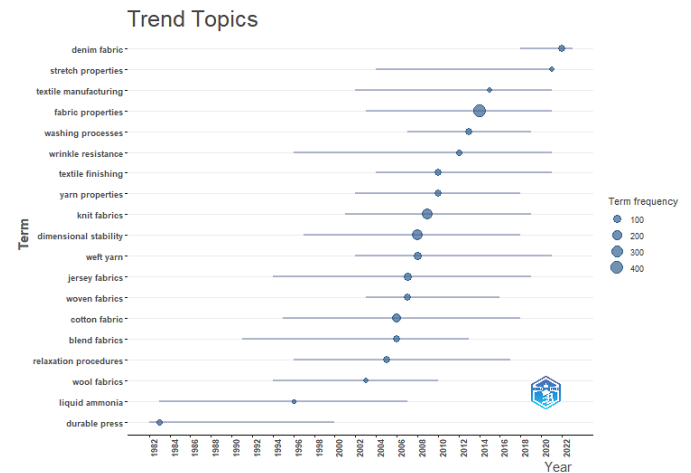


Fig. 9. Tendencias de términos
Fuente: Bibliometrix

Como se observa en la **Figura 9**, el término "**Denim fabric**" (Mezclilla) ha mostrado una **tendencia emergente**, lo que indica que la investigación en **mezclilla** ha ganado una mayor relevancia en los últimos años, particularmente entre **2015 y 2022**. De manera similar, "**Stretch properties**" (Propiedades del Stretch) se ha consolidado como un término clave en estudios recientes. Por ejemplo, Erbil et al. [28] analizaron el impacto de distintos procesos de lavado sobre la stretch y crecimiento (%) de los tejidos de mezclilla, encontrando que las telas con hilos core-spun presentaban mayores porcentajes de

crecimiento y elasticidad en todos los procesos de lavado evaluados.

Por otro lado, ciertos temas que en su momento fueron relevantes han perdido presencia en investigaciones recientes. Entre ellos, **"durable press"** (planchado permanente), un acabado textil diseñado para la menor propensión a las arrugas y la estabilidad dimensional en telas de algodón, permitiendo que mantengan su forma sin necesidad de planchado frecuente Laga and Wasif [64], tuvo un pico de investigación entre 1980 y 1990, pero ya no aparece en estudios recientes.

De manera similar, **"liquid ammonia"**, un tratamiento químico utilizado para modificar la estructura y mejorar las propiedades físicas de los tejidos de celulosa, optimizando su resistencia, estabilidad dimensional y apariencia después del lavado [65], también mostró una alta actividad en décadas pasadas, pero ha perdido relevancia en estudios actuales.

Este comportamiento sugiere que ciertas áreas de investigación han sido desplazadas por nuevas tecnologías y tendencias industriales.

Los términos **"Textile manufacturing"**, **"fabric properties"** y **"washing processes"** han aparecido con regularidad a lo largo de las décadas, lo que indica que son conceptos inherentes al campo de investigación. Estos términos son imprescindibles para cualquier estudio sobre tejidos textiles, ya que conocer las propiedades de los materiales y cómo los procesos de acabado y lavado afectan su estabilidad dimensional es esencial para su fabricación y uso final. La permanencia de estos términos a lo largo del tiempo sugiere que representan temas fundamentales en la industria textil.

De manera similar, términos como **"wrinkle resistance"** (resistencia a las arrugas) y **"dimensional stability"** (estabilidad dimensional) han mantenido una presencia constante, estos conceptos son parámetros de calidad clave que los clientes suelen requerir en sus prendas y en la manufactura de telas.

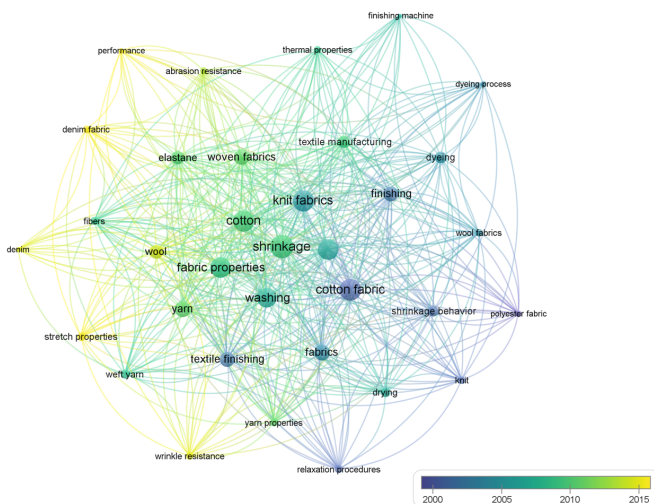


Fig. 10. Mapa de coocurrencia de palabras clave a través del tiempo
Fuente: VOSviewer

Para hacer una comparativa se analiza un mapa de coocurrencia que contiene palabras clave, y que fue obtenido con WOSviewer que muestra cómo las palabras clave aparecen

juntas en un conjunto de documentos científicos, que puede representar aspectos como la evolución temporal o la relevancia de los términos.

