

Bioprospección del Cáñamo Soportada en Procesos Verdes para la Industria Colombiana

Stiven Huertas Cardenas^a y Mischel Stefany Toro Santos^b,
shuerta52029@universidadean.edu.co^a y mtorosa91317@universidadean.edu.co^b
Universidad EAN^{a,b}

Resumen

Este trabajo presenta los elementos asociados a problemas relacionados con la industria del cáñamo en Colombia, por medio de un estudio de bioprospección bajo el marco normativo y bibliográfico evidenciado en la literatura abierta disponible. La investigación se centra en el campo de la Ciencia, Tecnología e Innovación, donde bajo un enfoque cuantitativo y no experimental de las aplicaciones y propiedades del cáñamo, se plantea una revisión sistemática usando los métodos de Kitchenham y PRISMA, obteniendo 12 artículos que relacionan experiencias de uso con métodos de extracción y procesamiento. La bioprospección destaca la utilidad del cáñamo en productos bioenergéticos con un rendimiento de 100 GJ/ha/ año, y en campos como desarrollo de fibras textiles, aditivo antioxidante y cosméticos. En conclusión, el cáñamo resulta ser una planta con potencial de ser usada como materia prima en procesos verdes y eficientes.

Introducción

El cáñamo industrial taxonómicamente *Cannabis Sativa L* vari (*var*) *sativa*, es un derivado genético del *cannabis*, y posee niveles de tetrahidrocannabinol (THC) inferiores a 0,3 % en peso seco (Montacchini et al., 2018), siendo este el componente psicoactivo de la planta *cannabis*, y por el cual ha existido la necesidad de normativas sobre su cultivo y uso en el mundo, dado que en altas cantidades (>0,3%) puede generar alta dependencia y alteraciones psicológicas y fisiológicas en el cuerpo humano. Sin embargo, se debe tener presente que, a pesar del parecido físico del cáñamo con la planta de *cannabis*, la tecnología asociada y el proceso de producción del cáñamo se distinguen sustancialmente, y a su vez es una materia prima verde con 10.000 años de historia, siendo utilizada principalmente en el sector textil, de construcción, alimentario, entre otros y recientemente en la bioenergía (Fike, 2016). En Colombia, la legalización del cultivo de *cannabis* se dio en el 2016, por medio de la Ley 1787 de 2016 y el Decreto 613 de 2017 (Rodríguez Miranda, 2020), la cual dio paso a la inclusión de esta planta como una alternativa promisoriosa con altas capacidades industriales.

En este sentido, Colombia se presenta como un lugar estratégico para el crecimiento de la producción del cáñamo, dado que este habita en regiones cálidas, terrenos aluviales, permeables y ricos en nitrógeno (muy presentes en el departamento del Valle); es así, como con el actual marco regulatorio y legislativo que existe sobre *cannabis* en Colombia, se abre paso para el uso del cáñamo, dado que tanto el tallo de la planta como las semillas se pueden recuperar, convirtiéndolo así en una materia prima con altas oportunidades de investigación.

Sin embargo, a pesar del potencial de esta planta, su acercamiento toxicológico, clínico y terapéutico se vio limitado, debido a que su similitud fenotípica con la planta de cannabis psicoactiva generó connotaciones culturales y legales alrededor de su uso (Casadiego Mesa & Lastra Bello, 2015). Aún con lo anterior se proyecta como una materia prima ecológica de interés para proyectos de bioprospección, donde a través de esta se aporte positivamente a la conservación de la riqueza natural colombiana, agregando valor a sus recursos biológicos y genéticos; lo anterior se consigue bajo la coherencia normativa y procedimental, ya que el acceso a recursos y la biotecnología, en Colombia se han abordado como temas no relacionados, lo cual no es precisamente el *modus operandi* para el

desarrollo de la prospección en la diversidad biológica; es por esto que se consagró la Convención de Diversidad Biológica (CDB) que planteó políticas de acceso a los recursos del país, en aras de su utilización sostenible, y a su vez para que los beneficios derivados por la utilización de estos sean distribuidos equitativamente (Melgarejo et.al, 2002). Según lo presentado por Fedesarrollo en el 2019, Colombia “debería aprovechar las posibilidades productivas del cáñamo, y la capacidad de desarrollo industrial de este sector” (Fedesarrollo, 2019), es así como el estudio de bioprospección bajo los objetivos de CDB permite que, a través de la investigación básica de las especies, se avance en el descubrimiento de los usos primordiales del cáñamo, articulado con actividades técnico-científicas, para así sustentar el desarrollo tecnológico necesario en la cadena valor.

El interés por el *Cannabis Sativa L* ha cobrado importancia ya que se ha demostrado su bajo componente de psico actividad y sus potenciales propiedades como aislante térmico, al igual que su riqueza en aminoácidos, y su contenido aproximado de 30% de aceite oleico (Rezapour, 2017), aspectos que lo consolidan como un producto agrícola versátil. En ese sentido, la necesidad de investigar sobre las potencialidades de este producto para generar valor agregado en su cadena productiva se ha evidenciado en el aumento de estudios publicados alrededor del cáñamo, pasando de 202 publicaciones en el año 2011, a 821 publicaciones en el 2020 (Web of Science, 2020). Según García et al (2019) y Zhao et al (2020) resulta necesario, tener un acercamiento más técnico al Cáñamo, para conocer todas sus propiedades y determinar sus aplicaciones industriales.

De acuerdo con lo anterior, el presente proyecto de investigación enmarcado en el campo de la Ciencia, Tecnología e Innovación, y encaminado hacia la línea de Gestión y Diseño de Procesos, y Cadena de Suministro, tiene como propósito desarrollar un estudio de bioprospección del cáñamo a través de una revisión digital de sus requerimientos técnicos y propiedades como un instrumento para generar una formulación cuali-cuantitativa que permita esbozar diferentes aplicaciones industriales del cáñamo a partir de sus propiedades químicas, y teniendo en cuenta los principios de la Química Verde. De igual forma, los resultados del estudio ayudarán a percibir el potencial de desarrollo del cáñamo en un país megadiverso como Colombia, resaltando la faceta de la academia, industria y sociedad en el desarrollo de productos verdes con alto valor agregado.

