

MATERIALES Y PRODUCTOS PARA LA CONFECCIÓN DE LA INDUMENTARIA

DESCRIPCIÓN Y APLICACIÓN DE DISTINTOS MATERIALES Y SUS PRODUCTOS
RESULTANTES DESTINADOS A CONFECCIONAR LA INDUMENTARIA
ACADÉMICA DEL ESGRIMISTA LASERINO Y A HACER MÁS EFICIENTE SU
FUNCIÓN PRÁCTICA

Edición 1.0

ACADEMIA DE ESGRIMA LÁSER

D. Javier Araque Mediano:
Docente en Educación Primaria por la Junta de Andalucía
Opositor a escala ejecutiva del Cuerpo Nacional de Policía
Iniciado de la Academia de Esgrima Láser
(Autor)

D. Marcelino J. Miguel Castro:
Maestro en la disciplina de la Esgrima Láser
Kigen de la Academia de Esgrima Láser
(Autor, director y corrector)

Linares, 2025

Queda terminantemente prohibida la copia y reproducción parcial o total del contenido de este volumen, sin consentimiento expreso del Kigen de la Academia de Esgrima Láser.

Si el permiso de difusión o copia de este libro fuese concedido, se habrá de nombrar este volumen como fuente, así como los autores del mismo.

"Esgrima Láser" y "Academia de Esgrima Láser" son marcas registradas, sujetas a las normas de la propiedad intelectual de España, 2025. Queda prohibido el uso de estos términos para la descripción, publicidad o fines comerciales de entidades terceras, sin permiso expreso del Kigen de la Academia de Esgrima Láser.

ACADEMIA DE ESGRIMA LÁSER - MAESTRO MARCELINO MIGUEL. 2025. ©
(TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS)

- Primera edición -
NRA: AELMM20240219001

ÍNDICE

Introducción

Materiales

- Cáñamo.
- Lino.
- Lana merina.
- Cuero natural.
- Algodón.
- Aramida.
- Policarbonato.
- Teflón.
- Nylon.
- Poliéster.

Productos:

- Cordura.
- Cremalleras YKK.
- Material Rip-Stop.
- Gore-tex.
- Paracord.
- Velcro.

INTRODUCCIÓN:

El presente artículo pretende mostrar qué tipo de materiales y productos derivados han de tenerse en cuenta en la confección de los artículos que componen la vestimenta, “uniformidad”, “equipo básico de seguridad” y “arnés” de un “esgrimista laserino”.

UNIFORMIDAD. [Class clothing]: Indumentaria reglada para la correcta concordancia e identificación en el contexto académico.

EQUIPO BÁSICO DE SEGURIDAD. [Basic safety equipment]: Conjunto de máscara y guantes que resultan elementales para poder practicar sparring pesado o participar en un duelo.

ARNÉS. [Arnes / Shield / Armor / Armature]: 1. Parte de la armadura y/o brynja que no es parte del equipo básico obligatorio de protección en la Esgrima Láser. 2. Instrumento marcial con propósito potencialmente defensivo, cuando se use un sistema de armas dobles, tal como puede ser un broquel o una daga. 3. Armadura o piezas concretas de ella que sean vestidas por el usuario. 4. Parte de una panoplia que es destinada a la defensa.

ESGRIMISTA LASERINO. [Laserine fencer]: Individuo que estudia y hace uso de la Esgrima Láser y su conocimiento adyacente.

Este artículo estará dividido en dos partes:

Primero, se abordarán los materiales que, a juicio de un servidor, merecen consideración a fin de conocer lo más elemental del tema abordado, aportando información útil que ayude a escoger eficientemente cualquier prenda que se pretenda portar a la hora de practicar “Esgrima Láser” u otra actividad de índole, en mayor o menor medida, similar.

ESGRIMA LÁSER. [Laser Fencing]: 1. La Esgrima Láser es una disciplina marcial que, por medio de un sistema docente basado en la ciencia, ofrece destrezas para aumentar las posibilidades de éxito en un enfrentamiento entre oponentes armados con armas láser, así como para evitarlo. 2. Forma común y general de apelar a la Destreza Laserina y al conjunto de sus conocimientos y expresiones. 3. Conjunto de conocimientos emergentes del arma láser y la comprensión de sus causas y efectos, que ofrecen la potencia de adquirir control y gestión de lo acontecido en el asalto armado con armas láser. 4. Primera de las fases de la Destreza Sublime por las que pasará un tirador laserino en camino a convertirse en un Diestro Sublime. 5. Disciplina centrada en el control del asalto armado con armas láser.

En segundo lugar, se pondrán ejemplos de algunos productos, derivados de algunos de los materiales mencionados en este documento, que han de priorizarse a la hora de analizar la viabilidad de uso por contexto de aquellos bienes de equipo que conforman el *loadout* de un usuario, de este ámbito o próximo a este.

En el artículo se hablará de aquello que incumbe a la uniformidad y, adicionalmente, al equipo básico de seguridad del esgrimista laserino, abordando lo utilizado comúnmente en el arnés que este pueda portar, conformando entre todo la “brynja”, que será el conjunto de todos los elementos de protección portados.

BRYNJA. [Brynja]: Denominación formal y académica que hace referencia a la armadura destinada al uso en duelo, siendo esta el conjunto del equipo básico de seguridad y el arnés.

Respecto a la uniformidad de un esgrimista laserino, perteneciente a la “Academia de Esgrima Láser”, esta estará constituida por botas, pantalones, “kirtill” y “ceñidor”. Cuando el portador alcance el grado y veteranía suficiente, este estará habilitado para portar el “gar”. Así mismo, fuera de la uniformidad, existirá la posibilidad de complementar esta con otros elementos textiles, tanto de abrigo como para el acondicionamiento al medio y porte de elementos funciones tácticos.

ACADEMIA DE ESGRIMA LÁSER. [Laser Fencing Academy]: Entidad encargada de concebir, generar y transmitir la disciplina de la Esgrima Láser, estudiando y practicando las disciplinas adyacentes que la sustentan, componen y emergen de ella.

KIRTILL. [Kirtill]: 1. Prenda superior destinada a conformar una indumentaria de clase para la Academia de Esgrima Láser. Sineo así, hace referencia a la prenda interior vestida al portar el gar o un arnés. 2. Prenda de vestir de origen medieval en el contexto escandinavo, usada tanto por hombres como por mujeres, generalmente una túnica ajustada o vestido acampanado, confeccionado con telas como lana o lino y con variantes en su diseño según la época y la región.

CEÑIDOR. [Girdle]: Cinturón destinado a constringir el kirtill, gar, arnés, saya y boro a la cintura del portador.

GAR. [Gar]: Prenda superior larga y negra que cubre torso y muslos hasta la rodilla, quedando ceñida por el ceñidor y sobre el kirtill. El gar lo visten los iniciados con más de cien clases recibidas o cualquier grado superior.

Profundizando en la estructura del desarrollo de cada uno de los elementos de estudio aquí presentes, cada material y producto tratado será presentado siguiendo un orden concreto:

- **Definición:** aproximación conceptual del elemento de estudio desde una perspectiva sencilla.

- **Historia:** breve explicación del origen y evolución de aquello tratado, desde sus inicios hasta el tiempo presente, destacando algún evento o anécdota importante durante este periodo, si lo hubiese.

- **Aplicación:** aquellos campos de fabricación donde dicho material o producto se encuentra presente, además de sus principales propiedades aplicables al contexto del presente artículo.

- **Concreción en la disciplina:** en cada apartado de este artículo se hará mención a la posible aplicación de cada material y producto en un contexto propio de la Esgrima Láser, desde ideas en cuanto a una guía a la hora de proporcionar un equipamiento adecuado, hasta ejemplos concretos de productos idóneos para el desempeño de la Esgrima Láser de una manera óptima desde el punto de vista de la “eficiencia” biomecánica y/o relativa a la comida y faz del tirador.

EFICIENCIA. [Efficiency]: Concepto que denomina algo que cumple su propósito con la relación óptima entre lo invertido y lo obtenido.

DISCLAIMER: Tenga en cuenta el lector que lo desarrollado se ha realizado desde una perspectiva humilde, carente de pretensión, donde solo se busca ofrecer pequeñas pinceladas de una serie de elementos que, para el ojo experto, quedan fácilmente relegados al público de reciente incorporación al ámbito táctico-militar-policia.

MATERIALES

CÁÑAMO:

CÁÑAMO. [Hemp]: Planta de la familia Cannabaceae, variedad del *Cannabis sativa*, caracterizada por su bajo contenido de tetrahidrocannabinol (THC), que es cultivada para fines industriales y alimentarios por su rápido crecimiento anual, sus fibras resistentes y sus semillas nutritivas, empleada históricamente en la confección de tejidos y en la elaboración de alimentos ricos en proteínas y ácidos grasos esenciales.

Historia:

El cáñamo, *Cannabis sativa L.*, es una planta que ha acompañado al ser humano durante milenios. A pesar de su asociación moderna con el cannabis psicoactivo, el cáñamo industrial representa una subespecie con características bioquímicas específicas: bajos niveles de $\Delta 9$ -tetrahidrocannabinol (THC), generalmente por debajo del 0,2–0,3 %, y altos contenidos de cannabidiol (CBD), un cannabinoide no psicoactivo con múltiples aplicaciones terapéuticas.

Desde una perspectiva botánica, el cáñamo pertenece a la familia Cannabaceae. Su rusticidad, rápido crecimiento, eficiencia fotosintética tipo C3 y la versatilidad de sus productos (fibras, semillas, aceites, celulosa, entre otros) lo convierten en un cultivo de alto valor ecológico y económico. La historia de su cultivo es también la historia del desarrollo tecnológico, comercial y cultural de las civilizaciones humanas.

Los vestigios más antiguos del uso del cáñamo se remontan al Neolítico, particularmente en la región de China y Taiwán, alrededor del 8000 a.C. Se han hallado restos de fibras de cáñamo entrelazadas en cerámica y textiles rudimentarios. Esta planta no solo proporcionaba fibras para vestimenta y cuerdas, sino también semillas comestibles ricas en ácidos grasos esenciales (omega-3 y omega-6), proteínas de alta digestibilidad y micronutrientes como hierro, zinc y magnesio.

En la farmacopea china, especialmente en los textos atribuidos al legendario emperador Shen Nung (ca. 2700 a.C.), se registra el uso del *má* (cáñamo) como planta medicinal. Se le atribuían propiedades analgésicas, anticonvulsivas y sedantes, probablemente debido al perfil cannabinoide de ciertas variedades silvestres.

Paralelamente, en la India, el cáñamo aparece mencionado en los *Vedas*, específicamente el *Atharvaveda*, como una de las "cinco hierbas sagradas". Su uso era ritual y medicinal en la forma del *bhang*, una preparación con leche y flores de cannabis. Si bien esto suele relacionarse con variedades psicoactivas, el conocimiento botánico incluía también cultivos no intoxicantes.

A medida que las rutas comerciales se extendían, el cáñamo se diseminó por Asia Central, Mesopotamia, el norte de África y finalmente Europa. En Egipto, existen evidencias indirectas del uso de cannabis en preparados medicinales para dolencias oculares. En Grecia, médicos como Galeno e Hipócrates mencionan el uso de esta planta para calmar el dolor.

En el mundo grecorromano, el cáñamo era especialmente apreciado por la resistencia de sus fibras. Se usaba en la confección de velas náuticas, redes de pesca y vestimenta resistente. El término latino *cannabis* aparece ya en textos clásicos, reflejo de su integración cultural. Durante la época romana, los tratados agrícolas de Columela y Plinio el Viejo ofrecen instrucciones detalladas sobre el cultivo del cáñamo.

Durante la Edad Media, el cultivo de cáñamo persistió principalmente en los monasterios y centros agrícolas europeos. Los monjes, custodios del saber agrícola, cultivaban cáñamo para fabricar pergaminos, cuerdas, papel y textiles. Cabe destacar que muchos de los primeros libros europeos, incluyendo la Biblia de Gutenberg (1455), se imprimieron sobre papel de cáñamo.

En paralelo, el mundo islámico desarrollaba una rica literatura sobre los usos terapéuticos y místicos del cáñamo, diferenciando sus usos industriales y psicoactivos. El médico persa Avicena lo menciona en su *Canon de Medicina*.

Durante los grandes viajes de exploración (siglos XV–XVII), el cáñamo era considerado un recurso estratégico. Las velas, sogas y vestimenta de los navíos coloniales estaban hechas casi exclusivamente de cáñamo debido a su resistencia a la sal y a la putrefacción. Por ello, muchas coronas europeas exigían a sus colonias el cultivo obligatorio de cáñamo, como ocurrió en Rusia, Inglaterra, España y más adelante en América del Norte.

En el siglo XVIII, Thomas Jefferson y George Washington, padres fundadores de Estados Unidos, cultivaban cáñamo en sus propiedades. Su cultivo se incentivaba como parte del desarrollo económico de la joven nación. El primer borrador de la Declaración de Independencia fue escrito sobre papel de cáñamo.

Durante la Revolución Industrial, sin embargo, el cáñamo comenzó a perder terreno frente al algodón (favorecido por la esclavitud en América) y al lino, más adaptados a la industrialización textil. Además, la invención de la máquina de algodón (cotton gin) aceleró su procesamiento frente al laborioso tratamiento de la fibra de cáñamo.

A pesar de su uso extensivo durante siglos, el cáñamo cayó en desgracia en el siglo XX, víctima de políticas prohibicionistas que no distinguieron entre cannabis psicoactivo y cáñamo industrial. En EE. UU., el *Marihuana Tax Act* de 1937 criminalizó toda forma de Cannabis sativa, en gran parte debido a presiones industriales y mediáticas. Empresas como DuPont y grupos ligados a la industria maderera vieron en el cáñamo una amenaza para sus negocios en papel, textiles y combustibles.

Paradójicamente, durante la Segunda Guerra Mundial, el gobierno estadounidense lanzó la campaña "Hemp for Victory", instando a los agricultores a cultivar cáñamo para abastecer de cuerdas y textiles al ejército, ante la escasez de fibras importadas. Tras el conflicto, volvió la prohibición.

Desde los años 90, se ha producido un resurgimiento global del interés por el cáñamo, impulsado por preocupaciones ecológicas, estudios sobre el sistema endocannabinoide, y la creciente legalización del cannabis medicinal e industrial. Muchos países, incluyendo Canadá, países de la Unión Europea, China y recientemente Estados Unidos (a través del *Farm Bill* de 2018), han legalizado el cultivo de cáñamo industrial bajo ciertas condiciones.

Aplicación:

En relación a sus diversos usos, podemos destacar el cáñamo industrial en la actividad de la construcción, donde, por su propiedad de fitorremediación, los materiales derivados de esta materia prima absorbe las sustancias nocivas de los metales pesados utilizados para erigir edificaciones, evitando su filtración al medio natural. Entre sus materiales derivados, podemos destacar el hormigón de cáñamo, la madera de cáñamo o la fibra de cáñamo.

En cuanto al tejido derivado del cáñamo, hay que destacar sus características transpirables y duraderas, más respetuosas con el medio ambiente que la mayoría de fibras de distinto tipo del mercado; el algodón, por ejemplo, utiliza hasta un 50% más de agua que el cáñamo durante su etapa de cultivo.

Las prendas de vestir hechas con fibra de cáñamo también destacan por la capacidad termorreguladora que ofrecen, manteniendo la temperatura corporal en numerosos contextos de diversa índole. Además, su versatilidad es tal que es posible confeccionar sillas, lonas y otro tipo de tejido impermeable y ampliamente resistente.

