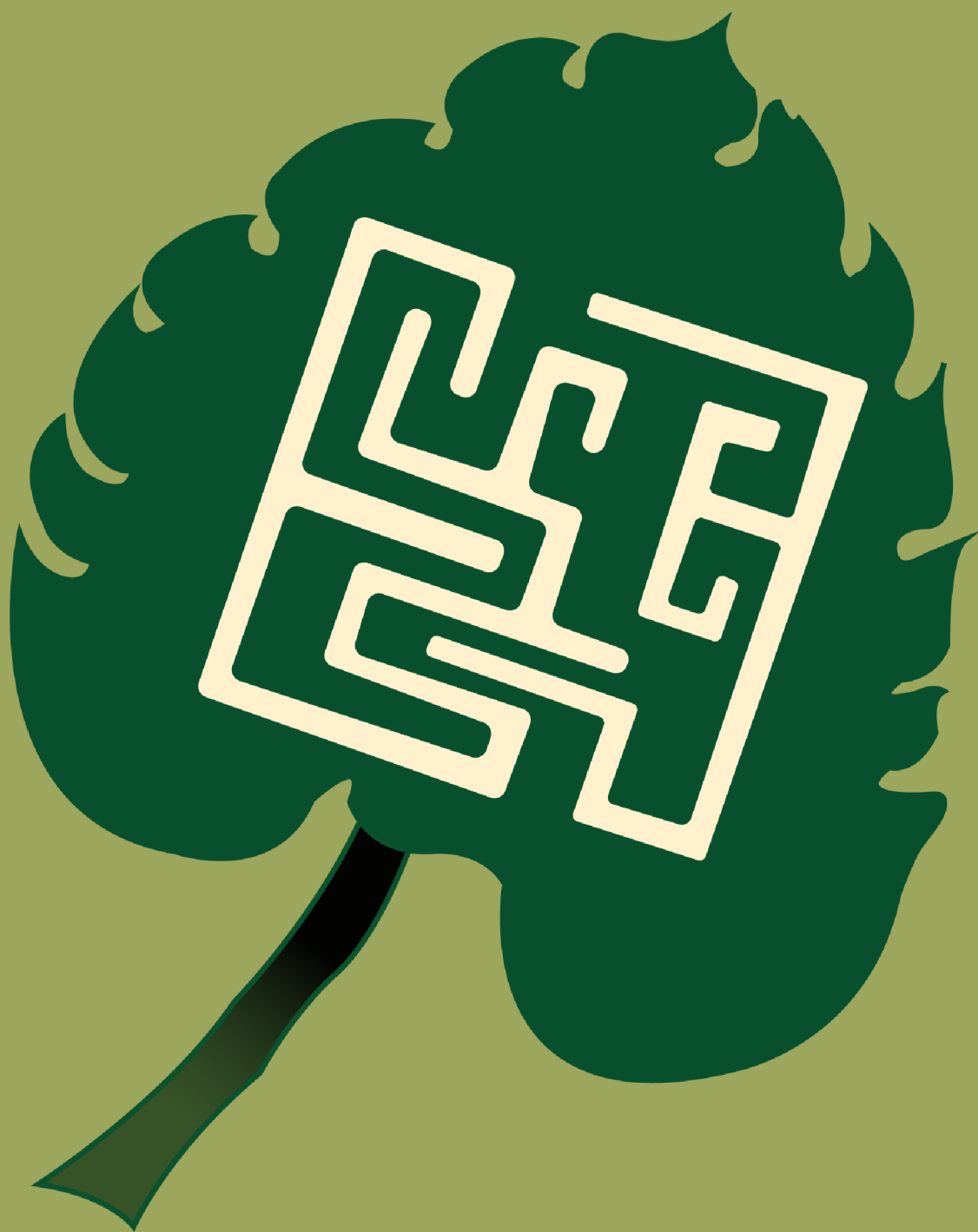


Complejidad y sostenibilidad

Estudio de casos
sobre turismo,
educación,
salud y
producción



Editor. Óscar Rafael Tinoco Gómez

Complejidad y sostenibilidad

Estudio de casos
sobre turismo,
educación,
salud y
producción

Karen Andrea Álava Chichanda
Paola Gabriela Álava Chichanda
Nancy Elizabeth Barreda de Miranda
Betsy Katherine Cambindo Quiñónez
Manuel Enrique Gonzales Aparicio
Ronald Javier Muñante Valle
Domingo Hussein Pacheco Alvaro
Edison Johny Quevedo Zambrano
Kareñth Elena Ramírez Álvarez
Jorge Luis Roca Becerra
Juan Manuel Sheput Moore
María Margoth Solórzano Vera
Óscar Rafael Tinoco Gómez
Jessica Gisell Valdivia Cuentas
Julio Douglas Vergara Trujillo

Editor. Óscar Rafael Tinoco Gómez

Complejidad y sostenibilidad

Estudio de casos sobre
turismo,
educación, salud
y producción

Autores:

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| © Karen Andrea Álava Chichanda | © Karenth Elena Ramírez Álvarez |
| © Paola Gabriela Álava Chichanda | © Jorge Luis Roca Becerra |
| © Nancy Elizabeth Barreda de Miranda | © Juan Manuel Sheput Moore |
| © Betsy Katherine Cambindo Quiñónez | © Maria Margoth Solórzano Vera |
| © Manuel Enrique Gonzales Aparicio | © Óscar Rafael Tinoco Gómez |
| © Ronald Javier Muñante Valle | © Jessica Gisell Valdivia Cuentas |
| © Domingo Hussein Pacheco Alvaro | © Julio Douglas Vergara Trujillo |
| © Edison Johny Quevedo Zambrano | |

Editado por :

© Óscar Rafael Tinoco Gómez
Calle El Abutillon 3881, Urb. Las Palmeras - Los Olivos. Lima - Perú
otinocog@unmsm.edu.pe

Diagramación de texto, maquetación y diseño:

© Carlos Alberto Vega Vidal

Hecho el depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2025-12921

Primera edición digital, Noviembre 2025

ISBN: 978-612-03-1728-0

Libro electrónico disponible en: [http:// librosctscafe.ctscafe.pe/](http://librosctscafe.ctscafe.pe/)

Contenido

Introducción	6
--------------	---

Desafíos de la educación superior en Ecuador y Perú en la era de la complejidad.	8
--	---

Challenges of higher education in Ecuador and Peru in the age of complexity	8
---	---

Juan Manuel Sheput Moore

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

María Margoth Solórzano Vera

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Betsy Katherine Cambindo Quiñónez

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Edison Johny Quevedo Zambrano

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Caso de estudio del cáñamo industrial (<i>Cannabis sativa</i> L.) en Perú en la era de la complejidad.	28
---	----

Case study of industrial hemp (<i>Cannabis sativa</i> L.) in Peru in the era of complexity.	28
--	----

Domingo Hussein Pacheco Álvaro

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Nancy Elizabeth Barreda de Miranda

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Jorge Luis Roca Becerra

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Revisión crítica de los estudios sobre el impacto del turismo en la sostenibilidad ambiental y cultural en las Isla Galápagos: un enfoque desde la teoría de la complejidad	66
---	----

Critical review of studies on the impact of tourism on environmental and cultural sustainability in the Galapagos Islands: a complexity theory approach	66
---	----

Karen Andrea Álava Chichanda

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López

Paola Gabriela Álava Chichanda

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López

Dr. Óscar Rafael Tinoco Gómez

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

El sistema de salud peruano desde el enfoque de la complejidad: interacciones, trayectorias y dinámicas emergentes _____ 81

The Peruvian health system from a complexity perspective: interactions, trajectories, and emerging dynamics _____ 81

Julio Douglas Vergara Trujillo

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Ronald Javier Muñante Valle

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Eficiencia adaptativa en sistemas complejos de alimentación de cuyes destetados intensivos 91

Adaptive efficiency in complex feeding systems for intensively weaned guinea pigs _____ 91

Manuel Enrique Gonzales Aparicio

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Karenth Elena Ramírez Álvarez

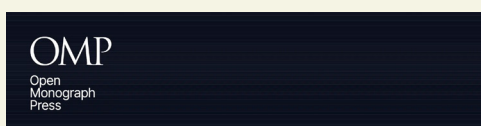
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Jessica Gisell Valdivia Cuentas

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Sobre los autores _____ 102

Este libro ha sido sometido a una rigurosa revisión por pares por expertos en el campo por medio del sistema



Agradecemos a los revisores por sus valiosos comentarios y sugerencias, que han contribuido a la calidad final de esta publicación científica

Libro para descarga disponible en <https://librosctscafe.ctscafe.pe/index.php/1>

Introducción

En los últimos treinta años se ha desarrollado un intenso debate sobre la percepción del mundo en que vivimos, se ha filosofado en un contexto cada vez más complejo y que escapa a una sola visión. Diferentes perspectivas se han sucedido. Por ejemplo, el positivismo, Ramos (2014) postula una “realidad absoluta y medible” para el post-positivismo, “la relación entre investigador y fenómeno de estudio debe ser controlada, puesto que no debe influir en la realización del estudio”. Desde entonces se han venido desarrollando paradigmas científicos en paralelo al pensamiento filosófico.

El seguimiento del proceso de evolución de los paradigmas científicos revela que estos permitieron aproximar e integrar las ciencias físicas y matemáticas con las sociales. Un punto de quiebre, en su tiempo, fue el aportado por Max Planck, en 1900, con la teoría de los cuanta. Según ella, la radiación es absorbida o emitida por un cuerpo caliente no bajo la forma de ondas, sino por medio de pequeños “paquetes” de energía, bajo forma de múltiplos enteros de una cantidad mínima básica denominada quantum. Esto es continuado por físicos notables, como N. Bohr, E. Schrodinger, W. Pauli, L. de Broglie, entre otros.

En dicho proceso se descubre que las unidades subatómicas poseen una naturaleza dual, pues dependiendo de cómo sean observadas, se presentan como partículas (materia) o como ondas (energía); esto derrumba definitivamente el principio aristotélico por el cual cualquier cosa solo puede ser ella misma (A solo puede ser A). Hegel ya había cuestionado este principio desde la perspectiva filosófica, pero ahora era presentada la comprobación empírica: A puede ser tanto A como no-A.

A principios del presente siglo se han sentado las bases del denominado “pensamiento complejo”. Teniendo como principales exponentes a Morin, desde Europa, y varios filósofos latinoamericanos (Barberousse y Platas, entre otros). Se reconoce como cimientos de este pensamiento a la teoría cibernética, las teorías de la información, teoría de sistemas, los sistemas complejos adaptativos, entre otros las fuentes principales del pensamiento complejo son: teoría de sistemas, los sistemas complejos adaptativos, dinámica no lineal, teoría cibernética, teorías de la información y comunicación, el legado piagetiano, la teoría del no equilibrio y la teoría del caos, entre otras.

El desarrollo de la ingeniería en el actual contexto debe contemplar no solamente el ingenio y la creatividad sino también la innovación, la preservación del ambiente, la sostenibilidad. Tanto en el ejercicio profesional como en el aspecto de las pesquisas se impone la multidisciplinariedad, el trabajo en equipo y el abordaje de la incertidumbre

En un mundo globalizado, con un desarrollo exponencial de las tecnologías de la comunicación, el pensamiento complejo tiene una creciente aceptación, a partir de las formulaciones de Edgar Morin, convergentes con las de Humberto Maturana (Chile) y Prigogine. Por su parte, Edgar Serna M. un ingeniero e investigador colombiano realiza un importante llamamiento en el proceso formativo de los ingenieros. Incorporación de una visión holística frente a una realidad global signada por el avance vertiginoso de las tecnologías de la comunicación y la necesidad de integrar al pensamiento complejo en la formación de los ingenieros, “como principio de innovación y de análisis”.

Finalmente, es pertinente señalar que las investigaciones contenidas en este libro son una muestra de la aplicación del pensamiento complejo a diversas situaciones, con un enfoque muy relacionado con la teoría de sistemas, tan cercano al de la ingeniería y las ciencias empresariales.

Dr. Óscar Rafael Tinoco Gómez

Docente Unidad de PosGrado FII

Octubre 2025

Caso de estudio del cáñamo industrial (*Cannabis sativa* L.) en Perú en la era de la complejidad.

Case study of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) in Peru in the era of complexity.

Domingo Hussein Pacheco Alvaro

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Nancy Elizabeth Barreda de Miranda

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Jorge Luis Roca Becerra

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

El presente artículo explica la complejidad del ciclo de producción del cáñamo que abarca desde una perspectiva histórica resaltando su utilización de hace muchos siglos, además se hace mención desde las fases de su cultivo (condiciones climáticas y agronómicas), pasando a la industrialización que conlleva la elaboración de la fibra textil para la elaboración de las prendas, teniendo en cuenta que la situación normativa legal aún no tiene un marco definido en el Perú.

En este capítulo se aborda la necesidad por contar con productos sostenibles dentro de la cual el cáñamo es una de las mejores opciones por su versatilidad para distintos tipos de usos, sin embargo, el componente que forma parte de ello (el THC) hace que se encuentren limitantes para su utilización ante una falta de regulación y acondicionamiento de las semillas para su cultivo.

El alcance de este artículo, es profundizar en las complejidades de la cadena de producción del cáñamo, desde el campo, obtención de la fibra hasta la obtención del hilo.

Palabras clave: Cáñamo/ Cannabis sativa/ Teoría de la complejidad/ Textil/ Cultivo/ Sostenibilidad.

This article explains the complexity of the hemp production cycle from a historical perspective, highlighting its centuries-old use. It also addresses the stages of its cultivation (climatic and agronomic conditions) and the industrialization that entails the production of the textile fiber for garments, taking into account that the legal framework for this production is still lacking in Peru.

This chapter addresses the need for sustainable products, with hemp being one of the best options due to its versatility for different uses. However, the component involved (THC) poses limitations to its use due to a lack of regulation and seed conditioning for cultivation.

The scope of this article is to delve into the complexities of the hemp production chain, from the field and fiber extraction to yarn production..

Keywords: Hemp/ Cannabis sativa/ Complexity theory/ Textiles/ Cultivation/ Sustainability.

Introducción

Objetivos

Justificar la Importancia del cáñamo como una alternativa sostenible en textiles y su análisis bajo la teoría de la complejidad.

Analizar las etapas del ciclo productivo del cáñamo (cultivo, transformación y elaboración de fibras) desde un enfoque de complejidad.