En la **Figura 10**, los colores representan diferentes períodos temporales (2000-2015), según la regla de colores que muestra en la parte de abajo a la derecha. Los nodos más amarillos corresponden a temas recientes, como **"Denim fabric"**(mezclilla) y **"Stretch properties"**(propiedades del stretch), mientras que los nodos más azules indican temas tratados en años anteriores, como **"Relaxation procedures"** (procedimientos de relajación) y **"Polyester fabric"**(tela de poliéster).

El crecimiento de términos como **"Denim fabric"** y **"Stretch properties"** en investigaciones recientes (a partir de 2015) coincide con la interpretación de la **Figura 9**. Aunque el análisis en esta imagen se basa en bigramas extraídos de los abstracts o resúmenes, los resultados confirman que estos términos están vinculados a temas emergentes en el campo textil.

En tonos verdes, que representan una zona intermedia entre azul y amarillo, se encuentran conceptos que abarcan una extensión amplia en el mapa, lo que sugiere que han mantenido una presencia constante a lo largo del tiempo. Entre ellos destacan **"fabric properties"**(propiedades de la tela), **"shrinkage"**(encogimiento), **"cotton"**(algodón), **"knit fabrics"**(telas de tejido de punto) y **"washing"**(lavado), algunos de los cuales también fueron identificados como términos consistentes en el análisis de la **Figura 9**.

IV. CONCLUSIÓN

La producción científica sobre encogimiento y estabilidad dimensional ha sido variable, con un pico en 2003 y un repunte entre 2019 y 2024, influido por innovaciones textiles y nuevas demandas del mercado. La Ley de Bradford se cumple, concentrando la mayoría de los artículos en pocas revistas, especialmente en Textile Research Journal, que destaca como fuente central.

El análisis de productividad muestra un mejor ajuste al modelo de Lotka, con Anand, Candan y Önal como autores destacados tanto por volumen como por impacto. Aunque países como Turquía, India y China lideran en publicaciones, su colaboración internacional es baja. Sin embargo, Asia muestra una mayor diversidad de países activos, reflejando interés creciente por la innovación textil.

Los artículos de Candan and Önal [36], Anand et al. (2002) y Quaynor et al. (2000) [52] se consolidan como referentes por su alta citación. En cuanto a los términos frecuentes, el lavado (washing) se identifica como el principal factor relacionado con el encogimiento, vinculado también con estructuras de tejido de punto y fibras textiles como algodón, poliéster y elastano.

Las investigaciones recientes se enfocan en mezclilla con propiedades "elásticas" (stretch), desplazando temas como "planchado permanente" (durable press). Esta evolución responde a una preferencia por prendas más cómodas y procesos más versátiles. Además, el crecimiento de términos como "lavado enzimático" (enzymatic wash), "tratamiento con ozono" (ozone treatment) y "lavado de bajo impacto" (low-impact laundering) indica que las nuevas investigaciones están más interesadas en cómo minimizar los efectos del lavado sobre

el encogimiento, sin comprometer otras propiedades del tejido, resultando en prendas sostenibles y de mejor desempeño. Esto responde tanto a exigencias ambientales como a demandas del consumidor final