- Pregunta de investigación

Dado lo anterior, se presenta la siguiente pregunta problema ¿Cómo aprovechar las características de la industria del cáñamo para su integración como materia prima en el diseño de productos y procesos verdes, desde la concepción tecnológica en la cadena de valor? Para dar respuesta a ella, se planteó el siguiente objetivo general y los objetivos específicos que continuación se describen:

- Objetivo general
 - Desarrollar un estudio de bioprospección del cáñamo mediante una búsqueda de requerimientos técnicos y análisis de sus propiedades químicas diferenciales, para su reconocimiento como una materia prima potencial y versátil en Colombia.
- Objetivos específicos
 - Analizar la base legal aplicable a la industria del *Cannabis Sativa L*. en Colombia con el propósito de identificar el estado actual de sus cultivos y desarrollo asociado.
 - Evaluar las experiencias de uso del *Cannabis Sativa L*. a través de una revisión sistematizada de artículos científicos para diseñar la tecnología requerida en la cadena de valor.
 - Diseñar una formulación cuali-cuantitativa para exponer las principales propiedades del cáñamo y sus respectivas aplicaciones industriales teniendo en cuenta los principios de la Química Verde.

Marco de referencia

- Antecedentes

El avance en la investigación durante la última década ha dado un impulso notable en el estudio del cáñamo y la transformación tecnológica del mismo en productos de gran valor, convirtiéndose cada vez más, en un atractivo para las industrias. El trabajo de Rijavec et al. (2017) realiza un recorrido histórico del cáñamo, el cual tuvo su primera referencia en India y Asia Central puesto que en un yacimiento neolítico de Yuan-Shanu (actual Taiwán) se encontraron rastros de cintas de cáñamo que datan del 10000 a.C. El testimonio más antiguo del uso del cáñamo se remonta al herbolario del emperador Shen Nung quien fomentó el cultivo del cannabis para la producción de telas. El cáñamo, ya en el 500 a.C se mencionada como una fuente de fibra textil, y era usado por los escitas para realizar cordajes, quienes más tarde según Cámara (2017) llevarían el cáñamo a Europa por rutas de comercio.

Ahora bien, durante los siglos XVI y XVIII el cáñamo alcanzó especial importancia tanto en la redefinición de sus usos como en el aumento de investigaciones alrededor de sus propiedades; estas contribuciones están ligadas a la versatilidad de la planta puesto que, como lo afirma (García et al., 2019) en términos agronómicos, el cultivo del cáñamo crece en amplias condiciones agroecológicas y con poca demanda de agua o fertilizantes.

La investigación de Fike (2016), se concentró en la búsqueda de aquellos productos y subproductos a partir del cáñamo, y en los sectores donde se puede aprovechar más; en este, se expuso que, a partir de la fibra del floema de la planta se fabrica papel fino, de igual forma, tanto la fibra de alta y baja calidad se usan en la producción de textiles, fabricación de materiales biocompuestos, sustitución de la fibra de vidrio y producción de biomasa. A esto se suma el potencial del aceite de las semillas de cáñamo, pues Aizpurua (2016) enuncia su uso en el desarrollo de cosméticos, biodiesel, alimentos, productos como barnices y pinturas, entre otros.

El estudio de Devi & Khanam (2019) aborda la comparación de diversos procesos para extraer aceite de las semillas de cáñamo teniendo en cuenta las propiedades fisicoquímicas y composiciones del mismo. Se encontró que el método “soxhlet” tuvo el máximo rendimiento (37,30 %) de extracción; por su parte, el bioaceite resultante del proceso de pirólisis fue idóneo como combustible en términos de su composición en materiales volátiles e inflamables. En general, se encontró que los ácidos grasos predominantes con potencial de aprovechamiento industrial son: el ácido linoleico, ácido palmítico, y ácido esteárico.

De otra parte, en el trabajo de Zhao et al. (2020), se realizó una revisión del potencial de biomasa del cáñamo para la producción de bioetanol como combustible, encontrando que por la alta cantidad de celulosa la biomasa de este sería una opción óptima en la producción de etanol. Adicionalmente, Sair et al. (2020) señalan a partir su estudio experimental-investigativo que el tratamiento alcalino y salinizado sobre las fibras de cáñamo, lleva a la mejora de sus propiedades mecánicas y a la remoción efectiva de impurezas como lignina y hemicelulosa.

Ahora bien, el aceite de cáñamo posee un alto contenido de ácidos grasos y antioxidantes (carotenos y tocoferoles) que permiten la hidratación de la dermis (López, 2020), aspecto por el cual se ha proyectado su uso en áreas como la cosmetología.

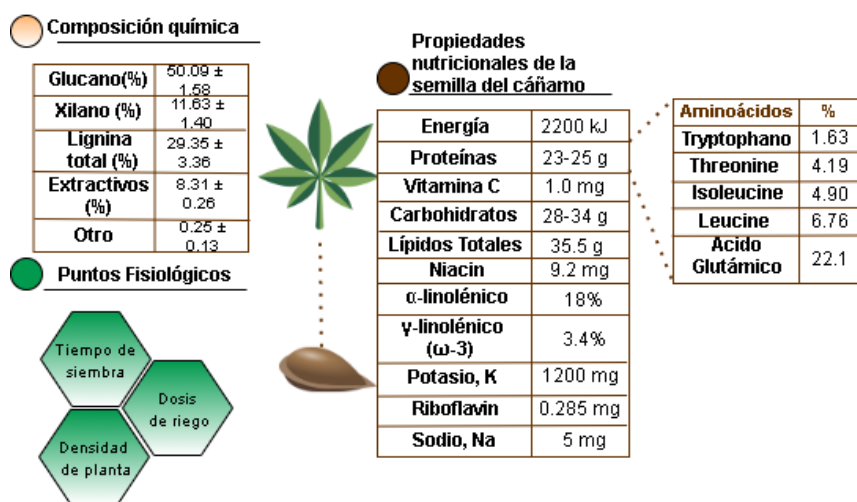
- Marco conceptual

Asimismo, se presenta una descripción de las bases teóricas que soportan el estudio “Bioprospección del Cáñamo Soportada en Procesos Verdes para la Industria Colombiana”. De acuerdo con Pergamo et al. (2018) el desarrollo de nuevas tecnologías permite explotar continuamente las áreas prominentes para el uso de esta planta con amplia versatilidad, para cada vez sea objeto de análisis social y