A continuación se ofrece un listado de las principales propiedades del cáñamo, desde su perspectiva textil, para aportar un punto de vista técnico e industrial:

Propiedades físicas:

- **Longitud de fibra:** 50–150 cm (fibras largas); 0,5–2 cm (fibras cortas).
- **Diámetro:** 20–50 μm .
- **Resistencia a la tracción:** 550–1100 MPa (muy alta).
- **Módulo de elasticidad:** 30–70 GPa.
- **Densidad:** 1,48 g/cm³.
- **Absorción de humedad:** alta, pero menor que el algodón; buena transpirabilidad.
- **Aislante térmico/acústico:** muy bueno.
- **Color natural:** grisáceo a marrón claro; se puede blanquear sin cloro.

Propiedades químicas. Composición principal:

- **Celulosa:** 55–72 % – estructura principal; aporta resistencia.
- **Hemicelulosa:** 8–15 % – ayuda a la cohesión estructural.
- **Lignina:** 2–5 % – confiere rigidez pero dificulta el procesamiento.
- **Pectinas, ceras y proteínas:** minoritarios – interfieren en la hilatura y deben eliminarse mediante "retting" (encharcado controlado) o procesamiento mecánico/químico.

Propiedades textiles:

- **Transpirabilidad:** el tejido permite el paso de aire y humedad, ideal para climas cálidos y húmedos.
- **Hipoalergénico:** no suele causar irritación cutánea.
- **Antimicrobiano natural:** gracias a fitocannabinoides residuales y ceras, inhibe el crecimiento de bacterias y hongos.
- **UV-resistente:** proporciona alta protección contra radiación ultravioleta.
- **Biodegradabilidad:** el textil se degrada completamente sin dejar residuos tóxicos.
- **Antiestático y resistente al moho.**

Concreción en la disciplina:

Dado el carácter práctico de este material, las fibras textiles del cáñamo pueden ser de gran utilidad en la confección de la indumentaria del kirtill de un esgrimista laserino.

Atendiendo al consumo energético del “asalto” en general, y de un “duelo” en particular, la Esgrima Láser puede beneficiarse de un textil con tales propiedades duraderas y transpirables para proporcionar a cualquier aprendiz de la disciplina un atuendo que cumpla con el protocolo de indumentaria de la institución desde un punto de vista óptimo para su rendimiento en asalto.

ASALTO. [Assault]: 1. Aquello que tiene lugar en el intervalo de tiempo en que las armas están presentes dentro de la intención y obra de uno o más tiradores. 2. Intervalo de tiempo y conjunto de eventos que tienen lugar durante el ejercicio de la oposición. 3. Momento del conflicto en que se está generando la oposición activa, pretendiendo la ofensa sobre el paciente. 4. Colisión de masas por la convergencia de sus vectores de interés. 5. En un duelo, intervalo de tiempo entre la voz de luz y hit o fin. 6. Partícula temporal compuesta por intenciones. 7. Evento en que se manifiesta la oposición en el plano material.

DUELO. [Duel]: 1. Enfrentamiento pactado, en combate singular, entre dos tiradores armados. 2. Enfrentamiento de índole singular, pactado entre los participantes, que según unas reglas, pretende resolver una disputa previa o presente. 3. Según San Isidoro de Sevilla: Término procedente de bellum, entendido como guerra, que se terminó llamando duellum, por ser dos partes las participantes o por quedar divididos los participantes en vencedores y vencidos. 4. Juicio del ser.

Adicionalmente, la fibra textil del cáñamo puede usarse para recubrir el saya del tirador laserino, consiguiendo no solo la preservación de la cara exterior del propio saya, sino que, además, se consigue dar un toque distintivo al propio elemento, pese a que esto último sea únicamente algo opcional sin aplicación directa a la propia funcionalidad del asalto.

LINO

LINO. [Flax]: Planta herbácea de la familia de las lináceas (*Linum usitatissimum*), caracterizada por su tallo largo y frágil, hojas alternas y lanceoladas, y flores de cinco pétalos de color azul claro, que se explota con un cultivo anual, aprovechando sus tallos para la obtención de fibras textiles y sus semillas oleaginosas por sus propiedades medicinales.

Historia:

El lino, una de las fibras vegetales más antiguas utilizadas por la humanidad, tiene una historia tan rica como la de la propia civilización. Sus usos han evolucionado a lo largo de milenios, desde un material sagrado en las antiguas culturas hasta una fibra textil valorada en la moda contemporánea y en aplicaciones industriales sostenibles.

El uso del lino se remonta a tiempos prehistóricos. Se han encontrado fibras de lino silvestre en restos arqueológicos en la actual Georgia (Cáucaso), datadas en más de 36.000 años de antigüedad, lo que indica que ya se utilizaba para fabricar hilos, cuerdas o tejidos rudimentarios. Estas fibras son testimonio de una habilidad humana temprana para trabajar con plantas y crear materiales útiles.

Fue en el Antiguo Egipto donde el lino alcanzó una importancia cultural y económica sin precedentes. Desde al menos el 4000 a.C., los egipcios cultivaban lino a gran escala a lo largo del Nilo, aprovechando el clima propicio y la fertilidad del suelo. El lino era un símbolo de pureza y riqueza, utilizado para confeccionar ropas ligeras y frescas adaptadas al clima desértico.

Uno de sus usos más emblemáticos fue en los rituales funerarios: las momias eran envueltas en telas de lino, a veces tejidas con una finura excepcional. Las vestimentas de sacerdotes y faraones también estaban hechas de lino blanco, y los rollos de lino eran parte de los tributos y pagos de impuestos. Su cultivo y procesamiento estaban tan organizados que se convirtió en uno de los principales motores económicos del imperio.

Durante la Antigüedad Clásica, el uso del lino se expandió hacia Europa gracias al contacto con Egipto y Asia Menor. En Grecia, era apreciado por su ligereza y se utilizaba especialmente en ropa interior, túnicas y vendas médicas. Hipócrates, el padre de la medicina, lo recomendaba para usos terapéuticos y vendajes.

Los romanos perfeccionaron el cultivo y procesamiento del lino, y lo distribuyeron por todo el Imperio. Lo usaban tanto en ropa como en textiles del hogar (sábanas, cortinas, togas interiores) y también en velas de barcos y redes de pesca.

Durante la Edad Media, el lino se consolidó como la principal fibra textil de Europa. Su cultivo se extendió desde la región del Báltico hasta el sur de Francia, y su tejido se convirtió en una actividad clave de las economías rurales. La Iglesia impulsó su uso debido a su asociación con la limpieza y la modestia, lo que lo convirtió en el tejido principal para ropa interior y atuendos religiosos.

Los monasterios eran centros de cultivo y procesamiento de lino, mientras que en ciudades como Bruselas, Brujas, Haarlem y Cambrai se desarrollaron industrias de lino altamente especializadas.

Con la llegada de la Edad Moderna, el lino alcanzó su máximo esplendor industrial antes de la aparición del algodón. Durante los siglos XVII y XVIII, se convirtió en una de las fibras más comercializadas en Europa. Las telas de lino flamenco, irlandés y francés eran consideradas de altísima calidad.

En esta época se comenzaron a refinar las técnicas de hilado y tejido, introduciendo maquinaria manual que aumentó la productividad. El lino se utilizaba no solo para ropa y textiles domésticos, sino también para papel (especialmente papel moneda), velas náuticas y lonas militares.

El siglo XIX marcó un declive en el uso del lino, coincidiendo con el auge del algodón, mucho más fácil de procesar mecánicamente con las nuevas tecnologías industriales. El algodón proveniente de las colonias británicas y americanas inundó el mercado europeo, desplazando parcialmente al lino por su menor coste.

Aun así, el lino continuó siendo utilizado para textiles más refinados, ropa de cama, lencería de lujo y ciertos usos industriales. Irlanda y Rusia siguieron siendo grandes productores de lino durante esta época.

Durante el siglo XX, el lino mantuvo una posición como tejido de lujo, especialmente en camisería, mantelería y decoración. La mecanización del cultivo y del hilado permitió reducir costes, pero nunca llegó a igualar la productividad del algodón o las fibras sintéticas.

En las décadas de 1960 y 1970, el lino vivió un resurgir como símbolo de elegancia veraniega en moda masculina y femenina. También se redescubrió su valor ecológico frente a los tejidos sintéticos, gracias a que su cultivo requiere menos agua y pesticidas.

Hoy en día, el lino está experimentando un renacimiento gracias a la conciencia ecológica y el interés por los materiales sostenibles. Es una fibra biodegradable, duradera, antialérgica y de bajo impacto ambiental. Se cultiva principalmente en Europa (Francia, Bélgica, Países Bajos), que lidera la producción mundial de lino de calidad.

Aplicación:

La tela de lino es considerada como un elemento textil de alta calidad. Está formada casi en su totalidad por celulosa, pudiéndose combinar con otras fibras como las del algodón o viscosa, consiguiendo así diversos tipos de telas de lino de distinto grosor y aspecto.

De entre todas las características de esta materia prima, además de su propiedad termorreguladora, podemos destacar su resistencia y durabilidad, las cuales, junto con la escasa o nula elasticidad de esta fibra, hacen que las prendas creadas con este material sean duraderas e indeformables.

Adicionalmente, resiste y protege la piel de los rayos ultravioleta muy eficientemente. A esto hay que sumarle sus características antibacterianas y fungicida, lo que impide que se acumule mal olor.

Paralelamente, es reseñable su capacidad de absorción, ya que, al tratarse de una fibra compuesta principalmente por celulosa, es capaz de impregnarse de mucha humedad sin que aporte tal sensación al tacto.

Otro dato interesante al respecto, en términos medicinales, es que, dadas las características mencionadas anteriormente, envolver una zona abrasada o que presenta una herida abierta con una tira de tela de lino húmeda, ayuda al organismo a eliminar los desechos del organismo, suponiendo así, un recurso de sutura no absorbible y antiséptico realmente valioso en contextos de primeros auxilios ante quemaduras u otras laceraciones de carácter grave.

Aquí se hace un pequeño esquema sobre las propiedades principales de este material:

Propiedades físicas:

- **Alta resistencia a la tracción:** el lino es una de las fibras vegetales más fuertes; incluso más resistente que el algodón en estado seco (345–1500 MPa (megapascales), promedio \approx 600 MPa)
- **Rigidez y poca elasticidad:** tiene poca capacidad de elongación (1,8–2%), lo que le da rigidez y firmeza al tacto (27–80 GPa (gigapascales), promedio \approx 60 GPa)
- **Ligereza:** a pesar de su resistencia, es una fibra ligera, lo que lo hace ideal para prendas veraniegas (1.5 g/cm³).
- **Gran capacidad de absorción:** puede absorber hasta un 20% de su peso en agua sin sentirse húmedo.
- **Buena conductividad térmica:** confiere una sensación de frescor al contacto con la piel, ideal para climas cálidos (0.04 – 0.07 W/m·K, aporta efecto de frescor).
- **Durabilidad:** su estructura natural hace que el lino sea resistente al desgaste y a múltiples lavados.
- **Resistencia a la luz solar:** el lino soporta bien la exposición al sol sin degradarse rápidamente.

Propiedades químicas:

- **Composición principal:** predomina la celulosa. Aproximadamente, la composición total de esta y del resto de elementos es:
 - **Celulosa:** 71–75%
 - **Hemicelulosa:** 10–15%
 - **Lignina:** 2–4%
 - **Pectina, ceras, grasas:** 2–5%
- **PH natural:** su pH es neutro o ligeramente ácido (6.0 - 6.8)
- **Resistencia a álcalis:** tolera bien soluciones alcalinas (como la soda cáustica usada en algunos procesos textiles).
- **Sensibilidad a ácidos fuertes:** se degrada con facilidad ante ácidos concentrados. Por ejemplo, un ácido sulfúrico, cuando llega al 10%, destruye la fibra .
- **Resistencia a disolventes orgánicos:** tiene buena estabilidad frente a muchos disolventes utilizados en limpieza en seco.
- **Inflamabilidad moderada:** arde si se expone a llama directa, aunque más lentamente que fibras sintéticas (LOI [Índice de Oxígeno Limitante]: \approx 18–20%, similar al algodón).
- **Biodegradabilidad:** totalmente biodegradable. Degradación completa en 6–12 meses

en compost.

Propiedades textiles:

- **Textura característica:** al tacto, el lino es fresco, ligeramente áspero, y tiene una estructura visible del tejido.
- **Bajo pilling:** no forma bolitas fácilmente (pilling), lo que mantiene el aspecto del tejido a lo largo del tiempo.
- **Arruga con facilidad:** debido a su rigidez natural y baja elasticidad, se arruga más que otras fibras.
- **Estabilidad dimensional:** no encoge ni se deforma fácilmente si se lava adecuadamente (encogimiento mínimo, entre 1% y 3%).
- **Propiedades antialérgicas y antibacterianas:** ideal para pieles sensibles; no retiene bacterias ni hongos con facilidad.
- **Excelente comportamiento en tejidos planos:** se emplea sobre todo en tejidos de ligamento tafetán o sarga.

Concreción en la disciplina:

Como vemos, el lino es un material textil sumamente interesante. La única inconveniencia que un tirador laserino pudiera encontrar en su uso radica en el aspecto frecuentemente arrugado de una prenda confeccionada principalmente con este material.

No obstante, lo estético no debe, jamás, ser prioritario frente a lo pragmático. Es por ello que la utilidad del lino, como material textil absorbente de humedad, antibacteriano y fresco, podría ser una excelente elección a la hora de elegirlo como textil único del kirtill, en consonancia con el cáñamo, o, para un garo, al respecto de la prenda propia de un veterano de 100 clases en el seno de la Academia de Esgrima Láser.

Lana merina

Lana Merina. [Merino Wool]: Fibra proteica de origen animal obtenida del vellón de la oveja merina (*Ovis aries merino*), perteneciente a la especie *Ovis aries* de la familia Bovidae. Se caracteriza por su estructura escamosa y filiforme, compuesta principalmente por queratina (97–99%), una proteína fibrosa con enlaces disulfuro que confiere propiedades de elasticidad, resiliencia y termorregulación.

Historia:

La lana merina es una de las fibras animales más valoradas y refinadas de la historia textil, vinculada desde hace siglos a la cultura pastoril, la economía y el comercio de numerosos pueblos. Su evolución refleja cómo el ser humano ha sabido mejorar genéticamente una especie ovina para obtener una fibra de altísima calidad, adaptándola a distintas necesidades a lo largo de los siglos.

Los primeros ancestros de las ovejas de lana fina se sitúan en Asia Central y el Próximo Oriente, donde ya en el Neolítico se domesticaron los primeros ovinos. Sin embargo, la variedad merina tiene su origen más preciso en la Península Ibérica, a partir de cruces selectivos entre razas autóctonas y ovejas de lana fina norteafricanas, probablemente introducidas por los bereberes durante la presencia musulmana en la Edad Media (siglo VIII–XIII).

Se cree que el término “merina” proviene de los Almorávides o “Almorávides Merinos” (los oficiales encargados del pastoreo trashumante) lo que muestra la relación entre pastoreo, tribus nómadas y calidad de la lana.

Entre los siglos XIII y XV, la lana merina se convirtió en la fibra textil más importante de Europa. Los reyes de Castilla y León protegieron su cría mediante la Mesta, una poderosa organización de ganaderos trashumantes que regulaba el pastoreo y controlaba las vías pecuarias. Este sistema permitía mover enormes rebaños desde los pastos de verano en las montañas del norte a los pastos de invierno en el sur.

Durante esta época, la exportación de lana merina cruda (especialmente hacia Flandes e Inglaterra) se convirtió en uno de los motores económicos de la Corona de Castilla, que basaba buena parte de su riqueza en la calidad de esta fibra. Las lanas merinas castellanas eran consideradas de las mejores del mundo, muy apreciadas por los tejedores flamencos e italianos.