REFERENCES

- [1] G. E. Collins, "Fundamental principles that govern the shrinkage of cotton goods by washing," *Journal of the Textile Institute Proceedings*, vol. 30, no. 3, pp. P46–P61, Mar. 1939, doi: 10.1080/19447013908687452.
- [2] G. V Lund and W. T. Waters, "The Stability to Laundering of Fabrics Made from Cellulosic Fibers," *Textile Research Journal*, vol. 29, no. 12, pp. 950 – 960, 1959, doi: 10.1177/004051755902901203.
- [3] J. M. Cardamone, "Activated Peroxide for Enzymatic Control of Wool Shrinkage Part II: Wool and Other Fiber-type Fabrics," *Textile Research Journal*, vol. 76, no. 2, pp. 109–115, 2006, doi: 10.1177/0040517506061035.
- [4] S. A. Heap, P. F. Greenwood, R. D. Leah, J. T. Eaton, J. C. Stevens, and P. Keher, "Prediction of Finished Relaxed Dimensions of Cotton Knits—The Starfish Project: Part II: Shrinkage and the Reference State," *Textile Research Journal*, vol. 55, no. 4, pp. 211 – 222, 1985, doi: 10.1177/004051758505500403.
- [5] U. Chowdhary, "Comparing three brands of cotton T-shirts," *AATCC Journal of Research*, vol. 4, no. 3, pp. 22–33, 2017, doi: 10.14504/ajr.4.3.3.
- [6] M. Kalkanci, M. SiNecen, and G. Kurumer, "Prediction of dimensional change in finished fabric through artificial neural networks," *Tekstil ve Konfeksiyon*, vol. 28, no. 1, pp. 43 – 51, 2018, Accessed: Jun. 23, 2025. [Online]. Available: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/451256>
- [7] G. Singh, K. Roy, R. Varshney, and A. Goyal, "Dimensional parameters of single jersey cotton knitted fabrics," *Indian J Fibre Text Res*, vol. 36, no. 2, pp. 111 – 116, 2011, Accessed: Jun. 23, 2025. [Online]. Available: https://www.academia.edu/download/107300624/IJFTR_20362_20111-116.pdf
- [8] S. Dhoubi, F. Khedher, and F. Sakli, "A new approach to predict the fabric shrinkage in denim garments after finishing treatments," *Journal of the Textile Institute*, vol. 107, no. 3, pp. 364 – 375, 2016, doi: 10.1080/00405000.2015.1034928.
- [9] J. Llinares Berenguer, P. Díaz-García, and P. Miró Martínez, "Calculation of interlock, 1 × 1 rib, and single jersey knitted fabrics shrinkage during the dyeing process after determining loop shape," *Textile Research Journal*, vol. 91, no. 21–22, pp. 2588–2599, Nov. 2021, doi: 10.1177/00405175211014238.
- [10] M. Aria and C. Cuccurullo, "bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis," *J Informetr*, vol. 11, no. 4, pp. 959–975, Nov. 2017, doi: 10.1016/j.joi.2017.08.007.
- [11] N. J. van Eck and L. Waltman, "Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping," *Scientometrics*, vol. 84, no. 2, pp. 523–538, 2010, doi: 10.1007/s11192-009-0146-3.
- [12] G. James, "50—An experimental method for investigating the thermal properties of cotton fabrics," *Journal of the Textile Institute Transactions*, vol. 17, no. 10, pp. T553–T566, Oct. 1926, doi: 10.1080/19447027.1926.10599995.
- [13] H. M. Fletcher and S. H. Roberts, "The Geometry of Plain and Rib Knit Cotton Fabrics and Its Relation to Shrinkage in Laundering," *Textile Research Journal*, vol. 22, no. 2, pp. 84 – 88, 1952, doi: 10.1177/004051755202200203.
- [14] M. W. Suh, "A Study of the Shrinkage of Plain Knitted Cotton Fabric, Based on the Structural Changes of the Loop Geometry Due to Yarn Swelling and Deswelling," *Textile Research Journal*, vol. 37, no. 5, pp. 417–431, May 1967, doi: 10.1177/004051756703700513.
- [15] R. Audivert, "ADVANTAGES OF STAPLE-FIBRE YARNS COVERED WITH A CONTINUOUS-FILAMENT.," *Text Inst Ind*, vol. 12, no. 9, pp. 271–272, 1974, [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0016106655&partnerID=40&md5=f68babde1ee1599557495ef4558b0519>
- [16] J. D. Ratcliffe, "The Years Between. Milan 1975–Hanover 1979," *Journal of the Society of Dyers and Colourists*, vol. 96, no. 3, pp. 94 – 102, 1980, doi: 10.1111/j.1478-4408.1980.tb03513.x.
- [17] E. F. Greenwald, "Home Furnishing Markets for Nonwovens," *Journal of Industrial Textiles*, vol. 15, no. 3, pp. 205 – 214, 1986, doi: 10.1177/152808378601500305.
- [18] J. Fan, W. Yu, and L. Hunter, *Clothing Appearance and Fit: Science and Technology*. Elsevier Inc., 2004. [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84904084630&partnerID=40&md5=8136c75d60f97775b1bb25ea53f0c2f9>
- [19] A. R. Fauzi, A. Y. Ridwan, and W. Juliani, "Supply Chain Performance Measurement System Development for Shoes SME using Subcontract Production Strategy Based on Integrated SCOR-BSC Model," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, 2019. doi: 10.1088/1757-899X/598/1/012126.
- [20] M. C. Thiry, "It's a stretch," *AATCC Rev*, vol. 2, no. 5, pp. 8 – 11, 2002, [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0036574497&partnerID=40&md5=d4badcc41f665c2deaa962d22e181634>
- [21] S. K. Malik and H. Nigam, "Microfibres: Giving new dimensions to the whole range of textiles," *Man-Made Textiles in India*, vol. 46, no. 11, pp. 10 – 16, 2003, [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0346907169&partnerID=40&md5=a0d9062a7f36eef5f0d19a0c2c83237b>
- [22] C. W. Hipps, "Chaos to coordination," *AATCC Rev*, vol. 3, no. 4, pp. 13 – 16, 2003, [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0037531455&partnerID=40&md5=461199f5ee454e1f60ad985d52455e32>
- [23] M. Cole, "Apparel industry cautiously equips for global marketplace," *Apparel*, vol. 45, no. 12, pp. 38 – 42, 2004, [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-4344621904&partnerID=40&md5=4cc34e81a405f9d23bcae7be77c2dc53>
- [24] S. Reporters, "2009 China textile market survey (Part I): The impacts of global economic downturn on China textile enterprises and counter measures," *ATA Journal*, vol. 20, no. 4, pp. 62 – 64, 2009, [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-73649099164&partnerID=40&md5=563117681c82d936efaf78bc7dde3e0e>
- [25] N. A. Ibrahim, T. F. Khalifa, M. B. El-Hossamy, and T. M. Tawfik, "Effect of Knit Structure and Finishing Treatments on Functional and Comfort Properties of Cotton Knitted Fabrics," *Journal of Industrial Textiles*, vol. 40, no. 1, pp. 49–64, Jul. 2010, doi: 10.1177/1528083709357975.
- [26] A. Telli and N. Özdi, "Effect of Recycled PET Fibers on the Performance Properties of Knitted Fabrics," *J Eng Fiber*

