



EL CULTIVO DEL CÁÑAMO

(*Cannabis Sativa* L.) EN COLOMBIA



El cultivo del cáñamo (*Cannabis sativa* L.) en Colombia

David Saavedra Mora
Mónica Johana López Peña
Lili Estafani Fernández Toro
Daniela Cerquera Gonzáles
Juan Camilo Hernández David
Javier Roberto Hidalgo Castañeda



2023

El cultivo del cáñamo (*Cannabis sativa* L.) en Colombia

Editor científico:

David Saavedra Mora

Mónica Johana López Peña

Lili Estafani Fernández Toro

Daniela Cerquera Gonzáles

Juan Camilo Hernández David

Javier Roberto Hidalgo Castañeda



2023

El cultivo del cáñamo (*Cannabis sativa* L.) en Colombia

© De los autores

© Editorial Corporación Universitaria del Huila (CORHUILA), 2023

ISBN Digital: 978-628-95739-9-2

Primera edición: Neiva, Colombia, diciembre 2023

Coordinador editorial: Renso Alfredo Aragón Calderón

Editor científico: David Saavedra Mora

Oficina: Comunicaciones e imagen corporativa

Diseño y diagramación: Luz Amanda Hernández Rey

Diseño portada: Dilmer Andrés Prada Bocanegra

Editorial Corporación Universitaria del Huila (CORHUILA)

Calle 21 N° 6-01 Barrio Quirinal

Neiva, Huila, Colombia

Teléfono: (8) 8754220

editorial@corhuila.edu.co

Hecho en Colombia

Made in Colombia

Se autoriza la reproducción total o parcial de la obra para fines educativos siempre y cuando se cite la fuente.

Sobre los autores

David Saavedra Mora. Ingeniero Agroecólogo. MSc. Agroforestería. Investigador Corporación Universitaria del Huila-CORHUILA. david.saavedra@corhuila.edu.co

Monica Johana López Peña. Química Farmacéutica, Consultora. mlopezco21@gmail.com

Lili Estefani Fernandez Toro. Corporación Universitaria del Huila. Semillero de Investigación-Dia. lilyy56pc@gmail.com

Daniela Cerquera Gonzales. Investigadora Kanbos Group SAS. Semillero de Investigación-Dia. d.cerquera_2019-1@corhuila.edu.co

Juan Camilo Hernández David. Programador de Software. Ingeniero Agrónomo en formación. Centro de excelencia en cannabis y agronegocios CECA. Semillero de investigación en Cannabis y sus derivados SICAD UNAL. juhernandezd@unal.edu.co

Javier Roberto Hidalgo Castañeda. Ingeniero Agrónomo MSC. Desarrollo Rural Territorial. Plantae Soluciones SAS. jrhidalgocs@gmail.com

Resumen

El cáñamo ha sido de gran importancia económica como proveedora de fibras, alimento y 29 medicinas durante más de seis mil años, se puede señalar también que se cultivaba en casi todos los países europeos y asiáticos (Ramos, 2019). El cáñamo ha sido modificado desde años atrás, por esta razón es muy difícil saber a ciencia cierta el origen geográfico, se discute su procedencia, pero algunos autores coinciden en que es originaria de Asia Central, donde luego se expresando por todo el mundo (Alonso et al., 2021). Los primeros usos que se le dieron a la planta de cannabis están documentados en la India, el Medio Oriente, Grecia, Roma y en la gran mayoría del continente asiático (Franco, 2019).

Con la fibra de cáñamo se puede producir más de 25.000 productos y subproductos (Ci & Reichwein, 2019) como papel, cosméticos, medicamentos, pintura, ropa, alimentos, entre otros (Alvarado et al., 2020) en escala industrial debido a su utilidad en la industria textil, pero sobre todo la producción de bioenergía ha hecho que cobre mayor fuerza (Fike, 2016). La diferenciación del cannabis de uso medicinal, recreativo o de fibra industrial depende del contenido de THC o relación THC/CBD (Monthony et al., 2021; Cárdenas, 2021). Para cáñamo se buscan plantas con contenido de tetrahidrocannabinol (THC) menor a 0,3% en peso seco, debido a que es un componente psicoactivo de la planta (Montacchini, 2018).

En este contexto, el documento se integra de tres capítulos: 1. Contexto general del cultivo de cáñamo, 2. Condiciones agroecológicas del cultivo y 3. Manejo del cultivo de cáñamo.



Tabla de contenido

Capítulo 1. Contexto histórico, económico y normativo del cáñamo	12
Historia del cáñamo	12
Normatividad del cannabis	14
Capítulo 2. Condiciones agroecológicas del cultivo	27
Taxonomía (Descripción de la planta)	27
Fenología del cultivo crecimiento y desarrollo	31
Variables medioambientales en el cultivo de cáñamo	37
Requerimientos nutricionales del cannabis	44
Requerimientos hídricos para el cultivo de cáñamo	53
Capítulo 3. Manejo del cultivo de cáñamo	55
Selección de semillas y Germinación	56
Adaptación de la plántula	58
Manejo de plagas y enfermedades.....	59
Monitorio y métodos de muestro fitosanitario.....	60
Principales plagas en el cultivo de cannabis.....	64
Referencias Bibliográficas	79

Figuras

Figura 1. Historia del cáñamo.....	13
Figura 2. Reglamentación vigente de la ley 1787 del 2016.....	16
Figura 3. Concentraciones de THC definidas en las regulaciones relacionadas con el cannabis .	22
Figura 4. Recomendaciones para la solicitud y gestión de licencias relacionadas con la producción de cáñamo y productos relacionados.	25
Figura 5. Etapa de germinación y emergencia de cannabis.	33
Figura 6. Crecimiento del tallo y las hojas.....	34
Figura 7. Comienzo de esta etapa fenológica de floración (Bòcsa y Kraus,1998).....	35
Figura 8. Cambio de fitolaxis	35
Figura 9. Flor femenina con gineceos.	35
Figura 10. Registro de variables climáticas en cultivos de cannabis.....	37
Figura 11. Diagrama de dispersión DPV dentro de invernadero de plantas en estado vegetativo.	39
Figura 12. Gráfica porcentual DPV dentro (Izquierda) y fuera (derecha) del invernadero con plantas en estado vegetativo.....	40
Figura 13. Diagrama de dispersión de humedad relativa y su diferencia entre el invernadero y el exterior.....	40
Figura 14. Temperatura dentro del invernadero y en el exterior en cultivo de <i>Cannabis sativa</i> L. en estación experimental.....	41
Figura 15. Contenido de dióxido de carbono CO ₂ del cultivo de <i>Cannabis sativa</i> L. en estación experimental.	42
Figura 16. Requerimiento lumínico e ineficiencia de luz que provoca floración prematura. (De izquierda a derecha: Fotoperiodo requerido para cultivo de uso industrial; Planta en estado prematuro de floración; Cultivo de porte bajo inadecuado para uso industrial)	43
Figura 17. Radiación fotosintéticamente activa (PAR) del cultivo de <i>Cannabis sativa</i> L. en estación experimental.....	43
Figura 18. Relación entre la intensidad lumínica y el porcentaje de fotosíntesis.	44
Figura 19. Excesos y deficiencia de Nitrógeno en plantas de cannabis.	45
Figura 20. Excesos y deficiencia de Fosforo en plantas de cannabis	45
Figura 21. Excesos y deficiencia de potasio en plantas de cannabis	46
Figura 22. Deficiencias y excesos de nutrientes móviles e inmóviles en plantas de cannabis.	47
Figura 23. Excesos y deficiencia de zinc en plantas de cannabis.....	48

Figura 24. Excesos y deficiencia de magnesio en plantas de cannabis.	48
Figura 25. Excesos y deficiencia de calcio en plantas de cannabis.....	49
Figura 26. Excesos y deficiencia de boro en plantas de cannabis.....	49
Figura 27. Excesos y deficiencia de cloro en plantas de cannabis.....	50
Figura 28. Excesos y deficiencia de cobre en plantas de cannabis.....	50
Figura 29. Excesos y deficiencia de manganeso en plantas de cannabis.....	51
Figura 30. Excesos y deficiencia de hierro en plantas de cannabis.....	51
Figura 31. Diagnósticos continuos del estado fenológico de los cultivos del cannabis.....	56
Figura 32. Germinación de semillas en un periodo de 24 a 48 horas, pasando por dos (2) procesos; las primeras 24 horas son sumergidas con peróxido de hidrógeno y el segundo proceso son sometidas en cámara húmeda las siguientes 24 horas.....	57
Figura 33. Bandejas de germinación, brote de plántulas.....	58
Figura 34. Estimulación de plantas enraizadas que permite un desarrollo satisfactorio de la plántula.....	59
Figura 35. Manejo integrado de plagas.....	59
Figura 36. Diseño de muestreo fitosanitario en N.....	61
Figura 37. Diseño de muestreo fitosanitario en C.....	61
Figura 38. Diseño de muestreo fitosanitario en X.....	62
Figura 39. Diseño de muestreo fitosanitario en O.....	62
Figura 40. Evaluación de Severidad en Porcentaje.....	64
Figura 41. Plagas antes y durante el crecimiento de la planta de cannabis.....	65
Figura 42. <i>Tetranychus urticae</i>	66
Figura 43. <i>Acyrtosiphon pisum</i>	67
Figura 44. Tisanóptero.....	68
Figura 45. Aleyrodidae.....	69
Figura 46. <i>Grapholita delineana</i>	70
Figura 47. <i>Helicoverpa armigera</i>	71
Figura 48. Lepidóptera.....	72
Figura 49. Coleóptera.....	72
Figura 50. <i>Liriomyza</i>	73
Figura 51. Nematelminthes.....	74
Figura 52. a) Marchitamiento fúngico; b) Moho gris.....	76
Figura 53. a) Mildiu polvoriento, b) Podredumbre radicular o del pie.....	77
Figura 54. a) Podredumbre de raíz y tallo, b) Podredumbre carbonosa.....	78

Tablas

Tabla 1. Listado de modalidades de licencias relacionadas a la producción de semillas para siembra, grano, componente vegetal de cannabis, cannabis, derivados y productos terminados a base de cannabis.	20
Tabla 2. Ejemplos de trámites para algunos proyectos relacionados con cáñamo bajo la regulación actual del Decreto 811 del 2021.	24
Tabla 3. Clasificación taxonómica del <i>Cannabis sativa</i> L.	28
Tabla 4. Variedades importadas con sus rendimientos en zonas de procedencia	30
Tabla 5. Definiciones y códigos de estados de crecimiento de plantas de Cáñamo (<i>sativa</i> L.).....	32
Tabla 6. Estadios durante la fenología del cultivo.....	36
Tabla 7. Valores para plantas de cannabis en estado vegetativo (kPa). Wrenn, C. (2022).....	38
Tabla 8. Valores para plantas de cannabis en estado de floración (kPa). Wrenn, C. (2022).....	39
Tabla 9. Niveles críticos de los nutrientes a nivel de foliares para el cultivo de cannabis y sus porcentajes de rendimiento	47
Tabla 10. Nutrición para cultivos en Cannabis.....	52
Tabla 11. Limitantes para la extracción de nutrientes del suelo de diferentes cultivos.....	52
Tabla 12. Nutrientes que extra el cáñamo del suelo(kg/ha):.....	53
Tabla 13. Proceso de germinación y adaptación de genotipos de cáñamo.....	57
Tabla 14. Escala de evaluación de severidad en el cultivo de cannabis.	64
Tabla 15. Plagas más comunes en el cultivo de cáñamo.	65

Abreviaturas

CBD: Cannabidiol

DEA: Agencia de Administración de drogas de los Estados Unidos

DPV: Déficit de presión de vapor

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

Fedesarrollo: Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo

FNE: Fondo Nacional de Estupeficientes

HR: Humedad relativa

ICA: Instituto Colombiano Agropecuario

INVIMA: Instituto Nacional de Medicamentos y Alimentos

ITC: Industria, Turismo y Comercio

MADR: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

MINISALUD: Ministerio de Salud y Protección Social

MINJUSTICIA: Ministerio de Justicia y del Derecho

Minsalud: Ministerio de Salud y Protección Social

MIP: Manejo integrado de plagas

NPK: Nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K)

OMG: Organismos Genéticamente Modificados

pH: Potencial de Hidrógeno

PMCP: Pequeños y medianos cultivadores, productores y comercializadores

PPFD: Densidad de flujo de fotones fotosintéticos

THC: Tetrahidrocannabinol

Capítulo 1.