Durante siglos, España mantuvo celosamente el monopolio genético de la oveja merina. Su exportación estaba prohibida bajo pena de muerte, para evitar que otros reinos desarrollaran rebaños equivalentes. Sin embargo, a finales del siglo XVIII, la presión diplomática y las alianzas estratégicas provocaron que algunas cabezas selectas fueran regaladas a reyes y nobles de otros países.

Así, la merina se introdujo en Francia, Hungría y Sajonia, donde se formaron nuevos linajes como la Merina Sajona, reconocida por su lana aún más fina.

A finales del siglo XVIII y principios del XIX, la lana merina dio un salto crucial con su llegada a Australia. Los primeros rebaños llegaron en 1797 con John Macarthur, quien desarrolló la cría intensiva en Nueva Gales del Sur. Gracias a las vastas praderas, el clima templado y la selección genética, Australia se convirtió en el mayor productor mundial de lana merina, posición que mantiene hoy junto con Nueva Zelanda y Sudáfrica.

En estos países, la oveja merina se adaptó perfectamente, dando lugar a variedades como la Merina Australiana, famosa por producir fibras extremadamente finas, con diámetros promedio inferiores a 18,5 micras, ideales para ropa de alto rendimiento y moda de lujo.

Durante la Revolución Industrial, la lana merina desempeñó un papel esencial en el desarrollo de la industria textil europea, especialmente en Inglaterra y Alemania. Las máquinas de cardado, hilado y tejido a gran escala permitieron elaborar paños de lana más finos y asequibles, favoreciendo la expansión de la vestimenta de lana como prenda de abrigo esencial para clases trabajadoras y burguesía.

La lana merina también se utilizó ampliamente en la confección de uniformes militares debido a su ligereza, calidez y resistencia a la humedad.

Con la llegada de las fibras sintéticas a mediados del siglo XX, la demanda global de lana disminuyó, pero la lana merina logró mantener un mercado de nicho gracias a su suavidad y propiedades naturales insuperables. Países como Australia y Nueva Zelanda invirtieron en investigación genética, logrando ovejas que producen lana de microfibra ultrafina.

En las últimas décadas, marcas de ropa deportiva, outdoor y de lujo han impulsado un nuevo auge de la lana merina, aprovechando su capacidad termorreguladora, antibacteriana y biodegradable para posicionarla como alternativa premium a las fibras sintéticas.

Hoy en día, la lana merina es sinónimo de sostenibilidad y bienestar animal. Organizaciones como ZQ Merino o RWS (Responsible Wool Standard) certifican prácticas responsables de pastoreo y esquila. La fibra se emplea en ropa técnica, prendas base layer para actividades al aire libre, moda de lujo y hasta textiles funcionales para medicina y aviación.

La cría de ovejas merinas sigue siendo parte vital de la economía rural en zonas como Australia, Nueva Zelanda, España y Sudáfrica. El legado de siglos de selección genética y trashumancia vive hoy transformado en prendas que combinan tradición, ciencia y diseño contemporáneo.

Aplicación:

Cada oveja merina produce entre 2kg y 2,5 kg de lana al año. Sus fibras son biodegradables, tardando 12 meses en descomponerse sobre tierra, siendo reabsorbidas dichas fibras por la naturaleza.

Dado su tacto cómodo y sus capacidades anti humedad, es un material usado en primeras capas de ropa, aquellas que están en mayor contacto con la piel.

No retiene olores (se considera un material textil antibacteriano), no siendo necesario lavar una prenda de este material tras su puesta, incluso si ha habido sudoración por parte del usuario. Con solo airearla y dejar que seque, la prenda estaría lista para un siguiente uso.

Es por esto que se suele usar en prendas para cabeza, pies o ropa interior, entre otros.

En síntesis, podemos clasificar, en este ámbito, sus propiedades en físicas, químicas y textiles:

Propiedades físicas:

- **Diámetro de la fibra:** muy fino, entre 12 y 24 micras; en calidades superfino Merino, puede ser menor de 18,5 μm , lo que la hace extremadamente suave y adecuada para contacto directo con la piel.
- **Longitud de la fibra:** habitualmente entre 60 y 100 mm, lo que permite un hilado fino y resistente.
- **Densidad:** alrededor de 1.31 g/cm^3 , similar a otras lanas de oveja, lo que contribuye a su ligereza.
- **Tenacidad (resistencia a la tracción):** moderada, entre 120–170 MPa; suficiente para soportar tensiones mecánicas normales en prendas de vestir.
- **Elongación:** gran capacidad de estiramiento; se alarga entre un 25–35% en seco y hasta un 50% en húmedo, otorgándole gran elasticidad y recuperación de forma.
- **Módulo de elasticidad:** relativamente bajo, entre 2–3 GPa, lo que le permite flexibilidad sin romperse.
- **Absorción de humedad:** muy alta; puede absorber hasta un 30% de su peso en agua sin sentirse húmeda, lo que contribuye a su comodidad y propiedades térmicas.
- **Conductividad térmica:** muy baja, $\approx 0.035\text{--}0.040 \text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$, lo que le confiere excelentes propiedades aislantes.
- **Resistencia a la abrasión:** moderada; se incrementa en tejidos compactos o peinados.
- **Inflamabilidad:** difícil de inflamar; índice de oxígeno limitante (LOI) $\approx 25\text{--}27\%$, se autoextingue y no se funde, sino que se carboniza.

Propiedades químicas:

- **Composición principal:** queratina (proteína fibrosa), $\approx 97\text{--}99\%$ de la fibra.
- **pH natural:** ligeramente ácido (pH 5–6).
- **Solubilidad:** estable en agua y álcalis suaves; sensible a álcalis fuertes que pueden descomponer la queratina.
- **Ácidos débiles:** tolera bien soluciones diluidas.
- **Disolventes orgánicos:** buena resistencia a disolventes usados en limpieza en seco.
- **Resistencia biológica:** susceptible al ataque de insectos (polillas) y hongos si no se protege correctamente.
- **Biodegradabilidad:** totalmente biodegradable (degradación completa en compost en 3–6 meses).
- **Comportamiento al fuego:** autoextinguible; se carboniza sin fundir, formando ceniza quebradiza.

Propiedades textiles:

- **Tacto:** extremadamente suave, cálido y confortable; no irrita la piel en calidades finas ($<18,5 \mu\text{m}$).
- **Elasticidad:** alta recuperación de forma; reduce arrugas permanentes.
- **Higroscopicidad:** absorbe y libera humedad manteniendo la capacidad aislante.
- **Transpirabilidad:** excelente, permite la circulación del aire.

- **Propiedades antibacterianas y anti-olor:** naturales, gracias a la queratina y la evacuación de la humedad.
- **Protección UV:** alta; UPF natural de 30–50 según grosor y densidad del tejido.
- **Bajo pilling:** variable; en lanas peinadas y de alta calidad la formación de bolitas es mínima.
- **Facilidad de teñido:** excelente afinidad por tintes ácidos/aniónicos.
- **Estabilidad dimensional:** riesgo de encogimiento (hasta 10–15%) si no se trata con procesos anti-encogimiento (superwash, clorado, etc.).

Concreción en la disciplina:

Es evidente que la lana merina supone un material textil de indudable calidad, utilidad y consideración.

Especialmente en las estaciones calurosas, donde el sudor acompaña a las sesiones de “sparring”, una prenda que fuera confeccionada con este material aportaría una seguridad y pulcritud propia de un tirador laserino, evitando malos olores, ofreciendo, al mismo tiempo, protección a la abrasión derivada de la fricción de una hoja con el cuerpo del agente, por citar alguna de sus virtudes.

SPARRING. [Sparring]: 1. Dinámica de contacto que no está regida por unas reglas estrictas más allá de las acordadas entre los participantes, pretendiendo generar una situación figurada en la que realizar una oposición doméstica. 2. Conjunto de asaltos que únicamente tienen el propósito de fingir oposición para facilitar el estudio.

Es, en definitiva, un material de profundo interés en la disciplina, pues las propiedades citadas anteriormente suponen una ventaja de uso, en un sentido pragmático estricto, que hacen de cualquier prenda confeccionada con este material, un bien de alto valor para cualquier individuo que practique esta disciplina marcial.

Cuero natural

“El cuero natural (bovinae) es un material orgánico obtenido de la piel de animales (principalmente bovinos, ovinos y caprinos) sometida a un proceso de curtido, cuyo objetivo es preservar y estabilizar la estructura de las fibras de colágeno. Gracias a este tratamiento, se convierte en un material resistente, flexible y durable, ampliamente utilizado en la industria textil, calzado, marroquinería, tapicería y equipamiento técnico.”

Historia:

El uso del cuero se remonta a la Prehistoria, cuando los primeros homínidos comenzaron a aprovechar las pieles de animales cazados hace más de 400.000 años. Al principio se utilizaban en estado crudo, como protección frente al frío, la lluvia o el viento, y con el tiempo se desarrollaron rudimentarias técnicas de secado, ahumado y raspado que permitieron obtener materiales más flexibles y resistentes. En las primeras civilizaciones ya se reconocía su valor: en Mesopotamia, hacia el 4000 a.C., existen registros de pieles curtidas utilizadas para vestimenta, correajes y recipientes; en el Antiguo Egipto, el cuero alcanzó un papel destacado en sandalias, escudos, asientos de carros, pergaminos y cinturones, convirtiéndose en un material cotidiano y ritual. Grecia lo empleó en calzado, armaduras y vendas médicas, mientras que los romanos perfeccionaron el curtido vegetal y lo industrializaron, destinándolo a sandalias militares, escudos, odres, fundas de armas y lonas navales.

Durante la Edad Media, el cuero se consolidó como un recurso esencial para la vida cotidiana y militar. Se utilizaba en capas, botas, cinturones, corazas endurecidas, monturas, libros encuadernados y bolsas de monedas. Los gremios de curtidores perfeccionaron las técnicas de curtido vegetal y con alumbre, asegurando un material duradero y versátil. En la Edad Moderna, con el auge del comercio y la expansión marítima, el cuero se convirtió en un producto estratégico: se empleaba en arneses, tapicerías, encuadernaciones de lujo y accesorios de moda, además de tener un lugar destacado en los ejércitos europeos.

La Revolución Industrial del siglo XIX transformó radicalmente su producción. En 1858 se introdujo el curtido al cromo, mucho más rápido y eficaz que el vegetal, lo que permitió generar cueros más flexibles, resistentes a la humedad y adecuados para la industria. El cuero pasó a fabricarse a gran escala en curtidurías industriales y se destinó a calzado obrero y militar, correas de transmisión en fábricas, así como a tapicerías para transportes terrestres y navales.

En el siglo XX, el cuero natural se consolidó como símbolo de durabilidad y prestigio. Fue ampliamente utilizado en la moda y la marroquinería de lujo, en deportes (balones, guantes, cascos), en la industria automovilística (asientos y tapicerías) y en equipamiento militar. Sin embargo, la aparición de alternativas sintéticas como el cuero artificial, más económicas y fáciles de producir, abrió un nuevo capítulo en su historia.

En el siglo XXI, el cuero natural mantiene su valor cultural y estético, aunque enfrenta cuestionamientos ambientales y éticos. Hoy se combina tradición e innovación: por un lado, persiste en la moda premium, el calzado de alta gama y la tapicería de lujo, con un resurgimiento del curtido vegetal como opción ecológica; por otro, se exploran alternativas

sostenibles como los “cueros veganos” elaborados a partir de micelio de hongos, cactus o piña. A pesar de estos cambios, el cuero natural continúa siendo un material biodegradable, resistente y con miles de años de historia, que ha acompañado a la humanidad desde sus orígenes hasta la actualidad.

Aplicación:

El cuero natural, dado el proceso de refinamiento que existe en la actualidad, permite ser utilizado por sus características resistentes a la abrasión e impermeabilidad, principalmente.

A continuación, se enumeran sus principales características físicas, químicas y propiedades textiles que hacen de este material un recurso a tener en cuenta para el desarrollo de la actividad esgrimística laserina, entre otras.

Propiedades físicas:

- **Densidad:** 0.6 – 0.9 g/cm³ (varía según el curtido y grosor).
- **Grosor habitual:** 0.4 – 4.0 mm (puede variar hasta >6 mm en cueros pesados).
- **Tenacidad (resistencia a la tracción):** 8 – 25 MPa aprox.
- **Resistencia al desgarro:** 20 – 80 N/mm.
- **Elongación a la rotura:** 40–70% (dependiendo del curtido).
- **Flexibilidad:** muy alta, puede doblarse miles de veces sin romperse.
- **Absorción de humedad:** 12–18% de su peso en agua en condiciones normales.
- **Conductividad térmica:** muy baja ($\approx 0.14 - 0.20 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, buen aislante térmico).
- **Permeabilidad al vapor de agua:** 2–10 mg/cm²·h (permite transpiración).
- **Inflamabilidad:** LOI $\approx 20-22\%$; arde lentamente, con olor característico a proteína quemada.

Propiedades químicas:

- **Composición principal:** proteínas fibrosas, principalmente colágeno ($\approx 85-95\%$ en base seca).
 - **Otros componentes:** grasas (2–5%), sales minerales (1–3%), agua (10–20% en equilibrio higroscópico).
 - **pH natural:** entre 3.5 – 5.5 (dependiendo del curtido).
 - **Resistencia a álcalis:** baja, los álcalis fuertes (sosa, amoníaco) degradan la fibra de colágeno.
 - **Resistencia a ácidos:** moderada a débiles; destrucción rápida con ácidos fuertes concentrados.
 - **Disolventes orgánicos:** insoluble; buena estabilidad en la mayoría de disolventes de limpieza en seco.
- Biodegradabilidad:** alta; al ser una proteína natural, puede degradarse en 1–3 años en condiciones ambientales si no está curtido.
- Estabilidad al curtido:** depende del método (vegetal, al cromo, sintético); el curtido al cromo le otorga mayor resistencia a la putrefacción y estabilidad térmica ($>100 \text{ }^\circ\text{C}$).

Propiedades textiles:

- **Textura:** variable según el curtido; puede ser lisa, rugosa o granulada.
- **Elasticidad:** moderada; cede con el uso, adaptándose al cuerpo o forma del objeto.
- **Durabilidad:** muy alta; puede superar los 20–30 años con buen cuidado.
- **Transpirabilidad:** permite el paso del vapor de agua, manteniendo confort en prendas y calzado.
- **Aislamiento térmico:** actúa como barrera contra el frío y el calor.
- **Resistencia mecánica:** elevada contra la abrasión y el rasgado.
- **Facilidad de teñido:** excelente afinidad con tintes aniónicos, pigmentos y acabados superficiales.
- **Estabilidad dimensional:** buena, aunque puede deformarse si absorbe demasiada humedad o calor.

Como vemos, dada su versatilidad y variaciones, el cuero puede suponer un elemento esencial para la creación de útiles de diversa índole, erigiéndose como un elemento natural que, sin duda, resulta de utilidad para la creación de equipamiento y accesorios variados.

Concreción en la disciplina:

La esgrima láser forma al individuo no solo para la aplicación técnica de sus obras a fin de controlar el medio, sino que, además, le aporta un repertorio de conocimiento adyacente que, en consecuencia, le permite controlar el conflicto, latente o no, del contexto en el que un tirador se viera envuelto.

Por ello, la previsión podría entenderse como uno de los elementos esenciales de cualquier usuario de Esgrima Láser que se precie. Entendemos que el conflicto no surge únicamente por la interacción consciente entre dos entes sino que, en ocasiones, factores del ambiente simplemente están, haciendo que la interacción unilateral con estos por parte del tirador requiera de una preparación mínima derivada del deber de previsión de este.