- Fabr.*, vol. 10, no. 2, pp. 47–60, Jun. 2015, doi: 10.1177/155892501501000206.
- [27] V. Kumar and V. R. Sampath, “Investigation on the physical and dimensional properties of single jersey fabrics made from cotton sheath - Elastomeric core spun,” *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, vol. 99, no. 3, pp. 73–75, 2013, [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84878832139&partnerID=40&md5=a5b5f9e2df5e8b041c8a97fec2ad443>
- [28] Y. Erbil, O. Babaarslan, M. R. Islam, and S. Sirlibaş, “Performance of Core & Dual-core Cotton Yarn Structures on Denim Fabrics,” *Journal of Natural Fibers*, vol. 19, no. 14, pp. 9500–9513, 2022, doi: 10.1080/15440478.2021.1982837.
- [29] P. Gürkan Ünal and D. Konal, “Investigation of the Effect of Weft Yarn Parameters on the Elasticity and Recovery Properties of Stretch Denim Fabrics,” *Journal of Natural Fibers*, vol. 19, no. 13, pp. 7186–7198, 2022, doi: 10.1080/15440478.2021.1944431.
- [30] T. E. Nisonger, “The 80/20 rule and core journals,” *Serials Librarian*, vol. 55, no. 1–2, pp. 62–84, 2008, doi: 10.1080/03615260801970774.
- [31] I. Holme, “Knitted fabric finishing technology,” *Knitting International*, vol. 111, no. 1320, pp. 35–37, 2004, [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-9744247499&partnerID=40&md5=e6b9a8c41b88f8807134ef6236569dd1>
- [32] J. Ströhle, “Relaxation of knitted fabrics containing elastane; [Relaxation des tissus maille: Contenant de l'élasthanne],” *Industrie Textile*, no. 1372, pp. 51–52, 2005, [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-24744431620&partnerID=40&md5=68bb84ad8ae95d57d45a24e8e845c30d>
- [33] G. P. Nair, “Highlights of processing machinery - XXVIII,” *Colourage*, vol. 51, no. 7, pp. 70–82, 2004, [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-7444272106&partnerID=40&md5=e78123e02a96db83619ce672c2173dd2>
- [34] G. P. Nair and S. P. Pandian, “Spotlight on mercerizing machinery for cotton and its blended woven fabrics,” *Colourage*, vol. 52, no. 5, pp. 95–103, 2005, [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-28444494015&partnerID=40&md5=e7221e993e08f06ed2998fb64ec9d078>
- [35] S. C. Anand, K. S. M. Brown, L. G. Higgins, D. A. Holmes, M. E. Hall, and D. Conrad, “Effect of laundering on the dimensional stability and distortion of knitted fabrics,” *Autex Research Journal*, vol. 2, no. 2, pp. 85–100, Jun. 2002, doi: 10.1515/aut-2002-020205.
- [36] C. Candan and L. Önal, “Dimensional, pilling, and abrasion properties of weft knits made from open-end and ring spun yarns,” *Textile Research Journal*, vol. 72, no. 2, pp. 164–169, 2002, doi: 10.1177/004051750207200213.
- [37] A. J. Lotka, “The frequency distribution of scientific productivity,” *Journal of the Washington Academy of Sciences*, vol. 16, no. 12, pp. 317–323, Jun. 1926, Accessed: Jul. 10, 2025, [Online]. Available: <https://www.jstor.org/stable/pdf/24529203.pdf>
- [38] D. D. S. Price, “A general theory of bibliometric and other cumulative advantage processes,” *Journal of the American Society for Information Science*, vol. 27, no. 5, pp. 292–306, 1976, doi: 10.1002/asi.4630270505.