Contexto histórico, económico y normativo del cáñamo

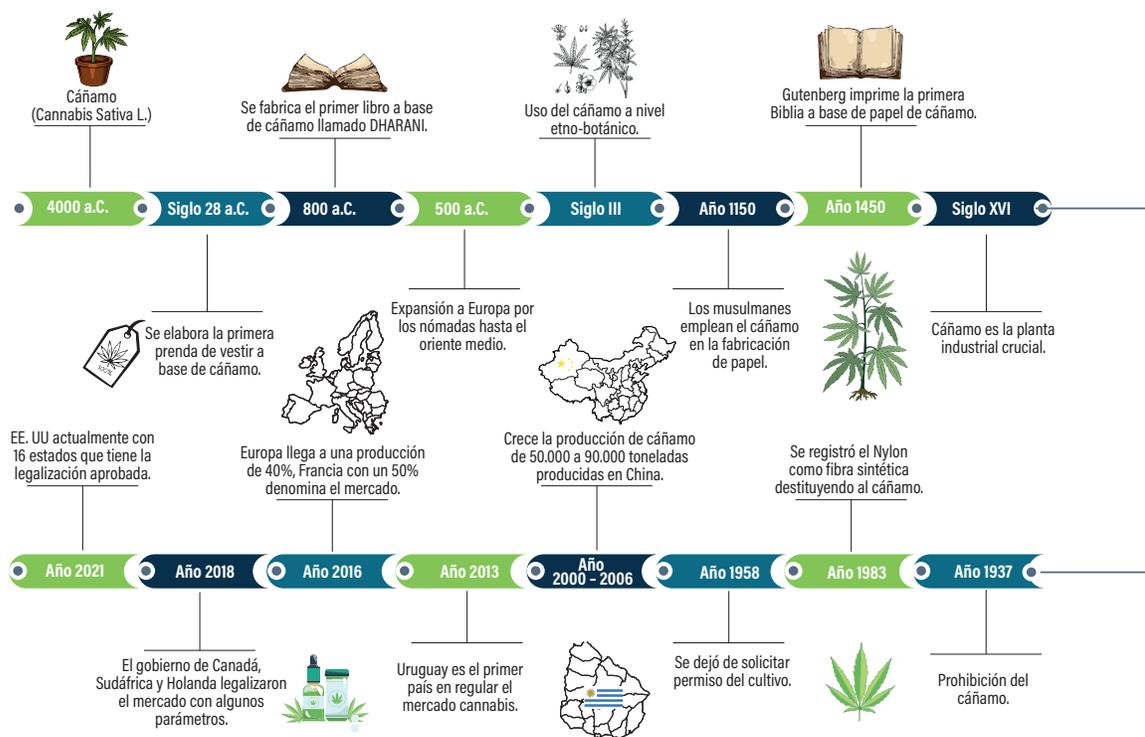


Fuente: INCAÑAMO (2022).

Historia del cáñamo

El cultivo de cáñamo lleva 4000 años de convivencia con la humanidad (Calderón, 2003; HempToday, 2021). En Asia, se cree que los chinos fueron los primeros en participar en los cultivos de cáñamo en el año 100 A.C. promovido por el emperador chino Shen Nung quien lo utilizaba de forma medicinal y para fabricar papel, cuerdas y redes de pesca (Roulac, 1997). En el año 28 A.C. en China las ropas eran elaboradas con fibras de cáñamo y la semilla era considerada como uno de los cinco granos principales para su alimentación (Iversen, 2000) y con connotaciones religiosas aludidas a la leyenda de Buddha donde se cuenta que Siddhartha se alimentaba de semillas de cáñamo durante seis años, antes de anunciar sus verdades (Figura 1).

Figura 1. Historia del cáñamo



Fuente: *Elaboración propia.*

La primera cuerda con fibras de cáñamo fue alrededor del año 2.800 A.C. y como dato curioso la prenda de vestir de cáñamo que aún, se conserva tiene una antigüedad de 1000 A.C. según los registros (Ramos, 2019), y luego alrededor de 800 años realizaron el primer libro impreso con material de cáñamo titulado Dharani (Bolaños et al., 2019). **señalarse puede señalar** que el cannabis no se extendió solamente por los beneficios medicinales o los efectos psicoactivos, sino por el uso industrial, llegando así a su expansión en Europa en el año 500 A.C., en manos de los nómadas quienes se encargaron de distribuir la semilla hasta el Medio Oriente para la elaboración de hilos, lazos, telas y de velas náuticas (Beckonert, 2022). La primera fábrica registrada construida por los Moros españoles se remonta al año 1150 D.C. (Roulac, 1997). Por otra parte, en la India era utilizada en rituales para liberar las tensiones (Leal et al., 2018) y en las culturas árabe-islámica se registra el uso a nivel etno-botánico alrededor del siglo III (Lozano, 2017).

En 1.150 los musulmanes emplean el cáñamo para la fabricación de papel y en 1.450 Gutenberg imprime la primera biblia sobre papel a base de cáñamo; también fue de gran importancia para el descubrimiento del nuevo mundo Cristóbal Colon utilizó 80 toneladas de cuerdas y velas en su travesía (Bolaños et al., 2019), siendo en el siglo XVI, importante para la industria de velas y cuerdas de los barcos (HempToday, 2021). Para el año 1983 la empresa química americana Dupont de Nemors registró el nylon, fibra sintética, que revolucionó el mercado destituyendo el cáñamo (Bolaños et al., 2019) los

anteriores avances tecnológicos de la industrial hicieron que decayera el comercio del cáñamo, sumado a la alta demanda de mano de obra para los procesos de enriado, lo que conllevó a los altos costos de producción, siendo rentable la producción en cultivos de algodón para la obtención de fibra (Roulac, 1997).

Por otra parte, se detuvo todo el proceso de producción de cáñamo en el año 1937 por el gobierno de Estados Unidos mediante la Ley de tributación considerada para altos niveles de THC asociándola con la marihuana. El cultivo cayó bajo el control de la Agencia de Administración de drogas de los Estados Unidos (DEA), aunque no se consideraba ilegal, si existían muchos requerimientos por la DEA. En el año 1958 que se dejaron de solicitar permisos del cultivo (Wool y Khot, 2000) y sólo a partir de los años 90, la prohibición sobre el cáñamo comercial se levantó en varios países y sus nuevas posibilidades de utilización se han hecho populares (Ramos, 2019; Albarracín & García, 2021). Uruguay fue el primer país en regular el mercado del cannabis en el 2013 (Rueda & Londoño, 2021).

Entre el 2000 y el 2006, la producción mundial de fibra de cáñamo creció de 50.000 a 90.000 toneladas, casi la mitad de ella producida en China. En la Unión Europea su producción fue de 23.000 toneladas. China es el mayor exportador de textiles de cáñamo a Europa y Norte América, en donde el mercado está creciendo con rapidez (Ramos, 2019).

En el 2016 la Unión Europea llegó a una producción de cerca de 88.000 acres, que representa un 40% de la producción reportada por la FAO (Johnson, 2017). Francia es uno de los países productores de cáñamo desde hace más de 1000 años, llegando a tener cerca de 100.000 hectáreas de cultivo de cáñamo para producción de fibras, para el uso en: lino para velas de barcos, cuerdas, aceite natural, papel, seguido por el combustible automotriz, y algunos productos alimenticios. Sin embargo, su cultivo bajó más del 90% por el uso de fibras sintéticas (Maidana, 2021). Se puede señalar que Francia domina el mercado, produciendo un 50% de la pulpa para el papel a base de cáñamo en toda Europa (Seeds, 2015). Por otro lado, en 2018 el gobierno de Canadá, Sudáfrica y Holanda legalizaron el mercado con algunos parámetros y en la actualidad EE.UU. cuenta con 16 Estados donde el cannabis ha sido aprobado (Rueda & Londoño, 2021).

Normatividad del cannabis

A principios del siglo XX el cultivo de plantas de cannabis era libre a nivel mundial. La primera regulación colombiana data de 1928, pero, la prohibición total es ordenada en 1939 como resultado de la influencia de Estados Unidos que dos años antes había promulgado la Marihuana Tax Act por el presidente Franklin D. Roosevelt, en el que se

criminalizo la venta de cannabis como delito federal ya que se asociaba con violencia y crimen entre minorías sociales. A partir de ese momento se continuó promulgando en el país las leyes asociadas a sanciones penales por venta y consumo de marihuana, considerándolos delitos contra la salud pública (Saéñz, 2007).

Convención Única sobre Estupefacientes de 1961

Del 24 de enero al 25 de marzo de 1961, 73 países celebraron la conferencia de las Naciones Unidas para la aprobación de una Convención Única sobre Estupefacientes en la sede de esta organización internacional. La intención era reemplazar con un solo instrumento los tratados multilaterales existentes hasta ese momento, reducir el número de órganos internacionales creados por tratado que se ocupaban de la vigilancia y tomar medidas para fiscalizar la producción de materias primas de los estupefacientes (ONU, 1961).

La fiscalización de materias primas de estupefacientes se concentra en la adormidera (opio), la hoja de coca y el cannabis, definieron las condiciones por las cuales su producción y extracción se permitiría únicamente para fines médicos y científicos. Particularmente para el cannabis, se permitiría su producción para usos hortícolas, según el criterio de los Estados.

Si bien, Colombia no participó en la conferencia de 1961, si adoptó la convención por medio de la Ley 13 de 1961. La ley 30 de 1984 permitió instrumentalizar y detallar las restricciones de Colombia en materia de drogas.

Ley 1787 del 2016

La apertura regulatoria en Colombia para el cannabis se da a partir de la Ley 1787 de 2016 definiendo las condiciones para dar acceso al uso seguro e informado del cannabis con fines médicos y científicos. El Ministerio de Salud y Protección Social (MINSALUD) lideró la reglamentación para establecer las condiciones para otorgar las autorizaciones y los controles necesarios. En general se precisó el alcance y la articulación de las entidades delegadas en la ley, así como los roles y responsabilidades de cada cartera.

Minsalud se apoyó en el Fondo Nacional de Estupefacientes (FNE) y el Instituto Nacional de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) para ejercer el seguimiento y control del cumplimiento de la fabricación de derivados de cannabis. A su vez, el Ministerio de Justicia y del Derecho (MINJUSTICIA) y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MINAGRICULTURA), que delegó al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), también participaron en la construcción de la reglamentación y ejercen control sobre las licencias otorgadas, entre otras tareas designadas.

Otras entidades fueron encargadas con tareas específicas como el Ministerio de Educación que debe desarrollar programas de prevención de consumo de drogas entre la población joven, y Colciencias (hoy Ministerio de Ciencias, Tecnología e Innovación) que debe promover la transferencia tecnológica necesaria para la producción nacional de cannabis y sus derivados para los fines médicos y científicos.

La primera reglamentación se incluyó en el Decreto-Ley 780 de 2016 pero el siguiente año fue reemplazada por el Decreto 613 del 2017 de Minsalud, MINJUSTICIA y MINAGRICULTURA. A su vez, el decreto fue reglamentado por resoluciones que incluyeron detalles técnicos y jurídicos que abordaron aspectos de las autorizaciones y de la operación de las actividades permitidas. En cuadro normativo fue actualizado en el 2021 con el Decreto 811 y su respectiva reglamentación, como lo muestra la Figura 2 que describe el cuadro normativo vigente de manera más detallada. En general toda la regulación busca mantener el control y evitar la desviación de las sustancias estupefacientes desde la siembra hasta el consumo de un producto terminado, así como promover productos confiables y de calidad entre la población y facilitar el acceso a productos medicinales de cannabis como alternativa terapéutica para indicaciones médicas. Lo anterior de la mano del rigor científico y la evidencia que respalde el mercado del cannabis medicinal.

Figura 2. Reglamentación vigente de la ley 1787 del 2016



Fuente: *Elaboración propia.*

Algunos de los aspectos más relevantes que se definieron en la reglamentación de la ley 1787 del del 2016, son:

- ▶ Se definieron términos como cannabis, derivados, semilla, grano, cupo, licencia, fines o usos. Se incorporó el concepto de psicoactividad con base en el contenido de Tetrahidrocannabinol (THC), tanto en el cannabis como en el derivado y productos para consumo: un producto, derivado o cannabis es psicoactivo si la concentración peso a peso de THC es igual o superior al 1% y solo pueden destinarse a fines médicos; cuyo el contenido de THC es menor al 1% se habla de “no psicoactivo”. Este concepto es determinante para orientar el tipo de trámites autorización a los que se puede aplicar, como licencias y cupos.
- ▶ Se estableció el sistema de licenciamiento según las actividades a desarrollar. MINJUSTICIA se encarga de las licencias de cultivo de cannabis y el INVIMA otorga las licencias de fabricación de derivados. Estas licencias son una autorización para desarrollar ciertas actividades según cada modalidad de licencia en uso de semillas para siembra, cultivo y fabricación de derivados (psicoactivos). La modificación del 2021 incluyó la creación de una licencia específica para la fabricación de derivados no psicoactivos de cannabis para ejercer mejor control a todas las personas naturales y jurídicas que manipulen derivados de cannabis con THC por debajo del 1%.
- ▶ Antes del Decreto 811 del 2021, la fabricación de derivados no psicoactivos no requería de licencia del INVIMA, así como los fines industriales eran actividades que se permitían con la licencia de cultivo no psicoactivo.
- ▶ Se definieron las condiciones para asignar los cupos como autorizaciones otorgadas por MINJUSTICIA y Minsalud a los titulares de licencia para producir una cantidad determinada y debidamente justificada o derivados psicoactivos de cannabis, respectivamente. No se solicitan cupos para producir cannabis y derivados no psicoactivos.