Accesorios de emergencia, como cinturones, bolsillos de rápido acceso u otros elementos que componen la indumentaria de un tirador laserino decoran la presencia de un usuario de Esgrima Láser a fin de contar con herramientas y otros recursos que, en aras de prevenir y/o minimizar el impacto no deseado de la interacción de éste con su entorno, hagan de dicho usuario un efectivo versátil, capaz de sobreponerse al mayor número de situaciones posibles, y para ello, la confección de estos accesorios con cuero natural, por la disponibilidad en la naturaleza y ausencia de un proceso industrial que lo debiera generar, aportan un punto extra a las posibilidades de adaptación del esgrimista laserino al entorno.

Algodón

“El **algodón** (*Gossypium*) es una fibra vegetal natural obtenida de los tricomas que recubren las semillas del género *Gossypium*. Se caracteriza por su suavidad, ligereza y transpirabilidad, lo que lo convierte en la fibra textil natural más utilizada en el mundo. Su estructura está formada principalmente por celulosa ($\approx 88\text{--}96\%$), con pequeñas proporciones de ceras, pectinas y proteínas, lo que le confiere una excelente capacidad de absorción de humedad y comodidad en contacto con la piel.”

Historia:

El algodón tiene una historia milenaria que se desarrolla de manera independiente en varias regiones del mundo. Los primeros restos arqueológicos datan de hace más de 7.000 años en el valle del Indo (actual Pakistán e India) y en América (México y Perú). En estas culturas se desarrollaron técnicas de hilado y tejido que dieron lugar a prendas de uso cotidiano y ceremonial.

En el Antiguo Egipto, el algodón fue conocido pero no alcanzó la importancia del lino, mientras que en Asia, especialmente en la India, se convirtió en la fibra textil dominante. Los tejidos indios eran muy valorados en el comercio con Oriente Medio y el Mediterráneo.

Durante la Antigüedad Clásica, griegos y romanos conocieron el algodón a través de las rutas comerciales, pero lo consideraban un producto exótico frente al lino y la lana, que dominaban en Europa.

El gran auge del algodón llegó en la Edad Media, cuando los árabes lo expandieron por el Mediterráneo y la península ibérica, introduciendo avanzadas técnicas de cultivo, hilado y teñido. Ciudades como Córdoba y Sevilla se convirtieron en centros de producción.

En la Edad Moderna (siglos XV–XVIII), con la expansión marítima y el comercio colonial, el algodón se convirtió en un producto estratégico. El algodón americano, cultivado en gran escala en las colonias, impulsó el comercio transatlántico, con fuertes implicaciones en la esclavitud y la economía global.

La Revolución Industrial (siglo XVIII–XIX) marcó un antes y un después: la invención de la desmotadora de algodón (1793) por Eli Whitney y la mecanización del hilado y tejido en Inglaterra transformaron al algodón en la fibra industrial por excelencia. Ciudades como Manchester fueron epicentro del textil, y el algodón desplazó en gran medida al lino y la lana en el uso cotidiano.

En el siglo XX, el algodón mantuvo su dominio hasta la aparición de las fibras sintéticas (poliéster, nylon), que comenzaron a competir por su bajo costo y facilidad de producción. Sin embargo, el algodón siguió siendo clave en ropa, hogar y usos industriales, valorado por su comodidad y transpirabilidad.

En la actualidad (siglo XXI), el algodón continúa siendo la fibra natural más producida del mundo ($\approx 25\text{--}30$ millones de toneladas anuales). Se cultiva principalmente en China, India, Estados Unidos, Pakistán y Brasil. Aunque enfrenta críticas por su alto consumo de agua y pesticidas, ha surgido un fuerte movimiento hacia el algodón orgánico y sostenible, que busca reducir su impacto ambiental y mejorar las condiciones laborales en su producción.

Aplicación:

El algodón, incluyendo el resto de sus variantes además de la orgánica, resulta un material a tener en cuenta para la confección de prendas, no solo del tipo *outer layer*, sino que, además, se tiene especialmente en cuenta para la confección de prendas interiores de todo tipo. Esto se debe a las características físicas, químicas y textiles que ofrece este material.

Propiedades físicas:

- **Diámetro de la fibra:** 12–22 micras (dependiendo de la variedad).
- **Longitud de la fibra:** 10–65 mm (fibra corta $\approx 10\text{--}20$ mm; fibra larga $\approx 30\text{--}65$ mm).
- **Densidad:** 1.54 g/cm³.
- **Tenacidad (tracción):** 287–597 MPa (promedio ≈ 400 MPa).
- **Elongación:** 7–8% en seco; 10–15% en húmedo.
- **Módulo de elasticidad:** 5–12 GPa.
- **Absorción de humedad:** hasta 24–27% de su peso sin sensación de humedad.
- **Conductividad térmica:** 0.04–0.06 W/m·K (fresco y transpirable).
- **Inflamabilidad:** LOI $\approx 18\text{--}20\%$ (fácilmente inflamable, similar al lino).
- **Durabilidad:** buena resistencia al lavado y al desgaste, aunque menos resistente que el lino en seco.

Propiedades químicas:

- **Composición principal:**
 - Celulosa: 88–96%.
 - Hemicelulosa: 5–6%.
 - Lignina: 0.5–1.5%.
 - Pectinas, ceras y proteínas: 1–2%.
- **pH natural:** neutro o ligeramente ácido (6–7).
- **Álcalis:** muy resistente a álcalis diluidos y a tratamientos con soda cáustica (mercerización).
- **Ácidos:** sensible a ácidos minerales fuertes (ej. ácido sulfúrico).
- **Disolventes orgánicos:** estable frente a la mayoría; compatible con limpieza en seco.
- **Resistencia biológica:** susceptible al ataque de hongos y bacterias en ambientes húmedos.
- **Biodegradabilidad:** totalmente biodegradable en 5–6 meses en compost.

Propiedades textiles:

- **Tacto:** suave, fresco, agradable en contacto con la piel.
 - **Elasticidad:** baja, lo que provoca arrugas con facilidad.
 - **Higroscopicidad:** excelente absorción de humedad, ideal para climas cálidos.
 - **Transpirabilidad:** alta, permite circulación de aire.
 - **Pilling:** tendencia baja, especialmente en fibras largas.
 - **Facilidad de teñido:** buena afinidad con colorantes reactivos y directos.
 - **Estabilidad dimensional:** puede encoger (2–5%) si no se pretrata.
- Protección UV:** moderada, menor que la del lino y la lana.

Por estas razones, el algodón sigue siendo una elección destacada para prendas íntimas, gracias a su suavidad, capacidad de regular la temperatura y cuidado de la piel.

Concreción en la disciplina:

Como vemos, el algodón, como el resto de fibras exploradas anteriormente, ofrece la posibilidad de confeccionar elementos propios de la indumentaria laserina, como el kirtill, que entra en directo contacto con la piel.

Será en función de la preferencia personal o disponibilidad comercial lo que determine la elección de este material sobre otro cualquiera, pues como hemos podido confirmar, el algodón se considera como uno de los materiales textiles esenciales a la hora de confeccionar prendas que un esgrimista laserino debiera portar durante el desarrollo de esta disciplina marcial.

Aramida

“Las **aramidas** son fibras sintéticas de alta resistencia derivadas de la **poliamida aromática**. Su estructura química se basa en anillos aromáticos unidos por enlaces amida, lo que les otorga propiedades excepcionales de resistencia mecánica, estabilidad térmica y resistencia química. Se compone, principalmente, de monómero parafenilendiamina (C₆ H₈ N₂) y cloruro de tereftaloilo (C₈ H₄ Cl₂ O₂). Existen dos tipos principales: **para-aramidas** (ej. Kevlar®, Twaron®) y **meta-aramidas** (ej. Nomex®), cada una con aplicaciones específicas.”

Historia:

Las aramidas, también conocidas como poliamidas aromáticas, son fibras sintéticas de alto rendimiento cuyo desarrollo se encuentra estrechamente ligado a los avances en la química de polímeros del siglo XX, a la Guerra Fría y a la creciente necesidad de materiales con resistencia extrema. Sus orígenes se remontan a las investigaciones realizadas entre las décadas de 1930 y 1950, cuando compañías como DuPont en Estados Unidos e IG Farben en Alemania experimentaban con poliamidas. De aquellos trabajos surgiría el nylon, una poliamida alifática que revolucionó la industria textil y militar durante la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, pronto se buscó ir más allá y crear fibras con mejores propiedades térmicas y mecánicas, lo que condujo a explorar la posibilidad de producir poliamidas aromáticas, es decir, con anillos bencénicos en su estructura.

En 1961, DuPont presentó al mundo la primera aramida comercial, el Nomex®, una meta-aramida con una resistencia al calor y a la llama excepcional. Esta fibra no se fundía y comenzaba a carbonizarse a partir de 370 °C, lo que la convirtió en un material clave para la ropa de bomberos, los trajes de pilotos y astronautas, así como para el equipamiento de protección industrial. El contexto de la carrera espacial y la necesidad de materiales resistentes al fuego facilitaron su rápida adopción.

Pocos años después, en 1965, se produjo un descubrimiento aún más revolucionario. La química Stephanie Kwolek, trabajando en DuPont, sintetizó una nueva para-aramida con una estructura molecular altamente orientada y cristalina, a la que se bautizó como Kevlar®. En 1971 comenzó a comercializarse, demostrando una resistencia específica cinco veces superior al acero en peso equivalente. Sus primeras aplicaciones estuvieron relacionadas con la seguridad automotriz, especialmente en neumáticos radiales, pero pronto se convirtió en sinónimo de protección balística al ser utilizada en chalecos antibalas, cascos militares y blindajes compuestos.

Durante los años setenta y ochenta surgieron nuevos actores en la producción de aramidas. En 1978, la compañía holandesa Akzo Nobel lanzó Twaron®, otra para-aramida que más tarde pasaría a manos de la empresa japonesa Teijin Aramid. Esta competencia rompió el monopolio de DuPont y permitió que la producción de aramidas se expandiera también a Europa y Asia. Paralelamente, se desarrollaron fibras híbridas que combinaban aramidas con carbono, vidrio y resinas epoxi para aplicaciones aeroespaciales y militares.

El contexto de la Guerra Fría, especialmente en las décadas de 1980 y 1990, consolidó el valor estratégico de las aramiditas, que se emplearon en blindajes personales y vehiculares, en la industria aeroespacial y en sistemas balísticos compuestos. Los ejércitos de Estados Unidos, la OTAN e incluso Rusia dependían de ellas como materiales esenciales para la seguridad y la defensa.

Con la llegada del siglo XXI, las aplicaciones de las aramiditas se ampliaron más allá del ámbito militar. Se incorporaron en sectores civiles e industriales tan diversos como las telecomunicaciones, reforzando cables de fibra óptica; la automoción, en neumáticos, frenos y juntas de fricción; las energías renovables, en palas de aerogeneradores y componentes estructurales; e incluso los deportes, donde se utilizan en cascos, bicicletas, embarcaciones de competición y esquís. También se han explorado usos en la moda y en prendas de trabajo resistentes a cortes o al fuego.

Actualmente, uno de los grandes retos es mejorar la resistencia de las aramiditas frente a la radiación ultravioleta y encontrar soluciones que permitan su reciclaje, ya que no son biodegradables y su producción resulta costosa. La investigación se centra en desarrollar aramiditas nanoestructuradas y composites híbridos que ofrezcan mayor durabilidad y sostenibilidad. En el mercado global, la producción se concentra principalmente en dos gigantes: DuPont, con sus marcas Kevlar® y Nomex®, y Teijin Aramid, con Twaron® y Technora®.

La historia de la aramida refleja la transición de un descubrimiento químico a un material estratégico indispensable en múltiples campos. Desde los laboratorios de polímeros de mediados del siglo XX hasta su papel actual en la seguridad, la movilidad y la innovación tecnológica, las aramiditas se han consolidado como uno de los materiales más importantes del mundo moderno.

Aplicación:

Dadas las propiedades que definen este material, supone un recurso inestimable en diversas industrias. A continuación, se indican las propiedades físicas, químicas y, siguiendo la pauta del presente artículo, textil, que hacen de la aramida un material a tener en cuenta para su elección en accesorios portables de un tirador laserino.

Propiedades físicas:

- **Diámetro de la fibra:** 10–12 micras.
- **Densidad:** 1.44 g/cm³ (Kevlar®) – 1.38 g/cm³ (Nomex®).
- **Tenacidad (tracción):** 2,600–4,100 MPa (Kevlar®).
- **Módulo de elasticidad:** 70–130 GPa (Kevlar®); 20–40 GPa (Nomex®).
- **Elongación a la rotura:** 2–4% (Kevlar®); 20–25% (Nomex®).
- **Absorción de humedad:** baja, 3–7% de su peso.
- **Conductividad térmica:** muy baja, buen aislante (0.04–0.06 W/m·K).
- **Inflamabilidad:** autoextinguible; no se funde, se carboniza a partir de 370–450 °C.
- **Durabilidad:** excelente resistencia al desgaste, corte y abrasión.

Propiedades químicas:

- **Composición principal:** poliamida aromática con enlaces amida y anillos bencénicos.
- **pH natural:** neutro.
- **Álcalis:** sensibles a álcalis concentrados, aunque resisten álcalis diluidos.
- **Ácidos:** susceptibles a ácidos minerales fuertes, especialmente ácido sulfúrico.
- **Disolventes orgánicos:** excelente resistencia a la mayoría, insolubles en condiciones normales.
- **Resistencia biológica:** inmune a polillas, hongos y bacterias.
- **Estabilidad UV:** moderada; se degrada con exposición prolongada a radiación ultravioleta si no se protege.
- **Biodegradabilidad:** no biodegradable; muy persistente en el medio ambiente.

Propiedades textiles:

- **Tacto:** rígido, poco flexible, no tan agradable como las fibras naturales.
- **Elasticidad:** limitada, buena recuperación en Kevlar®, moderada en Nomex®.
- **Higroscopicidad:** baja, casi hidrofóbica.
- **Transpirabilidad:** baja; se usa en combinación con otros tejidos.
- **Pilling:** muy baja, no forma bolitas.
- **Facilidad de teñido:** limitada; requiere acabados especiales por su estructura química.
- **Estabilidad dimensional:** muy alta, no encoge ni se deforma.
- **Protección UV:** moderada (requiere acabados protectores en exteriores).

Concreción en la disciplina:

La aramida supone un tipo de material sintético que, como hemos podido observar, ofrece una serie de cualidades muy específicas, alejándose, quizás, de un uso óptimo en el entorno estrictamente esgrimístico, pues, atendiendo a la definición de esgrima, esta se refiere al ejercicio doméstico de las armas.

No obstante, de cara a la celebración de un duelo, la brynja es un componente opcional de la indumentaria de un duelista. Una serie de accesorios que, con el fin de proteger al usuario ante los golpes producidos por el paciente, aumentan la salvaguarda de su integridad física, si bien se recalca que, en todo momento, el ejercicio de lo anterior es del todo doméstico.

Pese a todo, cualquier chaleco o portaplacas, típicos del mundo táctico policial o militar, podría, combinado con el uso de placas protectoras creadas a partir de este material, aportar una mayor protección en aquella zona corporal en la que, de un modo u otro, este material se interpusiera entre esta y la hoja paciente.

Policarbonato

“Polímero termoplástico amorfo perteneciente a la familia de los poliésteres de carbonato. Su nombre químico general responde a la macromolécula formada por unidades repetitivas de carbonato (-O-(C=O)-O-) unidas a grupos aromáticos. El policarbonato más común en la industria se sintetiza a partir de bisfenol A (BPA, 2,2-bis(4-hidroxifenil)propano) y fosgeno (COCl₂), cuyo nombre científico es policarbonato de bisfenol A.”