económico, en aras de construir un modelo de desarrollo sostenible basado en la cadena de valor. De este modo, es importante destacar el procesamiento que se lleva a cabo en el cáñamo, el cual se encuentra dividido en semillas y fibra, primero, las semillas son llevadas a un subproceso primario y secundario en aceite, en el cual se desarrolla un proceso semejante al aplicado en tradicional en semillas oleaginosas; en segundo lugar, la fibra atraviesa por un subproceso primario donde se sustrae el núcleo de esta, y luego cada uno de estos entra en varios subprocesos secundarios complejos para convertirlos en productos de mayor valor (Russell et al., 2015).

Como se mencionó anteriormente, las semillas permiten la generación del aceite el cual es uno de los pocos “que contiene alrededor del 80% de ácidos grasos poliinsaturados como el ácido linoleico (ω -6), el 3,4% de γ -linolénico (ω -3) y el 18% de α -linolénico (ω -6)” (Babiker et al., 2021), además, como se muestra en la figura 1, con un alto contenido proteico, en minerales, vitaminas, entre otros, los cuales son óptimos para la salud humana.

Figura 1. Propiedades químicas, nutricionales y fisiológicas del cáñamo



Fuente: Adaptado de (Bakowska-Barczak et al., 2020); (Das et al., 2020)

Los datos de composición química, presentados en la figura 1, están basados en el estudio de 11 cultivos de cáñamo industrial, en Estados Unidos, tomando como punto de referencia el cultivo denominado “Elleta Campana”, el cual presentó altos contenidos de lignina, el cual es “un componente vital de la pared celular de la planta que representa aproximadamente el 10-30% de la biomasa” (Das et al., 2020).

Metodología

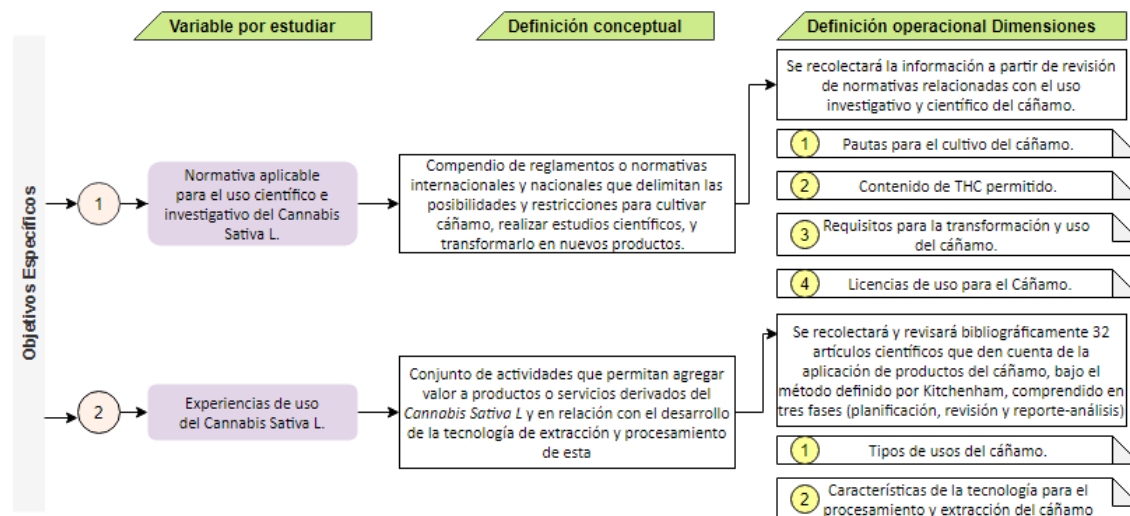
- Enfoque, diseño de la investigación y alcance o tipo de estudio

La aproximación principal de la presente investigación es el enfoque cuantitativo, caracterizado principalmente por ser probatorio y secuencial una revisión sistematizada de artículos científicos en torno a las experiencias de uso del *Cannabis Sativa L* y desde una óptica objetiva; se concibe un diseño de investigación no experimental, ya que no se desarrollan experimentaciones con las variables de la investigación. El estudio se encuentra configurado dentro de un alcance transversal o transeccional de tipo exploratorio, ya que este plantea la investigación básica que permitirá desde una mirada innovadora, establecer el terreno para estudios más especializados, elaborados y profundos que bien pueden ser de carácter descriptivo, correlacional o explicativo (Sampieri et al., 2018).

- Definición de variables

Se han definido las principales variables con sus definiciones tanto conceptuales y operacionales. A fin de facilitar la medición de las mismas, en la figura 2, se evidencian las definiciones operacionales de las variables que proporcionan el conjunto de actividades y procedimientos necesarios para medir y estudiar la respectiva variable.

Figura 2. Variables conceptuales y operacionales



Fuente: Elaboración propia

- Población y muestra

Para efectos del segundo objetivo específico, la población y muestra estuvo centrada en artículos científicos encontrados en la base de datos Web of Science (WOS) a nivel global en inglés y español.

- Métodos y herramientas

El presente estudio se basó en el método de revisión sistemático de Kitchenham, el cual permite hacer un mapeo de los estudios a través de la identificación y síntesis de los datos recolectados (Tinoco & García, 2018). Este modelo contempla tres fases principales aplicables al presente estudio y que llevan al cumplimiento del segundo objetivo específico.

- Fase 1. Planificación
 - o Selección de la base de datos.

Para conocer los artículos científicos que permitan conocer las experiencias de uso asociadas al cáñamo industrial a nivel global, y como estos pueden aportar al desarrollo de la industria colombiana, se realizó un mapeo bibliográfico por medio de la plataforma WOS, la cual compila diferentes bases de datos de alto impacto académico e investigativo, permitiendo el análisis y evaluación del rendimiento de la investigación que se lleva a cabo.

- o Criterios de inclusión.