La justificación de las cantidades debe ser soportada según los fines de producción. Por ejemplo, para ejecutar actividades de investigación; la solicitud debe documentarse en un proyecto que incluya objetivos, metodología, modelo experimental, entre otros; para la fabricación de derivados, la flor que se va a extraer debe ser previamente autorizada en un cupo de cultivo en la modalidad de fabricación de derivados, ya sea para uso nacional y/o para exportación del derivado.

- ▶ El derivado no se considera un producto listo para consumo sino una materia prima que debe ser procesada hasta un producto terminado, así que tanto el licenciatario que produce la flor o derivado, como el que lo recibe debe demostrar que está autorizado, tiene la capacidad operativa para procesarlo y ambos pueden demostrar un vínculo, acuerdo o contrato que aclare las actividades que va a realizar cada parte. Por ejemplo, un fabricante nacional de cosméticos debe contar con el certificado de Buenas Prácticas de Manufactura específicas para cosméticos.
- ▶ En la modalidad de exportación, el país de destino debe contar con la regulación que permita la importación de cannabis o derivados de cannabis con fines medicinales o científicos.
- ▶ Se crearon medidas de protección para pequeños y medianos cultivadores, productores y comercializadores (PMCP), así como incentivos para que se integran al sector. Entre estas, se estableció la obligación de los fabricantes de derivados (psicoactivos) de cannabis para hacer transferencia tecnológica ya que los (PMCP) deben abastecer al menos un 10% de la cantidad requerida de cannabis autorizada para la producción (cupo aprobado) del derivado.
- ▶ Adicionalmente, se establecieron beneficios como un turno diferencial para estudiar las solicitudes de licencia en MINJUSTICIA.

Posicionamiento del cáñamo en el marco normativo

Antes del Decreto 811 del 2021, el cáñamo no figuraba de manera explícita en el cuadro normativo, pero, si podía producirse bajo la licencia de cultivo de cannabis no psicoactivo en las modalidades para producción de grano y de semillas para siembra con fines industriales, científicos, almacenamiento y disposición final. Posteriormente se incluyó una nueva modalidad de fines industriales en la licencia de cultivo de cannabis psicoactivo y se amplió la modalidad de comercialización para el grano en la licencia de producción de semillas para siembra y grano.

Transcurrieron alrededor de 4 años para que la reglamentación se actualizara y se subsanaran los vacíos técnicos y jurídicos para darle mayor dinamismo a la industria del cannabis. Por otro lado, también había falencias en el sistema de seguimiento y control por parte de las entidades encargadas, así como una necesidad de mejorar los mecanismos de trazabilidad del cannabis y el THC (en todas sus formas químicas) a lo largo de la cadena productiva, y viabilizar el desarrollo de productos sin afectar la continuidad en las operaciones de las empresas del sector.

Los siguientes son algunos de los puntos más relevantes con relación a cáñamo en el cuadro normativo actual:

1. Incluye una definición diferenciada para cáñamo o “heme” en inglés, como un cultivar no psicoactivo de cannabis (contenido de THC menor al 1%, incluyendo sus isómeros, sales y formas ácidas).
2. Define los “fines industriales” como aquellos diferentes a los usos médicos y científicos. Los productos deben acogerse a la normatividad específica del tipo de producto y no podrán exceder el contenido de THC (incluyendo sus isómeros, sales y formas ácidas) que fije Minsalud como límite de fiscalización.
3. Aclara el concepto de límite de fiscalización que ya lo había introducido Minsalud en la Resolución 315 de 2020 en la que se menciona que el cannabis, los derivados y productos terminados no serán sometidos a fiscalización si su contenido es menor al 0.2% de THC incluyendo todas sus formas químicas. Para el caso de medicamentos, por encima de 2 mg de concentración de THC por presentación dosificadas se consideran medicamentos de control especial.
4. Crea una nueva modalidad de licencia para la fabricación de derivados no psicoactivos de cannabis debido a la necesidad de identificar y aplicar mayores medidas de control específicamente del Fondo Nacional de Estupefacientes, a los fabricantes que estaban produciendo sin supervisión y control. La licencia está orientada a las personas naturales o jurídicas que durante su proceso de manufactura no entran en posesión de sustancias fiscalizadas, ya sea cannabis, derivados o productos finales a base de cannabis con contenido de THC por encima del límite fijado.
5. Permite la exportación de cannabis psicoactivo, no psicoactivo para usos medicinales y científico. Antes del Decreto 811, la actividad de exportación de cannabis solo estaba permitida para fines de investigación y no para fines comerciales.

Tabla 1. Listado de modalidades de licencias relacionadas a la producción de semillas para siembra, grano, componente vegetal de cannabis, cannabis, derivados y productos terminados a base de cannabis.

Licencia	Modalidad	Entidad Competente	Alcance
Licencia de fabricación de derivados del cannabis.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Uso nacional. 2. Investigación. 3. Exportación. 	INVIMA.	Fabricación de derivados psicoactivos y no psicoactivos de cannabis.
Licencia de fabricación de derivados no psicoactivos del cannabis.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Única de fabricación de derivados no psicoactivos de cannabis. 	INVIMA.	Fabricación derivados no psicoactivos.
Licencia de semillas para siembra y grano.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comercialización o entrega. 2. Investigación. 3. Transformación de grano. 	MINJUSTICIA y del Derecho.	Manejo de semillas para siembra y grano (esta no comprende actividades de cultivo de planta de cannabis).
Licencia de cultivo de planta de cannabis psicoactiva.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Producción de semillas para siembra. 2. Producción y transformación de grano. 3. Fabricación de derivados. 4. Fines industriales. 5. Investigación. 6. Exportación. 	MINJUSTICIA y del Derecho.	Producción de semillas para siembra, grano. Componente vegetal y cannabis psicoactivo.
Licencia de cultivo de planta de cannabis no psicoactiva.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Producción de semillas para siembra. 2. Producción y transformación de grano. 3. Fabricación de derivados. 4. Fines industriales. 5. Investigación. 6. Ex portación. 	MINJUSTICIA y del Derecho.	Producción de semillas para siembra y grano. Componente vegetal y cannabis psicoactivo.
Licencia extraordinaria para cultivo de plantas de cannabis.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Agotamiento de existencias. 2. Investigación no comercial. 	MINJUSTICIA y del Derecho.	Agotar existencias de material o cultivo de plantas de cannabis con fines de investigación.
Licencia extraordinaria para la fabricación de derivados.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Agotamiento de existencias. 2. Investigación no comercial. 	INVIMA.	Agotar existencias de cannabis o la fabricación de derivados de cannabis para investigación.

Fuente: *Elaboración propia tomada de MINSALUD.*

Ley del cáñamo: Ley 2204 del 2022

La ley 1787 del 2016, por la cual se aprueba el cultivo de cannabis, para uso investigativo, informativo, de exportación y transformación (Ramirez, J. M. 2019), tiene como objetivo crear un marco regulatorio que permite brindar información segura del uso del cannabis y sus derivados, pero pese a esto, se percibe un control excesivo sobre las variedades de cannabis no fiscalizadas; ya que no excedían el límite fijado (contenido de THC y sus formas químicas menor al 0.2%) y que serían destinadas a la producción de productos como fibras para textiles, papel, muebles, etc. Estas motivaciones llevaron a Congreso de la Republica a crear el marco legal para el uso industrial y científico del cáñamo en Colombia a través de la Ley 2204 del 2022.

La Ley busca generar un sector separado del cannabis medicinal de semillas para siembra, grano, plantas en estado vegetativo o componente vegetal, así como regular la comercialización, importación, exportación, adquisición a cualquier título, almacenamiento, transporte y disposición final de semillas para siembra, plantas en estado vegetativo o componente vegetal con fines industriales y científicos en Colombia. En la ley se excluyen los fines médicos y el uso recreativo favoreciendo los proyectos productivos que no impliquen cosechar el cannabis (flor de la planta de cannabis) sino aprovechar otros componentes de la planta como los tallos, ramas, raíces, hojas, etc.

Por otro lado, la ley introduce un nuevo número importante para tener en cuenta que corresponde al contenido máximo de THC y sus formas químicas en las fibras y grano del cáñamo. Este límite se fijó en 0.3%, es decir que por debajo de esta concentración es posible sembrar cáñamo sin permitir que las plantas lleguen a floración excepto para producir grano. La figura 3 representa los parámetros existentes en la normatividad según el contenido de THC en las partes de la planta, derivados de cannabis y productos. Se puede observar cómo este nuevo límite de THC crea un intervalo entre 0.2% y 0.3% el cual la producción de cáñamo y sus productos no están libres de controles. El cáñamo o productos del cáñamo con contenidos de THC por encima de 0.2%, se consideran fiscalizados por el FNE y aplicarán las medidas de control que la entidad imponga.

En cualquier caso, los usos medicinales del cannabis siempre deben estar en cumplimiento de la Ley 1787 del 2016 y su reglamentación ya que no son materia de regulación en la Ley del cáñamo. Esto implica que la producción de cáñamo se separa del sistema de licenciamiento impuesto hasta el momento y en su lugar crea una nueva “Autorización” que será otorgada por La Subdirección de Control y Fiscalización de Sustancias Químicas y Estupefacientes de MINJUSTICIA para la “...producción de grano, semillas para siembra,

plantas en estado vegetativo o componente vegetal, así como la comercialización, importación, exportación, adquisición a cualquier título, almacenamiento, transporte y disposición final de semillas para siembra, plantas en estado vegetativo o componente vegetal obtenido a partir de cáñamo...” (Ley 1787 del 2016).

Figura 3. Concentraciones de THC definidas en las regulaciones relacionadas con el cannabis

Parámetro	% de THC				
	0	0.2	0.3	1.0	100
Límite de psicoactividad	Material no psicoactivo			Material psicoactivo	
Límite de fiscalización	Material no fiscalizado	Material fiscalizado (solo uso medicinal)			
Cáñamo	Fibras y grano del cáñamo		Fiscalizado		

Fuente: *Elaboración propia.*

Otras disposiciones de esta ley son:

- ▶ Modifica la definición de cáñamo dada en el Decreto 811 del 2021 haciendo referencia al nuevo límite en contenido de THC definido por el gobierno Nacional, así como características fenotípicas de los cultivares de cáñamo que en teoría permitirían distinguir las plantas de aquellas genéticas que no correspondan a cáñamo.
- ▶ Delega a MINJUSTICIA y MINAGRICULTURA para reglamentar los requisitos para otorgar las autorizaciones, operaciones de comercio exterior, almacenamiento, transporte, comercialización o entrega a cualquier título, disposición final, tercerización, vigencia, tarifas seguimiento, obligaciones, prohibiciones, modificaciones, novedades, causales de suspensión y condiciones resolutorias de la autorización.
- ▶ Solicita incluir tarifas diferenciadas para trámites adelantados por pequeños, medianos y grandes productores.
- ▶ Reitera que los cosméticos, alimentos, bebidas alcohólicas, suplementos dietarios para consumo humano que contengan grano o componente vegetal de cáñamo, deben cumplir con la normatividad sanitaria expedida por Minsalud, surtir los trámites respectivos ante el INVIMA y contar con las autorizaciones correspondientes para

su comercialización. Además, deberán ceñirse al contenido de THC que establezca Minsalud como límite de fiscalización, actualmente es el 0,2% en cualquiera de sus formas químicas.

- ▶ La autorización permite la producción de sumidades floridas o con fruto (cannabis o flor) solamente con el fin de obtener semillas para siembra y grano y cuantificación de cannabinoides, posteriormente deben llevarse a disposición final.

Menciona que los productos a base de cáñamo destinados al consumo animal deben acogerse a la normativa del ICA.