Los sistemas complejos

La complejidad es una forma de considerar y tomar en cuenta una serie de aspectos que se encuentran en la naturaleza, el entorno junto con la sociedad y el pensamiento obtenido, estos hacen que se presenten características que los convierten en sistemas complejos (Gonzáles, 2009).

Un sistema complejo experimenta variaciones que pueden generar situaciones que no sean predecibles y también diminutos cambios pueden provocar grandes cambios que podrían ser irregulares y no periódicos en las propiedades del sistema complejo (Gonzáles, 2009).

Historia del cáñamo

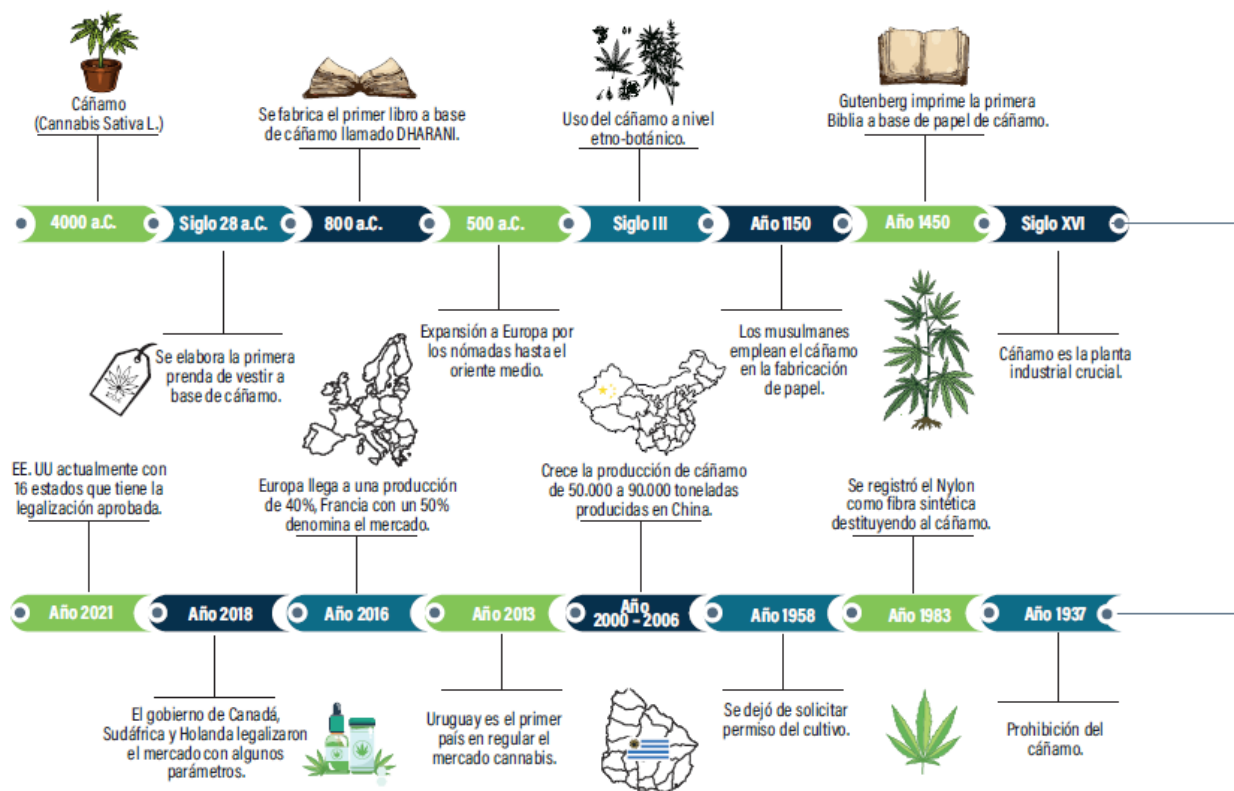
La historia del cáñamo (*Cannabis Sativa L.*) data de muchos años de antigüedad de uso y beneficios para el hombre, según Saavedra Mora et al. (2023) si orientamos a información relacionada a la primera prenda textil esta data del siglo XXVII A.C.

Según Bolaños Herrera et al. (2020), citando a Hart (2020) el primer punto dentro de la complejidad del cultivo del cáñamo es no superar la barrera de concentración de tetrahidrocannabinol (THC) que no debe superar el 0.30%.

En la figura N° 1 se puede apreciar que el uso del cáñamo ha formado parte importante para el desarrollo de la humanidad que data desde 4,000 A.C. para diversos usos como la elaboración de prendas y uso en la elaboración de hojas para libros principalmente, además se resalta su uso en la elaboración de fibras de nylon, desde el año 1937 es donde se generan restricciones en su producción, sin embargo la producción del cáñamo

a nivel mundial ha continuado en desarrollo pero considerando las restricciones por el THC.

Figura N° 1: Historia del cáñamo



Fuente: Saavedra Mora et al. (2023)

Características y condiciones ambientales del cultivo del cáñamo:

La planta en estudio es considerada una planta de tallo herbáceo con crecimiento anual, dicho tallo tiene como características principales a la rigidez por su crecimiento y desarrollo acelerado teniendo como ratio el incremento de dos centímetros por día en condiciones muy buenas y favorables (García, 2016 citado por Bolaños et al., 2020).

Tabla N° 1: Clasificación taxonómica *cannabis sativa linaceus*

Taxonomía del <i>Cannabis sativa</i> L.	
Reino	Plantae (plantas).
Subreino	Tracheobionta (plantas vasculares).
Superdivisión	Spermatophyta (plantas con semillas).
División	Magnoliophyta (plantas con flores).
Clase	Magnoliopsida (dicotiledóneas).
Subclase	Hamamelididae.
Orden	Urticales.
Familia	Cannabaceae.
Género	Cannabis.
Especie	Cannabis sativa.
Abreviatura de la autoridad taxonómica: L.	

Fuente: Adaptado de Saavedra Mora et al. (2023), basado en Alonso et al. (2021).

El cáñamo en sistemas agrícolas complejos y sostenibles

A pesar de sus ventajas, el cultivo del cáñamo enfrenta desafíos que deben ser abordados para maximizar su potencial. La falta de regulación clara en muchos países puede dificultar la inversión y el desarrollo de infraestructuras necesarias para su cultivo y procesamiento. Asimismo, es fundamental realizar investigaciones adicionales sobre las mejores prácticas agrícolas y de manejo para optimizar el rendimiento y la calidad de la cosecha. La educación y la sensibilización sobre los beneficios del cáñamo también son cruciales para fomentar su aceptación en el mercado y entre los consumidores, asegurando así un futuro próspero para este cultivo sostenible (Espinach et al., 2024).

El cultivo de cáñamo se beneficia de un enfoque de sistemas complejos, donde las interacciones entre factores ambientales, biológicos y socioeconómicos juegan un papel crucial en su crecimiento y desarrollo. Este cultivo requiere condiciones climáticas específicas, como temperaturas moderadas y una adecuada disponibilidad de agua, lo que lo hace más viable en regiones con climas templados. Sin embargo, la resiliencia del cáñamo ante variaciones climáticas, como sequías o inundaciones, resalta su adaptabilidad y potencial en sistemas agrícolas sostenibles. Además, la implementación de prácticas agrícolas integradas, que consideren la biodiversidad del suelo y el manejo eficiente de recursos, puede optimizar el rendimiento del cáñamo y contribuir a la salud del ecosistema en su conjunto (Espinach et al., 2024).

Se debe resaltar que la información sobre las condiciones de germinación y crecimiento presenta relación con las fuentes citadas, un punto a tener en cuenta es la sensibilidad del cáñamo en distintas fases de crecimiento por lo cual se recomienda realizar estudios diferenciados por etapas de desarrollo del cáñamo.

Condiciones para el cultivo del cáñamo:

Para la germinación de las semillas del cáñamo la temperatura adecuada es de 24 °C, tomando entre tres a siete días para la aparición de radículas visibles, según lo citado en Saavedra Mora et al. (2023), de acuerdo con investigaciones previas (Ceapoiu, 1958; Clarke, 1997; Fernández & Panche, 2022).

La humedad relativa óptima para el crecimiento del cáñamo oscila entre el 60% y 70% según lo citado en Saavedra Mora et al. (2023), de acuerdo con una anterior investigación (Fassio, 2013).

De acuerdo con lo mencionado por Saavedra Mora et al. (2023), Fassio (2013) ya había señalado previamente que respecto a la temperatura se ha determinado que el cáñamo crece de manera óptima en temperaturas en el día con valores entre los 17 y 25 °C y en las noches dichos valores no deberían bajar de los 17 °C.

La temperatura y la humedad son factores que influyen directamente en el desarrollo durante sus primeros días, es importante que el mantenimiento de la temperatura se mantenga en el valor de 24 °C a fin de lograr que las semillas activen sus procesos internos de desarrollo para la generación de las raíces.

Factores ambientales para el cultivo del cáñamo

El cáñamo (*Cannabis sativa* L.) es una planta herbácea anual que se caracteriza por su tallo rígido y su rápido crecimiento. Según García (2016, citado en Bolaños Herrera et al., 2020), la planta puede alcanzar una altura de hasta 5 metros, con un crecimiento de hasta 2 cm por día bajo condiciones óptimas. La calidad de la fibra y el rendimiento en flores secas dependen de factores ambientales como el fotoperiodo, la temperatura, la composición del suelo y el manejo agrícola (Petit et al., 2020, citado en Bolaños Herrera et al., 2020). Además, el cáñamo requiere fotoperiodos largos, superiores a 17 horas de luz durante sus primeras fases de crecimiento, pero esta necesidad disminuye a medida que avanza su ciclo (Ranalli, 2004, citado en Fassio et al., 2013, y citado por Bolaños Herrera et al., 2020). En Estados Unidos, la práctica común es sembrar en verano para aprovechar los días largos y estimular el crecimiento de los tallos, seguido de un crecimiento más lento en otoño que favorece la floración cuando los días tienen menos de 12 horas de luz (Wortmann, 2020; Pennsylvania State University, 2018, citados en Bolaños Herrera et al., 2020).

Factores agronómicos

Los factores agronómicos clave para obtener fibras de cáñamo de alta calidad incluyen la densidad de plantación, la fertilización nitrogenada y el momento de la cosecha, los cuales interactúan de manera compleja con las características del tallo y los procesos de extracción. Una densidad óptima de 120 plantas/m² promueve un equilibrio entre el diámetro del tallo y la facilidad de procesamiento, mientras que niveles moderados de fertilización nitrogenada entre 60 y 100 kg N/ha aseguran una alta eficiencia de descortezado sin comprometer la calidad de las fibras. Además, cosechar durante la floración completa maximiza la eficiencia energética y la limpieza de las fibras, mientras que retrasar la cosecha hasta la madurez de semillas puede mejorar la finura de las fibras, aunque a expensas de la procesabilidad y el rendimiento. Este sistema integrado, que conecta técnicas agronómicas y procesos de transformación, es esencial para optimizar la sostenibilidad y calidad del cáñamo industrial en aplicaciones textiles y técnicas (Leoni et al., 2022).

Conceptualización del agroecosistema según Morin, García y Luhmann, desde el enfoque del paradigma del pensamiento complejo.

Desde la plantación de la semilla, el cultivo y la cosecha, el cáñamo (*Cannabis Sativa* L.) es una planta sostenible con el medio ambiente, interacciona con múltiples dimensiones (naturales, sociales, culturales y políticas) dentro de su sistema agrícola específico y esencialmente es un producto de la agricultura. Aun cuando la agricultura es un proceso de producción biológica sobre un continuum de reproducción social, esta ha sido estudiada fundamentalmente bajo el paradigma analítico obteniendo resultados sin duda valiosos, pero parciales, lo cual impide comprenderla como una totalidad. Ante tal situación, se ha comenzado a abordarla desde el paradigma del pensamiento complejo, posición teórica que es considerada el fundamento de la nueva agroecología y su unidad de estudio, el agroecosistema.

La conceptualización del agroecosistema, desde el pensamiento complejo, implica comprender la agricultura como una totalidad organizada y multidimensional, más allá de enfoques sectoriales o reduccionistas. Ante tal situación se ha comenzado a abordarla desde el paradigma del pensamiento complejo, en este sentido, los aportes teóricos de Edgar Morin, Rolando García y Niklas Luhmann ofrecen visiones complementarias y críticas que enriquecen esta comprensión.

Edgar Morin propone entender el agroecosistema como un “tejido” de elementos heterogéneos—sociales, económicos y ambientales—inseparablemente interrelacionados. Considera el agroecosistema es una unidad global compleja, cuya comprensión exige superar la simplificación del paradigma científico tradicional, mediante concepciones teóricas más robustas y holísticas.

Rolando García por su parte, critica que las propuestas de Morin son insuficientes para abordar la realidad agrícola, aunque reconoce su valor filosófico. García define el agroecosistema como un recorte organizado de la realidad agrícola donde los componentes no pueden analizarse de forma aislada, sino en su interacción sistémica. Subraya que sus límites no están predefinidos, sino que son seleccionados por el investigador según los vínculos más significativos detectados. Enfatiza la importancia de comprender los procesos históricos y evolutivos del agroecosistema, y destaca la necesidad de un enfoque interdisciplinario para estudiar su complejidad.

Niklas Luhmann aporta un enfoque desde la teoría de los sistemas sociales autopoiéticos. Concibe la agricultura como un sistema de comunicación autónomo (autopoiético) que genera una cultura del manejo agrícola. Este sistema se acopla estructuralmente con los sistemas de conciencia (individuos), quienes actúan como controladores de los agroecosistemas. Luhmann introduce conceptos como *clausura operativa* y *acoplamiento estructural* para explicar cómo la información del entorno es incorporada al sistema agrícola solo si es reconocida como irritación o resonancia. La autopoiesis del sistema transforma estas señales externas en decisiones y prácticas diferenciadas dentro de los agroecosistemas.

En cuanto a la delimitación y función de estos sistemas, García propone límites flexibles definidos empíricamente, mientras que Luhmann enfatiza una diferencia más abstracta entre sistema y entorno. En relación con las escalas espaciales y temporales, García las considera cruciales y definidas por el investigador, mientras que Luhmann sugiere que el sistema de comunicación 'agricultura' es simbólicamente reproducido, sin escalas espaciales fijas y con un tiempo organizado por la memoria social del sistema.