Historia:

El policarbonato es un polímero termoplástico de gran resistencia y transparencia cuya historia está profundamente vinculada al desarrollo de la química de plásticos en el siglo XX. Su origen se remonta a finales del siglo XIX, cuando el químico alemán Alfred Einhorn, en 1898, sintetizó por primera vez policarbonatos a partir de reacciones de bisfenol A y fosgeno. Sin embargo, sus experimentos quedaron en el ámbito de laboratorio, y durante décadas no se les encontró aplicación práctica.

Fue a mediados del siglo XX cuando el policarbonato resurgió en el panorama científico. De forma casi simultánea, en 1953, dos grupos de investigación –Bayer en Alemania, liderado por Hermann Schnell, y General Electric en Estados Unidos, con Daniel W. Fox– lograron sintetizar un policarbonato estable, con alta transparencia, gran tenacidad y facilidad de procesado. Este hallazgo coincidió con el auge de los plásticos de ingeniería, buscados para sustituir materiales tradicionales como el vidrio o los metales en aplicaciones industriales.

En 1958 Bayer lanzó al mercado su policarbonato bajo la marca Makrolon®, mientras que General Electric hizo lo propio en 1960 con Lexan®. La competencia entre ambas compañías impulsó un desarrollo acelerado de aplicaciones y mejoras en los procesos de producción. Rápidamente, el policarbonato se destacó por sus propiedades excepcionales: ligereza, resistencia al impacto hasta 250 veces superior al vidrio, estabilidad dimensional y transparencia óptica comparable a la del cristal.

Su versatilidad lo convirtió en un material clave para la segunda mitad del siglo XX. En el ámbito de la seguridad, se utilizó en visores de cascos, escudos antidisturbios y cristales blindados. En la vida cotidiana, se popularizó en gafas, CDs y DVDs gracias a su excelente capacidad para reproducir con precisión microestructuras ópticas. En la arquitectura, las placas de policarbonato se introdujeron en cubiertas y cerramientos por su resistencia y su capacidad para transmitir luz natural. En el sector médico se empleó en incubadoras, dispositivos quirúrgicos y sistemas de filtrado, donde la combinación de transparencia, resistencia y esterilizabilidad lo hacía insustituible.

Durante la carrera espacial y la aviación, el policarbonato se convirtió en un material estratégico: se usó en viseras de astronautas, ventanillas de aeronaves y componentes de cabinas por su resistencia a los impactos y su estabilidad frente a cambios térmicos extremos. También en el sector automotriz encontró un amplio campo de aplicación en faros, parabrisas y piezas interiores, contribuyendo a la reducción de peso de los vehículos.

En las últimas décadas, sin embargo, el policarbonato se ha visto envuelto en debates relacionados con la salud y el medio ambiente, especialmente por el uso del bisfenol A (BPA) en su producción, un compuesto químico con posibles efectos disruptores endocrinos. Esto ha impulsado investigaciones para desarrollar variantes libres de BPA y procesos de reciclaje más eficientes, dado que su uso global es masivo y abarca desde productos domésticos hasta infraestructuras industriales.

Hoy en día, el policarbonato sigue siendo uno de los termoplásticos de ingeniería más importantes. Su producción se concentra en grandes compañías químicas como Covestro (escisión de Bayer), SABIC (propietaria de Lexan®), Mitsubishi Chemical y Teijin. Las innovaciones actuales se centran en mejorar su sostenibilidad, aumentar su resistencia al rayado y ampliar su aplicación en sectores como la electrónica, las energías renovables y la movilidad eléctrica.

Aplicación:

En la actualidad, el policarbonato es un material ampliamente utilizado en la industria debido a sus propiedades físicas, químicas y técnicas.

Propiedades físicas

- **Densidad:** 1.20–1.22 g/cm³
- **Resistencia a la tracción (tenacidad):** 55–75 MPa
- **Módulo de elasticidad (tracción):** 2.0–2.4 GPa
- **Elongación a la rotura:** 80–150%
- **Resistencia al impacto (Izod con entalla):** 600–900 J/m (≈ 200–250 veces más resistente que el vidrio)
- **Temperatura de transición vítrea (T_g):** ≈ 147 °C
- **Temperatura de servicio continuo:** -40 °C a 120 °C (sin pérdida significativa de propiedades mecánicas)
- **Conductividad térmica:** 0.19–0.22 W/m·K
- **Transmisión de luz:** 86–92% (comparable al vidrio óptico)
- **Índice de refracción:** ≈ 1.586
- **Inflamabilidad:** LOI ≈ 25% (autoextinguible, pero puede gotear al arder).

Propiedades químicas

- **Composición:** polímero termoplástico derivado del **bisfenol A (BPA)** y **fosgeno** (en síntesis clásica) o carbonatos orgánicos en procesos más modernos.
- **Estructura:** macromolécula amorfa con enlaces de carbonato (-O-(C=O)-O-) que le otorgan estabilidad térmica.
- **pH natural:** neutro.
- **Estabilidad frente a ácidos:** sensible a ácidos fuertes (ej. ácido sulfúrico o nítrico concentrados).
- **Estabilidad frente a bases:** buena resistencia a soluciones alcalinas diluidas, pero no a álcalis fuertes.
- **Resistencia a disolventes:** inestable frente a hidrocarburos aromáticos y clorados; buena resistencia a alcoholes y soluciones acuosas.

- **Fotoestabilidad:** sensible a la radiación UV sin aditivos, amarillea con el tiempo; requiere estabilizantes.
- **Biodegradabilidad:** no biodegradable en condiciones normales; reciclable por procesos mecánicos o químicos.

Propiedades técnicas:

- **Transparencia y óptica:** excelente, comparable al vidrio pero con mayor resistencia.
- **Procesabilidad:** moldeable por inyección, extrusión, soplado, termoformado.
- **Estabilidad dimensional:** elevada; apenas se deforma bajo cambios térmicos moderados.
- **Resistencia al impacto:** sobresaliente, incluso a bajas temperaturas.
- **Compatibilidad:** puede mezclarse con ABS y otros polímeros para mejorar la tenacidad y la procesabilidad.
- **Protección UV:** alta cuando se añaden aditivos o recubrimientos.
- **Autoextinguible:** no propaga la llama fácilmente y genera carbón sólido.

Concreción en la disciplina:

Dejando a un lado los diferentes usos de este material sintético en la industria, el policarbonato supone, posiblemente, el material más importante en el seno de la Esgrima Láser, pues es el material del que se compone íntegramente la estructura de la hoja que da pie a la existencia de una “causa instrumental”, así como los subtipos de esta, que permiten el desarrollo de la técnica en esta disciplina.

CAUSA INSTRUMENTAL. [Instrumental cause]: Elemento o concepto fundamental sobre el que se articulan unas conclusiones y que se usa para la aplicación de estas.

Es por ello que, si cualquier arma con pretensión de ser laserina no tuviera una hoja compuesta por este material, sería inviable desarrollar el ejercicio esgrimítico de esta disciplina, pues las diferentes obras que desarrollan el asalto, requieren de las características señaladas para que la seguridad de los tiradores, así como la integridad de las armas negras usadas por estos, sea, en todo momento, una máxima a cumplir.

Teflón

“Lo que conocemos como Teflón (Polytetrafluoroethylene) es un polímero termoplástico fluorinado perteneciente a la familia de los fluoropolímeros. Su estructura química consiste en una cadena de carbono totalmente fluorada (-CF₂-CF₂-), lo que le confiere propiedades excepcionales de resistencia química, térmica y de fricción.”

Historia:

El Teflón, o politetrafluoroetileno (PTFE), fue descubierto en 1938 por Roy J. Plunkett en los laboratorios de DuPont, como resultado de un accidente químico durante la manipulación de tetrafluoroetileno. Aunque inicialmente se aplicó en sectores militares y aeroespaciales por su resistencia química y térmica, pronto se exploraron aplicaciones industriales más amplias, incluida la industria textil.

A mediados del siglo XX, los ingenieros textiles comenzaron a aprovechar las propiedades únicas del Teflón para mejorar el rendimiento de los tejidos. Su resistencia a manchas, aceites y agua lo convirtió en un recubrimiento ideal para prendas técnicas, uniformes de trabajo, ropa de exteriores y tejidos de alto rendimiento. Los avances en tecnología de recubrimiento permitieron aplicar PTFE sobre fibras naturales y sintéticas sin comprometer la suavidad ni la transpirabilidad de las telas, ofreciendo así tejidos más duraderos y funcionales.

En las décadas de 1960 y 1970, el Teflón se consolidó en el mercado textil de consumo, especialmente en ropa de lluvia, mantas, tapicería y ropa de protección industrial. Su capacidad para repeler líquidos y evitar la penetración de manchas permitió crear prendas de uso diario más prácticas, resistentes y fáciles de mantener. Además, se exploró su uso en textiles combinados con fibras naturales como algodón o lino, así como con fibras sintéticas como poliéster y nylon, ampliando la versatilidad de los tejidos técnicos.

Hoy en día, el Teflón sigue siendo un componente esencial en la industria textil. Se utiliza tanto en ropa deportiva de alto rendimiento como en uniformes de trabajo, ropa de exteriores, tapicería y tejidos de hogar. Su aplicación en textiles no solo mejora la durabilidad y el mantenimiento de las prendas, sino que también aporta propiedades adicionales como resistencia a manchas, repelencia al agua, protección frente a aceites y facilidad de limpieza, consolidándose como un material clave para la innovación textil sostenible y funcional.

Aplicación:

DuPont ofrece ropa de protección industrial de alta calidad para garantizar la seguridad de los trabajadores en diversas industrias. Sus materiales han sido rigurosamente probados para brindar protección contra llamas, calor, cortes, productos químicos y partículas peligrosas. A continuación se listan las principales propiedades físicas, químicas y textiles de este material en lo que respecta a su uso textil.

Propiedades físicas:

- **Densidad:** 2,1–2,3 g/cm³
- **Temperatura de servicio:** -200 °C a +260 °C de manera continua.
- **Punto de fusión:** 327 °C.
- **Resistencia a la tracción:** 20–35 MPa en película textil fina.
- **Alargamiento a la rotura:** 200–400% (depende de la aplicación y soporte textil).
- **Dureza:** blando a semirrígido dependiendo del grosor del recubrimiento.
- **Baja fricción:** coeficiente de fricción 0,05–0,10, proporcionando superficies deslizantes.
- **Resistencia a impactos:** alta resistencia mecánica sobre fibras base.
- **Ligereza:** su adición como recubrimiento apenas aumenta el peso del tejido.

Propiedades químicas:

- **Composición principal:** politetrafluoroetileno (PTFE, (C₂F₄)_n).
- **Resistencia química:** excelente frente a ácidos, bases, solventes orgánicos y agentes oxidantes.
- **Inercia química:** no reacciona fácilmente con otras sustancias, incluso a altas temperaturas.
- **pH natural:** neutro, químicamente estable.
- **Sensibilidad:** no se degrada con productos domésticos, pero puede descomponerse a >350 °C liberando gases tóxicos.
- **Biodegradabilidad:** no biodegradable, pero inerte y estable, por lo que no contamina fibras adyacentes.
- **Inflamabilidad:** prácticamente incombustible, LOI ≈ 95%.

Propiedades textiles:

- **Repelencia al agua y aceites:** mantiene el tejido seco y limpio; efecto anti-manchas muy eficiente.
- **Transpirabilidad:** depende del soporte textil; en fibras porosas permite el paso de aire, manteniendo comodidad.
- **Durabilidad:** el recubrimiento no se desprende fácilmente y resiste múltiples lavados.
- **Elasticidad del soporte textil:** mantiene la flexibilidad de la fibra base.
- **Resistencia al desgaste:** protege la fibra de abrasión, fricción y rayado.
- **Ligereza y tacto:** el recubrimiento no afecta significativamente la suavidad del tejido.
- **Aplicaciones avanzadas:** ideal para ropa técnica, outdoor, ropa de trabajo industrial, tapicería, y tejidos híbridos de alto rendimiento.
- **Mantenimiento:** fácil de limpiar, repelente a líquidos, no requiere productos químicos agresivos.

Concreción en la disciplina:

Quedan patentes las posibilidades del teflón como material sintético a fin de confeccionar prendas técnicas que resistan el uso intensivo, derivando en abrasión y cualquier otro tipo de desgaste en actividades que requieran de una gran movilidad.

Siendo una de estas situaciones el sparring o el duelo, donde un tirador laserino debiera enfrentarse a tantos asaltos como fueran estipulados, el uso de este material para confeccionar prendas, o accesorios que se injertaran en otros materiales para prevenir el desgaste por uso en las zonas que mayor tendencia tuvieran a ello, habría de ser algo a tener muy en cuenta para evitar quedar indispuerto en pleno desarrollo de un ejercicio esgrimístico laserino.

Nailon o Nylon

“El nailon o nylon, conocido científicamente como poliamida sintética (PA6, PA6.6, entre otras variantes), es un polímero termoplástico lineal producido a partir de la polimerización de monómeros de diamina y ácido dicarboxílico. Es una fibra sintética de gran resistencia, elasticidad y durabilidad, ampliamente utilizada en la industria textil, manufacturera y de ingeniería.”

Historia:

El nailon es una fibra sintética revolucionaria desarrollada por los laboratorios DuPont en Estados Unidos durante la década de 1930. Su inventor principal fue Wallace Hume Carothers, un químico pionero en la investigación de polímeros, quien logró sintetizar por primera vez una poliamida capaz de formar fibras fuertes y elásticas. El descubrimiento se produjo en 1935, y la fibra fue patentada oficialmente el 20 de septiembre de 1938.

El nailon se introdujo al mercado como una alternativa sintética a la seda, un lujo caro y difícil de producir en grandes cantidades. Las primeras aplicaciones comerciales fueron las medias femeninas, que revolucionaron la industria textil de la época. Su resistencia y elasticidad lo hicieron rápidamente popular entre los consumidores, aunque su disponibilidad se limitó debido al estallido de la Segunda Guerra Mundial, cuando gran parte de la producción de nailon se desvió a fines militares. Durante el conflicto, la fibra se utilizó para fabricar paracaídas, cuerdas, redes de pesca, lonas y prendas militares, demostrando su fiabilidad y resistencia en condiciones extremas.

Tras la guerra, el nailon recuperó su presencia en el mercado civil y se consolidó como un material versátil y resistente, adoptado en una gran variedad de productos: ropa, ropa interior, medias, calcetines, prendas deportivas, bolsas, mochilas y artículos de uso doméstico. Durante los años 50 y 60, la innovación en hilado y tejidos permitió desarrollar fibras de mayor finura y elasticidad, ampliando las aplicaciones a textiles técnicos y moda.

En las décadas posteriores, el nailon se diversificó aún más: surgieron variantes de alto rendimiento para la industria automotriz, equipamiento militar, cuerdas de seguridad, tejidos resistentes a la abrasión y ropa deportiva avanzada. Además, se desarrollaron combinaciones con otras fibras, tanto naturales como sintéticas, para mejorar propiedades como la resistencia al calor, la durabilidad y la elasticidad, consolidando al nailon como un pilar de la industria textil moderna.

Hoy, el nailon sigue siendo una de las fibras sintéticas más importantes y utilizadas en el mundo, apreciada por su durabilidad, ligereza, resistencia química y capacidad de adaptarse a distintos procesos industriales. Su historia refleja la transición de la textilería tradicional a la era de los polímeros sintéticos, marcando un antes y un después en la fabricación de textiles funcionales y de alto rendimiento.

Aplicación:

El nailon, por su equilibrio de propiedades mecánicas, químicas y textiles, es uno de los polímeros versátiles más extendidos en la industria moderna. Su aplicación abarca desde fibras textiles de alto rendimiento hasta componentes de ingeniería de precisión, sustituyendo en muchos casos a materiales como el metal, la seda o el algodón. A continuación, se detallan sus principales campos de aplicación, justificando su idoneidad en cada caso.