- ▶ Acepta y otorga beneficios a las personas naturales o jurídicas que participen de cualquier programa de sustitución de cultivos ilícitos a través del uso del cáñamo.
- ▶ Define la fuente semillera de cáñamo con fines industriales: Consiste en las semillas para siembra de cáñamo, cuyo contenido de THC, incluyendo isómeros, sales y formas ácidas, sea igual o menor al 0.3% o al porcentaje que disponga el Gobierno nacional, preexistentes que ya están en el territorio colombiano y que por el término de un (1) año contado a partir de su entrada en vigor, serán destinadas exclusivamente a la producción de semillas para siembra de planta de cáñamo. La Ley define los procedimientos relacionados con la fuente semillera.
- ▶ Ordena a las entidades financieras que se permita la apertura de cuentas bancarias a las personas naturales y/o jurídicas que cuenten con Resolución de Autorización. También podrán acceder a los servicios del Banco Agrario, Finagro, entre otras.
- ▶ Solicita que se generen convenios de investigación y transferencia tecnológica del cáñamo con fines industriales, entre MINAGRICULTURA y Minciencias.

Recomendaciones para tramitar autorizaciones de producción de cáñamo (fibras y grano) y productos derivados

Debido a que la Ley 2204 del 2022 aún no se ha reglamentado (se dio un plazo de dos años desde su expedición), las personas interesadas en sembrar variedades de cáñamo deberán ceñirse a lo estipulado en el Decreto 811 del 2021 y su reglamentación mientras se encuentren vigentes. Dependiendo del proyecto que se desee desarrollar, se deberán tramitar las licencias.

Tabla 2. Ejemplos de trámites para algunos proyectos relacionados con cáñamo bajo la regulación actual del Decreto 811 del 2021.

Tipo de licencia	Solicitud de Licencia	Entidad
<i>Cultivo para la producción de semillas para siembra de cáñamo.</i>	Licencia de cultivo de plantas de cannabis no psicoactivo. Modalidad: Producción de semillas para siembra. Nota: Autoriza la venta de semillas a personas naturales para autocultivo.	Ministerio de Justicia y del Derecho.
<i>Cultivo para la producción y transformación de grano de cáñamo.</i>	Licencia de cultivo de plantas de cannabis no psicoactivo. Modalidad: Producción y transformación de grano	Ministerio de Justicia y del Derecho.
<i>Cultivo para la producción de derivados de cáñamo.</i>	1. Licencia de fabricación de derivados no psicoactivos de cannabis (propia o de un tercero).	INVIMA.
	2. Licencia de cultivo de plantas de cannabis no psicoactivo. Modalidad: Fabricación de derivados.	Ministerio de Justicia y del Derecho.
<i>Cultivo de cáñamo para destinar a fines industriales.</i>	Licencia de cultivo de plantas de cannabis no psicoactivo. Modalidad: Fines industriales Nota: No incluye la actividad de fabricación de derivados no psicoactivos.	Ministerio de Justicia y del Derecho.
<i>Comercialización de semilla y grano.</i>	Licencia de semillas para siembra y grano Modalidad: Comercialización o entrega. Nota: Esta modalidad no tiene autorizada la actividad de cultivo. Autoriza la venta de semillas a personas naturales para autocultivo.	Ministerio de Justicia y del Derecho.
<i>Transformación de grano.</i>	Licencia de semillas para siembra y grano. Modalidad: Comercialización o entrega. Nota: No está autorizada la producción de grano.	Ministerio de Justicia y del Derecho.

Fuente: *Elaboración propia.*

La Figura 4 sugiere algunas recomendaciones para adelantar trámites y hacer un buen uso de las licencias otorgadas. Definir el modelo de negocio es fundamental para enforzarse en los trámites y recursos necesarios para el inicio de actividades. Por ejemplo, si se piensa en una integración vertical y se requiere producir un derivado de la flor de cáñamo, se debe solicitar primero la licencia de fabricación de derivados no psicoactivos en el INVIMA, después solicitar la de cultivo. Si por el contrario se piensa en solo intervenir una parte de la cadena productiva, se deben verificar las autorizaciones necesarias y/o de los terceros según las actividades que desempeñen.

Figura 4. Recomendaciones para la solicitud y gestión de licencias relacionadas con la producción de cáñamo y productos relacionados.



Fuente: *Elaboración propia.*

Dependiendo del uso que se va a dar al producto final, se deben tener en cuenta tiempos y requisitos de solicitud de los permisos, registros o autorizaciones del tipo de producto. Es el caso de los alimentos, cosméticos y medicamentos que requieren autorización de venta (registros o notificaciones sanitarias) del INVIMA o del ICA, para el consumo humano o animal, respectivamente.

La normatividad colombiana vigente tiene un capítulo exclusivo para el comercio exterior, si se desea exportar material vegetal, procesado o derivados. Esta actividad tiene una ruta de trámites específicos de MINJUSTICIA, INVIMA y FNE a través de las Ventanillas Únicas de Comercio Exterior (VUCE). Para exportar se debe cumplir la normatividad del país de destino, además de la nacional.

Además, se debe estar informado de cuáles son las normas y trámites que cumplir propias del país importador, partiendo del contenido máximo permitido de THC como sustancia intoxicante por los efectos psicotrópicos. Por ejemplo, en Estados Unidos (Farm Bill, ley federal desde 2018) y Canadá, la concentración de THC del cáñamo debe ser menor al 0.3%. En la Unión Europea considera que 0,2% es un contenido más seguro para que se puedan explotar industrialmente las genéticas de cáñamo (Cherney & Small, 2016). En Ecuador, el límite de contenido de THC es más flexible para usos industriales, siendo 1% el máximo permitido (Ecuador, 2020).

Marco normativo

El marco normativo colombiano para el cannabis se inició en 2016 con la Ley 1787 y su reglamentación, que fue actualizada en 2021. Actualmente, el cáñamo tiene una Ley propia (2204 del 2022) que busca medidas diferenciadas del cannabis medicinal para permitir un desarrollo menos fiscalizado debido a que sus contenidos de THC son muy bajos. La Ley del Cáñamo no ha sido reglamentada hasta el momento de esta publicación por lo que siguen aplicativo las disposiciones de la Ley 1787, el Decreto 811 de 2021 y su reglamentación.

En Colombia, se considera que el cáñamo (semillas, material vegetal y sus productos derivados) debe contener una concentración máxima de THC del 0,2% y la flor solo puede obtenerse para producir semilla o grano. Los productos con fines medicinales deben acogerse únicamente a la reglamentación vigente para estos fines (Decreto 811 de 2021). Además, si los productos a desarrollar y comercializar son de consumo humano y animal, es necesario que se acredite el cumplimiento de las normas sanitarias específicas según el tipo de producto ante INVIMA e ICA, respectivamente. Por ejemplo, alimentos y cosméticos.

Los trámites de licencias y permisos según el Decreto 811 y su reglamentación, pueden tomar varios meses y se requieren unos recursos económicos importantes para tener todo según los requisitos de las licencias solicitadas. En este punto, una buena planeación es clave para definir las actividades a realizar, qué infraestructura se necesita, cuáles son las actividades para tercerizar si es el caso y cuáles son las licencias que obtener según el modelo de negocio planeado. De esta manera, pueden evitarse tiempos adicionales solicitando licencias que no necesita o pérdidas económicas.

Capítulo 2.

Condiciones agroecológicas del cultivo



Fuente: INCAÑAMO (2022).

Taxonomía (Descripción de la planta)

El nombre científico es *Cannabis sativa* L., su última letra hace referencia al botánico y taxónomo Carlos Lineo, el cual realizó su descripción y clasificación. Esta planta pertenece a la familia Cannabaceae, género *Cannabis* y especie *sativa* (Fuente et al., 2015) (Tabla 3). Existen tres (3) especies de cannabis, las cuales son: *C. sativa*, *C. Indica*, *C. Rudelaris*. Además, se cree que existe solo una especie, el resto son subespecies o variedades (Alonso et al., 2021). Incluso, para Cronquist et al., (1976), la diferencia radicaría en el alto contenido de THC y CBD (Farag y Kayser, 2015).

Tabla 3. Clasificación taxonómica del *Cannabis sativa* L.

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: *Alonso et al. (2021)*.

La planta de Cannabis es alógama (Fassio et al., 2013), se produce por polinización cruzada, además, es una planta dioica en donde existen plantas hembra y plantas macho, en algunos casos el hermafroditismo es posible solamente en ciertos cultivos. Tiene un crecimiento rápido en tan solo diez (10) días puede alcanzar una altura de seis (6) metros (Cárdenas, 2021). Las hojas pueden llegar a medir hasta siete cm de largo, cada hoja tiene desde tres (3) a nueve (9) foliolos que pueden ser delgados o anchos dependiendo de la especie (Frazier & Mahmoud, 2016); las inflorescencias pueden ser masculinas o femeninas (Ángeles et al, 2014) y esto se ve reflejado en el tipo de hojas, semillas, tamaño de la planta, según la región donde se cultivan y crecen (Roa, 2014).

En ese sentido, Cannabis contiene tricomas, que se clasifican en dos tipos, glandulares y no glandulares. Los tricomas glandulares producen Cannabinoides en altas bastante cantidades, se pueden encontrar en las brácteas y hojas florales de las plantas hembra y se pueden destinar para un fin medicinal o recreativo (Cárdenas, 2021). La variedad de cannabis sativa es la más conocida, de acuerdo con (Garden, 2018), hay 11 especies o variedades que son: gigantea, indica, kif, macrosperma, kafiristanica, monoica, praecox, sativa, ruderalis, spontanea y vulgaris. A partir de lo anterior, es importante reconocer que existen otras subespecies debido a la hibridación. Algo muy importante que se debe resaltar es que la planta de cannabis femenina es más frondosa en comparación con la planta Masculina (Roa, 2014).

Variedades

Aproximadamente, existen 3.600 variedades de cannabis (Fassio et al., 2013; Queen, 2020); una de las variedades más usadas es el *Cannabis sativa* por su alto contenido de CBD (Cannabidiol) (Larrea G & Borneo F, 2015). Existen variedades de cáñamo procedentes de partes cálidas como el sudeste asiático y América Central y del Sur (Haug et al., 2016):

- ▶ **Cáñamo común:** Mide de 1,5 a 2 metros, siendo este el más difundido, su principal producción es fibra y semillas.
- ▶ **Cáñamo de Piamonte:** Mide 4 m de altura, proporciona una excelente fibra.
- ▶ **Cáñamo chino:** Llega a los 6 m, su maduración es lenta y requiere climas cálidos, posee una fibra sedosa, fina y resistente.
- ▶ **Ruderalis:** Típico de Rusia y del continente asiático.
- ▶ **Fibrimon:** Variedad industrial originaria de Francia, y se utiliza principalmente para pasta de papel.
- ▶ **Finola:** Esta variedad es desarrollada en Finlandia y utilizada para producir cañamones (Acosta, 2001), antes era conocida como FIN-314, es una variedad de cáñamo que presenta una florescencia precoz. Se cultiva en Francia, Finlandia, Inglaterra, Canadá y Australia, llega a producir 2.000 kg de semilla/ha, madura en menos de 110 días y es una variedad dioica, con un bajo índice de crecimiento que puede llegar a medir 1,5 m, resiste bajas temperaturas hasta los -5 °C, su crecimiento es positivo en latitudes mayores a 50 °N y posee una concentración de aceite del 35% del peso de la semilla (Callaway, 1996).

Existen tres (3) grandes tipos de cepas las cuales son: Cannabis Sativa, Cannabis Indica y Rudelaris (Martínez, 2021).

✓ Cannabis Sativa

La *Cannabis Sativa* es originaria de Asia central y fue clasificada en 1753 (CannaConnection, 2019). Es una planta herbácea tropical, con más de cinco (5) hojas opuestas con folíolos en número variable, principalmente en plantas adultas (Ci & Reichwein, 2019). Tiene escaso follaje, posee hojas delgadas y largas de color verde claro y un aroma ligero (Weediid, 2019) su altura es de tres (3) metros. Su periodo de floración es de mayor tiempo, lo contrario a las otras subespecies, su ventaja principal es que se considera la especie más grande por su alto rendimiento (Zambeza Seeds, 2016).

✓ Cannabis Indica

Es originaria de Afganistán, Lamark fue el primer botánico de Europa en clasificar esta planta. Tiene una altura superior a los dos (2) metros, es de tallo grueso, sus hojas son de color verde oscuro, pero su color puede llegar a ser azul o verdes (Hash & Hemp,

2021) y su crecimiento es denso (Civantos, 2020). Las plantas suelen presentar flores que pueden depender de las horas de luz a las que están expuestas a lo largo del año. Generalmente cuando poseen una mayor cantidad de radiación solar, sus hojas forman un abanico con una base ancha con el fin de recibir la mayor cantidad de luz posible, contiene mayor contenido de CBD (cannabidiol) que la especie sativa (Zambeza Seeds, 2016).