- [39] S. Chakraborty, S. Fijulkabir, Md. S. Hoque, and T. Sarathi Das, “Will reshoring of textile and apparel manufacturing rise or decline in the USA?,” *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, vol. 12, no. 2, 2021, [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85118624048&partnerID=40&md5=1c138ff15be091543ad3ca38d61647de>
- [40] N. Wyatt, “Revolutionizing the ‘Made in USA’ model for apparel manufacturers,” *Fashion, Style and Popular Culture*, vol. 6, no. 3, pp. 351–367, 2019, doi: 10.1386/fspc.6.3.351_1.
- [41] S. Ruidas, M. R. Seikh, and P. K. Nayak, “Optimal production plan in a production inventory model under the coexistence of both green and regular products: A study on Indian textile industry,” *Heliyon*, vol. 10, no. 13, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e33777.
- [42] L. Yang and P. Kumarasinghe, “Analysis of the impact of RCEP on the industrial and innovation chains of China’s textile and clothing industry,” *PLoS One*, vol. 19, no. 8, Aug. 2024, doi: 10.1371/journal.pone.0309708.
- [43] Y. Chen, H. Sun, and W. Ge, “The evolution of Japanese fashion and the construction of Japanese fashion system,” *Journal of Silk*, vol. 59, no. 1, pp. 95–101, 2022, doi: 10.3969/j.issn.1001-7003.2022.01.014.
- [44] S. Komal and S. M. Saad, “Supply Chain Management Strategies Approach for the UK Textile Industry,” in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2024, pp. 117–127. doi: 10.1016/j.procs.2024.01.012.
- [45] P. Pourhejazy and A. Ashby, “Reshoring decisions for adjusting supply chains in a changing world: A case study from the apparel industry,” *Int J Environ Res Public Health*, vol. 18, no. 9, May 2021, doi: 10.3390/ijerph18094873.
- [46] C. D. Ayla and N. Ç. Işgören, “University-industry cooperation in terms of textile-apparel education,” in *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2010, pp. 3437–3441. doi: 10.1016/j.sbspro.2010.03.530.
- [47] J. Lee and H.-C. Lim, *Expanding Overseas, Becoming Multinational, and Moving Up the Value Chain: Three Waves of Globalization in the Korean Apparel Industry*. Springer Nature, 2023. doi: 10.1007/978-981-99-3764-6_2.
- [48] B. Deepthi and V. Bansal, “Industry 4.0 in Textile and Apparel Industry: A Systematic Literature Review and Bibliometric Analysis of Global Research Trends,” *Vision*, vol. 28, no. 2, pp. 157–170, 2024, doi: 10.1177/09722629221130233.
- [49] M. Rojec and A. Jaklič, *Integration of Slovenia into EU and global industrial networks*. Routledge Taylor & Francis Group, 2004. doi: 10.4324/9780203356487.
- [50] M. I. H. Mondal and M. M. R. Khan, “Characterization and process optimization of indigo dyed cotton denim garments by enzymatic wash,” *Fashion and Textiles*, vol. 1, no. 1, 2014, doi: 10.1186/s40691-014-0019-0.
- [51] M. Montazer, E. Pakdel, and A. Behzadnia, “Novel feature of nano-titanium dioxide on textiles: Antifelting and antibacterial wool,” *J Appl Polym Sci*, vol. 121, no. 6, pp. 3407–3413, Sep. 2011, doi: 10.1002/app.33858.
- [52] L. Quaynor, M. Takahashi, and M. Nakajima, “Effects of Laundering on the Surface Properties and Dimensional Stability of Plain Knitted Fabrics,” *Textile Research Journal*, vol. 70, no. 1, pp. 28–35, 2000, doi: 10.1177/004051750007000105.
- [53] L. Quaynor, M. Nakajima, and M. Takahashi, “Dimensional Changes in Knitted Silk and Cotton Fabrics with Laundering,” *Textile Research Journal*, vol. 69, no. 4, pp. 285–