Industria textil y confección:

Este es el campo de aplicación más conocido del nailon. pues su éxito se debe a la combinación de ligereza, resistencia, elasticidad y un tacto que lo hace manejable.

Ropa deportiva y técnica: El nylon Es un material predilecto para prendas que requieren durabilidad y libertad de movimiento. Su resistencia a la abrasión lo hace ideal para ropa de escalada, ciclismo o motociclismo. Su elasticidad y capacidad de recuperación garantizan que las prendas (como leggings, maillots o trajes de baño) se ajusten al cuerpo sin deformarse. Además, su baja absorción de humedad permite un secado rápido.

Ropa Interior y Medias: Fue su primera aplicación comercial masiva. Las fibras de nailon pueden hilarse con un diámetro extremadamente fino sin perder resistencia, lo que permite crear tejidos translúcidos, elásticos y duraderos, funcionales para medias, pantis y lencería.

Equipamiento de exterior: El nailon de alta tenacidad es la base para productos como Cordura® y tejidos con técnica Rip-Stop. Se utiliza en la fabricación de mochilas, tiendas de campaña, paracaídas y chaquetas técnicas debido a su extraordinaria resistencia al desgarrar y a la abrasión, combinada con un peso muy reducido.

Uniformes y ropa de trabajo: Por su durabilidad y fácil mantenimiento (resistencia a las arrugas y a muchos productos químicos), se emplea en uniformes industriales, militares y de servicios de emergencia.

Aplicaciones industriales y de ingeniería:

Como plástico de ingeniería, las poliamidas (PA6, PA6.6) se utilizan en forma sólida para fabricar piezas que requieren una alta resistencia mecánica y bajo desgaste.

Componentes mecánicos: Su bajo coeficiente de fricción y su resistencia al desgaste lo convierten en un material ideal para fabricar engranajes, cojinetes, rodamientos y casquillos que no requieren lubricación externa. Además, su capacidad para amortiguar vibraciones y reducir el ruido es superior a la de sus homólogos metálicos.

Industria automotriz: Se utiliza para aligerar el peso de los vehículos y mejorar la eficiencia del combustible. Se fabrican con nailon piezas como tapas de motor, colectores de admisión de aire, tanques de combustible, carcasas de ventiladores y conectores por su resistencia a altas temperaturas, aceites y productos químicos.

Componentes eléctricos y electrónicos: El nailon es un excelente aislante eléctrico. Por ello, se usa para fabricar carcasas de conectores, abrazaderas para cables (bridas), interruptores y bobinas, donde se requiere resistencia mecánica y seguridad eléctrica.

Equipamiento militar y táctico:

La robustez del nailon es fundamental en este sector. Prácticamente todo el equipamiento textil moderno de un soldado o agente de policía contiene nailon.

“Chalecos portaplacas” y mochilas tácticas: Fabricados a menudo con tejidos Cordura® a base de nailon 1000D para maximizar la resistencia a la abrasión en entornos hostiles.

CHALECO PORTAPLACAS. [Plate carrier vest]: Indumentaria táctica diseñada para llevar placas balísticas rígidas o flexibles que protegen el torso, usualmente equipada con sistema MOLLE para la sujeción modular de accesorios y posibilitar la personalización según requerimientos operativos.

Correas y cinchas (Webbing): El sistema de anclaje “MOLLE” (Modular Lightweight Load-carrying Equipment) se basa en cintas de nailon de alta resistencia a la tracción, que permiten acoplar y desacoplar bolsillos y accesorios de forma segura.

MOLLE. [Modular Lightweight Load-carrying Equipment]: Sistema modular y liviano para la unión de elementos, basado en una red de cintas de nylon cosidas, que permiten la fijación adaptable de accesorios según las necesidades del usuario.

Cuerdas y paracord: El “Paracord” 550, estándar en el ámbito militar, está hecho de nailon y es valorado por su increíble relación resistencia-peso. Se usa como cuerda de suspensión en paracaídas y como cuerda utilitaria multiusos.

PARACORD. [Paracord]: Cordoné ligero, resistente y versátil, originalmente usado en paracaídas, conformado por una unión de fibras sintéticas, destinado a múltiples aplicaciones tácticas y de supervivencia debido a su alta resistencia y capacidad para descomponerse en hilos individuales.

Siendo así, las principales propiedades del nylon, a nivel físico, químico y textil se listan ahora.

Propiedades físicas:

- **Densidad:** 1,14 g/cm³ (ligero y resistente).
- **Resistencia a la tracción:** 75–90 MPa para fibras normales; puede superar 100 MPa en fibras de alto rendimiento.
Alargamiento a la rotura: 15–25% en seco, hasta 30–40% en húmedo.
- **Módulo de elasticidad:** 2–3 GPa.
- **Punto de fusión:** 215–265 °C según tipo de poliamida.
- **Absorción de humedad:** 2–9% (PA6 absorbe más que PA6.6, afecta la elasticidad).
- **Tenacidad:** alta, comparable a fibras naturales como el lino y el algodón reforzado.
- **Durabilidad:** resistente al desgaste, abrasión y fricción.
- **Ligereza:** permite fabricar prendas técnicas, resistentes y cómodas.

Propiedades químicas:

- **Composición principal:** polímeros de poliamida ($-\text{NH}-(\text{CH}_2)_x-\text{CO}-(\text{CH}_2)_y-\text{NH}-$).
- **Resistencia a álcalis:** buena, tolera jabones y detergentes suaves.
- **Sensibilidad a ácidos:** degradación con ácidos fuertes concentrados.
- **Solventes orgánicos:** estable frente a la mayoría, excepto algunos como fenoles y ácidos fuertes.
- **Inflamabilidad:** LOI \approx 18–21% (inflamable, pero se puede tratar con retardantes de llama).
- **Resistencia biológica:** no biodegradable; sensible a luz UV y ciertos microbios con exposición prolongada.

Propiedades textiles:

- **Elasticidad:** buena recuperación, evita arrugas permanentes.
- **Ligereza y tacto:** suave y flexible, adecuado para prendas ajustadas y ropa deportiva
- **Durabilidad:** alta resistencia a abrasión y desgaste.
- **Absorción de humedad:** limitada pero suficiente para comodidad; la humedad afecta ligeramente elasticidad y tacto.
- **Transpirabilidad:** depende del tejido; en mallas y tejidos técnicos permite ventilación.
- **Resistencia al sol y al lavado:** moderada; algunas variantes requieren protección UV o tratamientos especiales.

Concreción en la disciplina:

Al igual que ocurre con los materiales sintéticos mencionados anteriormente, el nylon puede ser una excelente elección para confeccionar accesorios que componen la indumentaria de un esgrimista laserino.

En paralelo al cuero natural, el nailon ofrece una mayor resistencia al desgaste, sin embargo, al requerir de un proceso industrial para su fabricación, lo que lo hace menos accesible en términos de fabricación propia.

Será pues, mera preferencia personal del usuario laserino la elección de este material frente a otros para la elección de accesorios con los que completar la indumentaria propia de esta disciplina.

Poliéster

“El poliéster, conocido químicamente como polietileno tereftalato (PET) en su forma más común para fibras textiles, es un polímero sintético derivado del ácido tereftálico y el etilenglicol. Es una fibra termoplástica, resistente, ligera y versátil, ampliamente utilizada en la industria textil, embalaje, fibras técnicas y productos de consumo.”

Historia:

La historia del poliéster comienza en la década de 1930, durante la intensa investigación sobre fibras sintéticas que buscaban alternativas al algodón, la lana y el lino. En 1935, los químicos británicos John Rex Whinfield y James Tennant Dickson lograron sintetizar el polietileno tereftalato (PET), que más tarde se convertiría en la base de la fibra de poliéster. Inicialmente, su producción fue experimental, limitada a laboratorio y pequeñas muestras textiles.

Durante la Segunda Guerra Mundial, el desarrollo de fibras sintéticas cobró un impulso significativo debido a la necesidad de materiales duraderos y fáciles de producir, resistentes a la humedad y al desgaste, para uniformes y equipamiento militar. Tras la guerra, estas fibras comenzaron a llegar al mercado civil. En 1951, la empresa DuPont lanzó comercialmente la fibra de poliéster bajo la marca Dacron en Estados Unidos, mientras que en Europa se introducían versiones similares con nombres como Terylene en Reino Unido. Estas fibras se destacaban por su resistencia, durabilidad, facilidad de cuidado y bajo coste, características que revolucionaron la industria textil.

Durante los años 50 y 60, el poliéster se convirtió en un material de moda de masas, utilizado en prendas de vestir cotidianas, camisas, vestidos y trajes, así como en textiles para el hogar como cortinas, manteles y alfombras. Su capacidad para mezclarse con fibras naturales, especialmente algodón, permitió crear tejidos que combinaban comodidad, suavidad y resistencia al encogimiento, además de facilitar el cuidado doméstico (planchado mínimo y secado rápido).

En las décadas siguientes, el poliéster experimentó innovaciones tecnológicas importantes. Surgieron las microfibras, que ofrecen tejidos ultraligeros, suaves y de gran rendimiento, y los poliésteres de alta tenacidad, utilizados en aplicaciones técnicas como cintas de seguridad, redes, correas y componentes industriales. La fibra también se adaptó a los deportes y la ropa técnica, gracias a su capacidad de evacuación de humedad, durabilidad y resistencia a la abrasión.

A partir de los años 80 y 90, la conciencia ecológica y la sostenibilidad comenzaron a influir en la producción de poliéster. Se desarrollaron métodos de reciclaje mecánico y químico del PET, convirtiéndolo en un material clave en la moda sostenible y la industria textil responsable. Hoy, el poliéster sigue siendo la fibra sintética más producida del mundo, con aplicaciones que van desde ropa deportiva, moda y hogar, hasta textiles técnicos e industriales, consolidándose como un material versátil, resistente, económico y adaptable a múltiples necesidades.

Aplicación:

La aplicación del poliéster en todo tipo de productos textiles lleva con nosotros casi 100 años. Esto es debido a sus numerosas características, las cuales, lo hacen un candidato idóneo en la fabricación de todo aquello relacionado con el mundo de las telas. A continuación se enumeran sus principales propiedades físicas, químicas y textiles.

Propiedades físicas:

- **Tenacidad (resistencia a la tracción):** 250–600 MPa.
- **Elongación:** 15–30 %.
- **Módulo de elasticidad:** 2,5–4 GPa.
- **Densidad:** 1,38 g/cm³.
- **Absorción de humedad:** 0,4–0,8 % (muy baja, lo que lo hace de secado rápido).
- **Conductividad térmica:** 0,04 W/m·K (baja, buen aislante).
- **Resistencia a la abrasión:** Alta.
- **Inflamabilidad:** LOI \approx 21–23 % (moderadamente inflamable).

Propiedades químicas:

- **Composición:** Poliéster sintético (PET), principalmente carbono, oxígeno e hidrógeno.
- **pH:** neutro.
- **Estabilidad química:** Resistente a ácidos débiles y álcalis, sensible a álcalis fuertes a alta temperatura.
- **Solventes orgánicos:** Resistente a la mayoría, excepto cetonas fuertes y cloruros.
- **Biodegradabilidad:** Muy baja de forma natural; puede reciclarse mecánica o químicamente.
- **Autoextinguible:** Sí, no se funde fácilmente y forma ceniza quebradiza.

Propiedades textiles:

- **Tacto:** suave o ligeramente rígido según el hilado y tratamiento.
- **Elasticidad:** buena recuperación de forma, pero menor que el nailon.
- **Higroscopicidad:** baja, no absorbe humedad.
- **Transpirabilidad:** moderada, puede combinarse con fibras naturales para mejorarla.
- **Resistencia UV:** media, puede degradarse con exposición prolongada.
- **Bajo pilling:** variable según el tipo de tejido y acabado.
- **Facilidad de teñido:** excelente afinidad por tintes dispersos.
- **Estabilidad dimensional:** muy buena; no encoge ni se deforma fácilmente.

Concreción en la disciplina:

Como alternativa accesible al resto de materiales sintéticos, el poliéster puede suponer una opción asequible y sensata para la mayoría de elementos de indumentaria de un tirador laserino.

Cualquier mochila, por ejemplo, salvo que se busque algo más especializado, está hecha de poliéster. Con un precio bajo, un recipiente de poliéster donde guardar la máscara y los guantes, entre otros bienes, puede ser una alternativa más que válida para cualquier miembro de la Academia de Esgrima Láser.

PRODUCTOS

Cordura:

“Cordura es una marca registrada de fibra de nylon de alta tenacidad, desarrollada por la empresa Invista (anteriormente DuPont) en 1929 y comercializada a partir de la década de 1960 como un material textil extremadamente resistente al desgaste, a la abrasión y a los desgarros. Está compuesta principalmente por poliamida (nylon 6.6).”

Historia:

La historia de Cordura comienza en 1929, cuando la empresa DuPont buscaba desarrollar fibras de nylon de alta tenacidad para aplicaciones técnicas, como cinturones de seguridad, neumáticos reforzados y cuerdas industriales. El objetivo era crear un material más resistente y duradero que el nylon convencional, capaz de soportar esfuerzos extremos sin romperse ni desgastarse con facilidad.

Durante las décadas de 1950 y 1960, Cordura se consolidó como un tejido de referencia en aplicaciones militares e industriales. El material se adoptó ampliamente para uniformes, mochilas, bolsas de equipo y protecciones en entornos donde la durabilidad y resistencia eran críticas. Su capacidad de mantener la integridad del tejido bajo abrasión intensa, tensión mecánica y uso prolongado lo hizo indispensable para el ejército y sectores de seguridad y rescate.

En la década de 1970, Cordura comenzó a expandirse hacia el mercado civil, sobre todo en ropa de trabajo y equipos de aventura al aire libre. Las marcas de montaña y trekking descubrieron su valor en mochilas, calzado, lonas y ropa técnica, debido a su combinación de ligereza, resistencia y facilidad de mantenimiento. A partir de ese momento, la fibra se mejoró con recubrimientos resistentes al agua (DWR) y tratamientos anti-UV, aumentando su versatilidad frente a condiciones climáticas extremas.

Durante los años 80 y 90, Cordura se popularizó en equipamiento de aventura y deportes extremos, así como en moda urbana y accesorios duraderos. Su resistencia a la abrasión y al desgarro lo convirtió en un estándar para mochilas escolares y maletas de viaje, mientras que su durabilidad lo hacía ideal para prendas de trabajo y ropa táctica.

En la actualidad, Cordura se mantiene como un material de referencia en textiles de alto rendimiento, con aplicaciones que abarcan desde la industria militar y policial, hasta moda urbana, ropa de montaña y calzado técnico. Las fibras Cordura combinadas con recubrimientos y laminados modernos permiten producir tejidos resistentes al agua, al sol y al desgaste, ofreciendo al mismo tiempo comodidad y ligereza. La innovación continúa, con versiones sostenibles recicladas que refuerzan su valor frente a materiales sintéticos tradicionales y contribuyen a la reducción del impacto ambiental.

Aplicación:

Su uso se fue haciendo cada vez más popular a lo largo del siglo XX, siendo uno de los principales recursos de confección propios de los bienes utilizados para aquellas prendas de vestir que han de presentar una gran resistencia a la abrasión y al desgaste.

Por exponer de una forma sencilla cuán resistente es este producto, el nylon de Cordura es diez veces más duradero que el algodón, tres más que el poliéster y dos veces más duradero que el nylon común.

