

Estudio de caso gestión cadena de abastecimiento algodón, y nanopartículas de SiO² y TiO²

Case study: supply chain management of cotton, and SiO² and TiO² nanoparticles

Loren Tatiana QUEMBA-PACHÓN ¹ <https://orcid.org/0000-0003-0907-7090>

¹ Centro de Manufacturas en Textiles y Cuero. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Carrera 30 No, 17b - 25 sur. Bogotá, Colombia. ltquemba@sena.edu.co

Recepción:

15 / may / 2023

Modificaciones:

08 / jun / 2023

18 / sep / 2023

Aceptado:

05 / oct / 2023

Citar como (APA):

Quemba-Pachón, L.T. (2023). Estudio de caso gestión cadena de abastecimiento algodón, nanopartículas de SiO₂ y TiO₂. Revista RETO, 11(1), p. 11-18. <https://doi.org/10.23850/reto.v11i1.5655>

Licenciamiento:



Resumen

La cadena de suministro y la logística en general representan ventajas competitivas fundamentales en la actualidad, debido en gran medida al respaldo proporcionado por las nuevas tecnologías como los equipos, la maquinaria avanzada y, para el presente estudio, los innovadores nanorrecubrimientos aplicados a los textiles. Estos avances tecnológicos posibilitan que las empresas operen con mayor eficiencia y rentabilidad en todos los eslabones de su cadena de suministro, lo que, a su vez, les otorga la capacidad de competir exitosamente tanto a nivel local como nacional e internacional. (Mora García, 2016)

El objetivo de esta investigación es identificar la cadena de suministro de materias primas como el algodón, nanopartículas de sílice y titanio para la fabricación de textiles con recubrimientos nanotecnológicos funcionales. Se han considerado cinco fases en este proceso: el primero es la planificación, el segundo abastecimiento, tercera fabricación, cuarto entrega y logística, y quinto devolución.

Los resultados de la investigación revelan que, en Bogotá, Colombia no se ha implementado un desarrollo tecnológico en prendas deportivas utilizando nuevas tecnologías, como los nanorecubrimientos, para conferir propiedades adicionales y obtener ropa inteligente. Por lo tanto, para cubrir esta necesidad, se depende de productos importados.

Palabras clave: cadena de abastecimiento, algodón, nanopartículas, sílice, titanio, textil, deporte

Abstract

Supply chain and logistics play a crucial role in gaining competitive advantages in today's business landscape, largely due to the support provided by new technologies such as advanced equipment, machinery, and, in the context of this study, innovative nanocoatings applied to textiles. These technological advancements enable companies to operate more efficiently and profitably across all links of their supply chain, empowering them to successfully compete at local, national, and international levels (Mora García, 2016).

The objective of this research is to identify the supply chain for raw materials, such as cotton, silica and titanium nanoparticles, used in the production of textiles with functional nanotechnological coatings. Five phases have been considered in this process: planning, sourcing, manufacturing, delivery and logistics, and returns.

The research findings reveal that in Bogotá, Colombia, there is a lack of technological development in sports apparel utilizing new technologies like nanocoatings to confer additional properties and achieve smart clothing. Consequently, there is a reliance on imported products to fulfill this need.

Keywords: supply chain, cotton, nanoparticles, silica, titanium, textiles, sports apparel

Introducción

Hasta 2018, Colombia ha obtenido un total de 3.071 medallas en campeonatos mundiales y juegos del ciclo olímpico y paralímpico, de las cuales 1.192 fueron de oro, 958 de plata y 921 de bronce (Ministerio del Deporte de Colombia [Mindeporte], 2018). Este logro ha generado un incremento en el reconocimiento y ha motivado a las personas a participar en actividades físicas y practicar deportes de alto rendimiento. (Instituto Distrital de Recreación y deporte [IDRD], 2022)