- 291, Apr. 1999, doi:
<https://doi.org/10.1177/00405175990690040>.
- [54] V. Dobilaitė and M. Juciene, “The influence of mechanical properties of sewing threads on seam pucker,” *International Journal of Clothing Science and Technology*, vol. 18, no. 5, pp. 335 – 345, 2006, doi: 10.1108/09556220610685276.
- [55] L. Onal and C. Candan, “Contribution of Fabric Characteristics and Laundering to Shrinkage of Weft Knitted Fabrics,” *Textile Research Journal*, vol. 73, no. 3, pp. 187 – 191, 2003, doi: 10.1177/004051750307300301.
- [56] A. Ben Fraj, B. Jaouachi, and M. Gazzah, “Effect of washing treatment on residual bagging height of denim fabrics,” *Indian J Fibre Text Res*, vol. 47, no. 2, pp. 246 – 251, 2022, doi: 10.56042/ijftr.v1i2.53027.
- [57] D. Mikučionienė and G. Laureckienė, “The Influence of Drying Conditions on Dimensional Stability of Cotton Weft Knitted Fabrics,” 2009. Accessed: Jul. 10, 2025. [Online]. Available:
<https://epubl.ktu.edu/object/elaba:2972469/2972469.pdf>
- [58] L. Quaynor, M. Nakajima, and M. Takahashi, “Dimensional Changes in Knitted Silk and Cotton Fabrics with Laundering,” *Textile Research Journal*, vol. 69, no. 4, pp. 285 – 291, 1999, doi: 10.1177/004051759906900408.
- [59] J. Galek, “Supplying less toxic reactants,” *Textile Horizons*, vol. 10, no. 7, pp. 18 – 20, 1990, [Online]. Available:
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0025096613&partnerID=40&md5=613c9b7266c8d6afdbd39f3709aec19d>
- [60] N. Uçar and H. C. Karakaş, “Effect of Lyocell Blend Yarn and Pile Type on the Properties of Pile Loop Knit Fabrics,” *Textile Research Journal*, vol. 75, no. 4, pp. 352 – 356, 2005, doi: 10.1177/0040517505053815.
- [61] L. H. Hsu and L. Cheek, “Dimensional Stability of Ramie, Cotton and Rayon Knit Fabrics,” *Clothing and Textiles Research Journal*, vol. 7, no. 2, pp. 32 – 36, 1989, doi: 10.1177/0887302X8900700205.
- [62] M. Lee, T. Wakida, T. Tokuyama, C. Doi, Y. Jin Lim, and S. Jeon, “Liquid Ammonia Treatment of Regenerated Cellulosic Fabrics,” 2005. doi:
<https://doi.org/10.1177/004051750507500104>.
- [63] M. Topalbekiroğlu and H. Kübra Kaynak, “The effect of weave type on dimensional stability of woven fabrics,” *International Journal of Clothing Science and Technology*, vol. 20, no. 5, pp. 281–288, 2008, doi: 10.1108/09556220810898890.
- [64] Prof. S. K. Laga and Prof. Dr. A. I. Wasif, “A Combination of Glyoxal and Glycol as an Ecofriendly Crosslinking Agent for Cotton,” *Research Journal of Textile and Apparel*, vol. 17, no. 2, pp. 41 – 50, 2013, doi: 10.1108/RJTA-17-02-2013-B007.
- [65] B. Dornyi, E. Csiszár, and P. Somlai, “Improving quality of linen-cotton fabrics with liquid ammonia treatment,” *Journal of Natural Fibers*, vol. 4, no. 4, pp. 41–57, 2008, doi: 10.1080/15440470801893406.