Con base en el segundo objetivo específico, se definieron los siguientes criterios de inclusión:

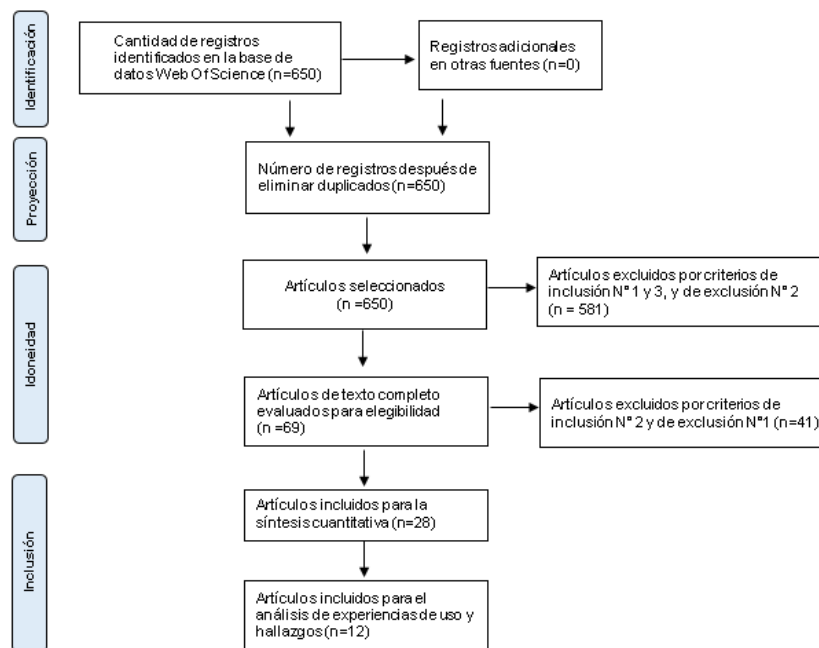
- Publicados entre el 1 de enero de 2015 al 28 de febrero de 2021.

- Artículos científicos que den cuenta de experiencias de uso con el cáñamo, tales como extracción y procesamiento.
- Artículos científicos que estén categorizados como “acceso abierto”
- Criterios de exclusión.

Asimismo, para delimitar aún más el estudio, se consideran excluyentes los siguientes:

- Artículos científicos donde la experiencia de uso no sea perceptible.
 - Artículos que aborden experiencias de uso relacionadas con la medicina, psiquiatría, sociología, telecomunicaciones, horticultura, mecánica, historia, ciencias veterinarias, agronomía, enfermedades infecciosas, entomología e ingeniería agrícola.
- Fase 2. Revisión
- Extracción de datos.
- Adicionalmente, se hará uso del método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses), a fin de representar los resultados obtenidos durante la revisión sistemática en la colección principal de la base de datos de Web Of Science, esto, ya que aborda aspectos clave respecto a la metodología y conducción de la misma, y permite llegar a una extracción concreta de los artículos científicos que abordan experiencias de uso del cáñamo más cercanas a la línea de investigación (Moraga & Cartes, 2015). Los resultados se presentan en el diagrama de flujo Prisma en la figura 3.

Figura 3. Diagrama de flujo prisma



Fuente: Elaboración propia

- Síntesis de datos

Los artículos científicos identificados se sintetizaron en un instrumento que permite evaluar cada artículo científico válido en términos de experiencias de uso y hallazgos, utilizando criterios basados en las siguientes preguntas:

A1. ¿Cuáles son las experiencias de uso del cáñamo?

A2. ¿Involucra actividades de procesamiento y extracción?

Para este caso, se creó el “Instrumento de validación de artículos científicos” (Anexo II) en el cual se exponen los 12 artículos científicos seleccionados, que pasaron los filtros de criterios de inclusión y exclusión, y de igual forma involucran diversas experiencias del uso de cáñamo.

- Fase 3. Reporte y análisis
 - o Reporte

Finalizada la fase 2, se da paso a la evaluación y análisis de hallazgos de los artículos encontrados, basados en las experiencias de uso, en aras de fijar el aporte en el desarrollo de procesos verdes para la industria colombiana, teniendo en cuenta los usos e impactos de las propiedades del cáñamo encontrados en los artículos científicos validos por medio de WOS.

Resultados y discusión de la investigación

Según las metodologías utilizadas, a continuación, se presentan los análisis de resultados para cada objetivo planteado.

- Base legal del uso del cáñamo en Colombia

En cuanto a la normativa legal aplicable se realiza una interpretación a través de la triangulación teórica de las dimensiones, tomando como referencia diferentes autores y como soporte la matriz de requisitos legales (Anexo I), que vincula leyes internacionales y nacionales relevantes; lo anterior, a fin de establecer criterios legales con una validez de datos. A continuación, se evidencia la triangulación para las 4 dimensiones referidas en la figura 2; en la tabla 1 se presenta la triangulación de la primera dimensión:

Tabla 1. Triangulación teórica dimensión 1

Dimensión	Ministerio de Salud y Protección Social	Ministerio de Justicia y del Derecho	Congreso de la República
Pautas para el cultivo de cáñamo	Se deberá realizar un plan de cultivo con los procedimientos agrícolas que se van a aplicar en el área de cultivo, especificando la cantidad de semillas de siembra y cannabis no psicoactivo que se cultivará. También se expondrá la procedencia o forma de acceso a la semilla (Minsalud, 2017).	Las personas naturales o jurídicas con licencia para el cultivo de plantas de cannabis no psicoactivo deben registrar todos sus movimientos y transacciones ante el Mecanismo de Información para el Control de Cannabis (MICC) (Minjusticia, 2017a).	El cultivo de cannabis no psicoactivo para uso médico y científico será reglamentado por el Ministerio de Justicia, Ministerio de la Salud y Protección Social, y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. El Estado apoyará a los pequeños y medianos cultivadores (Congreso de la República, 2016).

A partir de la revisión realizada, se observa que el cultivo del cáñamo es reglamentado por 3 ministerios, y se requiere un seguimiento a los procedimientos agrícolas usados, sustentado en una licencia y un registro de todos los movimientos y transacciones ante el MICC.