Finalmente, estas tres posturas convergen en la idea de que la agricultura es un fenómeno complejo que no puede reducirse a lo ecológico o lo económico únicamente. El agroecosistema emerge como una herramienta conceptual clave para analizar la interacción de múltiples dimensiones (naturales, sociales, culturales y políticas) dentro de sistemas agrícolas específicos.

Selección de semillas

En la cadena productiva, el análisis de la semilla es el inicio para la determinación de la variedad genética del *Cannabis Sativa L.* a utilizar para uso textil.

Caracterización de *Cannabis Sativa L.*

En la figura N° 2 se muestra la caracterización de *Cannabis Sativa L.*

Figura N° 2: Caracterización *Cannabis sativa* L.

Fuente: Infograma de caracterización de Cannabis sativa L. Romero Betancourt et al. (2021). Facultad de ciencias agrarias, Departamento de Biología de Universidad Nacional de Colombia.

Caracterización morfológica. Los descriptores morfológicos cuantitativos y cualitativos han sido desarrollados a partir de detalladas descripciones botánicas (Chandra, Lata, & ElSohly, 2017; Reed, 1914a; Sandler, Beckerman, Whitford, & Gibson, 2019; Spitzer-rimon, 2019) y utilizados previamente para clasificar las plantas de Cannabis.

Caracterización bioquímica. A partir de las pruebas de UHPLC se cuantificó el contenido de cannabinoides del Cannabis Sativa L.

Caracterización molecular. Inicialmente la identidad de la muestra se realiza taxonómicamente y luego fueron genotipificadas, ambos procedimientos se llevaron a cabo mediante PCR y geles de agarosa.

Cannabis sativa L. es una planta multifuncional con un alto potencial en diversas industrias (p. ej., alimentos, productos farmacéuticos, cosméticos, productos animales, etc.). Los quimiotipos dependen de la genética molecular (Genes THCAS, CBDAS) y de factores ambientales, variables que determinan el uso industrial.

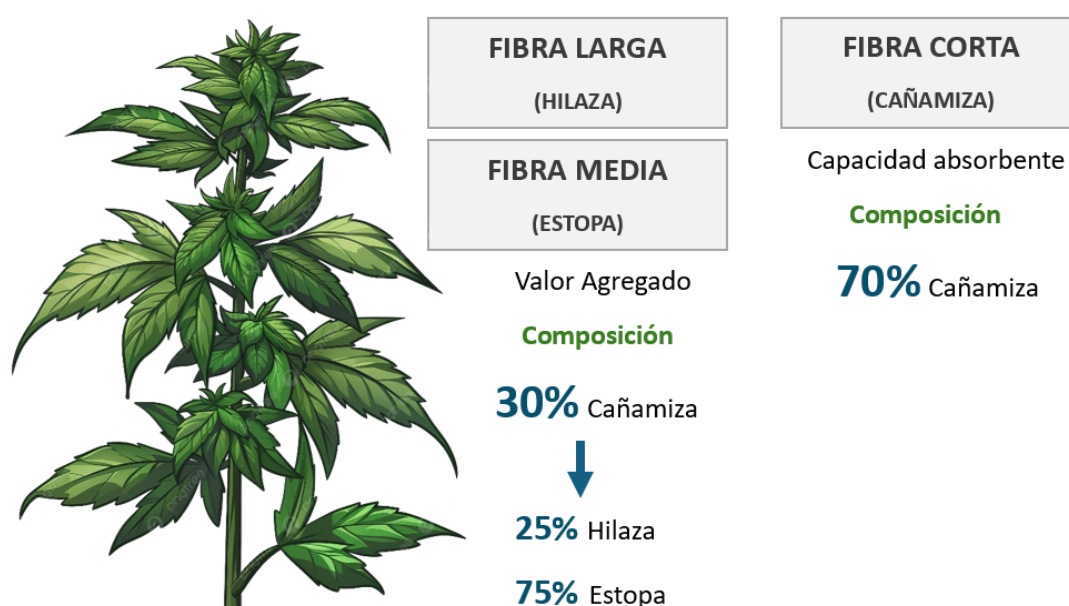
Se han clasificado cinco quimiotipos de cannabis en función de su perfil de cannabinoides y su concentración:

- Quimiotipo I con una relación tetrahidrocannabinol/cannabidiol (THC/CBD) > 1 ;
- Quimiotipo II con una relación THC/CBD intermedia (≈ 1);
- Quimiotipo II las plantas de tipo fibra con una relación THC/CBD < 1
- Quimiotipo IV que contiene ácido cannabigerólico (CBGA) como su principal cannabinoide,
- Quimiotipo V que casi no contiene cannabinoides.

Tallo del *Cannabis Sativa L.*

En el tallo del *Cannabis Sativa L.* se muestra la composición de fibras en el tallo según figura N°3.

Figura N° 3: Composición de fibras de tallo *Cannabis Sativa L.*



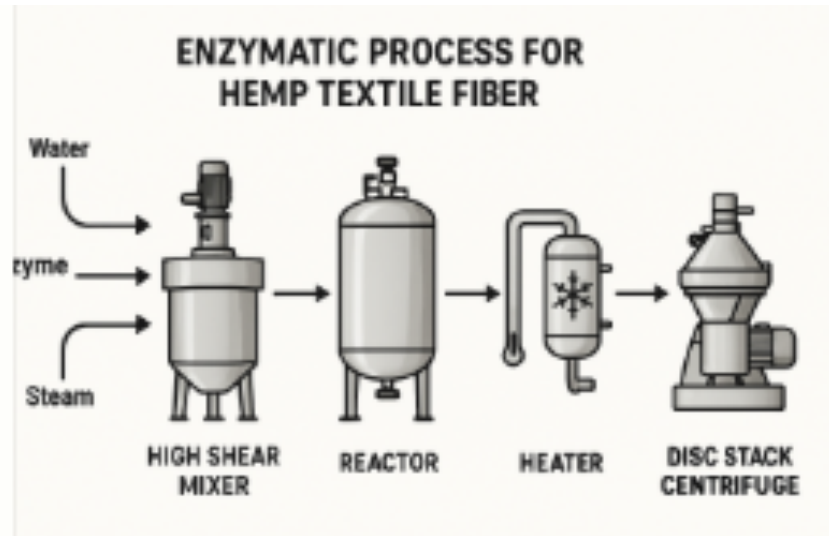
Fuente: Adaptado de informes de cadenas de valor Cannabis medicinal y cáñamo industrial. Año 9 - N° 75
- Junio 2024 ISSN 2525-0221 tomado de DNERyCV con base en Fassio et al (2013), López y Roca (2021),
CANNAVA S.E (2021) y Álvarez Trentini (2023).

Obtención de la fibra

Enriado enzimático es un proceso de tratamiento con enzimas de proteínas digestivas, reduciendo el nitrógeno en los tallos fomentando el crecimiento de un hongo que consume la lignina (leñoso), pectinas, lecitina y las impurezas. Variables proceso a

controlar concentración enzima, temperatura, pH, tiempo. Este proceso requiere menos tiempo de proceso y menor utilización de agua con respecto a los convencionales. Ver figura N° 4.

Figura N° 4: Proceso de enriado enzimático



Fuente: Elaboración propia

Decorticación, donde se elimina el núcleo central leñoso del tallo. Se utiliza maquinaria de descortezado moderna, optimiza los tiempos de separación y descortezado. Se obtiene una corteza menor de 10% de madera. Ver figura N° 5

Figura N° 5: Producto de decorticación de cáñamo



Fuente: Producto de decorticación de cáñamo. www.formation-ag.com/products/

En los últimos años, se ha desarrollado maquinaria especializada, que automatiza y optimiza cada etapa de proceso, hasta obtener una fibra con buenas propiedades mecánicas y menor porosidad.

La forma tradicional para obtener el hilado de cáñamo utiliza el espadado que separa a mayor profundidad el material leñoso por medio de cuchillas de acero, montadas sobre el eje de un brazo giratorio. Y el peinado que pasa la fibra por una máquina que sobresalen agujas, eliminando todas las impurezas.

Composición química de la fibra del *Cannabis Sativa L.* (cáñamo)

Se muestra la composición química del *Cannabis Sativa L.* (cáñamo) en la Tabla N° 2.

Tabla N° 2: Composición química de la fibra de cáñamo

Plant fibre	Cellulose (%)	Hemicellulose(%)	Lignin (%)	Pectin (%)
Cotton ^s	82-96	2-6.4	0-5	< 1-7
Kapok ^s	13	-	-	-
Flax ^b	60-81	14-20.6	2.2-5	1-4
Hemp ^b	70-92	18-22	3-5	1
Jute ^b	51-84	12-20	5-13	0.2
Kenaf ^b	44-87	22	15-19	2
Ramie ^b	68-76	13-15	0.6-1	2
Banana ^l	60-65	6-19	5-12	3-5
Pineapple ^l	70-82	16-19	5-12	2-3
Sisal ^l	43-73	10-24	4-12	0.8-2
Coir ^f	43-46	0.25	45-46	3-4
Oil palm EFB ^f	43-63	28-33	17-19	1

^sSeed, ^bbast, ^lleaf and ^ffruit fibres

Fuente: Adaptado de Mora E., Mena L., (2022) basado en Eichhorn. S, Hearle.J, Jaff.M, 2009

Máquinas modernas y tecnología para el procesamiento del cáñamo

Equipos para cáñamo

El cáñamo industrial (*Cannabis sativa L.*) se ha consolidado como un cultivo estratégico en diversas regiones del mundo debido a su versatilidad y sostenibilidad. La planta ofrece aplicaciones en sectores tan variados como la construcción, la industria textil, los bioplásticos, la alimentación y la medicina. Sin embargo, uno de los principales desafíos para su integración en cadenas de valor competitivas ha sido históricamente el

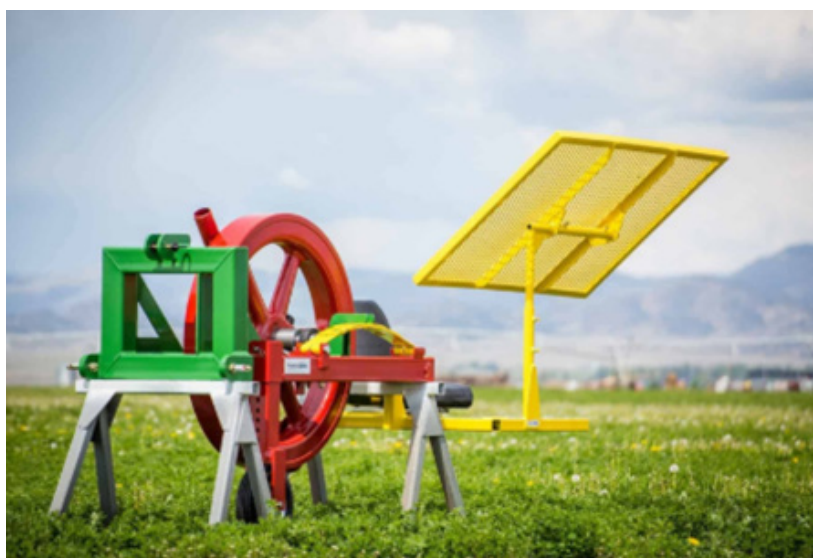
procesamiento eficiente de sus partes vegetales, en particular la separación de la fibra del tallo.

Tradicionalmente, esta tarea se realizaba de forma manual o con equipos rudimentarios, lo que limitaba la rentabilidad y la escalabilidad de la producción. En los últimos años, los avances en ingeniería agronómica e industrial han dado lugar al desarrollo de maquinaria especializada, capaz de automatizar y optimizar cada etapa del proceso. A continuación, se analizan tres equipos tecnológicos de última generación utilizados para el procesamiento del cáñamo, seleccionados por su relevancia en distintos contextos productivos.

Equipos para plantación_ Formation AG (Estados Unidos)

Equipo Midwest Transplanter, para plantación de cáñamo. Ver figura N° 6

Figura N° 6: Equipo para trasplantar fibra.



Fuente: Catálogo de fabricante de máquina para cáñamo Formation AG www.formation-ag.com/products/

Equipos de cosecha _ Formation AG (Estados Unidos)

Cosechar cultivos fibrosos es difícil sin el equipo adecuado. Los equipos de cosecha tradicionales causan problemas de enredos, atascos y daños durante la cosecha de cáñamo. Formation Ag diseña para prevenir estos problemas, ver figura N° 7

Figura N° 7: Equipo de cosecha



Fuente: Catálogo de fabricante de máquina para cáñamo Formation AG www.formation-ag.com/products/

Equipos de procesamiento_ AG (Estados Unidos)

GCS Grain Cleaners_ Formation AG (Estados Unidos)

Eliminación de residuos y otros contaminantes de semillas o granos. Ver figura N° 8.

Figura N° 8: Equipo de procesamiento



Fuente: Catálogo de fabricante de máquina para cáñamo Formation AG www.formation-ag.com/products/

Equipo decorticator Fiber Track 660 – Formation AG (Estados Unidos)

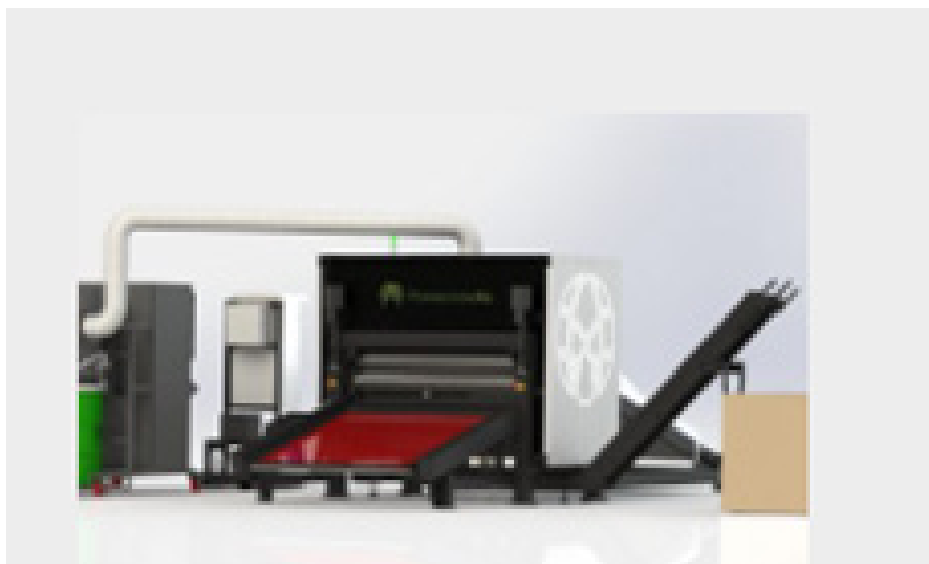
Diseñada por la empresa estadounidense Formation AG, la Fiber Track 660 se destaca por su arquitectura modular y capacidad industrial, alcanzando una producción de hasta 1 tonelada por hora. Esta máquina responde a las necesidades de empresas que buscan escalar y diversificar su modelo de negocio a través de un procesamiento automatizado y flexible. Ver figura N°9.