Con el avance del sector deportivo, los deportistas profesionales requieren prendas que se adapten tanto a las condiciones climáticas de Bogotá como al deporte que practican. Las prendas especializadas permiten reducir el riesgo de contraer enfermedades como lesiones y calambres durante el entrenamiento por la exposición a los cambios climáticos, sin comprometer el rendimiento deportivo. En términos de consumo y diseño, las macrotendencias para 2023-2024 se centran en la sostenibilidad, con el objetivo de crear prendas respetuosas con el medio ambiente mediante el uso de tecnología. (Fashion Snoops, 2023)

Desarrollar un plan estratégico logístico para cada etapa del proceso, ayuda a las compañías a identificar sus debilidades y fortalezas, permitiéndoles tomar medidas oportunas para mejorar sus procesos logísticos y la cadena de suministro en cada etapa. Al seguirlo, se logra una mayor competitividad frente a las exigencias del cliente y se obtiene la oportunidad de competir a nivel local, nacional e internacional. (Mora García, 2016)

El propósito de esta investigación es identificar la cadena de suministro de materias primas. En el caso del algodón se identifican seis procesos importantes como el establecimiento de la tierra, la siembra, el control de las plagas, la cosecha, el desmotado y el empaque. Otras materias primas estudiadas son las nanopartículas de sílice y titanio, las cuales pueden ser sintetizadas o importadas con el fin de ser utilizadas en la producción de textiles con recubrimientos nanotecnológicos funcionales.

Definición de las fases en la cadena de abastecimiento

Se trazaron cinco fases en la cadena de abastecimiento: planificación, abastecimiento, fabricación, entrega y logística y, finalmente, devolución. A continuación, se explica cada una de estas.



Figura 1. Fases cadena de abastecimiento.
Fuente: Autoría propia

Fase 1. Planificación

Algodón

En el mercado colombiano, el cultivo de algodón experimentó un notable crecimiento en el año 2022, con un total de 14,100 hectáreas sembradas, lo que representa un aumento del 72% en comparación con el año anterior. Se proyecta que esta cifra continúe en aumento en los próximos años, alcanzando las 23,600 hectáreas en 2023, 28,350 hectáreas en 2024 y 36,100 hectáreas en 2025.

En términos de producción de fibra de algodón, se estima que se pasará de 14,194 toneladas en 2022 a 45,500 toneladas en 2025. (Confederación colombiana del algodón, 2022)

En la actualidad, el departamento de Cundinamarca muestra una aptitud alta para el cultivo de algodón en el primer semestre, con un porcentaje del 1.6%, mientras que en el segundo

semestre se encuentra exonerado legalmente en un 80.7% y no apto en un 19.3%. Bogotá se encuentra excluida legalmente y no apta para la siembra de algodón debido al incumplimiento de las condiciones necesarias. (Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria [SIPRA], 2023)

Para lograr un cultivo de algodón adecuado en Colombia, se deben tener en cuenta los siguientes tipos de variables:

- 1. Variables físicas:** Se evalúa la idoneidad de un territorio para el cultivo mediante el estudio de sus elementos en el espacio territorial.
- 2. Variables socioecosistémicas:** Se considera la biodiversidad, los bienes y servicios ecológicos vinculados a los sistemas sociales, donde los elementos centrales son el ser humano, la sociedad y su cultura.
- 3. Variables socioeconómicas:** La competitividad se establece en función del rendimiento y la producción logrados al utilizar los recursos humanos, económicos y naturales de manera eficiente. (Siachoque Bernal et al., 2020)

El proceso del cultivo de algodón se divide en seis etapas. En la primera etapa, llamada establecimiento, se prepara el terreno adecuándolo mediante labores como el paso de un tractor con chuzos y resortes para aflojar el suelo y proporcionarle oxigenación. La segunda etapa es la siembra de semillas convencionales o transgénicas, que se realiza de forma manual o mecanizada con la ayuda de máquinas de precisión. La tercera etapa implica el control de plagas, enfermedades y fertilización. En la cuarta etapa, denominada maduración o cosecha, se realiza la apertura de las cápsulas para recolectar el algodón de manera adecuada. La quinta etapa consiste en el desmotado de las fibras, donde se separa la fibra de la semilla. Por último, se encuentra el empaque y transporte del producto final. (Negrete Barón et al., 2009)