✓ **Cannabis Ruderalis**

Procede del sur de Siberia y el Himalaya, Rusia, Europa Central y Asia Central, esta especie tiene una altura promedio de 30 a 80 cm (Hash & Hemp, 2021). Esta especie es poco cultivada, pero se puede adaptar muy bien a las condiciones climáticas (Zambeza Seeds, 2016). Es de muy poco follaje, sus hojas son anchas y gruesas con estructura vegetativa robusta, de color verde bastante clara, rara vez oscura (WORMS, 2020). Inicia su floración entre las cinco (5) y siete (7) semanas de crecimiento cuando llega a su fase de madurez. Tiene un periodo de supervivencia de dos estaciones climáticas, esto hace que sea apetecida por los agricultores o productores de cáñamo (Hash & Hemp, 2021). Sus niveles de THC casi nulos y su contenido de CBD es muy bajo, esto hace que se convierta en una de las favoritas por su fuerte genética y es utilizada para realizar cruces con las otras subespecies y poder crear cepas nuevas (Zambeza Seeds, 2016).

Se pueden encontrar muchas variedades de cáñamo y entre las que varían su producción, altura, rendimiento en grano, su contenido de aceite en semilla, su rendimiento de biomasa, el porcentaje de CBD y THC. Algunas de las variedades más comunes se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Variedades importadas con sus rendimientos en zonas de procedencia

VARIETADES	CARACTERÍSTICAS
Variedad Monoica	Planta de genotipo Monoica, con una producción de cannabis de 35 gramos por planta, alcanza una altura aproximada de 2 a 2,5 metros, su rendimiento es de 0,8 a 1 toneladas por hectárea, el contenido de aceite en semilla es de 28 a 30%, su biomasa es de 10 a 12 toneladas por hectárea, 26 a 30% de fibra en su tronco con un contenido de CBD de 1,5% a 25% y un THC de 0,12%.
Variedad Jubileu	Su genotipo es Monoica, su producción equivale a 110 gramos de cannabis por planta, tiene una altura de 1,5 a 2 metros, el rendimiento en grano es de 1 a 1,2 toneladas por hectárea, su contenido de aceite en semilla es de 30 a 32%, el rendimiento en biomasa es de 8 toneladas por hectárea, su fibra en tronco es de 26 a 30% con un contenido CBD de 0,5% y THC de 0,2%.
Variedad Futura 75	Planta Monoica con una producción estándar de 145 a 160 gramos de cannabis, tiene una altura de 2,5 a 3,5 metros, su rendimiento en grano es de 1 a 1,2 toneladas por hectárea, 28 a 30% en contenido de aceite en semilla, su rendimiento en biomasa es de 10 a 12 toneladas por hectárea, su fibra en tronco equivale entre 30 a 35%, tiene un contenido de CBD es de 1,5% y el THC es de 0,12%.
Variedad Felina 3 2	Genotipo Monoica, producción estándar de 135 a 160 gramos por planta, tiene una altura de 2 a 2,5 metros, su rendimiento en grano es de 1,2 toneladas por hectáreas, su contenido de aceite en semilla es de 30 a 32%, rendimiento en biomasa de 10 a 12 toneladas por hectárea, su tronco contiene 30 a 35% en fibra, su CBD contiene 1,5 a 2% y su THC es de 0,12%.

VARIETADES	CARACTERÍSTICAS
El Fibror 79	Expresión genotipo monoica, con una producción estándar de 145 a 160 gramos de cannabis por planta, una altura de 2,5 a 3,5 metros, rendimiento en grano de 0,5 a 0,8 toneladas por hectárea, su contenido de aceite en semilla es de 28 a 32% con un rendimiento en biomasa de 12 a 15 toneladas por hectárea, tiene un 35% de fibra en tronco, , un contenido de CBD entre es de 2 a 3% y de su THC es de 0,12%.
Variedad Earlina 8 F C	Genotipo Monoica, producción estándar de 125 a 160 gramos, posee una altura de 2 a 2,5 metros, su rendimiento en grano es de 1,2 toneladas por hectárea, su contenido de aceite en semilla es de 28 a 30%, rendimiento en biomasa 8 toneladas por hectárea, fibra en tronco de 23 a 26% su CBD va de 2 a 3% y el THC de 0,12%.
Variedad Santhica 7 0	Planta Monoica, con una producción estándar de 145 gramos de cannabis por planta, una altura de 2,5 a 3,5 metros, su rendimiento en grano es de 0,8 a 1 toneladas por hectárea, el contenido de aceite en su semilla es de 26%, con un rendimiento en biomasa de 10 a 2 toneladas por hectárea, contiene 35 % de fibra en su tronco. Contienen CBD entre 1 a 1,5 % y 0,12% de THC.
Variedad Kompolti	Planta con genotipo dioica, su producción estándar es de 160 gramos de cannabis por planta, cuenta con una altura de 2,5 a 3,5 metros, su rendimiento en grano es de 0,5 a 0,8 tonelada por hectárea, tiene un contenido de aceite en sus semillas de 26%, su fibra en tronco es equivale a 26 A 30%, su rendimiento en biomasa es de 12 a 15 toneladas por hectárea, su CBD de 2 a 35% y el THC es de 0,12%.
Variedad Tiborszalla s	Su genotipo es Dioica, con una producción estándar de 145gramos en planta, tiene una altura de 2,5 a 3,5 metros, su rendimiento es de 0,5 a 0,8 toneladas por hectárea, su contenido de aceite en semilla es de 26 a 28%, el rendimiento en biomasa es de 12 a 15 toneladas por hectárea, su fibra en el tronco es de 2 a 3%, con un CBD de 2 a 3% y su THC es de 0,2%.
Variedad K C Z u z a n a	Planta de genotipo Monoica, su producción estándar es de 125 a 160 gramos en planta; cuenta con una altura de 1,5 a 2 metros, su rendimiento en grano es de 0,8 a 1 tonelada por hectárea, su contenido de aceite en semilla es de 28 a 30%, el rendimiento en biomasa es de 8 toneladas por hectárea, su fibra en tronco es de 26 a 30%, con contenido de CBD de 1,5 a 2% y de THC 0,12%.
Variedad Fribol	Planta de Genotipo Monoica, producción estándar de 135 a 160 gramos de cannabis por planta, su altura es de aproximadamente 2 a 2,5 metros el rendimiento en grano equivale a 0,8 a 1tonelada por hectárea, su contenido de aceite en semilla es de 32% su rendimiento en biomasa es de 8 a 10 toneladas por hectárea, su fibra en el tronco es de 26 a 30%. El porcentaje de CBD es de 1,5 a 2 % y el THC es de 0,12%.

Fuente: *Adaptada de ASOCAÑAMO (2022).*

Fenología del cultivo crecimiento y desarrollo

La planta de cannabis pasa por diferentes etapas o estadios vegetativos al igual que germina crece y se desarrolla (Acosta, 2001). Según Fassio et al. (2013) y Mediavilla et al. (1997) se puede dividir el ciclo de vida del cannabis se puede dividir en cuatro (4) estadios principales: germinación y emergencia, crecimiento vegetativo, floración, formación de semillas y senescencia. Se desarrolla un código decimal de cuatro dígitos, adaptado del código propuesto por Zadoks et al, (1974) que se evidencia en la **(Tabla 5)**, con el propósito de sistematizar el proceso.

Tabla 5. Definiciones y códigos de estados de crecimiento de plantas de Cáñamo (*sativa* L.)

Código	Definición	Observaciones
Germinación y emergencia		
0000	Semilla seca	
0001	Radícula visible	
0002	Emergencia del hipocótilo	
0003	Cotiledones desplegados	
Estado Vegetativo: Hace referencia al tallo principal. Las hojas se consideran desplegadas cuyos los folíolos tienen al menos 1 cm de largo.		
1002	1er. par de hojas	1 folíolo
1004	2do. par de hojas	3 folíolos
1006	3er. par de hojas	5 folíolos
1008	4to. par de hojas	7 folíolos
1010	5to. par de hojas	9 folíolos
Floración y formación de semillas: Se refiere al tallo principal incluyendo sus ramificaciones.		
2000	Punto GV.	Cambio de filotaxis en el tallo principal de opuesta a alternada. Distancia entre los pecíolos de hojas alternadas de al menos 0.5cm.
2001	Primordio floral.	Sexo casi indistinguible
Planta Dioica		
Macho		
2100	Formación de flores.	Primeras flores con estambres cerradas
2101	Comienzo de floración.	Primeras flores con estambres abiertas
2102	Floración.	50% de flores con estambres abiertas
2103	Fin de floración.	95% de flores con estambres abiertas
Hembra		
2200	Formación de flores.	Primeras flores con gineceo. Brácteas sin estilos
2201	Comienzo de floración.	Estilos de las primeras flores femeninas
2202	Floración	50% de las brácteas formadas
2203	Comienzo de madurez de semilla.	Primeras semillas duras
2204	Madurez de semilla.	50% de las semillas duras
2205	Fin de madurez de semilla.	95% de las semillas duras o partidas
Planta monoica		
2300	Formación de flores femeninas.	Primeras flores con gineceo (pistilo). Brácteas perigonales sin gineceos.
2301	Comienzo de floración femenina.	Primeros gineceos visibles.
2302	Floración femenina.	50% de las brácteas formadas.
2303	Formación de flores masculinas.	Primeras flores con estambres cerradas.

Código	Definición	Observaciones
2304	Floración masculina.	La mayor parte de flores con estambres abiertas.
2305	Comienzo de madurez de semilla.	Primeras semillas duras.
2306	Madurez de semilla.	50% de las semillas duras.
2307	Fin de madurez de semilla.	95% de las semillas duras o partidas.
Senescencia		
3001	Desección de hojas.	Las hojas se secan.
3002	Desección de tallo	Las hojas se caen.
3003	Descomposición de tallo.	Liberación de las fibras del floema.

Fuente: *Mediavilla et al. (1997)*.

El ciclo de vida de la plántula del cannabis se divide primordialmente en 4 estadios, los cuales se describen a continuación:

Germinación y Emergencia

La temperatura adecuada para el proceso de germinación es de 24 °C (Ceapoiu, 1958). Al utilizar una temperatura menor, el proceso tomaría mayor tiempo (Clarke, 1997), aunque en condiciones óptimas tardaría entre tres (3) a siete (7) días (Fernández & Panche, 2022). Se puede evidenciar en esta etapa la radícula visible, cotiledones desdoblados y Primer par de hojas (Figura 5)

Figura 5. Etapa de germinación y emergencia de cannabis.



Fuente: *Elaboración propia*.

Estado vegetativo

Se caracteriza por el crecimiento del tallo y las hojas principalmente al inicio de la etapa cuyo forman cinco (5) pares de hojas verdaderas, el tallo se desarrolla en un lapso muy corto (Cepoiu, 1958; Bòcsa & Karus, 1998). Durante el estado vegetativo la planta forma entre siete (7) y hasta doce (12) pares de hojas (Clarke, 1997). El primer par de hojas tiene un (1) solo foliolo, el segundo par posee tres (3), el quinto ya tendrá cinco (5), y así sucesivamente (Fernández & Panche Lozano, 2022)

Figura 6. Crecimiento del tallo y las hojas.



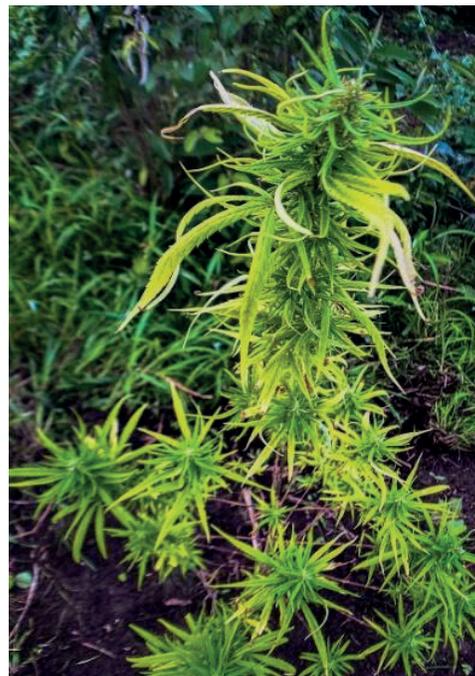
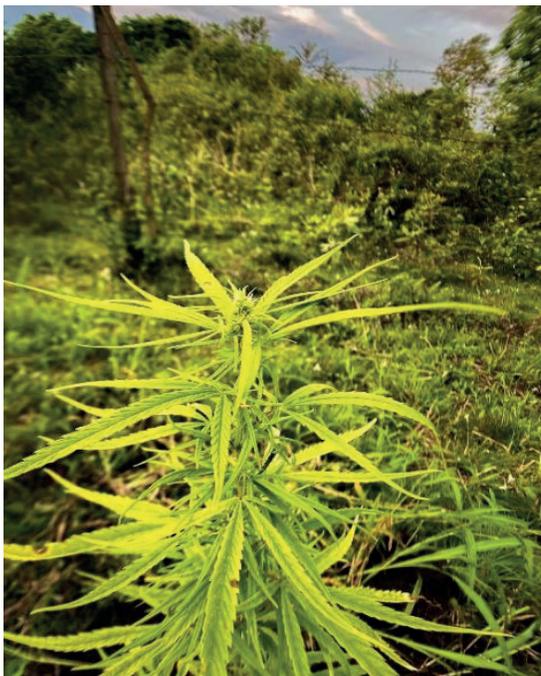
Fuente: *Elaboración propia.*

Floración y formación de semilla

Los primordios florales comienzan a aparecer en la planta, estos pueden ser machos o hembras, en su mayoría los machos pueden ser reconocidos fácilmente ya que suelen tener una garra curva, sus pimpollos florales son de punta redondeada y poseen cinco (5) segmentos radicales. A diferencia de las hembras que se identifican por la elongación de un cáliz tubular simétrico (Clarke, 1997; Fernández & Panche Lozano, 2022). El proceso de floración comienza desde la base de la planta hasta la parte superior, llegando a la aparición de los primordios florales (Clarke, 1997).