Su tecnología permite la obtención de hasta ocho tipos diferentes de fibra, ajustables según la demanda de los mercados o el uso final del material. Una de sus principales ventajas es la posibilidad de integración con módulos complementarios, que amplían significativamente su funcionalidad. Entre estos módulos se incluyen:

- **Separadores de flores y semillas**, para la recuperación de partes reproductivas de la planta.
- **Recolectores de resina**, orientados a la recolección de compuestos bioactivos.
- **Empaquetadoras de fibra**, que facilitan la logística y el almacenamiento del producto final.

La modularidad de la Fiber Track 660 permite una personalización técnica según el perfil productivo, haciendo de esta máquina una solución integral para unidades agroindustriales que operan en mercados diversificados.

Figura N° 9: Equipo decorticator



Fuente: Catálogo de fabricante de máquina para cáñamo Formation AG www.formation-ag.com/products/

Diversos productos del equipo decorticator como se muestra en figura N° 10.

Figura N° 10: Producto fibra cáñamo de equipo decorticator.



FiberTrack 660 Hurd de tamaño mediano
Hurd de FiberTrack 660 dimensionado a un tamaño mediano (longitud de 1/2 pulgada)



Limpiador de fibras FiberTrack 660
La fibra pasa a través del limpiador de fibra secundario FiberTrack 660.



Limpieza de Hurd secundaria FiberTrack 660
Hurd limpiado con el limpiador secundario Hurd FiberTrack 660



FiberTrack 660 Hurd en polvo
Hurd en polvo para aplicaciones de relleno y plástico de FiberTrack 660

Fuente: Catálogo de fabricante de máquina para cáñamo Formation AG www.formation-ag.com/products/

Obtención de hilo

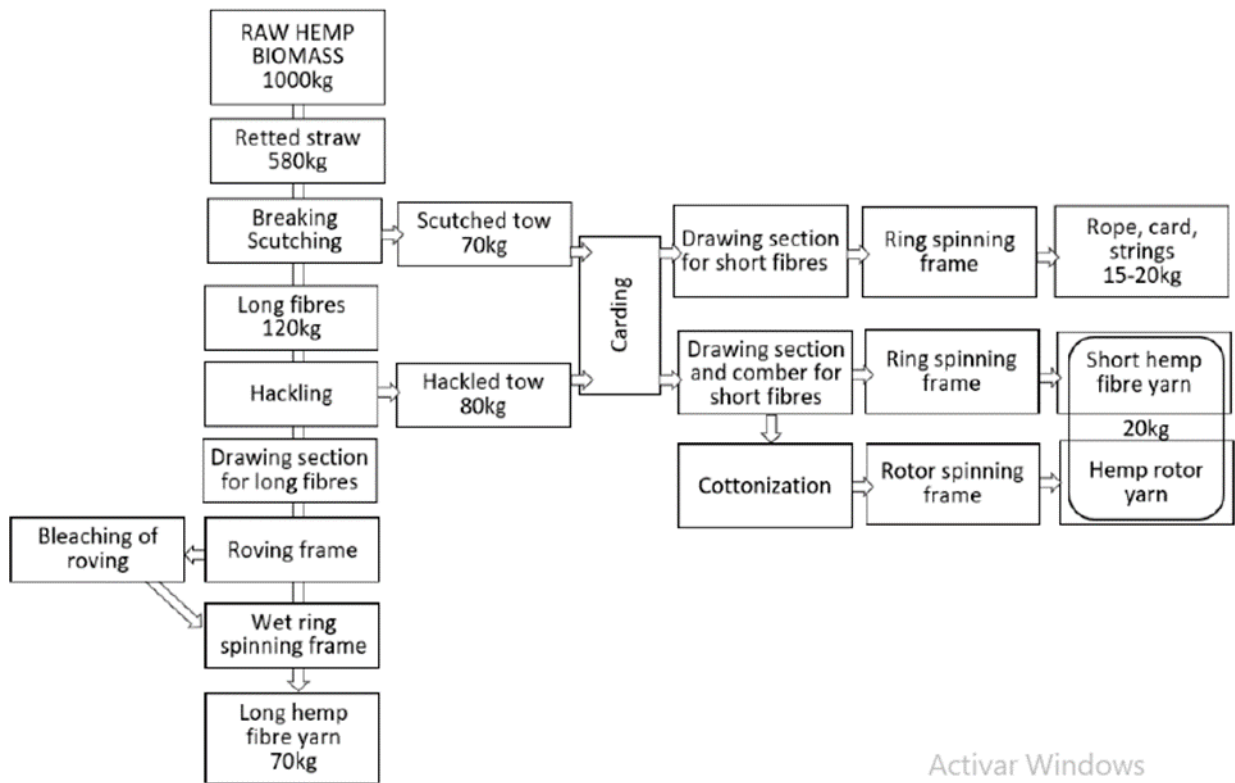
En la cadena de valor de fibra a hilo, se toma como referencia la tecnología tradicional de hilado de lino. Así mismo otros sistemas de hilatura de algodón o de lana pueden ser adaptados para fibras de cáñamo, lo que permite la producción de hilo cáñamo puro o de mezclas de cáñamo con fibras naturales.

La tecnología tradicional de producción de hilos de lino y cáñamo se basa en el enriado de las fibras, seguido de procesos como el secado, el agramado y el hilado,

Diagrama de flujo de sistema de hilado de cáñamo

Esta tecnología para la obtención de hilo de cáñamo, para distintos usos del producto final de alta calidad para la industria textil, se muestra en la figura N°11.

Figura N° 11: Diagrama de flujo de sistema hilado de cáñamo para distintos usos del producto final



Fuente: Zimniewska [M. \(2022\)](#).

Cuando el proceso de decorticación cubre la extracción mecánica de fibras de tallos crudos no enriados, mediante la rotura de las partes leñosas y la separación mecánica de las fibras. Las fibras están pegadas entre sí, lo que puede dificultar su separación. Posteriormente se tendría que desgomar.

Algodonización del cáñamo

El uso del sistema de hilado de algodón para fibras de cáñamo algodonizada permite producir hilo de cáñamo puro o mezclas de cáñamo con algodón en hilatura por anillo o hilatura por rotor.

Para textiles de alto valor agregado se utiliza la mezcla de fibras en la composición de algodón pima 70% y cáñamo 30% en hilatura por anillo para título de hilo mayor Ne 40/1.

El proceso hilatura se inicia con la mezcla de las fibras, esta mezcla pasa por el cardado (ordenamiento fibras, limpieza); el manual (paralelización de la cinta); la mechera (se obtiene el pabito por estiramiento) y la hilatura por anillo o rotor. (se obtiene el hilo).

En el caso de la fabricación de hilo de la mezcla de fibras, se debe tener la caracterización de ambas fibras del algodón y el cáñamo en sus propiedades de finura, longitud, alargamiento, resistencia, fibra corta, color entre otras

SISTEMA COMPLEJO

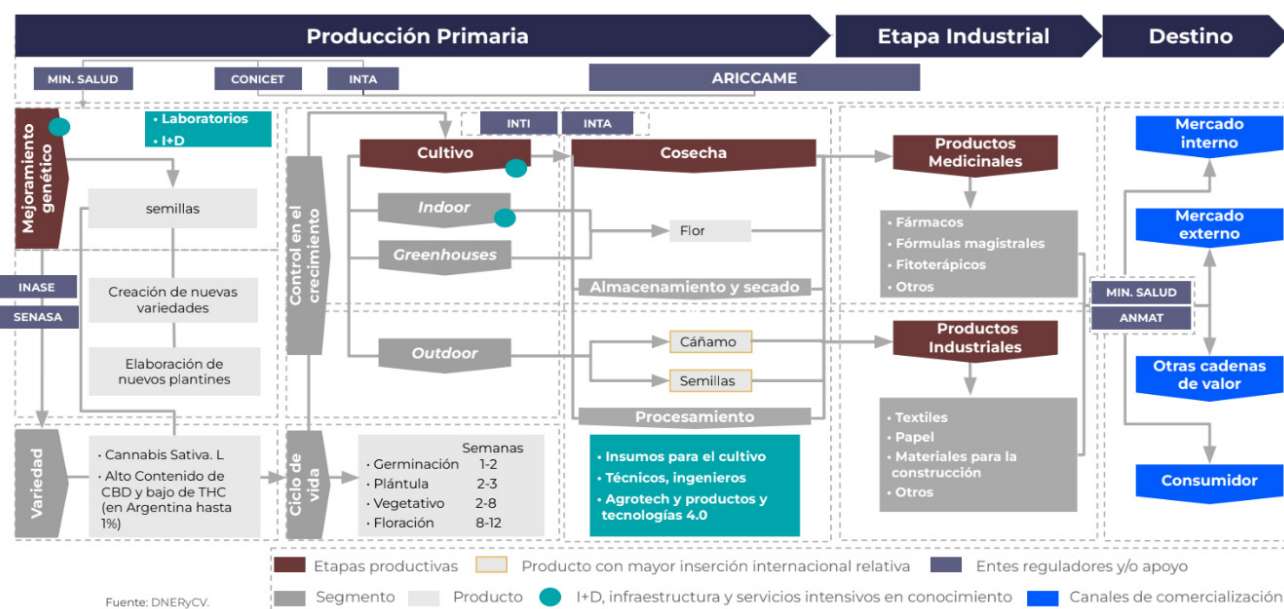
El proceso productivo del cáñamo es complejo e involucra varias etapas, desde el cultivo hasta la transformación en prendas finales.

- Interconexión de elementos: ecosistema agrícola y cadenas de suministro. Problemática agrícola contemporánea, influida por dos fenómenos globales, pero con efectos locales diferenciados: el cambio climático, la globalización económica y su relación de exacerbación mutua.
- Dinámica no lineal: crecimiento de las plantas y procesamiento.
- Propiedades emergentes: innovación de productos, resiliencia y adaptabilidad.
- Adaptación y evolución: regulación de mercado, innovación tecnológica.

Cadena valor sostenible cáñamo

Se muestra la cadena de valor sostenible del cáñamo desde la producción primaria hasta la comercialización de los productos de uso final. Ver figura N° 12.

Figura N° 12: Cadena de valor sostenible cáñamo



Fuente: Adaptado de informes de cadenas de valor cannabis medicinal y cáñamo industrial. Año 9 - N° 75 - junio 2024 ISSN 2525-0221 tomado de DNERyCV

Cáñamo para uso textil

Normativa y legislación - comercialización

El cáñamo industrial (parecido al lino y al yute), una variedad de Cannabis sativa, es legal en muchos países para uso industrial y consumo, debido a su baja concentración de THC. Más de 30 países del mundo producen en grandes cantidades. En algunos lugares, la producción y consumo de productos de cáñamo, como textiles o alimentos, son completamente legales, mientras que en otros pueden estar regulados por el contenido de THC. En el Perú existe la Ley 32195 que norma la producción y comercialización de este producto y se encuentra en la Comisión del Congreso del Perú para la presentación del reglamento correspondiente.

Normativas nacionales en Perú

2017 - Ley 30681, Regula el uso medicinal y terapéutico del cannabis y sus derivados

2019 - Midagri – Dirección de Sanidad Vegetal. Requisitos fitosanitarios para la importación de semillas de Cannabis sativa de origen Colombia y Estados Unidos.

2019 – cbd MD-USA – Día Nacional del Cáñamo. 04 febrero. Destaca la versatilidad de la planta, presente que van desde textiles hasta suplementos para la salud.

2019 - Dirandro – Protocolos de Seguridad -Directiva N°006-2019-IN establece los lineamientos técnicos con las condiciones y criterios para la aprobación de los protocolos de seguridad sobre el uso medicinal y terapéutico del cannabis y sus derivados.

Tabla N° 3: Aprobaciones de protocolos de seguridad

Protocolos de seguridad (01-03-2023)	
Aprobación automática (investigación, importación, comercialización y dispensación)	179
Evaluación previa (Investigación y producción agraria)	6
Total	185

Fuente: DIRANDRO (2019).

La Dirección Antidrogas de la Policía Nacional del Perú – PNP informó que al 1 de marzo del 2023 se han dado 185 aprobaciones de protocolos de seguridad sobre el uso medicinal y terapéutico del cannabis y sus derivados.

2020 – INS Instituto Nacional de Salud – CONTROL DE CALIDAD. A fin de garantizar que los productos medicinales derivados del cannabis sean seguros para determinados pacientes que los consumen, bajo supervisión médica, el Ministerio de Salud (Minsa),

a través del Instituto Nacional de Salud (INS) realiza un control de calidad a dichos productos con el propósito de verificar que cumplan sus especificaciones de calidad y seguridad.

Los aceites y extractos alcohólicos de cannabis son analizados gracias a una metodología desarrollada y validada por el Centro Nacional de Control de Calidad (CNCC) del INS, la cual permite identificar y cuantificar cinco cannabinoides como el cannabidiol (CBD), ácido cannabidiólico (CBDA), tetrahidrocannabinol (Δ^9 -THC), ácido tetrahidrocannabidiólico (THC-A), y cannabinol (CBN) en productos derivados de cannabis.

Al respecto, el químico farmacéutico, Miguel Grande Ortiz, director ejecutivo del laboratorio del INS, explicó que en productos derivados del cannabis para uso medicinal se verifica principalmente la presencia de los cannabinoides CBD y THC.

En ese sentido, cada producto derivado del cannabis para uso medicinal y terapéutico debería pasar un control de calidad de esta manera garantizar que tenga una buena calidad y por consecuencia asegurar un éxito terapéutico.

De esta manera, el INS, a través del CNCC, está preparado para realizar controles de calidad, asegurando que el consumidor de cannabis medicinal utilice productos de calidad y seguridad reconocida.