Figura 2. Etapas cultivo de algodón.
Fuente: Autoría propia

En estas etapas, se pueden utilizar sistemas agrícolas digitales que ofrecen diversas ventajas. Por ejemplo, la recopilación de datos a través de sensores remotos, satélites y drones proporciona información valiosa. Además, herramientas de inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático (machine learning) ayudan en el análisis de la información y en la toma de decisiones. También se utilizan herramientas para mejorar la eficiencia, como la gestión de la cadena de suministro, drones para el control de plantas y plagas, y cosechadoras inteligentes para optimizar los recursos. (BAYER, 2023)

En el directorio de empresas algodoneras dedicadas a la venta de fibra de algodón en Bogotá D.C., se encontraron algunas compañías como C.I. Algodones de Colombia, Cham Peisach & Cía Hilandería y Comertex (Confederación colombiana del algodón, 2020). Sin embargo, la mayoría de estas empresas tienen sus plantas de producción y cultivos fuera de Bogotá debido a las exoneraciones legales. En Bogotá, se encuentran los puntos de venta de los productos terminados.

Nanopartículas de sílice y titanio

Las nanopartículas tienen diversas aplicaciones debido a que, a escala nanométrica (1nm a 100nm), sus propiedades físicas y químicas cambian, lo que les brinda nuevas utilidades en comparación con los materiales convencionales. (Guevara Moreno et al., 2022)

Las nanopartículas de sílice son ampliamente utilizadas en diferentes aplicaciones por su

facilidad de síntesis, alta biocompatibilidad, biodegradabilidad y capacidad para ser funcionalizadas con diversos materiales (Quiroga Barreto, 2023). Por otro lado, las nanopartículas de titanio tienen la capacidad de proporcionar decoloración de manchas y protección contra bacterias debido a su actividad fotocatalítica. (Sundaresan et al., 2011)

En Bogotá, Colombia, existen empresas como Artilab S.A., Blamis dotación y Kasalab, donde se pueden adquirir estas nanopartículas y otros insumos necesarios. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos productos son importados, lo que puede implicar un tiempo de espera de uno a tres meses.

Fase 2. Abastecimiento

Algodón

Al cultivar algodón, es necesario tener en cuenta la disponibilidad de tierras, ya que el cultivo de algodón se encuentra dentro del sistema de cultivos semestrales del país, compartiendo el uso del suelo con otros cultivos como arroz, maíz y soya. Para mejorar la productividad y reducir el uso de insumos químicos en el control de malezas y plagas, se han utilizado semillas certificadas.

Dentro de los insumos, los fertilizantes desempeñan un papel fundamental para favorecer la fertilidad del suelo y aumentar la productividad de los cultivos. Además, el uso de biofertilizantes contribuye a una producción más sostenible. Los biopreparados, como los bioles, estimulan el desarrollo de las plantas y aumentan significativamente la cosecha. El bocashi, por su parte, permite aprovechar de manera óptima los residuos orgánicos, y el lombriabono, obtenido a través de abonos verdes, aporta nitrógeno al suelo. (Negrete Barón et al., 2009)

Es pertinente implementar un plan de manejo sostenible de malezas mediante la utilización de coberturas vegetales, como crotalaria, fríjol blanco o cabecita negra, entre otras. Asimismo, se debe tener un plan de manejo de plagas que incluya el uso de feromonas sexuales e insecticidas microbiológicos. En el caso de los insecticidas naturales, se pueden extraer de plantas de la familia Meliaceae, como el Nim (*Azadirachta*

indica) y el Paraíso (*Melia azedarach*). Para su extracción, se pueden seguir diferentes métodos.

Nanopartículas de sílice y titanio

Los reactivos utilizados en la síntesis de nanopartículas de sílice incluyen etanol, TEOS (tetraetilortosilicato), agua con pH2 e hidróxido de amonio (Guevara Moreno et al., 2022). En el caso de las nanopartículas de titanio, se emplean agua, ácido nítrico e isopropóxido de titanio. (Sundaresan et al., 2011)

En el artículo de investigación titulado “Síntesis de nanopartículas de sílice para la funcionalización de textiles” (Guevara Moreno et al., 2022), publicado en la revista SENNOVA, se detalla el proceso de síntesis de las nanopartículas de sílice con mayor profundidad. Y en el artículo de revisión “Uso de STF en textiles para elementos de protección antipunzón” (Quiroga Barreto, 2023), presente en la revista INNMODALAB, se explora específicamente una de las aplicaciones de las nanopartículas de sílice en textiles.