La resistencia de los diversos tipos de nylon de Cordura es medida en Denier (D). Esta unidad de medida se refiere al grosor de cada fibra trenzada que genera el material textil, yendo desde los 100D, hasta los 1050D, siendo este último el tipo de tela de nylon de Cordura que presenta una mayor resistencia ante cualquier adversidad de las mencionadas al inicio.

Seguidamente, expondremos sus principales propiedades físicas, químicas y textiles.

Propiedades físicas:

- **Composición principal:** Nylon de alta tenacidad (poliamida 6.6).
- **Densidad:** 1.14 g/cm³.
- **Tenacidad a la tracción:** 800–1000 MPa (varía según tipo de Cordura).
- **Elongación a rotura:** 20–30%.
- **Módulo de elasticidad:** 20–30 GPa.
- **Resistencia a la abrasión:** Extremadamente alta (más de 100.000 ciclos Martindale en algunos tejidos).
- **Resistencia al desgarro:** Alta.
- **Ligereza:** Peso medio de 200–1000 g/m² según grosor y tratamiento.

Propiedades químicas:

- **Resistencia a álcalis y detergentes:** Alta.
- **Sensibilidad a ácidos fuertes:** Degradación parcial en ácidos concentrados.
- **Resistencia a disolventes orgánicos:** Buena, compatible con limpieza en seco.
- **Resistencia biológica:** Moderada, puede ser afectada por hongos y moho en condiciones prolongadas de humedad.
- **Inflamabilidad:** Moderada; la fibra puede fundirse con llama directa si no se trata con retardantes.
- **Biodegradabilidad:** Parcial; no es completamente biodegradable, pero reciclable químicamente.

Propiedades textiles:

- **Textura:** Suave pero resistente, con tacto ligeramente rígido
- **Durabilidad:** Muy alta; mantiene integridad en uso prolongado y condiciones extremas
- **Resistencia a la luz solar:** Buena, con tratamientos UV opcionales
- **Impermeabilidad:** Depende del recubrimiento; puede combinarse con laminados o DWR para repeler agua
- **Flexibilidad:** Adecuada para confección de ropa, mochilas y equipamiento técnico
- **Bajo pilling:** Mantiene apariencia estable, resistente al desgaste de uso continuo

Concreción en la disciplina:

Podríamos entender, a priori, que el material de Cordura supone una evolución del poliéster y otros textiles de índole similar.

Pensado para situaciones extremas, todo aquel accesorio confeccionado con este material asegura al usuario una resistencia al desgaste por uso casi infinita, siendo, posiblemente, la mejor opción de material de confección de todos los accesorios posibles que un usuario laserino, o cualquier otro, pueda utilizar en cualquier momento de su actividad, como mochilas, bolsillos de fácil acceso o ceñidores, entre otros.

Cremalleras YKK:

“La cremallera YKK es un sistema de cierre de origen mecánico formado por dos tiras de tela con dientes que se entrelazan mediante un cursor o deslizador. Su diseño permite unir o separar dos piezas de tejido de manera rápida y segura. YKK, siglas de Yoshida Kogyo Kabushikikaisha, es la empresa japonesa que ha desarrollado y estandarizado estas cremalleras, garantizando uniformidad, durabilidad y fiabilidad en la industria textil y de confección a nivel mundial.”

Historia:

La historia de las cremalleras YKK comienza en 1934, cuando Toshio Yoshida, un emprendedor japonés, fundó la empresa Yoshida Kogyo Kabushikikaisha (YKK) con el objetivo de producir cierres de alta calidad, confiables y uniformes. Antes de YKK, las cremalleras eran notoriamente poco fiables: los dientes se desalineaban fácilmente, los deslizadores se atascaban y los cierres metálicos sufrían corrosión. Yoshida se propuso cambiar esta realidad mediante la automatización del proceso de fabricación, controlando cada etapa para asegurar precisión y durabilidad.

Durante los primeros años, la empresa se centró en mejorar el diseño de los dientes y del deslizador, asegurando que encajaran perfectamente y resistieran el desgaste del uso diario. Esta atención al detalle permitió que las cremalleras YKK se destacaran frente a la competencia y se convirtieran en sinónimo de fiabilidad.

En las décadas de 1950 y 1960, YKK inició su expansión internacional. Se abrieron fábricas en Estados Unidos, Europa y Asia, lo que permitió que los cierres YKK se convirtieran en un estándar mundial. La empresa no solo fabricaba cremalleras metálicas, sino que también empezó a desarrollar modelos de nylon y plástico, ampliando así las aplicaciones a sectores industriales, ropa técnica, mochilas y calzado deportivo.

Con el tiempo, YKK innovó introduciendo cremalleras especiales: modelos impermeables para ropa de montaña, cierres autoblocantes para equipos de seguridad y cremalleras resistentes al fuego o a altas temperaturas para aplicaciones industriales y militares. Esta versatilidad consolidó la marca como líder indiscutible en la industria del cierre, y sus productos fueron adoptados tanto en la moda de lujo como en sectores altamente técnicos.

Hoy en día, YKK sigue manteniendo su reputación como el principal fabricante mundial de cremalleras, combinando tradición, innovación y control de calidad. Su lema “Cycle of Goodness” refleja la filosofía de ofrecer productos confiables que aporten valor a los clientes y la sociedad, manteniendo a YKK a la vanguardia del diseño y la tecnología en cierres mecánicos.

Aplicación:

Entendamos este elemento como un componente crucial en cualquier prenda que funcione con un sistema de cremallera. Para justificar aún más su consideración, exploremos sus propiedades físicas, químicas y técnicas en el ámbito textil.

Propiedades físicas:

- **Resistencia a tracción:** Dependiendo del tamaño y material, puede soportar fuerzas de 50 a 250 N.
- **Durabilidad:** Hasta 20.000 ciclos de apertura y cierre en modelos estándar.
- **Ligereza:** Cremalleras de nylon pueden pesar menos de 10 g por 10 cm, según tipo.
- **Flexibilidad:** Adecuadas para adaptarse a tejidos curvos y ajustados.
- **Resistencia térmica:** Cremalleras metálicas soportan hasta 300°C, las de nylon hasta 80–120°C.

Propiedades químicas:

- **Materiales principales:** Metales (latón, acero inoxidable, aluminio), polímeros (nylon, poliéster, acetal).
- **Estabilidad química:** Resistentes a la mayoría de detergentes y productos de limpieza.
- **Resistencia a la corrosión:** Las versiones metálicas inoxidables y recubiertas ofrecen alta protección frente a oxidación.
- **Biodegradabilidad:** Cremalleras metálicas no biodegradables; nylon y polímeros parcialmente biodegradables según composición y tratamiento.

Propiedades técnico-textiles:

- **Compatibilidad:** Puede coserse en una amplia variedad de tejidos, desde algodón hasta cordura o tejidos técnicos.
- **Funcionalidad:** Permite cierres rápidos, seguros y precisos.
- **Impermeabilidad:** Modelos especiales incluyen laminados impermeables.
- **Versatilidad:** Se utilizan en ropa, mochilas, calzado, equipamiento técnico, maletas, artículos de seguridad y deportivos.
- **Estética:** Disponible en distintos colores, acabados metálicos y tamaños de dientes para aplicaciones de moda o técnica.

Concreción en la disciplina:

Como podemos ver, el uso de cremalleras metálicas, en concreto las de la marca YKK, suponen un índice inequívoco de calidad en la prenda que las porte.

Si bien cualquier otro tipo de cremallera puede funcionar, más si cabe para un ejercicio doméstico, la calidad en la confección de prendas técnicas de diversa índole debería ser notable.

Sin duda, estas cremalleras aportan seguridad en la integridad del sistema de cremallera que gestionan, evitando en mayor probabilidad que en otras cremalleras, que la prenda que sea compuesta por estas asegure su integridad y funcionalidad por el mayor tiempo posible.

Material RipStop:

“RIPSTOP es un tipo de tejido reforzado diseñado para resistir desgarros y roturas, caracterizado por una estructura de hilos reforzados en forma de cuadrícula. Su nombre proviene del inglés “*rip*” (desgarro) y “*stop*” (detener), indicando su capacidad para impedir que un desgarró se propague.”

Historia:

La historia del RIPSTOP comienza durante la Segunda Guerra Mundial, cuando los ejércitos necesitaban materiales textiles que fueran ligeros, resistentes y capaces de soportar condiciones extremas. En este contexto, el desgarró de uniformes, paracaídas y equipos de campaña era un problema frecuente que podía poner en riesgo misiones y vidas. Para solucionarlo, los fabricantes desarrollaron un tejido reforzado con una cuadrícula de hilos más gruesos, capaz de detener el avance de cualquier desgarró, de ahí el nombre *rip-stop* (“detener el desgarró”). Originalmente, se utilizaban fibras como nylon y seda, combinadas con técnicas de entrelazado que aumentaban la resistencia sin añadir un peso significativo.

Tras la guerra, el RIPSTOP encontró rápidamente aplicaciones civiles. En la industria del montañismo y actividades al aire libre, se convirtió en el material ideal para tiendas de campaña, mochilas, chaquetas impermeables y equipo técnico, gracias a su ligereza, durabilidad y resistencia a desgarros. Durante las décadas de 1950 y 1960, los avances en fibras sintéticas permitieron la incorporación de poliéster de alta tenacidad, aumentando aún más la resistencia mecánica del tejido y mejorando su durabilidad frente a la exposición solar y la humedad.

En la industria militar moderna, el RIPSTOP se adoptó para uniformes, chalecos y equipo táctico, convirtiéndose en un estándar por su resistencia, versatilidad y facilidad de mantenimiento. Su patrón de cuadrícula también permitió innovaciones estéticas y funcionales, como la integración de camuflaje y tejidos multicapa sin comprometer la resistencia del material.

Durante las últimas décadas del siglo XX, el RIPSTOP evolucionó con procesos de recubrimiento y laminado, incluyendo tratamientos impermeabilizantes y retardantes al fuego, lo que amplió su uso a equipamiento profesional, ropa de protección y productos de aventura extrema. Hoy en día, es un material clave no solo en el ámbito militar y deportivo, sino también en la industria textil técnica, mochilería y accesorios urbanos, combinando resistencia, ligereza y funcionalidad, manteniendo el principio original de impedir la propagación de desgarros.

Aplicación:

Tratándose de otro material sumamente interesante para la práctica de esta disciplina o cualquier otro tipo de actividad, más si cabe cuando el material está sujeto a la posibilidad de cortes o abrasiones, pues su resistencia le otorga la posibilidad de detener la evolución de los desperfectos.

Siendo así, pasemos a enumerar su propiedades físicas, químicas y textiles.

Propiedades físicas:

- **Densidad:** 0,9–1,2 g/cm³ (dependiendo del hilo y grosor)
- **Resistencia a la tracción:** 400–900 MPa según la fibra base y grosor del hilo
- **Elongación:** 10–25% (nylon) / 5–15% (poliéster)
- **Rigidez:** moderada, suficiente para mantener la forma sin comprometer la flexibilidad
- **Ligereza:** material extremadamente ligero, ideal para ropa técnica y equipamiento portátil
- **Resistencia al desgarro:** muy alta, gracias a la cuadrícula de hilos reforzados

Propiedades químicas:

- **Composición:** 100% poliéster, 100% nylon o combinaciones híbridas
- **pH natural:** neutro (6–7)
- **Resistencia a álcalis:** buena, soporta detergentes y lavados industriales
- **Sensibilidad a ácidos fuertes:** moderada, puede degradarse con exposición prolongada
- **Resistencia a disolventes:** buena frente a la mayoría de disolventes orgánicos
- **Biodegradabilidad:** limitada; los hilos sintéticos pueden tardar décadas en degradarse
- **Inflamabilidad:** inflamable pero con posibilidad de tratamiento ignífugo

Propiedades técnico-textiles:

- **Textura:** lisa, con refuerzos visibles en cuadrícula
- **Durabilidad:** excelente, resiste abrasión, cortes y desgarros
- **Ligereza y compresibilidad:** fácil de doblar y transportar
- **Transpirabilidad:** moderada; permite algo de circulación de aire
- **Resistencia UV:** buena, especialmente en versiones tratadas con protección solar
- **Versatilidad:** apto para ropa, mochilas, toldos, lonas, paracaídas y accesorios tácticos

Concreción en la disciplina:

El material RIPSTOP se trata, como vemos, de un elemento de increíble utilidad en aquellas prendas que son sometidas constantemente al desgarro.

Gracias al sistema en cuadrículas que lo forma, el usuario de una prenda confeccionada con este material puede quedar confiado en que su kirtill, gar, o cualquier otro accesorio creado con este sistema mantendrá su estructura e integridad incluso en los contextos más hostiles.

Gore-Tex:

“GORE-TEX” es un material textil impermeable, transpirable y cortaviento, desarrollado por W. L. Gore & Associates en 1969. Su componente principal es politetrafluoroetileno expandido (ePTFE), una forma porosa de PTFE que permite el paso del vapor de agua pero impide la entrada de líquidos, ofreciendo así protección frente a la lluvia y la nieve sin sacrificar la transpirabilidad.”

Historia:

El GORE-TEX tiene su origen en 1969, cuando Bob Gore, ingeniero de W. L. Gore & Associates, desarrolló un método para expandir el politetrafluoroetileno (PTFE), creando una membrana microporosa capaz de bloquear el paso del agua líquida mientras permitía la transpiración del vapor de agua. Esta innovación surgió de décadas de experimentación con el PTFE, descubierto por Roy Plunkett en 1938, que inicialmente se utilizaba en aplicaciones industriales y químicas gracias a su resistencia química y térmica.

En sus primeros años, GORE-TEX se empleó principalmente en entornos industriales y médicos, por ejemplo, en filtros para gases y líquidos, y en aplicaciones quirúrgicas. Sin embargo, pronto se descubrió su potencial para la ropa técnica. Durante la década de 1970, fue adoptado por alpinistas y expediciones de montaña, quienes necesitaban ropa que combinara impermeabilidad con transpirabilidad en condiciones extremas. Su primer gran éxito fue en las chaquetas para montañismo, que permitían mantener el cuerpo seco sin perder confort térmico.

En los años 80, la expansión del GORE-TEX se aceleró: la industria militar adoptó el material para uniformes, chaquetas impermeables y equipo de protección, aprovechando sus propiedades de resistencia al agua, al viento y a la abrasión. Al mismo tiempo, la ropa deportiva y de outdoor comenzó a integrarlo en calzado, guantes y ropa de esquí, posicionándolo como el estándar de calidad en prendas técnicas de alto rendimiento.

A lo largo de las décadas, la tecnología GORE-TEX evolucionó considerablemente. Se desarrollaron laminados multicapa, que combinaban la membrana de ePTFE con tejidos externos de nylon o poliéster, aumentando la durabilidad y la resistencia a la abrasión sin perder transpirabilidad. También se incorporaron tratamientos DWR (Durable Water Repellent), que repelen la lluvia y la nieve, mejorando el rendimiento de la prenda durante más tiempo.

En la actualidad, GORE-TEX sigue siendo un referente global en textiles de alto rendimiento, con aplicaciones que van desde ropa outdoor, ropa de trabajo y uniformes militares, hasta equipamiento médico especializado. La empresa ha continuado innovando con membranas más ligeras, flexibles y sostenibles, y con soluciones que integran confort térmico, protección UV y resistencia al desgaste. El GORE-TEX no solo revolucionó la ropa impermeable, sino que definió los estándares de lo que se espera de una prenda técnica moderna, combinando impermeabilidad, transpirabilidad, durabilidad y confort en un solo material.

Aplicación:

El listado de propiedades físicas, químicas y textiles que hacen del Gore-Tex una apuesta segura se enumera a continuación.