Las inflorescencias se desarrollan en las plantas macho entre los 3 y 4 meses, las hembras; sin embargo, solamente desarrollan flores cuyo hay menos luz y días más cortos y esto afecta a la formación de nuevos órganos, como las raíces, hojas, y flores (Acosta,2001). En las plantas dioicas macho, las flores con estambres aparecen dos semanas antes que en las plantas femeninas (Clarke, 1997). En las plantas dioicas hembras, aparecen las primeras brácteas perigonales justo antes de que se desarrolle completamente su flor (Ceretta,2013). Estas actúan mediante dos estilos de polen que sobresalen durante la liberación de cada bráctea perigonal, marcando el comienzo de la formación de flores femeninas, su pico de floración alcanza el 50% de las brácteas en la inflorescencia, y esto no depende de si sus estilos son visibles o no (Ceretta,2013)

Figura 7. Comienzo de esta etapa fenológica de floración (Bòcsa y Kraus, 1998).



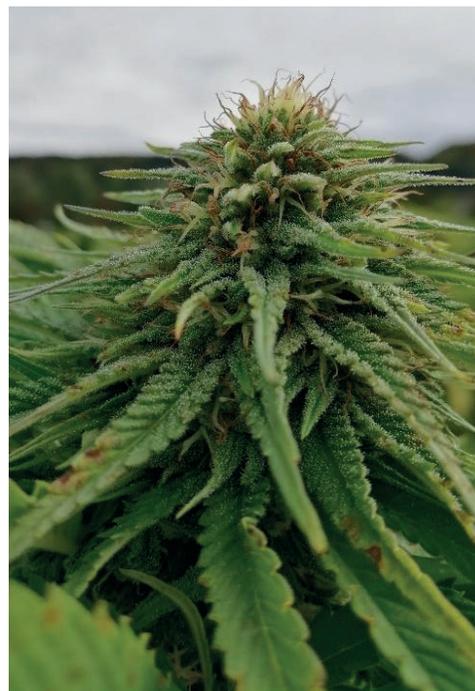
Fuente: *Tocar et al. (2022).*

Figura 8. Cambio de fitolaxis.



Fuente: *Tocar et al. (2022).*

Figura 9. Flor femenina con gineceos.



Fuente: *Elaboración propia.*

Senescencia

Las plantas monoicas y dioicas ya sean hembra o macho, mueren por descomposición del tejido del tallo el cual libera las fibras del floema, esto hace que el tallo y las hojas comiencen a secarse y mueran (Mediavilla et al., 1997)

- **Plantas dioicas macho:** Las plantas de Cannabis macho no producen cogollo, pero si pueden polinizar a las hembras y producir flores, las cuales son pequeñas bolas, que son en realidad polen y aparecen alrededor de las semanas tres (3) y cuatro (4). Una vez que esos sacos de polen están abiertos, comienzan a polinizar, no solo un cultivo, si no otras plantas que estén a cinco (5) km a la redonda, las plantas macho generalmente son más altas y menos tupidas que las plantas hembra (Fernández & Panche Lozano, 2022).
- **Plantas dioicas hembras:** Las plantas hembra comienzan a mostrar el sexo con pequeñas prefloras, entre la semana 4 y seis (6) desde la semilla. Durante la liberación de polen las flores femeninas alcanzan la mitad de la floración, las semillas formadas se solidifican y comienza a despojarse de ellas. La maduración de las semillas varía de tres (3) a cinco (5) semanas y según el código fenológico se logra un 50% del proceso cuando las semillas están liberadas (Fernández & Panche Lozano, 2022).
- **Plantas hermafroditas:** La aparición de las flores masculinas se genera en la parte superior de la rama femenina, esto hace que haya formación de una flor de ambos sexos, significa entonces que una planta desarrolla flores masculinas y femeninas en el mismo individuo. Lo que se recomienda en primer lugar es eliminar del cultivo las plantas “hermas”, de lo contrario, estas comenzarán a polinizar otras plantas a su alrededor (Fernández & Panche Lozano, 2022).

Tabla 6. Estadios durante la fenología del cultivo

Primer estadio	Al germinar, la raíz sale de la extremidad afilada de la semilla.
Segundo estadio	Después de 48 h de la germinación, la raíz tiene una longitud de 2,5 – 4 cm, aproximadamente. A partir de este momento el crecimiento se vuelve más lento.
Tercero estadio	Tras 72-96 horas comienza a desarrollarse bajo tierra un sistema sutil de raicillas laterales, los cotiledones (aun pegados), empiezan a asomar a la superficie y a ejercer presión para deshacerse de la envoltura de la semilla.
Cuarto estadio	Por el 5° día, el tallo de la plántula comienza a levantarse, se cae la envoltura y se abren los cotiledones, ovals con aspecto húmedo.
Quinto estadio	El tallo crece constantemente hasta los diez (10) días, aproximadamente. Aparece el primer par de hojas verdaderas, simples y aserradas, después el segundo y tercer par de hojas.
Sexto estadio	Al comienzo de la 3ª semana, se caen los cotiledones. La planta crecerá bien si dispone de suficiente luz.
Séptimo estadio	Por el 3ª-4ª mes los machos empiezan a florecer, y más tarde, las hembras; se produce la fecundación.
Octavo estadio	Los machos primero se vuelven amarillos y luego mueren, las hembras producen cañamones y después empiezan a marchitarse.

Fuente: Acosta (2001).

En la **Tabla 6** se incluyen, el enraizamiento de esquejes, tomados de plantas madre para la propagación de plántulas, durante veintiún días, luego, es llevado a campo, donde entre las semanas cuatro (4) y seis (6) atraviesan una etapa vegetativa.

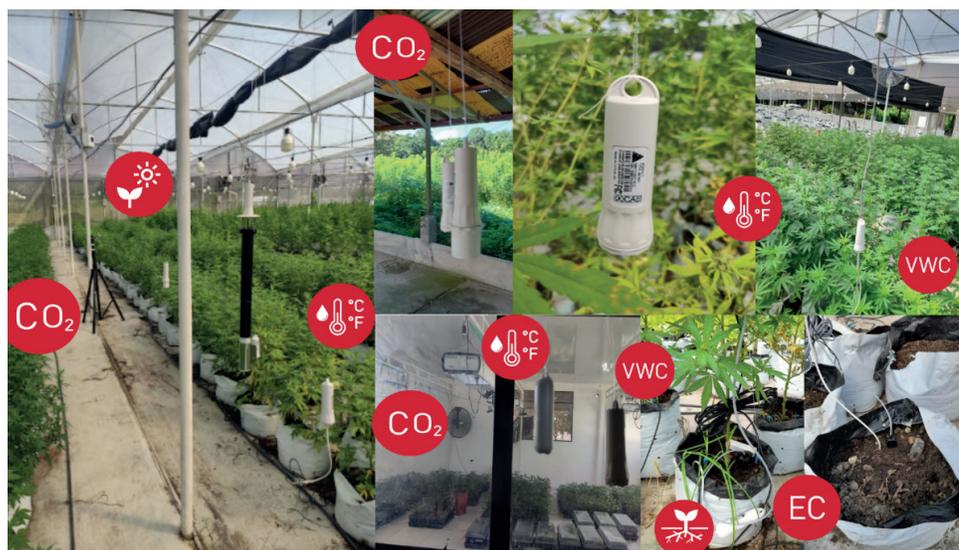
De la semana siete (7) hasta la semana 12 alcanzan la etapa reproductiva las plantas (Caplan et al., 2019; Potter, 2014). Cuando las plantas son expuestas a diferentes condiciones de estrés, como temperaturas extremas, sequía, o cambios en la intensidad lumínica, salinidad, deficiencias nutricionales o problemas fitosanitarios, se ve afectado su funcionamiento normal, esto hace que se generan respuestas particulares y únicas en la fotosíntesis, las cuales son: temperatura foliar y señalización bioquímica (Giraldo et al., 2010). Esto muchas veces es evidenciado en el funcionamiento del fotosistema II, por medio de la clorofila y el cierre estomático que conlleva a la disminución de la fijación de CO₂, la cual toma una reducción de la eficiencia fotosintética y la transpiración (Sánchez et al., 2009; Gambusia, 2011; Tarqui et al., 2017).

Variables medioambientales en el cultivo de cáñamo

Las variables medioambientales y el comportamiento bioclimático en cáñamo industrial (*Cannabis sativa*), son necesarios para poder optimizar la producción de mejores fibras (largas y cortas como la cañamiza) que cuenten con 65% de su biomasa con capacidad absorbente, higiénica para un posible sustituto de hormigones (“Cañacreto”) ya que el objetivo del cáñamo industrial es tener tallos finos, delgados y con poco diámetro, aproximadamente entre 1 a 1,5 centímetros como se muestra en la **Figura 10**.

Actualmente, la carrera tecnológica en las latitudes ecuatoriales y subtropicales ha sido dominada por las variedades asiáticas, especialmente provenientes de China, la cual contiene zonas climáticas secas aptas para el desarrollo del cáñamo industrial. Al existir variedades producto de fitomejoramiento importadas (sin aclimatación), sus plantas en estado vegetativo no pasan de los 35 cm. Otras limitantes de las semillas chinas que son adaptables al clima tropical, sin necesidad de luz complementaria son los rigurosos y casi nulos canales y tratados internacionales de negociación de genéticas.

Figura 10. Registro de variables climáticas en cultivos de cannabis.



Fuente: *Elaboración propia.*

En Latinoamérica existen pocos casos de éxito de variedades cultivadas en latitudes ecuatoriales tropicales y subtropicales como el de Paraguay, que debido a su latitud en ciertas épocas del año se permite un promedio de 13,5 horas luz, facilitando el fitomejoramiento y adaptación de variedades extranjeras en el territorio colombiano. En Colombia, se recomienda cultivar cáñamo inicialmente en zonas como los llanos orientales debido a su baja humedad relativa, sin embargo, los suelos en el Llano son ácidos, lo cual puede perjudicar a la planta, es de vital importancia regular el pH de la zona primero mediante cultivos que fomenten suelos más básicos.

Estudio de caso: Monitoreo ambiental de cannabis en zona de vida clima cálido en el Municipio de Mariquita-Tolima

Se realizó el estudio mediante sistemas de monitoreo ambiental en *Cannabis sativa*, se midieron tanto variables ambientales internas como temperatura, humedad relativa del aire, niveles de CO_2 , contenido volumétrico de agua, y radiación PAR dentro de la estación experimental de producción. También se realizó el monitoreo externo de temperatura, humedad relativa y niveles de CO_2 del aire para poder analizar el comportamiento bioclimático del cultivo.

Es vital mantener controlado el microclima del cultivo de cáñamo garantizando la correcta aireación de las plantas, humidificación del aire y suelo en los momentos oportunos para reducir las posibilidades de estrés ambiental (hídrico, térmico).

• Déficit de presión de vapor

El Déficit de Presión de Vapor (DPV) ayuda a un productor a identificar condiciones saludables de humedad del aire en todo el rango de temperaturas de crecimiento, se correlaciona directamente con las tasas de transpiración de la planta. Según lo recomendado en cultivos de cáñamo, el déficit de presión de vapor debe mantenerse en un rango específico dependiendo su estado de crecimiento, Las tablas muestran los valores de VPD para las plantas de cannabis en un rango de temperatura y humedad relativa durante las etapas vegetativa y de floración, respectivamente. La banda verde es el rango operativo objetivo típico

Tabla 7. Valores de déficit de presión de vapor para plantas de cannabis en estado vegetativo (kPa).