Para la segunda dimensión relacionada con el contenido de THC permitido y expuesta en la tabla 2 se encontró:

Tabla 2. Triangulación teórica dimensión 2

Dimensión	Carlos Eduardo Acosta	Guillermo Nieto	Ministerio de Ganadería de Uruguay
Contenido de THC permitido	Se entiende como cannabis no psicoactivo a las plantas, sumidades, floridas de la planta de cannabis con un contenido de tetrahidrocannabinol (THC) inferior al 1% en peso seco (Acosta, 2020).	El cannabis para ser considerado como cáñamo y no psicoactivo tendrá una concentración menor al 0.3% de THC. (Nieto, 2019)	El cannabis no psicoactivo o cáñamo corresponde a plantas, hojas, y puntas del cannabis que no contengan más de 1% de tetrahidrocannabinol (THC) (Ministerio de Ganadería de Uruguay, 2014).

En función de la tabla 2, que incluye una vista internacional y nacional, se encuentra que en ambos niveles el cannabis sativa se clasificará como cáñamo no psicoactivo si la planta tiene un contenido inferior al 1% de THC; sin embargo, en algunos planos internacionales se considerará no psicoactivo en concentraciones menores a 0.3% de THC.

En la tabla 3, se da a conocer la tercera dimensión sobre la transformación y uso del cáñamo:

Tabla 3. Triangulación teórica dimensión 3

Dimensión	Ministerio de Salud y Protección Social	Congreso de la República	Ministerio de Justicia y del Derecho
Requisitos para la transformación y uso de cáñamo	La transformación del cannabis para fines científicos y médicos que abordan la fabricación, transporte, o comercialización de los derivados de cáñamo, requiere la “licencia de fabricación de derivados de cannabis”. (Minsalud, 2017).	Se desarrolla la Ley 1787 del 2016 como un marco regulatorio para el acceso informado y seguro sobre el uso médico y científico del cannabis y derivados en el territorio nacional, y Colciencias la transferencia tecnológica para la producción de dicha planta (Congreso de la República, 2016).	Las personas que cuenten con licencia para el uso y transformación de cáñamo deben cumplir con una tarifa de pago para la evaluación y seguimiento del proceso con modalidad de fines científicos de 21.85 SMLD. (Minjusticia, 2017b).

Según lo expuesto, los principales requisitos para la transformación y uso de cáñamo estarán regidos por el marco regulatorio de la Ley 1787 del 2016 con un aval de Colciencias; además, se deberá tener la respectiva licencia de fabricación y cancelar un concepto de pago de 21,85 por modalidad de fines científicos.

Finalmente, respecto a las licencias de uso para cannabis no psicoactivo en la tabla 4 se presentan los principales autores:

Tabla 4. Triangulación teórica dimensión 4

Dimensión	Ministerio de Justicia y del Derecho	Ministerio de Salud y Protección Social	Ministerio de Salud y Protección Social
Licencias de uso para cáñamo	La licencia de cultivo de plantas de cannabis no psicoactivo con fines	Las licencias tienen una vigencia de cinco años y no se concederán a	La solicitud de la licencia para cultivo de cannabis no psicoactivo requerirá

	médicos y científicos abordan la fabricación, importación, exportación, almacenamiento, transformación, transporte, comercialización o distribución de los derivados de la planta. Su solicitud tendrá una tarifa de 420,25 SMLDV. (Minjusticia, 2017b).	personas naturales o jurídicas que ejecuten las actividades en predios localizados en áreas o parques nacionales protegidos y establecidos por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP). (Minsalud, 2017)	un anexo de protocolo de seguridad y pólizas de seguros que amparen posibles daños medioambientales; de igual forma se tendrá una visita donde se desarrollarán las actividades, a fin de verificar protocolos. (Minsalud, 2016)
--	--	--	--

Con base en la tabla 4, se encuentra que la licencia para cultivo de cannabis no psicoactivo incluye su transformación, y posee una tarifa de 420,25 SMLDV, con una vigencia de 5 años; además, las actividades no deberán afectar áreas naturales y deberán estar soportadas en un protocolo de seguridad.

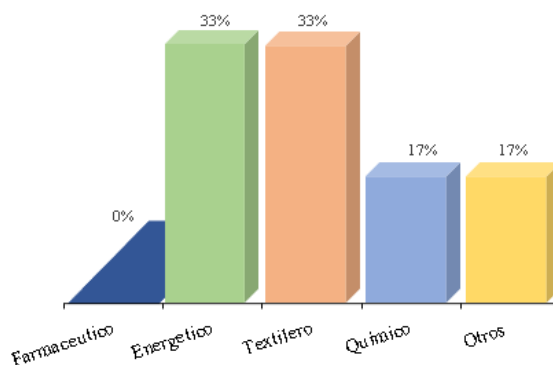
- Revisión sistematizada de experiencias de uso del cáñamo

Con base en el instrumento de medición (Anexo II), los artículos seleccionados fueron evaluados por medio de estadística descriptiva, a fin de encontrar los porcentajes de los artículos encaminados en los diferentes sectores industriales expuestos como se muestra en la figura 4.

Tabla 5. Distribución de frecuencias de la variable A1

Variable A1: ¿Cuáles son las experiencias de uso del cáñamo?		
Categorías	Frecuencias	Frecuencia relativa (%)
Farmacéutico	0	0%
Energético	4	33%
Textilero	4	33%
Químico	2	17%
Otros	2	17%
Total	12	100%

Figura 4. Experiencias de uso del cáñamo.

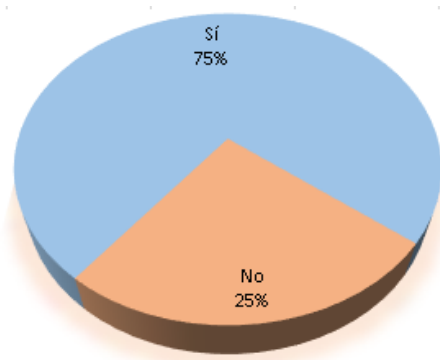


Fuente: Elaboración propia.