Figura 3. Reactivos. Fuente: Autoría propia

Fase 3. Fabricación

Algodón

En Colombia, los costos de producción de la cosecha en la zona interior registraron los siguientes valores: en 2020 fueron de 6.580.730 COP, en 2021, los costos ascendieron a 7.933.510 COP y se proyecta que en 2022 alcancen los 8.726.861 COP. En cuanto a la zona costera, los costos de producción en 2020 fueron de 4.851.688 COP, en 2021, los costos aumentaron a 5.519.980 COP y se proyecta que en 2022 lleguen a los 6.071.978 COP.

Es importante destacar que el país ha logrado reducir los costos de producción del cultivo de algodón, situándolos entre 80 y 70 centavos de dólar por libra, lo cual representa un avance significativo. Sin embargo, aún se encuentra por encima de los costos de producción en Argentina y Brasil. (Confederación colombiana del algodón, 2022)

Nanopartículas de sílice y titanio

Para llevar a cabo la síntesis de nanopartículas de sílice (SiO_2) utilizando el método Stöber, se emplearon los siguientes reactivos: TEOS al 98%, etanol al 96%, agua desionizada con un pH de 2 y amoniaco al 30% como catalizador. En el diseño factorial, se consideraron como variables de salida la dispersión, el tamaño y la forma de las nanopartículas. En cuanto a las variables del proceso, se controló la temperatura a 70°C y la velocidad de agitación a 190 rpm durante la reacción, aumentando a 400 rpm al agregar el catalizador. Por su parte, las variables de control incluyeron el tiempo de reacción de condensación y la cantidad de catalizador utilizado. (Guevara Moreno et al., 2022)

En relación con la síntesis de nanopartículas de titanio (TiO_2) mediante el método Stöber, se llevó a cabo a una temperatura de 30°C , mezclando 100 mL de agua que contenía ácido nítrico al 1% con isopropóxido de titanio al 1%. La mezcla se agitó a 500 rpm durante un período de 20 horas utilizando un agitador magnético. (Sundaresan et al., 2011)

En el caso de no querer realizar el procedimiento para obtener las nanopartículas, estas se pueden comprar importadas, pero esto implicaría un tiempo de espera de dos a tres meses.



Figura 4. Nanopartículas. Fuente: Autoría propia

Fase 4. Entrega y Logística

Algodón

El mercado interno del algodón en el país se encuentra desregulado, al igual que la mayoría de los insumos y maquinaria en el marco de los Tratados de Libre Comercio (TLC) firmados por el país y sus principales socios comerciales. Las importaciones, provenientes principalmente de países sin apoyo gubernamental a los precios y los insumos, son libres de aranceles. (Confederación colombiana del algodón, 2022)

Los precios internos del algodón se establecen tomando como referencia los precios internacionales, basándose en los valores de la Bolsa ICE de Nueva York. Las compras se liquidan en pesos de acuerdo con la cotización vigente en el momento de las entregas y la tasa de cambio, gracias a los acuerdos establecidos entre los productores de algodón y la industria textil. (Confederación colombiana del algodón, 2022)

En el mercado internacional, es posible que los precios se mantengan en niveles altos, lo que conlleva el riesgo de que los insumos tengan un costo elevado. En el precio del algodón influyen diversos factores, como los niveles de abastecimiento del algodón, la situación de los mercados de materias primas, energía, alimentos, financieros y monetarios, así como la situación política a nivel internacional. Además, factores propios, como la oferta, la demanda y los niveles de inventario, también tienen influencia en el precio del algodón. (Confederación colombiana del algodón, 2022)