Propiedades físicas:

- **Impermeabilidad:** membrana microporosa que bloquea el paso del agua líquida.
- **Transpirabilidad:** permite el paso del vapor de agua, evitando acumulación de sudor.
- **Ligereza:** la membrana ePTFE es extremadamente ligera (densidad $\approx 0,95 \text{ g/cm}^3$).
- **Flexibilidad:** puede estirarse sin romperse, adaptable a prendas y calzado.
- **Resistencia mecánica:** soporta desgarros y abrasión moderada dependiendo del tejido base.

Propiedades químicas:

- **Composición:** politetrafluoroetileno expandido (ePTFE).
- **Resistencia a químicos:** altamente resistente a ácidos, álcalis y solventes orgánicos.
- **Estabilidad térmica:** soporta temperaturas de $-60 \text{ }^\circ\text{C}$ a $+260 \text{ }^\circ\text{C}$ sin degradarse.
- **Inercia química:** no reacciona con agua, aceites ni la mayoría de químicos domésticos e industriales.
- **Biodegradabilidad:** no biodegradable, pero altamente reciclable en procesos especializados.

Propiedades textiles:

- **Laminación:** combinable con tejidos de nylon o poliéster para mayor durabilidad.
- **Confort:** mantiene transpirabilidad y protección contra viento y agua.
- **Versatilidad:** usado en chaquetas, calzado, guantes, equipo militar y deportivo.
- **Durabilidad:** resistente a la abrasión y a la exposición prolongada a la intemperie.
- **Mantenimiento:** requiere tratamiento DWR periódico para mantener la repelencia al agua.

Concreción en la disciplina:

Especialmente para calzado o indumentaria de abrigo, cualquier esgrimista laserino que se exponga a una actividad prolongada en el tiempo que active la sudoración de este por el esfuerzo físico sostenido.

Todo lo anterior hace del Gore-Tex un material de confección imprescindible a la hora de generar las prendas mencionadas, siendo casi obligatorio contemplarlo como opción prioritaria en cada una de las adquisiciones que un usuario laserino realice a lo largo de su actividad.

Paracord

“Paracord (*parachute cord*) es una cuerda ligera, flexible y extremadamente resistente, fabricada principalmente con filamentos de nylon trenzado. Originalmente desarrollada para su uso en las líneas de suspensión de paracaídas militares durante la Segunda Guerra Mundial, su estructura interna de múltiples hebras permite soportar cargas pesadas y al mismo tiempo conservar ligereza y elasticidad. Hoy en día, el paracord se emplea en entornos militares, actividades al aire libre, supervivencia, bricolaje y accesorios de uso diario (EDC).”

Historia:

El Paracord (*parachute cord*) fue desarrollado durante la Segunda Guerra Mundial como parte del esfuerzo aliado por mejorar la seguridad y eficacia de los paracaídas militares. Su diseño innovador, con una funda trenzada exterior y múltiples hebras internas de nylon, proporcionaba una combinación excepcional de resistencia, flexibilidad y ligereza, cualidades fundamentales para soportar el peso de los paracaidistas y la carga de los equipos transportados desde el aire. Cada cuerda estaba diseñada para soportar más de 220 kg de tensión, asegurando la integridad de los paracaídas y la seguridad del personal militar.

Tras el conflicto, los soldados descubrieron rápidamente que el paracord tenía una utilidad mucho más allá del campo de batalla. Empezaron a emplearlo para reparar equipo, asegurar cargas, improvisar refugios o atar suministros durante sus desplazamientos. La facilidad de desensamblar las hebras internas para usos más pequeños —como línea de pesca, hilo de coser o cuerda para trampas— convirtió al paracord en un material altamente versátil.

En la década de 1950, la producción de paracord se industrializó para uso civil, especialmente en sectores de supervivencia, outdoor y expediciones. Su fama creció con el surgimiento de actividades recreativas como el campismo, el senderismo y la escalada, donde su resistencia y ligereza lo convirtieron en un elemento imprescindible del equipo. El paracord 550 se popularizó como la variante estándar, capaz de soportar hasta 250 kg, mientras que versiones más ligeras o especializadas se desarrollaron para proyectos manuales y de bricolaje.

Durante los años 70 y 80, el paracord también comenzó a entrar en el mundo del diseño y la artesanía, usándose en la creación de pulseras, llaveros, cinturones, collares para mascotas y mangos de herramientas. Su capacidad para desenrollar y reutilizar las hebras internas lo convirtió en una herramienta esencial para entusiastas del EDC (*everyday carry*), coleccionistas y aficionados a la supervivencia.

Hoy en día, el paracord es reconocido como un material multifuncional y confiable, utilizado en aplicaciones que van desde entornos militares y tácticos hasta proyectos creativos y de emergencia. Su durabilidad, resistencia a la abrasión, flexibilidad y ligereza lo hacen ideal para un sinnúmero de usos, consolidando su reputación como un invento ingenioso que ha trascendido sus orígenes bélicos para convertirse en una herramienta universal de supervivencia y creatividad.

Aplicación:

Dadas las características del paracord, sus usos son muy variados. Esto se justifica en sus propiedades físicas, químicas y textiles.

Propiedades físicas:

- **Diámetro de la cuerda:** 3–5 mm (varía según el tipo)
- **Longitud de las hebras internas:** 50–100 mm aprox.
- **Tenacidad (tracción):** 220–250 kg (paracord 550)
- **Elasticidad:** 30–40% en seco
- **Material:** Nylon 100%
- **Peso aproximado:** 6–7 g/m (paracord 550)
- **Durabilidad:** resistente a la abrasión y al uso intensivo
- **Resistencia al agua:** absorbe mínima humedad, mantiene fuerza y flexibilidad

Propiedades químicas:

- **Composición principal:** poliamida (nylon 6 o nylon 6,6)
- **pH natural:** neutro
- **Resistencia a álcalis:** buena, soporta detergentes suaves.
- **Inercia química:** estabilidad frente a muchos solventes orgánicos
- **Biodegradabilidad:** lenta; el nylon puede tardar años en degradarse completamente en la naturaleza

Propiedades técnico-textiles:

- **Construcción:** funda trenzada exterior con múltiples hebras internas (7–9 hebras típicas)
- **Flexibilidad:** alta, permite nudos y enrollado fácil
- **Resistencia a la abrasión:** excelente, incluso en contacto con superficies rugosas
- **Transpirabilidad:** no aplicable (material no textil para vestimenta)
- **Uso en accesorios:** pulseras, llaveros, cinturones, asas y mangos de herramientas
- **Aplicación de emergencia:** las hebras internas pueden usarse como hilo de coser, línea de pesca o cordón de emergencia

Concreción en la disciplina:

Aunque una cuerda tenga una serie de usos muy específicos, es bien sabido que la creatividad y utilidad derivada de un instrumento o material depende en gran medida del usuario.

En este caso, bien sea para un uso auxiliar en una situación anómala o bien fuera para un refuerzo de algún tipo sobre uno de los accesorios portados, la cuerda de paracord ofrece la mayor resistencia posible en el formato más compacto, siendo recomendable que cada esgrimista laserino supiera cómo hacer uso de ella con algunos nudos, con el fin de poder ser resolutivo en cualquier situación en que se vea inmiscuido y donde, por circunstancia, este tipo de elemento pudiera suponer un agente de resolución ante un problema relacionado.

Velcro

“Velcro es un sistema de cierre reutilizable formado por dos componentes: una superficie con pequeños ganchos rígidos y otra con bucles suaves que se entrelazan cuando se presionan, proporcionando un cierre seguro y resistente. Su nombre proviene de la combinación de las palabras francesas “velours” (terciopelo) y “crochet” (gancho).”

Historia:

La historia del Velcro comienza en 1941, cuando el ingeniero suizo Georges de Mestral regresaba de un paseo con su perro y notó cómo las semillas de bardana se adherían al pelaje de su mascota y a su ropa. Fascinado por este mecanismo natural, decidió investigar el fenómeno bajo el microscopio, observando los pequeños ganchos que se enganchaban en los bucles de los tejidos. Esta observación le inspiró a crear un sistema de cierre artificial basado en el mismo principio de gancho y bucle.

Durante más de una década, De Mestral trabajó en el desarrollo del Velcro, enfrentándose a múltiples desafíos técnicos. Inicialmente utilizó algodón, pero pronto descubrió que esta fibra no era lo suficientemente duradera, especialmente tras repetidos ciclos de enganche y desenganche. Tras experimentar con nylon, logró fabricar un cierre que combinaba resistencia, flexibilidad y facilidad de uso. En 1955, se comenzó la producción industrial del Velcro, marcando el inicio de su expansión global.

En sus primeros años, el Velcro fue adoptado principalmente por la industria aeroespacial. En la década de 1960, la NASA utilizó el Velcro para sujetar herramientas, alimentos, instrumentos y equipos en entornos de microgravedad, donde los sistemas de cierre convencionales eran ineficaces. Esta visibilidad en aplicaciones de alta tecnología consolidó la reputación del Velcro como un sistema de cierre confiable y versátil.

Paralelamente, el Velcro encontró aplicaciones en el ámbito militar, donde se utilizaba en uniformes, botas, mochilas, equipo táctico y sistemas de sujeción en el campo de batalla. La facilidad de ajuste y la resistencia mecánica lo hicieron ideal para situaciones extremas y entornos exigentes.

A partir de la década de 1970, el Velcro se popularizó en la vida cotidiana. Los fabricantes de ropa infantil adoptaron el sistema por su seguridad y facilidad de uso, mientras que en la moda deportiva y casual se utilizó para zapatos, chaquetas y accesorios. La industria médica también lo incorporó para sujetar vendajes, órtesis y dispositivos de soporte, aprovechando su capacidad de ajuste rápido y reutilización sin comprometer la seguridad.

Con el tiempo, se desarrollaron múltiples variantes de Velcro, incluyendo versiones adhesivas, de diferentes tamaños de ganchos y bucles, resistentes a altas temperaturas o retardantes de llama, ampliando aún más sus aplicaciones. Hoy en día, el Velcro es un elemento omnipresente en ropa, calzado, equipamiento militar, médico, deportivo, bricolaje y hogar, reconocido no solo por su funcionalidad sino también por su influencia en el diseño industrial y la ergonomía moderna.

El Velcro ha pasado de ser un invento inspirado por la naturaleza a convertirse en una herramienta universal, símbolo de innovación y versatilidad, demostrando cómo una observación cotidiana puede transformarse en un producto industrial con impacto global y aplicaciones prácticamente infinitas.

Aplicación:

Existen multitud de tipos de velcro. No obstante, su función es siempre la misma: fijar, a través de este sistema, objetos que, de manera natural, no se encontrarían fijados entre sí. Profundicemos en sus propiedades físicas, químicas y textiles que hacen de este producto una elección a tener en cuenta.

Propiedades físicas:

- **Resistencia a la tracción:** hasta 20–25 MPa (depende de la densidad del nylon y el tamaño de los ganchos).
- **Elongación:** 50–70% antes de romperse, lo que proporciona cierta flexibilidad.
- **Peso ligero:** 0,5–0,8 g/cm³ según el tipo de velcro.
- **Durabilidad:** soporta hasta 10.000 ciclos de enganche/desenganche sin pérdida significativa de adherencia.
- **Resistencia a la abrasión:** alta, gracias a la composición de nylon y al diseño de ganchos.
- **Conductividad térmica:** baja ($\approx 0,15$ W/m·K), lo que no altera la temperatura de la superficie donde se aplica.

Propiedades químicas:

- **Composición principal:** nylon 6 o 6,6 (poliamidas).
- **pH natural:** neutro ($\approx 6-7$).
- **Resistencia a álcalis y ácidos diluidos:** buena.
- **Sensibilidad a altas temperaturas:** comienza a deformarse a ≈ 150 °C; funde alrededor de 250–260 °C.
- **Resistencia biológica:** estable, no es fácilmente degradable por microorganismos; biodegradable con procesos industriales específicos.
- **Inflamabilidad:** moderada, puede ser tratado con retardantes de llama (LOI $\approx 20-25\%$).

Propiedades técnico-textiles:

- **Flexibilidad y adaptabilidad:** se ajusta a superficies curvas y textiles.
- **Reutilizable:** mantiene adherencia tras miles de ciclos.
- **Compatibilidad textil:** se cose o pega en telas, cuero, goma y plásticos.
- **Resistencia mecánica:** soporta tirones moderados sin desprenderse.
- **Variedad de aplicaciones:** ropa, calzado, equipo deportivo, accesorios médicos, dispositivos de seguridad y bricolaje.
- **Fácil mantenimiento:** lavable y resistente a la humedad, aunque puede acumular polvo o pelusa.

Concreción en la disciplina:

El velcro supone un elemento sencillo, accesible y resistente que permite la adhesión de superficies sobre las que se injerten ambas caras de dicho material.

En aquellos ceñidores de corte táctico usados en la Academia de Esgrima Láser, la idea de usar un cinturón interior de velcro blando sobre el que acoplar otro exterior con velcro duro hace que sea posible acoplar varios accesorios sobre este último aprovechando el sistema molle que suele definir a estos últimos, suponiendo así, un elemento discreto y fundamental para explorar las posibilidades de uso eficiente del equipamiento que un esgrimista laserino puede utilizar durante su actividad.

— —————

BIBLIOGRAFÍA

- Alcock, B., & Busfield, J. (2017). *Polymer Processing and Structure–Property Relationships*. Oxford University Press.
- ASTM INTERNATIONAL. (2022). *ASTM D1907-20: Standard Test Method for Yarn Number by the Skein Method*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- AVICENA. (1025/1984). *Canon de Medicina* (traducción de la versión árabe clásica al español). Ed. Sanz y Torres, Madrid.
- CARDWELL, D. (2001). *Textile Materials*. Pergamon Textiles Series. Butterworth-Heinemann.
- CARDWELL, D. (2001). *Textile Materials*. Pergamon Textiles Series. Butterworth-Heinemann.
- GOOGLE. (2025). *Gemini 2.5* (versión de octubre de 2025) Búsquedas varias. <https://gemini.google.com/>
- GORE, W. L. & ASSOCIATES. (2021). *GORE-TEX® Fabrics Technical Manual*.
- MATHER, R. R., & WARDMAN, R. H. (2015). *The Chemistry of Textile Fibres* (2nd ed.). Royal Society of Chemistry.
- MIGUEL CASTRO, Marcelino Jesús (2022). *Tratado General de la Esgrima Láser. Comprensión, práctica y aplicación de sus destrezas universales y específicas. Tomo I Premisas técnicas y expresiones fundamentales de la Esgrima Láser, que usa el daito como causa instrumental ponderada y generalista*. Linares: Academia de Esgrima Láser. Número de Registro Académico: AELMM20220909001.
- MIGUEL CASTRO, Marcelino Jesús. *Tratado General de la Esgrima Láser. Comprensión, práctica y aplicación de sus destrezas universales y específicas. Tomo II - Conceptos técnicos y expresiones adicionales de la Esgrima Láser, centrados en el daito como causa instrumental*. Linares: Academia de Esgrima Láser. Número de Registro Académico: AELMM20220909001.
- OPEN AI. (2024 - 2025) *Chat Generative Pre-trained Transformer*. Búsquedas varias. <https://chat.openai.com/chat>
- PERPLEXITY AI, INC. (2025). *Perplexity* (versión de octubre de 2025) Búsquedas varias. <https://www.perplexity.ai/>
- PLINIO EL VIEJO. (s. I). *Naturalis Historia*. Libros XIX y XX. Ed. Cátedra, Madrid.
- SÁNCHEZ, M. A., & PORTERO, F. (2019). *Historia social y tecnológica de las fibras vegetales: Del lino y cáñamo al algodón moderno*. Revista de Historia Agraria, 77, 101-123.
- VELCRO COMPANIES. (2022). *Technical Data Sheets and Brand History*.