De los artículos revisados, se encontró que el 33 % de las investigaciones estaban inclinadas al sector energético y textilero, respectivamente, mientras que para el sector químico y otros (revisiones de literatura), se encontró el 17% de las investigaciones, respectivamente. Además, no se evidencio ninguna experiencia de uso encaminada al sector farmacéutico, debido a que es una rama asociada a la medicina de laboratorio, siendo uno de los criterios de inclusión en el método de Kitchenham, lo anterior, valida dicho método.

Asimismo, con el fin de establecer los criterios de diseño de la tecnología requerida en la cadena de valor, se añadió, dentro del instrumento mencionado, la pregunta que permitió conocer si los artículos seleccionados poseen actividades asociadas con procesamiento y extracción del cáñamo. Compilando lo anterior en la figura 5.

Figura 5. ¿Involucra actividades de procesamiento y extracción?



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, de los 12 artículos de investigación, el 75%, presenta dentro de su metodología actividades de procesamiento y extracción, de los cuales se resaltan, el proceso de extracción Soxhlet tratado con ultrasonidos, el cual permite la obtención de los aceites esenciales del cáñamo (Devi & Khanam, 2019) y para el procesamiento, se encuentran técnicas de espectroscopia FTIR-ATR y ensayos de tracción mecánica, en aras de determinar si el tratamiento alcalino de hidróxido de sodio (manejado comúnmente para retirar la lignina de las fibras de cáñamo) genera cambios en las propiedades mecánicas y térmicas de las fibras del cáñamo (Sair et al., 2017). Lo anterior, muestra que los criterios de diseño están encaminados a la evaluación de sistemas utilizados para análisis de productos, pruebas o producción de procesos continuos usando nano y micro tecnología para así aprovechar mejor las moléculas del cáñamo en productos útiles (Charpentier, 2016).

- Diseño de formulación bioprospectiva para las propiedades del cáñamo

La formulación cuali-cuantitativa se fundamenta en una ecuación de búsqueda para la información y la selección de artículos aplicables (Prisma), para exponer un mapa bioprospectivo con las aplicaciones y propiedades de potencial del cáñamo, tomando como base los principios de la química verde.

- o Ecuación de búsqueda

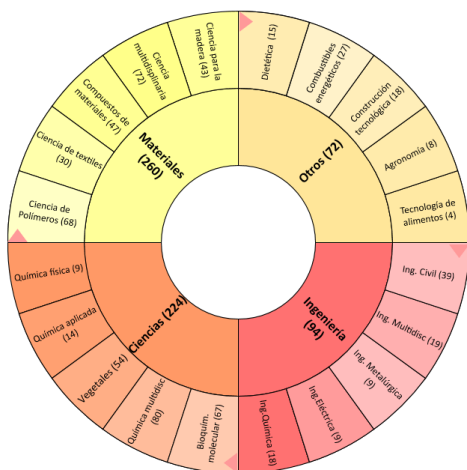
El informe fue soportado con la plataforma Web Of Science (WOS), dado el contenido de data comercial y literatura abierta disponible. En la figura 6, es presentada la información la ficha de orientación para la búsqueda de información.

Figura 6. Datos ecuación de búsqueda.

SECTOR DE INTERÉS	REQUERIMIENTO DE INFORMACIÓN	CARACTERÍSTICAS RELEVANTES
Agroindustrial, polímeros, textilero, industria, comercio, producción, alimentario, materiales, químico, energético, farmacéutico.	Identificación de experiencias de uso con técnicas de extracción y procesamiento de cáñamo. Productos a base de cáñamo con conceptos de química verde.	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricación de productos a base de cáñamo. • Sistemas extractivos. y de procesamiento. • Propiedades. • Analítica, aplicaciones otros.
INFORMACIÓN PREVIA	PALABRAS CLAVE	
Organizaciones o empresas cultivan cannabis sativa; sin embargo no hay una generación de valor sobre él. Se reconoce en estudios sus propiedades potenciales.	Hemp, extracción, propiedades, transformación, componentes, usos, composición, química.	

Con la ecuación de búsqueda, se describió con mayor exactitud información necesaria para el proyecto a través de palabras clave con conectores y operadores booleanos lógicos de unión e intersección (“”, &,?). El ajuste global de la búsqueda se presenta en la figura 6, donde se dan a conocer las categorías en las que se han realizado investigaciones del cáñamo desde 2015 hasta 2021.

Figura 6. Intersección de resultados y categorías para los estudios del cáñamo (Web of Science).



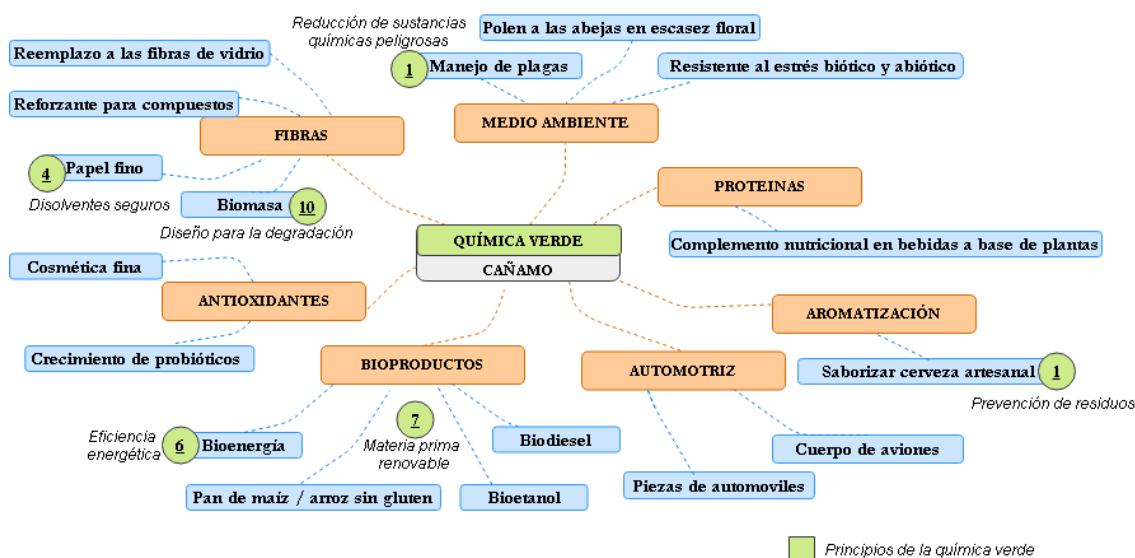
La figura 6, aborda la agrupación por áreas de conocimiento alrededor del cáñamo, desde estudios en los ámbitos de agronomía y tecnología de alimentos hasta tópicos de construcción, generación de energía, ciencia de textiles, polímeros y química multidisciplinaria. Estos estudios exponen los resultados y métodos empleados en cada una de las investigaciones aplicadas al análisis de las propiedades o posibles usos del cáñamo. Estos estudios previos a la aplicación del método Kitchenham y Prisma, giran en torno a ciencias básicas y aplicadas, junto a ciencias de los materiales.