Figura 5. Tela de algodón. Fuente: Autoría propia

Algodón, nanopartículas de sílice y titanio

Existen diversos modos de transporte para llevar las diferentes materias primas necesarias, como el marítimo, aéreo, ferroviario, fluvial, terrestre y multimodal. Además, se utilizan diferentes tipos de carga, tales como carga general, carga con embalaje, carga paletizada, carga unitarizada, carga a granel, carga valiosa, carga especial, carga contenedorizada o en furgones, carga preeslingada, carga correo y carga suelta sin necesidad de embalaje. (DispatchTrack, 2023b)

Los operadores logísticos desempeñan un papel crucial para satisfacer las necesidades de los consumidores. Entre los operadores internacionales se recomiendan y destacan DSV Global Transport and Logistics, Nippon Express y Logista, mientras que a nivel local se encuentran empresas como Grupo Nutresa, Almacenes Éxito y Makro. (Garzón Quiroga & Arenas Quimbayo, 2021)

Es importante tener en cuenta otros componentes en el proceso logístico, como el envase que contiene los productos finales, el empaque que protege el envase y puede tener un propósito comercial, y el embalaje que permite la adecuada preparación de la carga para su almacenamiento, manipulación y transporte de las mercancías (Cámara de comercio de Bogotá [CCB], 2019). Adicionalmente, las nanopartículas de sílice y titanio, deben conservarse en envases de vidrio y almacenarse en un espacio libre de humedad para evitar afectaciones en los resultados derivados de su uso.

Dentro de los aspectos técnicos del proceso logístico es importante considerar los pallets, definidos como plataformas utilizadas para el transporte y soporte de la mercancía. Los contenedores, a su vez, son empleados en el transporte aéreo, marítimo o terrestre. La etiqueta y el marcado son necesarios tanto en la expedición de la carga, proporcionando información sobre el importador, dirección, destino, número de unidades y referencia; como en el suministro de información adicional o de manipulación, junto con las advertencias pertinentes.

Además, es necesario tener en cuenta la normatividad y legislación aplicable en el mercado y país de destino. Esta legislación abarca la

protección al consumidor, el medio ambiente y las prácticas comerciales. En el caso específico de Colombia, el ICONTEC ha establecido normas técnicas colombianas (NTC) en las que se incluyen requisitos de cumplimiento de ensayos para vidrios no retornables; cumplimiento de películas de polietileno; etiquetado de envases de productos alimenticios y nutricionales; utilización de envases de papel, cartón, plástico, vidrio y metal; criterios generales para envases y equipamientos alimentarios en contacto con alimentos, entre otros.

También se encuentran los reglamentos técnicos MERCOSUR/GMC/RES No 03/92 y MERCOSUR/GMC/RES36/93; al igual que la Resolución 1407 de 2018 y el reglamento técnico MERCOSUR para la rotulación de alimentos envasados. Luego de conocer los aspectos políticos para que los productos o materias primas lleguen a su destino, podrán ser entregados a los solicitantes de cada uno de estos respectivamente. (CCB, 2019)

Fase 5. Devolución

Algodón, nanopartículas de sílice y titanio

Durante esta etapa, se hace necesario considerar la implementación de la logística inversa, la cual abarca dos momentos: la gestión de residuos y la gestión de devoluciones. Por un lado, la logística inversa de residuos se encarga del reciclaje, recolección y tratamiento de los desechos generados por el producto una vez que ha sido comercializado. Por el otro lado, la logística inversa de devoluciones se ocupa de facilitar el retorno del producto desde el cliente hasta el centro de origen. Estas devoluciones pueden ser ocasionadas por ejemplo por entregas incorrectas, insatisfacción del cliente, productos defectuosos, entre otros motivos. (DispatchTrack, 2023a)

Resultados

En relación con el cultivo de algodón, es importante tener en cuenta las exclusiones legales de ciertos departamentos y las zonas específicas en las que se cultiva, como el interior y la costa. Se contempla al Tolima por destacarse en el primer semestre con un 9.8% de alta aptitud, y a Córdoba que en el segundo semestre tuvo un 18%. Las empresas ubicadas en Bogotá D.C. únicamente

cuentan con puntos de venta para los productos terminados. (SIPRA, 2023)

En cuanto a las nanopartículas de sílice y titanio, se identifica que en Colombia no son fabricadas por las empresas de laboratorio, sino que son importadas de países externos. Localmente, la producción o síntesis de estas se realiza principalmente a escala de laboratorio en universidades y entidades como el Sena.