Es importante mencionar que la dosificación apropiada de cannabis puede traer beneficios medicinales o de salud para el consumidor, mientras que una dosis excesiva o inadecuada puede tener efectos secundarios perjudiciales.

2021 – INIA. VIGILANCIA TECNOLÓGICA AL CULTIVO. El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), es la instancia que otorga las licencias con fines de investigación científica en Cannabis, a solicitud de las instituciones interesadas previa evaluación técnica de sus expedientes. En este contexto, el área de Información y Vigilancia Tecnológica Agraria de la Dirección de Gestión de la Innovación Agraria del INIA, ha elaborado el “Estudio de vigilancia tecnológica en el cultivo de cannabis” que tiene por objetivo mostrar el escenario de investigación y desarrollo tecnológico nacional e internacional, para dar a conocer las nuevas tecnologías y tendencias al cultivo de cannabis, a través del análisis de patentes, publicaciones científicas y proyectos de investigación. Este estudio está dirigido a los investigadores y gestores de la I+D+i del Sistema Nacional de Innovación Agraria (SNIA), para que sea adoptado como un documento de consulta en la toma de decisiones orientadas a desarrollar nuevas propuestas de investigación y desarrollo de tecnologías de alto impacto en el sector agropecuario del Perú.

2021 - Ley 31312 – Digemid. Aprueban modificaciones a la ley de acceso a su uso medicinal del cannabis y al Código Penal.

2022 – ONU COMERCIO Y DESARROLLO (UNCTAD). Señala discrepancias notables en los datos de exportación, destacando la necesidad de un enfoque más sistemático para medir el comercio mundial de productos de cáñamo. Podemos mencionar, la base de datos de estadísticas comerciales de productos básicos de la ONU (Comtrade), que utiliza clasificaciones internacionales que solo cubren fibra e hilo crudos y semiprocesados de cáñamo industrial, registró un valor comercial de \$46 millones en 2022.

2022 - Proyecto de Ley sobre el cáñamo. El Proyecto de Ley N°03938/2022-CR para el desarrollo agrícola y productivo del cáñamo de uso industrial busca promover el uso del cáñamo industrial. Este proyecto se encuentra actualmente en las comisiones agraria y de producción, micro y pequeña empresa desde enero del 2023. Este proyecto de Ley tiene por objeto autorizar la siembra, producción, industrialización y comercialización de la fibra y el grano del cáñamo de uso industrial, para promover la producción de materia prima para su desarrollo industrial en el Perú.

2022 - Comisión Agraria del Congreso - Proponen industrialización del cáñamo como alternativa de reactivación económica. Diversos especialistas expusieron en una mesa técnica de trabajo, sus aportes sobre el proyecto de ley que promueve la reactivación económica a través del uso del cáñamo en la agricultura del Perú; autoría del congresista Arturo Alegría de Fuerza Popular.

El evento que llevó por nombre “El cáñamo en el Perú: oportunidades de desarrollo”, convocó a representantes del Ministerio de la Producción – PRODUCE, el Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA), Futura Farms, empresa pionera en la investigación científica de la industria del cáñamo, y la empresa de la industria textil World Textile Sourcing (WTS).

“Más allá de la crisis que atravesamos en el país, es importante seguir trabajando en iniciativas desde el Congreso que generen alternativas para la población que quiere salir adelante. En ese sentido, considero que el país tiene mucho que ganar con una ley que permita la industrialización del cáñamo”, indicó Alegría.

Comentó que la desinformación ha creado una serie de tabúes y prejuicios por muchos años con relación a la planta de cáñamo (clasificada dentro de los cannabinoides) y que precisamente estos espacios públicos, como las mesas de trabajo, permiten a los expertos aclarar este tipo de temas.

2022 – Mundo textil - La realidad del uso del cáñamo en la industria textil

Marcas como Quiksilver y Patagonia han popularizado el cáñamo como fibras de prendas de vestir, actualmente marcas como Woolrich, Cannabeings Designs, Hemp Authority se especializan en ropa de cáñamo y accesorios. Muchos diseñadores y casas de moda han utilizado de manera frecuente el cáñamo en sus colecciones, entre ellos: Ralph Lauren, Donatella Versace, Behnaz Sarafpour, Donna Karan International, Isabel Toledo y Doo Ri (Mundo textil, 2017). Para el caso de la marca Patagonia, la utilización de esta fibra, ha sido un impulso más por aportar a la sostenibilidad del planeta, puesto que su modelo

de negocio es uno de los más amigables con el medio ambiente e incluye iniciativas tales como el menor uso de materiales, reducción de los desechos textiles, cambios tecnológicos. Para volver a sus procesos más sustentables, uso de algodón orgánico para sus prendas, campañas de concientización para que sus consumidores se vuelvan más responsables, utilización de hasta el 70% de fibras reciclables en sus productos, atención al ciclo completo de su mercadería desde que sale de sus tiendas hasta que es reciclada o vendida por sus clientes, campañas para evitar las compras innecesarias de nuevas prendas, servicios de reparación de prendas desconocidas o rotas; entre otras (Fantin, 2019)

Ralph Lauren ha usado las fibras de charmeuse producidas por Enviro Textiles; para fabricar vestidos, chaquetas; jerséis, camisetas, sudaderas, pantalonetas, pantalones, camisas y ropa de cama. Otras importantes marcas como Hoodlamb, Datsusara, Patagonia, Satori y Dash Hemp tienen nutridas colecciones de ropa hecha total o parcialmente de cáñamo (Sensi seeds, 2019). Un aporte sumamente valioso que la marca Ralph Lauren hace a la sociedad, radica en la elaboración de prendas de alta calidad y que no están de ninguna manera ligadas a colecciones temporales o efímeras, la mayor parte de sus prendas son diseñadas para ser usadas por muchos años sin perder estilo ni calidad, sin embargo su política de sostenibilidad se basa en aspectos como la trazabilidad, compromiso con los proveedores, uso de materiales sostenibles, manejo sostenible de los desechos químicos, reducción del uso de agua en su producción y participación en programas de compromiso social y filantropía (Ralph Lauren, 2021).

Las fibras de cáñamo tienen varias ventajas respecto a otras fibras naturales y sintéticas. El crecimiento de la planta es mucho más rápido que el algodón, no requiere pesticidas ni herbicidas; además erosiona menos el suelo y produce oxígeno (Shahzad, 2018). De acuerdo a los últimos estudios realizados en Estados Unidos, el costo de cultivar cáñamo versus algodón, es un 77% más económico para la fibra en materia de nuestro análisis; aquí también se debe considerar que los países con climas cálidos son los más idóneos para el cultivo de la planta, puesto que los rangos de temperatura para su adecuado crecimiento oscilan entre los 7.8 °C y los 27 °C (Duque Schumache, Pequit, & Pazour, 2020).

Dada la resistencia de la tela proveniente del cáñamo, su uso desde el siglo XX ha venido dándose en prendas especiales para militares y equipos de emergencia; uniformes a prueba de agua y de viento, retardante de llama; ropa interior de punto; camisetas anti estáticas y resistentes a los rayos UV; ropa para vaqueros y ganaderos. Una de las particularidades más destacadas, que de hecho ya fue aprovechada siglos atrás en Asia y África, es la propiedad medicinal que tiene el cáñamo, actualmente experimentos científicos han comprobado que el cannabis fenólico tiene un significativo efecto de destruir a sustancias como el *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y la *Candida albicans*. Así también la estructura porosa del cáñamo la hace extremadamente útil para ser usada para injertos vasculares (Zhang, Zhong, & Feng, 2018).

Comparada con el algodón, el cáñamo es mucho más amigable con el ambiente, la cantidad de agua que se necesita para producir un kilogramo terminado de algodón es 4400 litros, mientras que para la misma cantidad de tela de cáñamo se requiere solamente 990 litros. La absorción de CO₂ por hectárea del cáñamo, fluctúa entre 22 a 44 toneladas (Hemp Copenhagen, 2020).

Tomando en cuenta la huella ecológica del cáñamo frente al algodón, la del algodón representa hasta 3,7 gha y la huella ecológica del cáñamo es apenas de 2.01 gha (Duque Schumache, Pequit, & Pazour, 2020).

2022 - Oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el delito La legalización del cannabis en algunas partes del mundo parece haber acelerado el consumo diario y las consecuencias relacionadas para la salud, según el Informe Mundial sobre las Drogas 2022 de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC). El informe, publicado hoy, también detalla el aumento sin precedentes de la fabricación de cocaína, la expansión de las drogas sintéticas a nuevos mercados y las continuas deficiencias en la disponibilidad de tratamientos contra las drogas, especialmente para las mujeres.

Según el Informe, alrededor de 284 millones de personas de entre 15 y 64 años consumieron drogas en todo el mundo en 2020, lo que supone un aumento del 26% respecto a la década anterior. Las personas jóvenes están consumiendo más drogas y los niveles de consumo actuales en muchos países son más altos que los de la generación anterior. En África y América Latina, las personas menores de 35 años representan la mayoría de quienes reciben tratamiento por trastornos relacionados con el consumo de drogas.

El informe estima que, a nivel global, 11.2 millones de personas se inyectan drogas. Alrededor de la mitad vive con hepatitis C; 1.4 millones con VIH y 1.2 millones, con ambos.

En respuesta a estos hallazgos, la directora ejecutiva de UNODC, la Sra. Ghada Waly, declaró: "Las cifras de producción e incautación de muchas drogas ilícitas están alcanzando niveles récord, incluso cuando las emergencias globales están aumentando las vulnerabilidades. Al mismo tiempo, las percepciones erróneas sobre la magnitud del problema y los riesgos relacionados están privando a las personas de los servicios de atención y tratamiento y conduciendo a la juventud hacia comportamientos peligrosos.

Debemos destinar los recursos y la atención necesarios para hacer frente a todos los aspectos del problema mundial de las drogas, incluida la prestación de asistencia basada en la evidencia a todas las personas que la necesitan, y debemos mejorar la base de conocimientos sobre la relación de las drogas ilícitas con otros retos urgentes, como los conflictos y la degradación del ambiente".

El informe destaca, además, la importancia de movilizar a la comunidad internacional, los gobiernos, la sociedad civil y a todas las contrapartes para que adopten medidas urgentes de protección, entre ellas reforzar la prevención y el tratamiento del consumo de drogas y afrontar la oferta de drogas ilícitas.

2022 - Devida. Advierte que la marihuana transgénica tiene mayor potencia adictiva

Expertos de Devida advirtieron hoy que los plantones de cannabis (marihuana) hallados por la Policía Nacional en el distrito de Sayán, Huaura, contienen alto componente de tetrahidrocannabinol (THC), principal sustancia psicoactiva que resulta mucho más adictiva. Eduardo Cruz, especialista de la Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas (Devida), explicó que ahora la marihuana es "fabricada" de tal forma que los consumidores se pegan a ella de forma más rápida. "Lo que hacen durante el proceso de siembra es incrementar el porcentaje del THC con fertilizantes y luces especiales. A mayor concentración de este componente, se vuelve más adictivo", dijo. Se conoce que el mayor porcentaje del tetrahidrocannabinol hallado en el mundo en una planta de marihuana llega al 34%. "La marihuana tradicional contiene entre 2% y 4% de THC", precisó Cruz. Además de degenerar el organismo humano y perturbar el sistema nervioso central, existen evidencias científicas de que el consumo de esta planta disminuye la inteligencia. Hay más de 400 compuestos que forman parte del cannabis; sin embargo, dentro de ellos son dos los que abundan: tetrahidrocannabinol o THC (sumamente adictivo) y el cannabidiol o CBD, de uso medicinal.

2023 – Senasa. ÁREA ESPECIALIZADA. La Unidad de Gestión Técnica en Cannabis y Cáñamo Industrial del Senasa fue creada mediante la Resolución 716/2023 para fortalecer el desarrollo productivo de este cultivo en el país, desde las diferentes incumbencias del organismo y en el marco de la normativa vigente.

2023 - Ministerio de Salud – Minsa Campaña sobre el uso medicinal del cannabis y sus derivados. [PÁGINA WEB MINSA](#).

2023- Ministerio de Salud - Minsa Acceder al Registro Nacional de Pacientes Usuarios del Cannabis y sus derivados para uso medicinal y terapéutico (Renpuc). Si tienes indicación médica para usar cannabis o sus derivados, debes inscribirte en el Registro Nacional de Pacientes Usuarios del Cannabis y sus derivados (Renpuc). Este aplicativo facilita el acceso a estos productos.

2023- Perú- cannabis medicinal. La autoridad regulatoria en el Perú informó en la página web que existen 126 establecimiento autorizados para la importación y comercialización de cannabis.

Establecimientos farmacéuticos con licencias de cannabis al 1ero de marzo del 2023

Tabla N° 4: Establecimientos farmacéuticos

Establecimientos	Tipo de Licencia	Cantidad
Droguerías	Licencia de importación y comercialización	54
Laboratorio	Licencia de importación y comercialización	2
Boticas y farmacias	Licencia de comercialización	68
Laboratorio	Licencia para la producción que incluye cultivo	1
Laboratorio	Licencia para la producción que no incluye cultivo	1
Total		126

Fuente: Perú cannabis medicinal – Autoridad regulatoria

2023 - Reunión multisectorial para debatir la implementación del reglamento que regula el uso medicinal y terapéutico del cannabis y derivados. En esta reunión participaron: Ministerio del Interior, Dirandro, Midagri, Senasa, INIA, INS y Digemid.

2024 – ONU COMERCIO Y DESARROLLO (UNCTAD). Un nuevo análisis destaca maneras de medir mejor las exportaciones globales de productos de cáñamo, lo cual es clave para desbloquear los beneficios económicos y ambientales del cultivo para las naciones en desarrollo.

2024 – Ministerio del Interior - Resolución Ministerial N.º 0036-2024-IN. 0036-2024-IN (actividades con cannabis y sus derivados, regulado para el uso medicinal y terapéutico, para aprobar la Directiva N° 002 -2024-IN, denominada "Lineamientos técnicos para la verificación y expedición del certificado de cumplimiento de dispositivos de seguridad para el desarrollo de como el anexo forma parte integrante de la presente resolución).

2024- Día Mundial del Cannabis Medicinal - 15 noviembre. Una fecha dedicada a resaltar los beneficios terapéuticos del cannabis y a reconocer la lucha constante por su legislación y aceptación en la medicina moderna.