Fahrenheit	Celsius	75%	70%	65%	60%	55%	50%	45%	40%
60	15.6	0.4417	0.5301	0.6185	0.7068	0.7952	0.8836	0.9719	1.0603
65	18.3	0.5268	0.6322	0.7376	0.8430	0.9484	1.0538	1.1592	1.2645
70	21.1	0.6259	0.7512	0.8764	1.0016	1.1268	1.2520	1.3773	1.5025
75	23.9	0.7410	0.8892	1.0374	1.1857	1.3339	1.4822	1.6304	1.7787
80	26.7	0.8741	1.0489	1.2238	1.3987	1.5735	1.7484	1.9233	2.0982
85	29.4	1.0275	1.2331	1.4386	1.6442	1.8498	2.0554	2.2610	2.4666

Fuente: Wrenn, C. (2022).

Tabla 8. Valores para plantas de cannabis en estado de floración (kPa). Wrenn, C. (2022)

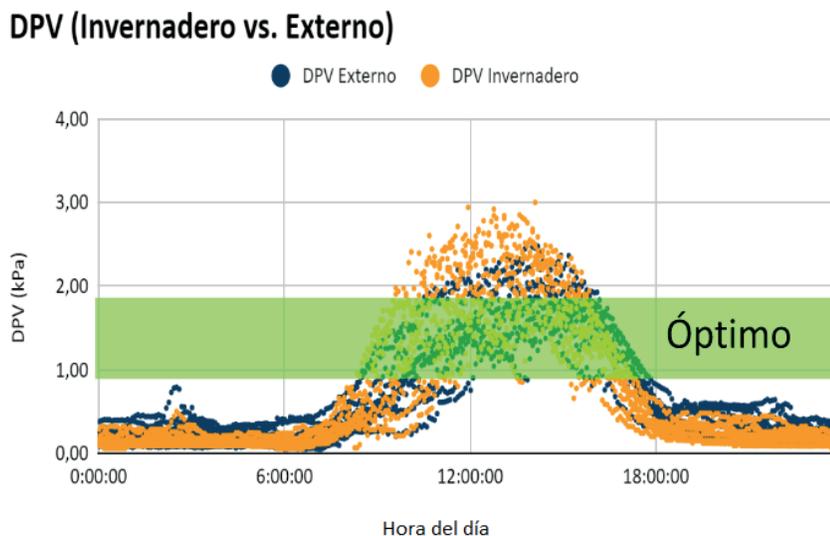
Fahrenheit	Celsius	75%	70%	65%	60%	55%	50%	45%	40%
60	15.6	0.4417	0.5301	0.6185	0.7068	0.7952	0.8836	0.9719	1.0603
65	18.3	0.5268	0.6322	0.7376	0.8430	0.9484	1.0538	1.1592	1.2645
70	21.1	0.6259	0.7512	0.8764	1.0016	1.1268	1.2520	1.3773	1.5025
75	23.9	0.7410	0.8892	1.0374	1.1857	1.3339	1.4822	1.6304	1.7787
80	26.7	0.8741	1.0489	1.2238	1.3987	1.5735	1.7484	1.9233	2.0982
85	29.4	1.0275	1.2331	1.4386	1.6442	1.8498	2.0554	2.2610	2.4666

Fuente: Wrenn, C. (2022).

El DPV debe ser analizado en el rango del día donde la radiación PAR es mayor a 100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, es decir, donde inicia su periodo de fotosíntesis. El DPV se tomó como rango óptimo entre 0.8 y 1.4 kPa para etapa vegetativa.

En la figura 11 se observan los valores de DPV calculados en el caso de estudio del municipio de Mariquita, Tolima respecto a mediciones dentro y fuera del invernadero.

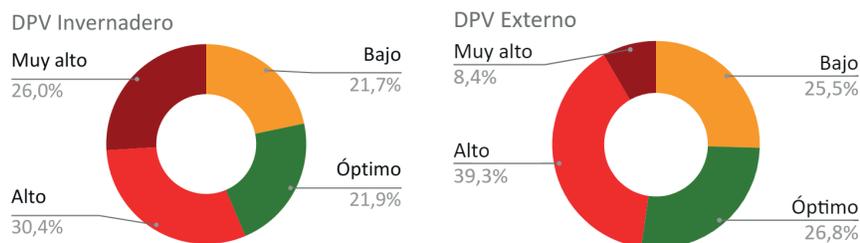
Figura 11. Diagrama de dispersión DPV dentro de invernadero de plantas en estado vegetativo.



Fuente: *Elaboración propia.*

Los valores más altos de DPV se encuentran dentro del invernadero, en horarios de 9 a.m. a 4 p.m., con diferencias por encima de 1.0 kPa de DPV. Al analizar el rango óptimo durante un día, se determina que es 4.9 mayor en el exterior.

Figura 12. Gráfica porcentual DPV dentro (Izquierda) y fuera (derecha) del invernadero con plantas en estado vegetativo.



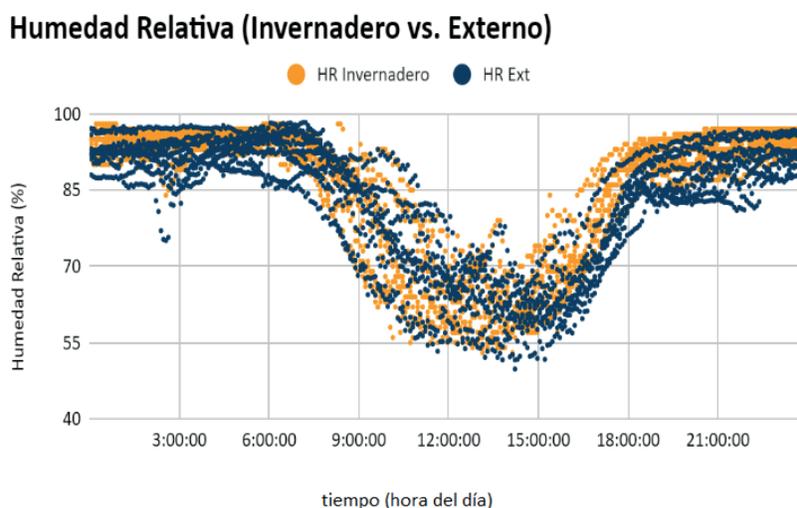
Fuente: *Elaboración propia.*

Dentro del invernadero un 56.4% del tiempo se encuentra en valores altos y muy altos, siendo un ambiente donde se produce una transpiración excesiva, haciendo que la planta cierre sus estomas para evitar la deshidratación y con ello una pérdida de agua excesiva, provocando así el estrés hídrico a la planta. Finalmente, un 21.7% del tiempo se encuentra en un rango bajo. Un DPV óptimo en el cultivo de cáñamo durante el día necesita idealmente mantener la temperatura en un rango entre 23 a 30 °C.

Humedad relativa (HR)

El rango óptimo de humedad relativa en el cultivo de cáñamo oscila entre el 60 al 70% (Fassio, 2013). Dentro de la estación experimental se registró una humedad relativa media en 24 horas de 84.8%, un promedio en el día (PPFD>100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) de 70.5%, máxima de 98.0% y mínima de 53.0%. Se registró en promedio un 2.1% de humedad relativa interna por encima del exterior. Simulando que se quisiera manejar un rango de humedad relativa alrededor de la media en el día (70.5%) en el invernadero se tendría que disminuir la temperatura a un rango de 23 a 29°C para mantener el DPV en el rango apropiado.

Figura 13. Diagrama de dispersión de humedad relativa y su diferencia entre el invernadero y el exterior.



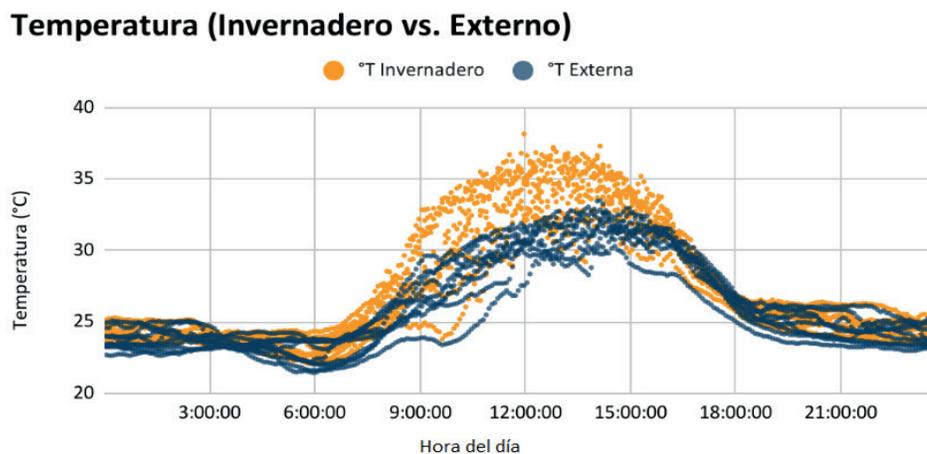
Fuente: *Elaboración propia.*

Los datos respecto a la humedad relativa en las noches se obtienen porcentajes superiores al 90%, lo ideal es aumentar el flujo de aire interno con ventiladores y sistemas de extracción de aire para prevenir posibles propagaciones de plagas y enfermedades.

• Temperatura

Respecto a las variables climáticas más adecuadas para el desarrollo de la planta se puede señalar que en clima templado, se debe mantener una temperatura diurna entre los 17 y 25 °C y nocturna no inferior a 12 °C para evitar riesgos de que se produzcan heladas durante toda la duración del cultivo (Labiser, 2019). En cuanto a la temperatura en este estudio, se registró una media de 27.2 °C en 24 horas, una temperatura promedio en el día (PPFD>100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) de 31.6 °C, máxima de 38.2 °C y mínima de 22.1 °C. En el invernadero se registró en promedio 0.6 °C por encima del exterior. Simulando que se quisiera manejar un rango de temperatura en el día alrededor del promedio (31.6 °C), en el invernadero se tendría que aumentar la humedad relativa a un rango de 70 a 80% para mantener el DPV en el rango apropiado.

Figura 14. Temperatura dentro del invernadero y en el exterior en cultivo de *Cannabis sativa* L en estación experimental.



Fuente: *Elaboración propia.*

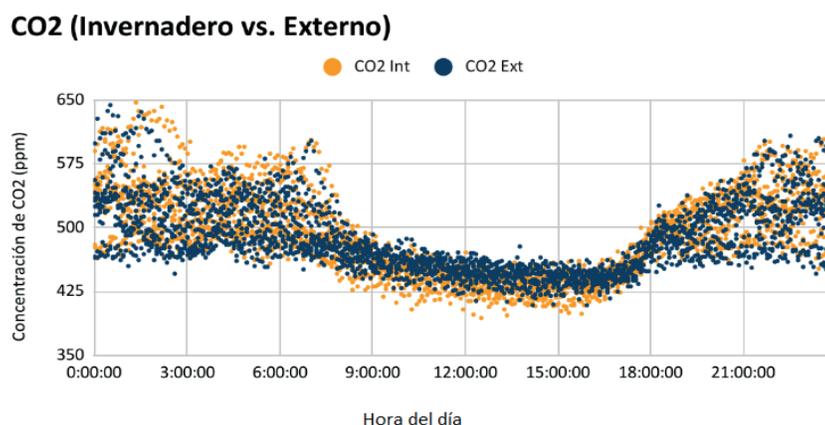
En la figura 14 se observa una diferencia térmica diaria registrada de hasta 7.4 °C en invernadero durante el día, es decir, más alta que el exterior. Al registrarse un DPV de 2.94 kPa (muy alto) resultado de temperaturas superiores a 38°C y una humedad relativa de 56%. Para poder lograr un DPV óptimo, es necesario realizar cambio de flujo de aire en el invernadero con las condiciones del exterior (°T: 30.75°C y HR: 68.2%).

• Concentración de CO₂

Todas las plantas de cannabis tienen un punto en el que la saturación de luz se convierte en el factor limitante que impide la fotosíntesis eficiente, pero a menudo, la suplementación inadecuada de también es el factor limitante principal (Salazar, 2019). En cuanto a la

concentración de . Se registró una media de 490,4 ppm en 24 horas, una concentración promedio en el día (PPFD > 100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) de 444,3 ppm, máxima de 647,0 ppm y mínima de 394,0 ppm. La estación experimental registró en promedio 8 ppm por encima del exterior durante el día. Si no existe un suministro de adecuado y disponible para las plantas, el ritmo fotosintético se reduce. En la figura 15 se observa que los niveles de CO_2 se reducen a partir de las 7:30 a.m. en la estación experimental y el exterior donde empieza la actividad fotosintética de las plantas.

Figura 15. Contenido de dióxido de carbono CO_2 del cultivo de *Cannabis sativa* L. en estación experimental.



Fuente: *Elaboración propia.*

En la figura 15 se evidencia que durante el día la concentración de CO_2 es menor dentro del invernadero que en el exterior (entre las 9 am y las 5 pm). El aumentar el flujo de aire con los ventiladores junto con el uso de extractores permite un mayor ingreso de dióxido de carbono.