- Bioprospección

La bioprospección y más específicamente la bioprospección ecológica, se puede describir como una herramienta de exploración para la identificación de especies promisorias con uso industrial, farmacéutico, o bien para la restauración de ecosistemas (Awasthi & Li, 2019), esta exploración debe

ir acompañada de la documentación científica y tecnológica apropiada dando respuesta a los intereses nacionales o internacionales. De esta manera, a partir de una revisión detallada se obtuvo el primer mapa eco-bioprospectivo para las experiencias de uso del cáñamo a partir de los desarrollos experimentales existentes, presentando la conexión del cáñamo industrial con diferentes conceptos y a su vez resaltando el potencial para el desarrollo de nuevos impactos y productos.

Figura 7. Mapa eco-bioprospectivo



Fuente: Elaboración propia.

A partir de la figura 7, se destaca el sector de los bioproductos, donde principalmente la bioenergía permite generar una eficiencia de 100 GJ/ha/año, lo que permite reducciones económicas y emisiones de un 10% de CO₂ (Parvez et al., 2021). Asimismo, bajo los principios de la química verde definidos por Paul Anastas y John Warner (Chen et al., 2020), se observa que el cáñamo se configura como una especie de bioperspectiva en el desarrollo de la cadena de valor para la industria Colombia, cumpliendo principios como 1,4,6,7 y 10.

Conclusiones

A partir de la investigación, se encontró que el estado actual de los cultivos alrededor del cannabis psicoactivo es permitido bajo el cumplimiento de los lineamientos territoriales establecidos y derivados de la Ley 1787 del 2016, junto a los respectivos decretos bajo los cuales el cáñamo tendrá una composición inferior al 1% en peso seco; adicionalmente, la transformación del cannabis con fines científicos requerirá de la solicitud de la "licencia de fabricación de derivados del cannabis", respaldada por un protocolo de seguridad y con un costo de 420,25 SMLDV.

Adicionalmente, la utilización de la metodología Kitchenham y el diagrama Prisma, fue clave para encontrar los 12 artículos científicos principales que abordan experiencias de uso del cáñamo con actividades de extracción y procesamiento en la cadena de valor, permitiendo así reconocer las propiedades químicas potenciales y versátiles en la elaboración de nuevos productos.

Asimismo, la formulación cuali-cuantitativa permitió resumir y estructurar la búsqueda de información bibliográfica teniendo en cuenta variables como, operadores booleanos, símbolos, espacios, palabras clave, entre otros, a fin de filtrar en la plataforma WOS la información asociada

con las principales propiedades y usos del cáñamo, y así observar la afinidad de estos con los principios de la Química Verde.

Finalmente, para este estudio se realizó la primera fase de la bioprospección, la cual corresponde a la investigación básica, que permite la identificación de propiedades y aplicaciones industriales del cáñamo con algún tipo de potencial, tales como bioenergía, conservación del medio ambiente, entre otros, lo anterior acompañado de la documentación técnica y legal para su explotación científica y tecnológica a nivel nacional.

Referencias

- Acosta, C. E. (2020). *Colombia Justa Libres*. Camara.gov.co. <https://www.camara.gov.co/sites/default/files/2020-09/P.L.394-2020C%20%28USO%20INDUSTRIAL%20DEL%20C%3%81%3%91AMO%29.pdf>
- Aizpurua-Olaizola, O., Soydaner, U., Öztürk, E., Schibano, D., Sirmsir, Y., Navarro, P., Etxebarria, N., & Usobiaga, A. (2016). Evolution of the Cannabinoid and Terpene Content during the Growth of Cannabis sativa Plants from Different Chemotypes. *Journal of natural products*, 79(2), 324–331.
- Awasthi, A. K., & Li, J. (2019). Sustainable bioprospecting of electronic waste. *Trends in Biotechnology*, 37(7), 677–680.
- Babiker, E. E., Uslu, N., Al Juhaimi, F., Mohamed Ahmed, I. A., Ghafoor, K., Özcan, M. M., & Almusallam, I. A. (2021). Effect of roasting on antioxidative properties, polyphenol profile and fatty acids composition of hemp (Cannabis sativa L.) seeds. *Lebensmittel-Wissenschaft Und Technologie [Food Science and Technology]*, 139(110537), 110537.
- Bakowska-Barczak, A., Larminat, M.-A. de, & Kolodziejczyk, P. P. (2020). The application of flax and hempseed in food, nutraceutical and personal care products. In *Handbook of Natural Fibres* (pp. 557–590). Elsevier.
- Cámara, I. L. (2017). Cultivo y usos etnobotánicos del cáñamo (Cannabis Sativa L.) en la ciencia árabe (siglos VIII-XVII). *Asclepio*, 69(2), 197
- Casadiago Mesa, AF y Lastra Bello, SM (2015). Cannabis sintético: aspectos toxicológicos, usos clínicos y droga de diseño. *Revista de La Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia*, 63 (3), 501–510
- Charpentier, J.-C. (2016). ¿Qué tipo de ingeniería química "verde" moderna se requiere para el diseño de la "fábrica del futuro"? *Ingeniería de procedimientos*, 138, 445–458.
- Chen, T.-L., Kim, H., Pan, S.-Y., Tseng, P.-C., Lin, Y.-P., & Chiang, P.-C. (2020). Implementation of green chemistry principles in circular economy system towards sustainable development goals: Challenges and perspectives. *The Science of the Total Environment*, 716(136998), 136998
- Congreso de la República. (2016). *Ley 1787 de 2016*. Gov.co. <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201787%20DEL%206%20DE%20JULIO%20DE%202016.pdf>

Das, L., Li, W., Dodge, L. A., Stevens, J. C., Williams, D. W., Hu, H., Li, C., Ray, A. E., & Shi, J. (2020). Comparative evaluation of industrial hemp cultivars: Agronomical practices, feedstock characterization, and potential for biofuels and bioproducts. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 8(16), 6200–6210.