2024 - Ley N° 32195, Ley del Desarrollo Agrícola del Cáñamo para Uso Agrícola e Industrial, publicada el 15 de diciembre de 2024, marca un hito importante en la comercialización de alimentos para esta normativa; no solo brinda un marco legal para la producción y comercialización del cáñamo industrial y agrícola, sino que impulsará su uso como un recurso clave para sectores innovadores.

Algunos aspectos destacados de la ley:

- El cáñamo, conocido también como cannabis no psicoactivo o hemp (cannabis con menos del 1% de THC-tetrahidrocannabinol), podrá ser utilizado para elaborar productos alimenticios, cosméticos, textiles y materiales de construcción.
- El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (Midagri) será el encargado de autorizar actividades relacionadas con la producción, almacenamiento, transporte y exportación del cáñamo.
- Se establece la obligación de garantizar la procedencia lícita del cáñamo y la trazabilidad de los productos derivados, con un estricto monitoreo del contenido de THC.
- La ley faculta a la autoridad para inspeccionar las actividades relacionadas con el cáñamo, desde la siembra hasta la comercialización. Se estipulan sanciones, incluyendo la suspensión o cancelación de autorizaciones si el contenido de THC excede el 1%.
- Se deberá modificar el reglamento de estupefacientes, psicotrópicos y otras sustancias sujetas a fiscalización (D.S. 023-2001-SA) de la siguiente manera: Lista II A (drogas de uso prohibido en el país) se consignará al cannabis psicoactivo; Lista IV A (lista de sustancias de medicamentos prescritos con receta médica común) se consignará cannabis psicoactivo en lugar de cannabis resinas y aceites esenciales.

Mediante reglamento se establecerá los requisitos para el otorgamiento de la autorización. A continuación, algunas precisiones:

- Vigencia: la ley entrará en vigencia desde el día siguiente de la publicación de su reglamento.
- Reglamento: el Midagri tiene un plazo máximo de 180 días calendario desde la entrada en vigencia de la ley para la aprobación del reglamento.
- Código Penal: No es punible la producción del cáñamo de uso industrial con la autorización (modifica los artículos 296-A y 299), uso humano y animal, así como cosméticos a base de cannabis.

2025- DIGEMID Legislación. Es importante tener en cuenta que los productos que contienen derivados de cannabis para uso medicinal y terapéutico legalmente autorizados son:

- Productos farmacéuticos que contengan derivados del cannabis y cuenten con registro sanitario vigente otorgado por la DIGEMID.
- Productos derivados del cannabis que cuenten con autorización de importación excepcional para tratamiento individual.
- Preparado farmacéutico (fórmula magistral) derivado de cannabis para uso medicinal para tratamiento individualizado, elaborado por el profesional químico farmacéutico en una botica, farmacia o farmacia de un estableci-

miento de salud con licencia otorgada por la autoridad competente, elaborado contra la presentación de la receta médica correspondiente.

- Los productos deben ser adquiridos en farmacias y boticas que cuenten con licencia para la comercialización de derivados de cannabis. No está autorizada la comercialización para el caso de la producción artesanal con cultivo asociativo, por ser esta de exclusivo beneficio de los pacientes calificados por su médico tratante que pertenecen a la asociación.

2025 - Producción y comercialización del cáñamo textil hacia adelante

En el mundo, tenemos muchos países que son productores del cáñamo como: China, Estados Unidos, Francia, Países Bajos, Rumania, entre otros países con menor nivel de producción tales como: Polonia, Hungría, Chile y Australia, por su gran interés en productos sostenibles y ecológicos.

En el Perú, el cultivo de cáñamo ha ido creciendo en los últimos años de manera ilegal y no reglamentada, impulsado principalmente por su potencial económico y sus diversos usos industriales y comerciales. Algunas de las regiones que han destacado en la producción de cáñamo en Perú están en la Selva norte de Perú por sus condiciones ambientales favorables para el cultivo de esta planta, como lo son: San Martín, Amazonas; en la sierra central del Perú tenemos a Junín, Huánuco, Cusco, entre otros departamentos en menor escala.

Al no tener producción peruana, las empresas en general deben importar para seguir los procesos de los proyectos. Existen pocas empresas que conocen el uso del cáñamo textil y se vienen investigando la factibilidad de su uso y aplicación textil; pero por diversos factores políticos, económicos, tecnológicos, ecológicos y sociales; por ejemplo, no apuestan totalmente al procesamiento de este tipo de materiales porque evitan la contaminación de sus otras líneas de producción, requiriendo una inversión en tecnología apropiada para dicha fibra, necesitarían un mercado cautivo para producir a gran escala y sea rentable, entre otros.

Sin embargo, podemos resaltar que la empresa peruana COFACO viene realizando durante un período considerable de dos años, investigación sobre la fibra, importación de la fibra, para ingresar a sus procesos de desarrollo de productos innovadores; así como elaboración de prendas que tienen entre 20 a 25% de cáñamo de uso textil y cuyos productos terminados se exportan a varios países de Europa, siendo entre ellos Francia el de mayor presencia potencial.

2025 – Estadísticas aduaneras - costos estimados en cáñamo de uso textil

Se tienen que importar de Francia la fibra tratada con las características según la norma técnica correspondiente a un costo de \$ 2 kg FOB puerto europeo con destino al Perú según valores de las estadísticas aduaneras según partida arancelaria; posteriormente

añadiendo costos complementarios la fibra del cáñamo llegará aproximadamente a \$ 6 kg valor CUPEP (Costo Unitario Puesto en Planta Lima-Perú) que es usado por la empresa peruana para el costeo correspondiente de las prendas a exportar. En caso de reglamentarse el cáñamo para uso textil, existe un gran mercado de tipo ecológico en el mundo que consumirá dicha fibra en una gama de productos textiles muy variada.

2025 – UN - Oportunidades para las naciones en desarrollo

Actualmente, Canadá lidera las exportaciones globales de semillas de aceite de cáñamo.

Francia, España y los Países Bajos dominan las exportaciones de productos de cáñamo crudos y semiprocesados, mientras que China es un actor principal en el mercado de hilo de cáñamo.

Pero al combinar datos de UN Comtrade y de fuentes nacionales, entre 2019 y 2022, aproximadamente un tercio de los países exportadores de productos de cáñamo son economías en desarrollo, principalmente de Asia y América del Sur.

Al fomentar un esfuerzo coordinado para expandir la cobertura de productos y mejorar la precisión de los datos, los países en desarrollo pueden mejorar el acceso al mercado global y las cadenas de valor del cáñamo industrial.

2025 BUSINESS WIRE USA - Innovación en empresas líderes en EE. UU. El sector del cáñamo industrial en EE. UU. está creciendo rápidamente, especialmente desde que la Ley Agrícola de 2018 legalizó su cultivo. Esto ha impulsado la expansión en diversas industrias, como la alimentaria, la de la construcción, la textil y la de productos de bienestar, especialmente el CBD. La demanda se ha visto estimulada aún más por la creciente concienciación de los consumidores sobre las ventajas del cáñamo para la salud y su sostenibilidad. Empresas líderes como HempFusion y Charlotte's Web lideran la innovación en cáñamo. Estados Unidos se posiciona ahora como líder en el sector del cáñamo industrial gracias a la creciente inversión en investigación y desarrollo, a pesar de los obstáculos regulatorios y la volatilidad del mercado. Se prevé un crecimiento significativo de la industria en los próximos años.

2025 – IMARC Group – empresa líder en investigación de mercados - destinos comerciales y potenciales socios estratégicos.

Para quienes deseen participar de la cadena logística sostenible del cáñamo, puede acceder a socios estratégicos ubicados en:

- Asia Pacífico: China, India, Indonesia, Pakistán, Bangladesh, Japón, Filipinas, Vietnam, Tailandia, Corea del Sur, Malasia, Nepal, Taiwán, Sri Lanka, Hong Kong, Singapur, Australia y Nueva Zelanda
- Europa: Alemania, Francia, Reino Unido, Italia, España, Rusia, Turquía, Países Bajos, Polonia, Suecia, Bélgica, Austria, Irlanda, Suiza, Noruega, Dinamarca, Rumania, Finlandia, República Checa, Portugal y Grecia

- América del Norte: Estados Unidos y Canadá
- América Latina: Brasil, México, Argentina, Colombia, Chile, Ecuador y Perú (*)
- Oriente Medio y África: Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos, Israel, Irán, Sudáfrica, Nigeria, Omán, Kuwait, Qatar, Irak, Egipto, Argelia y Marruecos

(*) En vías de la reglamentación del cáñamo de uso textil.

2025- SCRAPYART CORPORATION SAC. En el Perú existen empresas que importan y comercializan productos del cáñamo (Hilo Hemp Cord), este hilado se vende a través de e-commerce a un precio base de S/17 nuevos soles, osea a US\$ 4.1 dólares americanos según la calidad y cantidad que se muestran en sus catálogos digitales.

2025- Sunat - importaciones de hilos de cáñamo - En el Perú, de acuerdo a la partida arancelaria del cáñamo se encuentra en la sección XI, que corresponde a materias textiles y sus manufacturas, capítulo 53: Las demás fibras textiles vegetales; hilados de papel y tejidos de hilados de papel, dentro del arancel de aduanas.

Tabla N° 5: Materiales textiles y sus manufacturas

SECCIÓN:XI	MATERIAS TEXTILES Y SUS MANUFACTURAS
CAPITULO:53	LAS DEMÁS FIBRAS TEXTILES VEGETALES; HILADOS DE PAPEL Y TEJIDOS DE HILADOS DE PAPEL
53.06	Hilados de lino.
53.06	Hilados de lino.
5306.10.00.00	- Sencillos
5306.20.10.00	- - Acondicionados para la venta al por menor
5306.20.90.00	- - Los demás
53.07	Hilados de yute o demás fibras textiles del liber de la partida no 53.03.
5307.10.00.00	- Sencillos
5307.20.00.00	- Retorcidos o cableados
53.08	Hilados de las demás fibras textiles vegetales; hilados de papel.
5308.10.00.00	- Hilados de coco
5308.20.00.00	- Hilados de cáñamo
5308.90.00.10	- - Hilados de papel
5308.90.00.90	- - Los demás
53.09	Tejidos de lino.

Fuente: SUNAT (2025).

El hilado de cáñamo cuenta con algunas consideraciones o excepciones que aparecen dentro del arancel de aduanas digital según lo siguiente:

Tabla N° 6: Hilado del cáñamo con algunas consideraciones

TIPO DE PRODUCTO:		FE ERRATAS 08.11.2014-DS.312-2014-EF-06.11.2014-LEY 29666-I
Gravámenes Vigentes		Valor
Ad / Valorem		6%
Impuesto Selectivo al Consumo		0%
Impuesto General a las Ventas		16%
Impuesto de Promoción Municipal		2%
Derecho Especificos		N.A.
Derecho Antidumping		N.A.
Seguro		1.75%
Sobretasa		0%
Unidad de Medida:		KG
N.A.: No es aplicable para esta subpartida		
OTROS REQUISITOS PARA LA COMERCIALIZACIÓN CON OTROS PAISES.		
CORRELACIONES	CONVENIOS	RESTRICCIONES
DESCR. MINIMAS	IND.CRITERIOS	RESOL. CLASIF.

Fuente: SUNAT (2025).

Es importante que el importador tenga un especialista en comercio exterior para administrar la gran variedad de factores: partida arancelaria Nabandina, convenios internacionales con diversos países, acuerdos comerciales, acuerdos de libre comercio, acuerdos de asociación económica, tratados bilaterales, protocolos adicionales, convenio de cooperación aduanera, exoneración de certificados de inspección, que deben considerarse para la importación del cáñamo para uso textil.

Por ejemplo: cuando se trata de trabajar con Estados Unidos la partida arancelaria que se utiliza para el cáñamo auténtico, crudo o enriado es 5302.10.00.00, para las tasas arancelarias americanas. En algunos casos los especialistas refieren al código arancelario HS (Harmonized System) en vez de la clasificación internacional estándar denominada “partida arancelaria”.

2025 - Mordor Intelligence - hacia un futuro sostenible. Tamaño del mercado de cáñamo industrial y análisis de participación tendencias de crecimiento y pronósticos (2024-2029)

El informe cubre las estadísticas de producción del mercado global de cáñamo industrial y está segmentado por tipo (semilla de cáñamo (consumida cruda, cocida o tostada), aceite de semilla de cáñamo, aceite de cáñamo con cannabidiol (CBD), proteína de cáñamo (suplemento) y extracto de cáñamo (sin CBD).)), aplicación (alimentos y bebidas, suplementos para la salud y otras aplicaciones) y geografía (Norteamérica, Europa, Sudamérica y resto del mundo). El informe ofrece el tamaño del mercado y la previsión de ingresos del cáñamo industrial (millones de dólares) para todos los segmentos interesados.

- Entre los resultados se destaca la importancia de la caracterización exhaustiva de las variedades genéticas del Cannabis sativa, para garantizar un manejo adecuado de esta especie, especialmente en el contexto de la legalización y comercialización.
- La temperatura y humedad son variables muy importantes para el crecimiento radicular óptimo en la fase de desarrollo de las semillas del cáñamo, las características de las semillas del cáñamo van a permitir que pueda desarrollarse de manera efectiva en nuestro país favorecido por el clima, calidad de suelo, etc.
- Se ha identificado que, a pesar del creciente interés por el cáñamo como cultivo sostenible, el Perú recién ha dado un paso concreto con la promulgación de la Ley N.º 32195 (2024), la cual establece un marco legal para el desarrollo agrícola e industrial del cáñamo, aunque aún está pendiente su reglamentación definitiva.
- El análisis documental revela que existe una evolución normativa progresiva desde el 2017, con leyes y directivas centradas en el uso medicinal del cannabis, hasta propuestas recientes enfocadas en el uso industrial del cáñamo, lo cual refleja una apertura legal paulatina pero aún insuficientemente articulada.
- Se evidenció que la ausencia de una normativa técnica consolidada para el cáñamo textil genera barreras legales para su producción y comercialización, afectando la seguridad jurídica de productores, empresas y centros de investigación interesados en su industrialización.