Debido a esta situación, el sector de la moda no puede competir con otras empresas que desarrollan prendas inteligentes especializadas para cada deporte, como Adidas, porque no cuentan con la tecnología necesaria para fabricarlas.

Discusión

En la capital del país, no se permite la siembra de algodón debido a exclusiones legales relacionadas con las condiciones necesarias para llevar a cabo este cultivo. Por esta razón, las empresas buscan áreas cercanas en el departamento de Cundinamarca para realizar la siembra y cosecha del algodón.

En el país, muchos productos de última tecnología son importados debido a la falta de maquinaria necesaria para su fabricación o para realizar mediciones precisas de los resultados. En consecuencia, estos desarrollos tecnológicos se llevan a cabo principalmente en entornos educativos, a nivel de investigación y desarrollo.

La asistencia técnica contribuye al impulso del desarrollo de nuevas tecnologías para satisfacer las necesidades de los consumidores de manera sostenible e inteligente. Espacios como los Tecnoparques desempeñan un papel importante al brindar apoyo a las empresas, tanto en el sector de la moda como en otras áreas, que deseen implementar nuevas tecnologías en sus productos.

Conclusiones

En la cadena de abastecimiento es importante que durante el transporte de las nanopartículas se mantenga el lugar sin humedad para no perjudicar su buen desempeño. El empaque más utilizado es en botella de vidrio, como se ilustró en la Figura 4, debe permanecer bien sellada y en un embalaje con relleno para que no se rompa el vidrio. En el

cultivo del algodón es importante el proceso del control de plagas para poder aprovechar un mayor porcentaje de la cosecha.

En el ámbito del cultivo, fabricación y producción en el país, se observa una carencia de procesos tecnológicos en la síntesis de nanopartículas y tejidos inteligentes. Estos elementos necesarios para la confección de textiles avanzados son importados de otros países, lo cual afecta a las empresas locales con una baja competitividad en términos de textiles inteligentes o funcionales, sin poder satisfacer las necesidades locales de los deportistas profesionales y del medio ambiente.

Resulta de suma importancia contar en nuestro país con asistencia técnica que garantice una oferta sólida de profesionales especializados en el cultivo del algodón y en el uso de nuevas tecnologías, como la síntesis de nanopartículas de sílice y titanio. Esto permitiría satisfacer de manera inteligente y oportuna las demandas del mercado. En la actualidad, entidades como el SENA en su actividad para la promoción de la labor campesina a través de Campesena, ha facilitado el acceso y el uso de nuevas tecnologías y recursos para los cultivadores actuales, y para aquellos que deseen incursionar en este campo. De esta manera se favorece el correcto manejo de todos los elementos necesarios en el proceso de obtención del producto.

Adicionalmente, los Tecnoparques pueden orientar y guiar a las empresas que requieran implementar procesos tecnológicos, brindándoles oportunidades para explorar nuevas formas de obtener productos utilizando tecnologías innovadoras. Esto permitiría mejorar la calidad y el valor añadido de los productos, abriendo nuevas posibilidades en el mercado.

Referencias:

- BAYER. (2023). Using Data to Drive Decisions. <https://www.bayer.com/en/agriculture/digital-farming-systems>.
- Cámara de comercio de Bogotá [CCB]. (2019, diciembre). Sistema de empaque, envase, embalaje y etiquetas. <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/server/api/core/bitstreams/63892993-c3e5-47b7-930a-2b96175406b7/content>.
- Confederación colombiana del algodón. (2020). Directorio de agremiaciones. <http://conalgodon.com/wp-content/uploads/2020/10/Copia-de-3-DIRECTORIO-ACTUAL-AGREMIACIONES-FINAL-ACTUALIZADO-2020.pdf>
- Confederación colombiana del algodón. (2022). Algodón al 2025. <http://conalgodon.com/wp-content/uploads/2022/11/Algod%C3%B3n-al-2025.pdf>
- DispatchTrack. (2023a). Logística inversa en la cadena de suministro: qué es, tipos y ejemplos. <https://www.beetrack.com/es/blog/logistica-inversa-cadena-suministro#:~:Text=Devoluci%C3%B3n%20a%20almac%C3%A9n%20de%20origen,Inservibles%2C%20estos%20deben%20ser%20destruidos>.
- DispatchTrack. (2023b). Transporte logístico: tipos, importancia y funciones de la logística de transporte. <https://www.beetrack.com/es/blog/Transporte-Logistico>.
- Fashion Snoops. (2023). Macro trends. <https://www.fashionsnoops-com.Bdigital.Sena.Edu.Co/Culture/Culture/Macro%20Trends>.
- Garzón Quiroga, J. A., & Arenas Quimbayo, O. A. (2021). Capacidades logísticas y diseño de estrategias para los operadores 2PL y 3PL de la ciudad de Ibagué (Repositorio Sena). https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/7439/Capacidades_logisticas_y_dise%C3%B1o_de_estrategias.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Guevara Moreno, A. M., Quiroga Arévalo, L. N., Pérez León, A. S., Camargo Pérez, J. C., Quiroga Barreto, A. M., Quemba Pachón, L. T., Quintero Fonseca, L. S., & Linares Gómez, M. C. (2022). Síntesis de nanopartículas de sílice para la funcionalización de textiles. *Revista Sennova: Revista Del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación*. <https://doi.org/10.23850/23899573.5372>
- Instituto Distrital de Recreación y deporte [IDRD]. (2022, March 3). Encuesta revela las tendencias en prácticas deportivas, actividad física, y bienestar en Bogotá. <https://www.idrd.gov.co/noticias/Encuesta-Revela-Las-Tendencias-En-Practicas-Deportivas-Actividad-Fisica-y-Bienestar-En#:~:Text=Para%20el%20a%C3%B1o%2021%2C%20un>.
- Ministerio del Deporte de Colombia - Mindeporte. (2018, May 10). El deporte colombiano y su vuelo de alto rendimiento. <https://www.mindeporte.gov.co/sala-prensa/noticias-mindeporte/deporte-colombiano-vuelo-alto-rendimiento>.
- Mora García, L. A. (2016). Gestión logística integral: las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento. In ECOE ediciones.
- Negrete Barón, F. M., Morales Angulo, J. G., & Martínez Ramos, L. F. (2009, August). Buenas prácticas agrícolas para el cultivo del algodón en el departamento de Córdoba. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1236/44204_56450.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quiroga Barreto, A. M. (2023). Uso de STF en textiles para elementos de protección antipunzón. *Revista INNMODALAB*, 6, 30–43. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/innlab/article/view/5644/5693>
- Siachoque Bernal, R. F., Cortés López, C. L., Polo Carrera, S., Páramo Rocha, G. E., Acosta Latorre, C. P., Gómez Blanco, J. A., García Castellanos, L. E., Acosta Latorre, J. P., Mendivel Delgado, N. E., Porras Rey, A. M., Vergara Hincapié, J., Lozano Martínez, J. E., Lagos Riaño, L. M., Núñez Moreno, C. E., & Castro Pulido, M. A. (2020). Cultivo comercial de algodón. Pdf. https://upra.gov.co/es-co/publicaciones/zonas_aptas_algodon.Pdf.
- Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria [SIPRA] (2023). Planificación nacional. <https://sipra.upra.gov.co/Nacional>.
- Sundaresan, K., Sivakumar, A., Vigneswaran, C., & Ramachandran, T. (2011). Influence of nano titanium dioxide finish, prepared by sol-gel technique, on the ultraviolet protection, antimicrobial, and self-cleaning characteristics of cotton fabrics. *Journal of Industrial Textiles*, 41(3), 259–277. <https://doi.org/10.1177/1528083711414962>