Devi, V. y Khanam, S. (2019). Estudio comparativo de diferentes procesos de extracción de aceite de semilla de cáñamo (*Cannabis sativa*) considerando aspectos físicos, químicos y económicos a escala industrial. *Journal of Cleaner Production*, 207, 645–657.

Fedesarrollo. (2019). *Cannabis medicinal: ¿la próxima bonanza*. Recuperado el 24 de febrero de 2021, de <https://www.fedesarrollo.org.co/es/content/cannabis-medicinal-la-proxima-bonanza>

Fike, J. (2016). Industrial hemp: Renewed opportunities for an ancient crop. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 35(5–6), 406–424.

García, I. F., Durán, V. H., Sánchez, C., Hernández, A., Ferreiro, C., & Casano, S. (2019). Seeking suitable agronomical practices for industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivation for biomedical applications. *Industrial Crops and Products*, 139 (111524). <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111524>

López, J. (2021). *Diseño de un sistema de extracción de aceite de Cáñamo para su uso en la industria farmacéutica y cosmética*. [Tesis doctoral, Universitat Politècnica de València]. RiuNet Repositorio UPV.

Melgarejo, L. M., J. Sánchez, A. Chaparro, F. Newmark, M. Santos-Acevedo, C. Burbano y C. Reyes. Aproximación al estado actual de la bioprospección en Colombia Bogotá: Cargraphics, 2002. 334p.- (Serie de Documentos Generales INVEMAR No.10)

Ministerio de Ganadería de Uruguay. (2014). *Decreto N°372/014*. Impo.com.uy. <https://www.impo.com.uy/bases/decretos-originales/372-2014>

Minsalud. (2016). *Decreto 780 de 2016*. Gov.co. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Decreto%200780%20de%202016.pdf

Minsalud. (2017). *Decreto 613 de 2017*. Gov.co. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Decreto%20613%20de%202017.pdf

Minjusticia. (2017a). *Resolución 577 de 2017*. Fao.rog. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/col175829.pdf>

Minjusticia. (2017b). *Resolución 578 de 2017*. Fao.rog. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/col175833.pdf>

Montacchini, E. P., Muñoz Veloza, M. A., Pennacchio, R., Savio, L., & Tedesco, S. (2018). The use of hemp in building components for the development of a modular house in a rural area of Cauca—Colombia. In *Advances in Natural Fibre Composites* (pp. 267–280). *Springer International Publishing*.

Moraga, J., & Cartes-Velásquez, R. (2015). Pautas de chequeo, parte II: QUOROM y PRISMA. *Revista chilena de cirugía*, 67(3), 325-330.

Nieto, G. (2019). Marihuana vs. Hemp, lo que tienes que conocer. *Revista Forbes*. <https://www.forbes.com.mx/marihuana-vs-hemp-lo-que-tienes-que-conocer/>

Parvez, A. M., Lewis, J. D., & Afzal, M. T. (2021). Potential of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) for bioenergy production in Canada: Status, challenges and outlook. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 141(110784), 110784

Pergamo, R., Briamonte, L., & Cerrato, D. (2018). The textile hemp chain: Value analysis, economic and environmental benefits. *Acces La Success; Bucharest*, 19(1), 375–378.

Rezapour, S. (2017). Herbal Oil Supplement With Hot-Nature Diet for Multiple Sclerosis. Nutrition and Lifestyle. *Nutrition and Lifestyle in Neurological Autoimmune Diseases* (pp. 229–245). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805298-3.00024-4>

Rijavec, T., Janjić, S., & Ačko, D. K. (2017). Revitalization of Industrial Hemp *Cannabis Sativa* L. var. *sativa* in Slovenia: A Study of Green Hemp Fibres. *Tekstilec*, 60(1), 36-48.

Rodríguez Miranda, RA (2020). Determinación de valor del suelo rural por unidades mínimas rentables para la producción de cáñamo en tres modelos de aprovechamiento mediante el uso de un algoritmo de optimización, para un predio en el municipio de Villapinzón, Cundinamarca. Recuperado el 23 de febrero de 2021 en <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/22574>

Russell, J., Dalsted, N., Tranel, J.E., & Brent Young, R. (2015). *Industrial Hemp*. Colostate.Edu. https://extension.colostate.edu/docs/abm/Industrial-Hemp-ABM_NOTE_Oct2015.pdf

Sair, S., Oushabi, A., Kammouni, A., Tanane, O., Abboud, Y., Oudrhiri Hassani, F., Laachachi, A., & El Bouari, A. (2017). Effect of surface modification on morphological, mechanical and thermal conductivity of hemp fiber: Characterization of the interface of hemp –Polyurethane composite. *Case studies in thermal engineering*, 10, 550–559.

Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). Metodología de la Investigación. *Editorial McGraw Hill*.

Tinoco, A., & García, L. (2018). Una revisión sistemática en Sistemas de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora. *Teknos revista científica*, 18, 31-38.

Web of Science Beta. (2020). *Analyze Results Publication Years Hemp*. Recuperado el 22 de febrero de 2021, de <https://www.webofscience.com/wos/woscc/analyze-results/1>

Zhao, J., Xu, Y., Wang, W., Griffin, J., Roozeboom, K., & Wang, D (2020). Bioconversion of industrial hemp biomass for bioethanol production: A review. *Fuel*, 281(118725). <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.118725>

- Anexos

- I. [Matriz de requisitos legales y otros requisitos](#)
- II. [Instrumento de validación de artículos científicos](#)