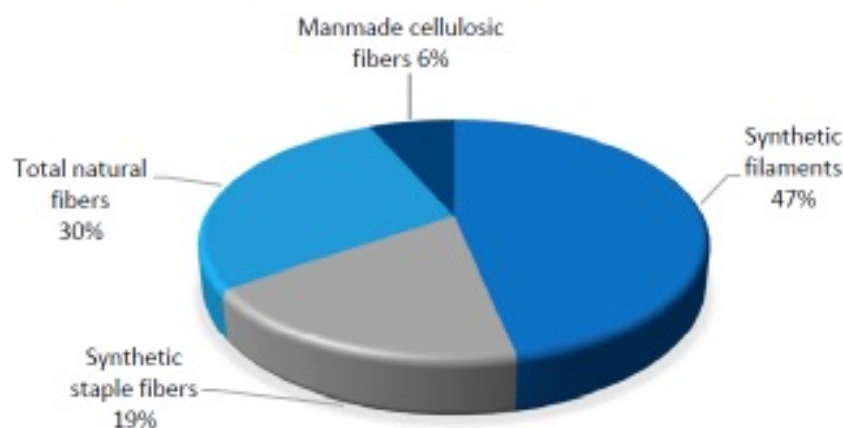
Discusión

- El modelo de complejidad de factores para el cultivo del cáñamo representa las conexiones que hay entre estos y la afectación o variaciones de dichos factores puede generar cambios o alterar el sistema complejo, por eso es importante el conocimiento de todos estos factores a fin de brindar una respuesta inmediata ante las variaciones o alteraciones del sistema complejo.
- El presente trabajo considera que es de vital importancia el conocimiento de los factores que lleven a un crecimiento y desarrollo óptimo del cáñamo, esto junto con las condiciones climáticas favorables que presenta el Perú permitirá el surgimiento de nuevos sistemas que aporten positivamente al desarrollo del Cannabis sativa L. en el Perú.
- Desde la Teoría de la complejidad, el cáñamo desde la semilla, el cultivo y la cosecha, hasta la obtención de la fibra interacciona con su sistema agrícola específico y en la obtención del hilo interacciona con su sistema industrial específico, así mismo interacciona con múltiples dimensiones (naturales, sociales, culturales y políticas), por estos motivos necesita un control de ca-

lidad específico en toda la cadena de producción de fibra a hilo, que permita la trazabilidad y certificación del producto de uso final.

- La producción mundial de fibras textiles alcanzó 110 millones de toneladas en 2019. Las fibras naturales representaban el 30% del total de fibras producidas en el mundo, ver figura N° 14. La producción mundial de cáñamo con respecto a las fibras naturales fue de 1.7%.

Figura N° 14: Producción mundial de fibras textiles



Fuente: Adaptado Zimniewska M. (2022) tomado de Townsend, T. (2019)

- Uno de sus principales desafíos para su integración en cadenas de valor competitivas ha sido el procesamiento eficiente de sus partes vegetales, en particular la separación de la fibra del tallo. Un desafío es el requerimiento de máquinas especializadas para completar la línea tecnológica. La hilatura de cáñamo no es una opción atractiva para los fabricantes de máquinas, como la máquina de hilado dedicada al proceso de fibra larga, que garantiza la obtención de hilo cáñamo y producto final de la mejor calidad. Los equipos tradicionales tienen baja productividad, se realizan con equipos manuales, lo que limita la rentabilidad y la escalabilidad de la producción.
- La creación de un mercado de maquinaria de cáñamo, que permita la creación de líneas tecnológicas innovadoras, así como la creación de nuevos modelos de negocio, es necesario para que las fibras textiles del cáñamo sean económicamente competitivas en comparación con otras fibras naturales. Teniendo en cuenta que la sostenibilidad de la fibra de cáñamo es la principal fortaleza para el sector textil.
- A pesar de los avances legislativos con la promulgación de la Ley N.º 32195, la falta de un reglamento operativo limita la implementación efectiva del

cáñamo industrial en el Perú, generando incertidumbre jurídica para los actores de la cadena productiva.

- El marco legal actual evidencia una superposición normativa entre el uso medicinal y el uso industrial del cannabis, lo que exige una clara diferenciación regulatoria para fomentar la inversión en el cáñamo textil sin que se vea obstaculizada por los controles aplicables al cannabis psicoactivo.
- La trazabilidad obligatoria y los límites de THC exigidos por la ley peruana representan un reto técnico para los pequeños productores, por lo que se requiere un sistema de certificación y fiscalización accesible que garantice tanto la legalidad como la competitividad del cáñamo en mercados internacionales.

Conclusiones

- La Innovación tecnológica de máquinas y procesos, permite optimizar el uso de alto valor del cáñamo, desde el campo hasta la producción de fibras que incluyen la selección de variedad genética, prácticas de cultivo optimizadas, técnicas de cosecha eficientes, obtención de la fibra por métodos enzimáticos con apoyo de maquinaria, hasta el proceso de hilar la fibra.
- El cáñamo industrial (*Cannabis sativa L.*) fibra natural alternativa, para apoyar la transición de la industria textil hacia la sostenibilidad. No utiliza recursos no renovables, es biodegradable, requiere menos agua y pesticidas. El cultivo captura carbono, reduciendo la huella ambiental.
- La semilla de la variedad optima del *Cannabis sativa L.* debe ser de calidad:
- Calidad genética como identidad, pureza varietal, control en la producción.
- Calidad sanitaria cuando tiene control en la fuente de origen, diagnóstico de laboratorio y control en la producción.
- Calidad fisiológica cuando tiene condiciones de producción, alto porcentaje de germinación, acondicionamiento y almacenamiento.
- Calidad física, semilla libre de malezas, buenas prácticas de cosecha y acondicionamiento
- El cáñamo cultivado para aplicaciones textiles debe sembrarse en densidades altas (1935-2838 kg/ha) y cosecharse temprano para obtener fibra de alta calidad. Los ciclos de crecimiento y producción pueden variar entre los 125 y 90 días pudiendo las plantas alcanzar al menos 1,8 metros de altura.
- Para uso de exportación, la línea más viable para la producción de hilo de cáñamo es la adaptación del sistema de hilado de algodón a las características de la fibra de cáñamo algodónizada. La caracterización de ambas fibras tiene que tener uniformes sus propiedades, con un coeficiente de variación menor a 10 por ciento en finura, longitud, alargamiento, resistencia, fibra

corta, color entre otras. Estas tienen que estar acreditadas con estándares de calidad.

- La promulgación de la Ley N.º 32195 constituye un hito en el reconocimiento legal del cáñamo industrial en el Perú; sin embargo, su aplicación efectiva está condicionada a la aprobación oportuna del reglamento que delimite claramente las competencias institucionales y los requisitos para su producción, transformación y comercialización.
- La normativa vigente en el Perú aún muestra una fragmentación regulatoria entre usos medicinales, terapéuticos e industriales del cannabis, lo que genera ambigüedad jurídica y dificulta el establecimiento de una cadena de valor clara y sostenible para el cáñamo textil.
- El marco legal peruano requiere armonización con estándares internacionales que regulan el contenido de THC y la trazabilidad de los productos derivados del cáñamo, a fin de garantizar competitividad en el mercado global y seguridad jurídica para los inversionistas y productores nacionales.

Bibliografía

- Álvarez-Roldán, A., Gamella, J. F., & Parra, I. (2018). La legalización del cannabis: un experimento americano de consecuencias globales. *Revista Española de Drogodependencias*, 22 -37.
- Asamblea Nacional Constituyente. (07 de 08 de 2008). Reglamento Ley Orgánica de Transporte Terrestre.
- Ascanio, A. (2009). Rutas gastronómicas chilenas: una aproximación al tema. *Pasos*, 321-325.
- Brümmer, M. (1 de junio de 2015). ecohouses.es. Obtenido de Construcción sostenible : <https://www.ecohouses.es/wp-content/uploads/2015/06/el-canamo-en-la-construccion.pdf>
- Bolaños Herrera, A., Quirós Campos, S., Sánchez, L. A., & O'Bryan, D. (2020). Evaluación preliminar de cultivos de cáñamo industrial (*Cannabis sativa* L.) en dos regiones de Costa Rica. Proyecto UGIT: CV03MG101-1-20 y CV03MG101-8-20. Recuperado de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/f01-11127.pdf>.
- Casanova Lorena; Martínez Juan; López Silvia; Landeros Cesáreo; López Gustavo; Peña Benjamín Enfoques del pensamiento complejo en el agroecosistema.
- Interciencia. Vol. 40, núm. 3, marzo, 2015, pp 210-216 Asociación Interciencia Caracas, Venezuela

- Calderón Rojas, C. (5 de Enero de 2020). Repositorio UNIANDES . Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/14014>
- Candela García , E., & Espada Sánchez, J. P. (2006). UNA REVISIÓN HISTÓRICA SOBRE LOS USOS DEL CANNABIS Y SU REGULACIÓN. *Salud y drogas*, 47-70.
- Cannarela. (12 de diciembre de 2019). Cannarela.com. Obtenido de <https://cannarela.com/el-canamo-en-el-automovil-ford/>
- Cayuela, D. (04 de Diciembre de 2019). Universidad Politécnica de Cataluña. Obtenido de <https://www.upc.edu/intexter/ca/jornada-industria-textil-sostenibilidad/documentos-1/Obtencionyennoblecimientodelcamoparasubstratostextiles.pdf>
- CNN. (13 de Enero de 2016). CNN Tecnología . Obtenido de <https://cnnespanol.cnn.com/2016/01/13/estos-autos-usan-cannabis/>
- Demeter, C. (20 de Junio de 2017). Marihuaneame. Obtenido de <http://marihuaneame.com/2017/06/20/ventajas-de-los-textiles-con-canamo/>
- Díaz Rojo, J. (2004). Las denominaciones del cáñamo, un problema terminológico y lexicográfico. *Revista de Lexicografía*, 65-79.
- Duque Schumache, A., Pequit, S., & Pazour, J. (2020). Industrial hemp fiber: A sustainable and economical alternative to cotton. *Journal of Cleaner Production*, 1 - 31.
- Espinach, F. X., Vilaseca, F., Tarrés, Q., Delgado-Aguilar, M., & Aguado, P. (2024). An alternative method to evaluate the micromechanics tensile strength properties of natural fiber strand reinforced polyolefin composites. The case of hemp strand-reinforced polypropylene. *Composites Part B*, 273, 111211. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2024.111211>
- Fassio, A., Rodriguez, M., & Ceretta, S. (8 de marzo de 2013). catalogo.latu.org.uy. Obtenido de Cáñamo: https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/doc_num.php?explnum_id=2348
- Fuentes Pérez, E., & Acurio Arcos, L. (2020). EL CAÑAMO (CANNABIS SATIVA L.) PARA USO INDUSTRIAL Y FARMACÉUTICO: UNA VISIÓN DESDE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA. *CienciAmérica*, 1 - 7.
- González, J. (2009). La teoría de la complejidad. *Dyna*, 76(157), 243–245. Universidad Nacional de Colombia. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49611942024>

- Hash and Marihuana Hemp Museum . (17 de Noviembre de 2019). Hash and Marihuana Hemp Museum . Obtenido de <https://hashmuseum.com/es/coleccion/canamo-para-la-navegacion>
- Hemp Copenhagen. (14 de Enero de 2020). hemp-copenhagen.com. Obtenido de <https://hemp-copenhagen.com/shop/cms-hemp-science.html>
- Hernández, Sampiere, & Baptista. (2014). Metodología de la Investigación. México D.F: McGraw- Hill.
- Hurtado, D. (20 de Enero de 2020). Cannabis Magazine . Obtenido de http://www.cannabismagazine.es/digital/index.php?option=com_content&view=article&id=3403:c%C3%A1lamo,-la-planta-textil-m%C3%A1s-antigua-del-mundo&catid=108:historia-de-cannabis&Itemid=127
- Lauren, Ralph. (25 de enero de 2021). corporate.ralphlauren.com. Obtenido de 2020 Global Citizenship & Sustainability Report: https://corporate.ralphlauren.com/on/demandware.static/-/Sites-RalphLauren_Corporate-Library/default/dwd8688705/documents/2020_Global_Citizenship_Sustainability_Report.pdf
- Leal Galicia , P, Betancourt , D., González González , A., & Romo Parra , H. (2018). Breve historia sobre la marihuana en Occidente. Revista de Neurología, 133-140.
- Leoni, M., Musio, S., Croci, M., Tang, K., Magagnini, G. M., Thouminot, C., Müssig, J., & Amaducci, S. (2022). The effect of agronomic management of hemp (*Cannabis sativa* L.) on stem processing and fibre quality. *Industrial Crops & Products*, 188, 115520. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115520>
- Lisa Burgel, Jens Hartung, Simone Graeff-Hönninger, 2020 Impact of Different Growing Substrates on Growth, Yield and Cannabinoid Content of Two *Cannabis sativa* L. Genotypes in a Pot Culture <https://doi.org/10.3390/horticulturae6040062>
- Lozano Cámara, I. (2017). CULTIVO Y USOS ETNOBOTÁNICOS DEL CÁÑAMO (*CANNABIS SATIVA* L.) EN LA CIENCIA ÁRABE (SIGLOS VIII - XVII). *Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia*, 1 - 12.
- Mahnaz Abdollahia, Fatemeh Sefidkonb,*, Mohsen Calagarib, Amir Mousavic,
- Mariz J.; Guise, C.; Silva, TL; Rodrigues, L.; Silva, CJ Cáñamo: del campo a la fibra: una revisión.
- Textiles 2024, 4, 165-182 <https://doi.org/10.3390/textiles4020011> Portugal.
- Mitchell, & Hall. (2005). Gastronomic tourism: comparing food and wine tourism experiences. *Trends and Cases*, 89-100.

- Mohamad Fawzi Mahomoodally, Industrial Crops & Products 152 (2020) 112397
A comparative study of seed yield and oil composition of four cultivars of Hemp (*Cannabis sativa* L.) grown from three regions in northern Iran Journal homepage: www.elsevier.com/locate/incrop
- Molina , M. (2008). EL CANNABIS EN LA HISTORIA: PASADO Y PRESENTE. Cultura y droga, 95 - 110.
- Mönckeberg, F. (2014). Los pro y contra de la legalización de la marihuana . Chil Pediatr, 229 -237.
- Mundo textil . (8 de Agosto de 2017). Mundo textil . Obtenido de <https://mundotextilmag.com.ar/fibras-naturales-canamo/>
- Pino Herrera , O. (3 de febrero de 2019). repositorio.puce.edu.ec. Obtenido de ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA PRODUCTORA Y PROCESADORA DE FIBRA DE CÁÑAMO INDUSTRIAL EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA PARA LA EXPORTACIÓN AL MERCADO ALEMÁN EN EL PERIODO 2019-2029: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/15967/ESTUDIO%20DE%20PRE%20FACTIBILIDAD%20PARA%20LA%20CREACI%3%93N%20DE%20UNA%20EMPRESA%20PRODUCTORA%20Y%20PROCESADORA%20DE%20FIBRA%20DE%20CA%3%91AMO%20INDUSTRIAL%20EN%20LA%20~1.pdf?sequence=1&isAllo>
- Riera , E. (2012). El Gran Libro del Cananbis. Barcelona: Integral RBA libros.
- Romero Betancourt Juan David (2021). Caracterización morfológica, bioquímica y molecular de cuatro accesiones de Cannabis sativa L. Tesis Magister en Biología. Facultad Ciencias Universidad Nacional de Colombia Bogotá. Colombia.
- Rosen, J., & Zepeda , R. (2015). La guerra contra el narcotráfico en México: Una guerra perdida. Reflexiones, 153 - 168.
- Rough, L. (Agosto de 2017). LEAFLY. Obtenido de <https://www.leafly.com/news/cannabis-101/facts-about-the-marihuana-tax-act-of-1937>
- Saavedra Mora, D., Peña, M., Toro, L., Gonzáles, D., Hernández, J., & Castañeda, J. (2023). El cultivo del cáñamo Cannabis sativa L. en Colombia. Editorial (si corresponde). ISBN: 978-628-95739-9-2.
- Sensi seeds. (24 de Diciembre de 2019). Sensi seeds. Obtenido de <https://sensiseeds.com/es/blog/curso-basico-de-tejidos-de-canamo-y-como-se-fabrican-las-telas-de-canamo/>

- Sensi Seeds. (24 de Diciembre de 2019). Sensi Seeds. Obtenido de <https://sensiseeds.com/es/blog/curso-basico-de-tejidos-de-canamo-y-como-se-fabrican-las-telas-de-canamo/>
- Shahzad, A. (2018). Use of Hemp Fiber in Textiles. Lupine Publishers , 271.
- Steward, Bramble, C., & Zirald, D. (2008). Key challenges in wine and culinary tourism with practical recommendations. International Journal of Contemporary Hospitality Management, 302-312.
- USDA U. S. Department of Agriculture . (30 de Enero de 2000). USDA. Obtenido de https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/41740/15867_ages001e_1_.pdf?v=0
- Vallejos , M. (01 de 12 de 2006). APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL Cannabis. Obtenido de Universidad de Girona: <https://core.ac.uk/download/pdf/132551506.pdf>
- Villegas Marín , C., & González Monroy , B. (2013). Fibras textiles naturales sustentables y nuevos hábitos de consumo. Revista Legado de Arquitectura y Diseño, 31-45.
- [www.espolea.org](http://www.espolea.org/uploads/8/7/2/7/8727772/ddt-mapeandocannabis-mundo.pdf). (20 de febrero de 2020). Obtenido de <http://www.espolea.org/uploads/8/7/2/7/8727772/ddt-mapeandocannabis-mundo.pdf>
- Zhang , H., Zhong , Z., & Feng , L. (2018). Advances in the Performance and Application of Hemp Fiber. Tianjin University, 18.1 - 18.5.
- Zimniewska M. (2022). Hemp Fibre Properties and Processing Target Textile: A Review. Materials 2022, 15, 1901 <https://doi.org/10.3390/ma15051901>

Sobre los autores

Mg. Juan Manuel Kosme Sheput Moore

Ingeniero industrial y político peruano. Fue congresista de la república, durante el periodo 2016-2019, y ministro de trabajo, durante el gobierno de Alejandro Toledo (2005) y en el gobierno de Manuel Merino durante el 2020.

Estudió la carrera de ingeniería industrial en la Universidad Nacional Federico Villarreal y laboró como docente en la UNI, la UNMSM y la Universidad Ricardo Palma.

Es egresado del programa de alto gobierno de la Universidad de Los Andes, de Colombia. Así mismo, es magíster en pensamiento estratégico y prospectiva por la Universidad Externado, también de Colombia, y máster en project management por la Universidad de La Rioja, de España. Cuenta, además, con un posgrado de especialización en desarrollo regional y territorial también en la Universidad de Los Andes y ha seguido cursos de posgrado en el BID en temas de políticas públicas.

Mg. María Margoth Solórzano Vera

Ingeniera comercial en administración de empresas por la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Máster en dirección de recursos humanos por la Universidad de Barcelona, España. Actualmente cursa el doctorado en gerencia de empresas en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

Cuenta con experiencia en gestión administrativa, atención al cliente y manejo documental. Además, se ha desempeñado como docente universitaria, lo que ha fortalecido sus capacidades de organización, liderazgo y comunicación efectiva.

Mg. Ing. Betsy Katherine Cambindo Quiñónez

Ingeniera industrial, tecnóloga en mecánica industrial especialidad máquinas y herramientas y magíster en sistemas de gestión de calidad con mención en sistemas integrados, reside en la ciudad de Esmeraldas, Ecuador, y desde el año 2023 viene estudiando un doctorado en ingeniería industrial en la Universidad Nacional Mayor De San Marcos fortaleciendo su perfil como investigadora y profesional especializada en el ámbito industrial, de investigación y educativo.

Mg. Edison Johny Quevedo Zambrano

Ingeniero comercial con mención en administración de empresas agroindustriales y agropecuarias en ESPAM MFL, Ecuador. Doctorando en gestión empresarial en la UNMSM, Perú. Maestría en administración de negocios en Southern New Hampshire University, EE. UU. Maestría en seguridad industrial, salud ocupacional y relaciones comunitarias en Universidad de Piura, Perú. Reside en la ciudad de Manta, Ecuador, en la actualidad viene desempeñando las labores como gerente general de la empresa pública ESPAM MFL-EP en la dirección de proyectos públicos y privados en áreas de desarrollo productivo, innovación y gestión empresarial, también es docente universitario, ESPAM MFL de asignaturas en administración, mercadeo y canales de comercialización y realiza las labores de consultor en gestión empresarial en el diseño de planes estratégicos y de innovación para empresas públicas y privadas.

Mg. Ing. Domingo Hussein Pacheco Alvaro

Auditor MINTRA | CIP 196890 | Especialista en sistemas de gestión, seguridad y salud en el trabajo y sostenibilidad

Profesional con más de 16 años de experiencia en sectores estratégicos como minería, petróleo, construcción, manufactura y educación superior. Especialista en sistemas integrados de gestión, mejora continua, sostenibilidad, lean six sigma y seguridad ocupacional, con una sólida trayectoria en auditorías legales, implementación de normas internacionales (ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, ISO 50001, ISO 37001, BASC, GRS) y gestión por procesos.

Ha liderado proyectos de certificación, optimización operativa y reducción de impactos ambientales, integrando herramientas estadísticas y enfoques de economía circular.

Actualmente cursa estudios de doctorado en ingeniería industrial, consolidando una carrera enfocada en la transformación digital, la excelencia operativa y el desarrollo sostenible.

Mg. Ing. Nancy Elizabeth Barreda de Miranda

Ingeniero químico de FQIQ-UNMSM. Profesional con 20 años de experiencia en la industria textil exportadora como jefa de laboratorio textil y jefa de planta de tintorería. Docente investigadora (cátedra) de la EPITC-FII-UNMSM. Docente de maestría en la FII-UNMSM. Con estudios de doctorado en ingeniería industrial en FII-UNMSM. Coordinadora de laboratorio de fibrología y procesos textiles de EPITC.

Ha realizado pasantías en la Universidad de Texas USA 2009, Universidad Carolina del Norte al College de Textiles USA 2009, Universidad Sao Paulo Brasil 2017 y Universidad Bolivariana Medellín Colombia.

Mg. Jorge Luis Roca Becerra

Actualmente realiza doctorado en gestión de empresas en la Unidad de Posgrado en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Colegiado CIP 88975, magíster en gestión de operaciones y servicios logísticos, especialización en auditoría y control logístico en ESAN y especialización en sistemas integrados de gestión en la Universidad Politécnica de Valencia España. Especialización en seguridad y salud en el trabajo. Asesor y consultor especializado en sistema de gestión integrados que incluye gestión de seguridad y salud en el trabajo y gestión ambiental en Green Environment (empresa de consultoría y asesoría ambiental inscrita en el MINAM). Docente expositor tiempo parcial en Lima y provincias en temas de la cadena de suministro (supply chain management) y administración logística integral en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos UNMSM en los programas del posgrado de pre maestría y maestría FII en riesgos laborales y ambientales, así como en la maestría de operaciones y servicios logísticos de la Facultad de Ingeniería Industrial de la UNMSM.

Mg. Ing. Karen Andrea Álava Chichanda

Ingeniera en turismo y magíster en mercadotecnia con mención en turismo y hospitalidad de la Universidad Internacional SEK (2005). Reside en Bolívar, provincia de Manabí, Ecuador y desde el año 2005 viene desempeñándose como jefa de ventas en el Centro Agrícola Álava destacándose por su trabajo y su compromiso con la calidad de los servicios ofrecidos. Actualmente cursa estudios de doctorado en gerencia de empresas en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Perú) para fortalecer sus conocimientos y sus capacidades de liderazgo, gestión estratégica e innovación.

Mg. Ing. Paola Gabriela Álava Chichanda

Ingeniera en turismo y magíster en marketing con mención en turismo y hospitalidad. Reside en Calceta, provincia de Manabí, Ecuador, y desde el año 2016 se ha desempeñado como docente, destacándose por su vocación académica y su compromiso con la educación de calidad.

Actualmente, cursa estudios de doctorado en gerencia de empresas en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Perú), fortaleciendo su perfil como investigadora y profesional especializada en el ámbito empresarial, turístico y educativo.

Su trayectoria combina una sólida formación académica con experiencia en la enseñanza, el liderazgo académico y la promoción de un turismo sostenible e innovador.

Dr. Óscar Rafael Tinoco Gómez

Nació en Huaraz, capital del departamento de Ancash, sus estudios primarios los realizó entre Huaraz y Lima, la secundaria en la Gran Unidad Escolar Ricardo Bentín, Lima, su formación profesional la realizó en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), donde se recibió como ingeniero industrial. Su grado de doctor lo obtuvo en la Universidad Nacional Federico Villarreal, en medio ambiente y desarrollo sostenible. Actualmente es Decano de la Facultad de Ingeniería Industrial de la UNMSM, así como docente investigador RENACYT nivel VI y coordinador del grupo de investigación “Producción más limpia”. Autor de textos universitarios y artículos científicos en revistas indexadas, impulsor de actividades de responsabilidad social universitaria y promotor de eventos científicos con participación estudiantil en la UNMSM (Ciiddeii, Codeii, Citexim, Coditex, entre otros)

Expositor en diferentes eventos internacionales como el SustexModa de la Universidad de Sao Paulo (Brasil) y el simposio internacional “Circularidad y sostenibilidad en la cadena de suministro” (CIRSOS) en la UNMSM, el IX evento internacional “La universidad en el siglo XXI”, Manabí, Ecuador, entre otros.

Mg. Julio Douglas Vergara Trujillo

Ingeniero industrial egresado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, MBA en administración de negocios y finanzas internacionales (UCSS-Universidad de Génova)

Mg. Ronald Javier Muñante Valle

Licenciado en administración, maestro en gerencia de servicios de salud por la Universidad de San Martín de Porres, actualmente doctorando en gerencia de empresas en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, cuenta con programa de especialización en gestión por procesos de la Pontificia Universidad Católica del Perú, con amplia experiencia laboral en el sector sanitario, actualmente funcionario público desempeñando el cargo de jefe de la Oficina de Gestión y Desarrollo de la Red Asistencial Ica y docente de la Facultad de Medicina Humana de la Universidad Privada San Juan Bautista, ha sido jefe de la División de Inteligencia Sanitaria de la Red Asistencial Ica, así mismo desempeñó cargos como estadístico - planificador en el Hospital IV Augusto Hernández Mendoza, especialista en indicadores de gestión, manejo de equipo de alto rendimiento y autor principal del libro “Gestión del talento humano y desempeño laboral”.

Mg. Manuel Enrique Gonzales Aparicio

Candidato a doctor en administración de negocios (Miami, EE.UU.) y doctorando en ingeniería industrial en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Perú). Ingeniero industrial, con un MBA por EUDE Business School (México/España), una maestría en dirección de empresas industriales y de servicios por la UNMSM, además de especializaciones en gestión pública, finanzas y supply chain management.

Cuenta con más de veinte años de experiencia profesional, incluyendo cargos directivos en los sectores industrial y logístico, y funciones de gestión en el sector público. Actualmente se desempeña como docente universitario en gestión de procesos, logística e innovación, además de asesorar tesis y participar en proyectos académicos internacionales.

Es autor principal de artículos científicos publicados en revistas académicas indexadas en Latindex y Google Scholar, entre ellos “ Procesos mínimos que garantizan la inocuidad en una planta de la industria cárnica ” (2024). Sus líneas de investigación se enfocan en manufactura esbelta, industria 4.0 y prospectiva estratégica.

Mg. Karenth Elena Ramírez Álvarez

Ingeniera químico de profesión, con maestría en ingeniería ambiental y desarrollo sustentable de la Pontificia Universidad Católica Argentina – sede Rosario, cursando el 5to ciclo de doctorado en ingeniería industrial en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Docente con 8 años de experiencia en la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana -UNAP, en el departamento académico de ingeniería química. Docente de los cursos de ingeniería en gestión industrial, cinética y diseño de reactores y tratamiento de aguas.

Mg. Ing. Jessica Gisell Valdivia Cuentas

Doctorando en Ingeniería Industrial en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Magister en Dirección de empresas en la Universidad ESAN e Ingeniera Industrial de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Fue directora de la Escuela de Ingeniería Industrial (2020-2023) en la Universidad Católica San Pablo y en la actualidad se viene desempeñando como docente a tiempo completo y dictando cursos relacionados a Gestión y Procesos. Líder del foco de Internacionalización en el Departamento de Ingenierías de la Industria y el ambiente, forma parte del comité de calidad de la Escuela de Ingeniería Industrial de dicha universidad, además de poseer una gran experiencia en trabajo de acreditación modelo ICACIT y ABET.