• Fotoperiodo

Dentro de las condiciones evaluadas en el departamento del Tolima se evidencia la necesidad de mantener un fotoperiodo de 18 horas de luz con 6 horas de oscuridad para el estado vegetativo en la región. Al no existir el complemento lumínico adecuado el cultivo de la estación experimental presentó floración prematura y porte bajo, lo cual, no permite el correcto aprovechamiento de las fibras de sus tallos para ser usados en la industria; lo descrito se puede evidenciar en la Figura 16.

Figura 16. Requerimiento lumínico e ineficiencia de luz que provoca floración prematura. (De izquierda a derecha: Fotoperiodo requerido para cultivo de uso industrial; Planta en estado prematuro de floración; Cultivo de porte bajo inadecuado para uso industrial)

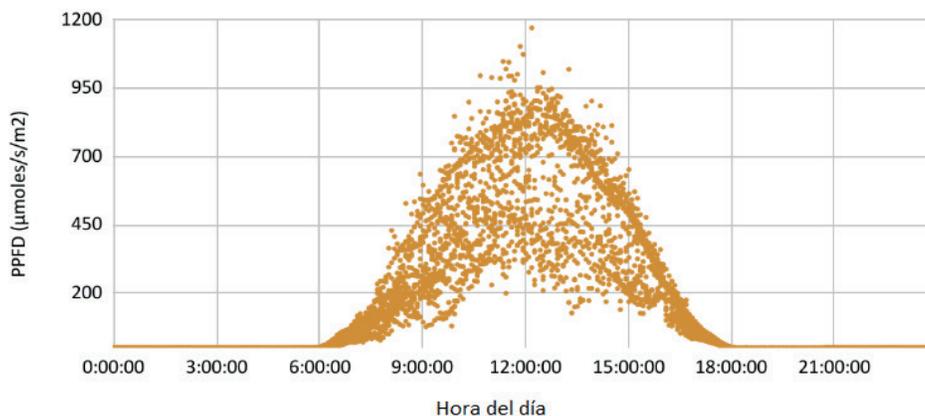


Fuente: *Elaboración propia.*

La densidad de flujo de fotones fotosintéticos (PPFD) se mide en $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. Esta medida es crucial para los cultivadores porque les dice cuánta luz hay disponible como “alimento” para la fotosíntesis. Para ser más técnico, PPFD mide la Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR) disponible en diferentes ubicaciones en su espacio de cultivo.

En la Figura 17 se observan los valores del estudio de caso PPFD registrado. La actividad fotosintética comienza cuando el PPFD sea igual o mayor a $100 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, es decir, entre las 7:30 a.m. y las 4:30 p.m. La radiación promedio en ese tiempo fue de $445,8 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, la cantidad óptima de PPFD para plantas medidas en estado vegetativo de cannabis puede estar entre los 200 y $800 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (Chandra,2008).

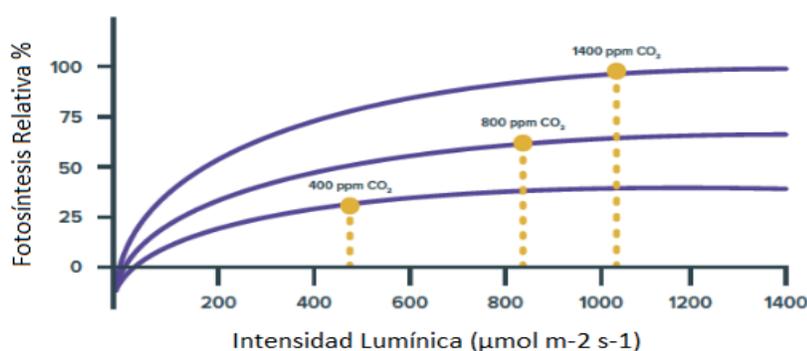
Figura 17. Radiación fotosintéticamente activa (PAR) del cultivo de *Cannabis sativa* L. en estación experimental.



Fuente: *Elaboración propia.*

Se encontró que el 73.0% del tiempo la radiación está entre 200-800 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, por lo que tiene la suficiente intensidad lumínica para las plantas en estado vegetativo. Todas las plantas de cannabis tienen un punto en el que la saturación de luz se convierte en el factor limitante que impide la fotosíntesis eficiente; pero a menudo, la suplementación inadecuada de CO_2 también es el factor limitante principal. Para este caso, la intensidad de la radiación no es tan alta, en promedio (445,8 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$), su punto de saturación lumínica estaría en valores cercanos, con niveles de CO_2 de 400 ppm como se muestra en la **Figura 18**. Por lo tanto, si se quisiera hacer inyección de CO_2 fotosintética sea efectiva, sin que se vea restringida, por algunos de estos factores limitantes.

Figura 18. Relación entre la intensidad lumínica y el porcentaje de fotosíntesis.



Fuente: Chandra, 2008.

Requerimientos nutricionales del cannabis

La fertilización es un factor agronómico importante en el cultivo de cáñamo (Amaducci et al., 2015), ya que posee gran impacto en el rendimiento y calidad de biomasa (Van Der Werf, 2002; Schumacher et al., 2020). Para el tipo de cannabis de fibra, la tasa de fertilización que se sugiere es de alrededor de 50 a 200 kg N/ha (Aubin et al., 2015; Ehrensing, 1998); sin embargo, es difícil estimar la necesidad en el caso del cannabis que tiene un uso medicinal o recreativo, debido a la diferencia de especies, las condiciones en los cultivos (Wright y Niemiera, 1987) y la demanda de nutrientes que se presentan en las etapas de crecimiento (Wang, 2008). En las figuras 19 a 21, se describe las deficiencias y excesos de los principales elementos NPK.

Figura 19. Excesos y deficiencia de Nitrógeno en plantas de cannabis.

Exceso // Deficiencia

Los tallos se debilitan.

El follaje se debilita.

El “verdor” se mueve hacia arriba.

El transporte de agua debilita la planta.

Las hojas inferiores se vuelven de un color oscuro exuberante

La cosecha se ve verde.



Las plantas son más cortas con hojas grandes.

Las hojas pierden brillo.

El amarillamiento progresa hacia arriba.

Las hojas inferiores se vuelven amarillas.

Las hojas continúan amarillentas, rizadas y decoloradas.

Las hojas comienzan a caer.

Floración prematura y bajo rendimiento.

Fuente: Cervantes (1999).

Figura 20. Excesos y deficiencia de Fosforo en plantas de cannabis

Exceso // Deficiencia

Las hojas nuevas crecen delgadas.

Se desarrollan hojas nuevas con clorosis intervenal.

Las puntas de las hojas y márgenes se queman.

Cosecha disminuida.

Deficiencia de micronutrientes de zinc y hierro.

Aparecen carencias de calcio y magnesio.

Las hojas interiores se enroscan y desarrollan manchas.

Los cogollos secos tienen un sabor “químico”.

Las puntas de las raíces se mueren.



El crecimiento vertical y lateral se detiene.

Planta débil susceptible a enfermedades y plagas.

Los peciolo se vuelven de color púrpura.

Las hojas se vuelven de color azul.

Hojas con manchas y muertas de color oscuro o púrpura a negruzco.

Las hojas afectadas desarrollan color púrpura metálico bronceado oscuro que se continúa enroscando y marchitándose hasta su defoliación.

Planta débil susceptible a plagas y enfermedades.

Fuente: Cervantes (1999).

Figura 21. Excesos y deficiencia de potasio en plantas de cannabis



Fuente: *Cervantes (1999)*.

Es importante tener en cuenta el debido uso de fertilizantes, con el fin de obtener altos rendimientos en los cultivos y lograr una mayor producción de fibra. El cáñamo principalmente se caracteriza por tener un crecimiento rápido, y un sistema radicular que le permite desarrollarse muy bien (Struik et al., 2000). Sus nutrientes más necesarios son nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) (Tang et al., 2017). Todos los nutrientes que necesitan los cultivos de cannabis están presentes de forma natural en el entorno. Pero es importante tener en cuenta que, para tener un mayor rendimiento en las plantas, se debe aplicar nutrientes que permiten mejorar el rendimiento de la planta (Londoño & Pardo, 2022). Los nutrientes suplementarios se aportan por medio de los fertilizantes que permiten que el cannabis alcance un máximo rendimiento (Saavedra & Ricardo, 2021).

Estos nutrientes están agrupados en tres categorías que pueden ser móviles e inmóviles (**Figura 22**).

- Macronutrientes o nutrientes primarios
- Nutrientes secundarios y micronutrientes
- Oligoelementos

En la Tabla 9 se puede evidenciar cuál es el nivel favorable y desfavorable de cada nutriente por cada plántula de cannabis.

Tabla 9. Niveles críticos de los nutrientes a nivel foliar para el cultivo de cannabis y sus porcentajes de rendimiento

NUTRIENTE	DEFICIENTE	BAJO	MEDIO	ALTO
Nitrógeno (%)	2	2.5	3.8	4.8
Fósforo (%)	0.24	0.28	0.46	0.55
Potasio (%)	1	1.5	25	275
Azufre (%)	0.12	0.2	0.38	0.5
Calcio (%)	3	4.5	7	8
Manganeso (%)	0.4	0.6	1.2	1.75
Hierro (ppm)	80	120	200	300
Manganeso (ppm)	30	50	200	500
Cobre (ppm)	6	8	18	36
Boro (ppm)	45	60	200	400
Zinc (ppm)	30	40	80	260
Sodio (ppm)	200	500	750	1000
Cloruro (%)	0.25	0.5	1	2

Fuente: Laboratorio Calderón.

Figura 22. Deficiencias y excesos de nutrientes móviles e inmóviles en plantas de cannabis.

Nutrientes Móviles // e Inmóviles

Evite problemas de nutrientes con:

- Circulación de aire adecuada.
- Ventilación de aire adecuada.
- Temperatura de aire adecuada.
- Humedad de aire adecuada.
- Luz adecuada.
- Agua limpia.
- Suelo orgánico.
- Mantenimiento regular.

La escorrentía del riego es esencial para un crecimiento saludable.



Los nutrientes inmóviles muestran deficiencia y exceso de nutrientes de las hojas más nuevas.

Los nutrientes móviles muestran deficiencia y exceso en las hojas más viejas.

La acumulación de sal tóxica bloquea los nutrientes causando deficiencia y exceso.

El riego excesivo es común, causa deficiencia y exceso de nutrientes, ahogan y pudren las raíces.

Fuente: Cervantes (1999).

Nutrientes móviles: Son capaces de moverse en casi toda la planta según sea necesario, tales como el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg) y zinc (Zn); el nitrógeno se acumula en las hojas más viejas, para luego desplazarse a las hojas más nuevas; con el fin de cubrir una deficiencia, da como resultado, los síntomas de deficiencia que aparecen primero en las hojas más bajas y viejas (Saavedra & Ricardo, 2021).

Figura 23. Excesos y deficiencia de zinc en plantas de cannabis.

Exceso

La sobrecarga de zinc es muy rara pero extremadamente tóxica. Las plantas severamente tóxicas mueren rápidamente.

El exceso de zinc interfiere con la capacidad de hierro para funcionar correctamente y provoca una deficiencia de hierro.

Deficiencia



Las hojas nuevas y jóvenes exhiben clorosis intervenal, desarrollan hojas pequeñas y delgadas que se retuercen y arrugan.

A menudo, las puntas de los tallos no se alargan y los brotes/punta en crecimiento se arrugan.

Las puntas de las hojas y los márgenes se decoloran y se queman.

Reduce el espacio entre los entrenudos, los cuales impiden el crecimiento nuevo, incluidos los brotes, y puede disminuir severamente el crecimiento.

Fuente: Cervantes (1999).

Figura 24. Excesos y deficiencia de magnesio en plantas de cannabis.

Exceso

Crecimiento atrofiado.

Follaje verde oscuro

Los síntomas aparecen como una toxicidad salina general.

Deficiencia



Aspecto general enfermizo.

Las deficiencias existen de 4 a 6 semanas antes que se manifiesten los signos externos.

Aparece amarillamiento entre las nervaduras y manchas irregulares de color marrón óxido en las hojas más viejas y de media edad.

Las hojas viejas se caen, a menudo se rizan y se caen.

Fuente: Cervantes (1999).

Nutrientes inmóviles: No pueden desplazarse en zonas de crecimiento nuevo; así este resulte necesario para la planta, deben permanecer en su lugar original que es en las hojas más viejas, estos nutrientes son; calcio (Ca), boro (B), cloro (Cl), cobalto (Co), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), silicio (Si) y azufre (S) (Saavedra & Ricardo, 2021).

Figura 25. Excesos y deficiencia de calcio en plantas de cannabis



Figura 26. Excesos y deficiencia de boro en plantas de cannabis.

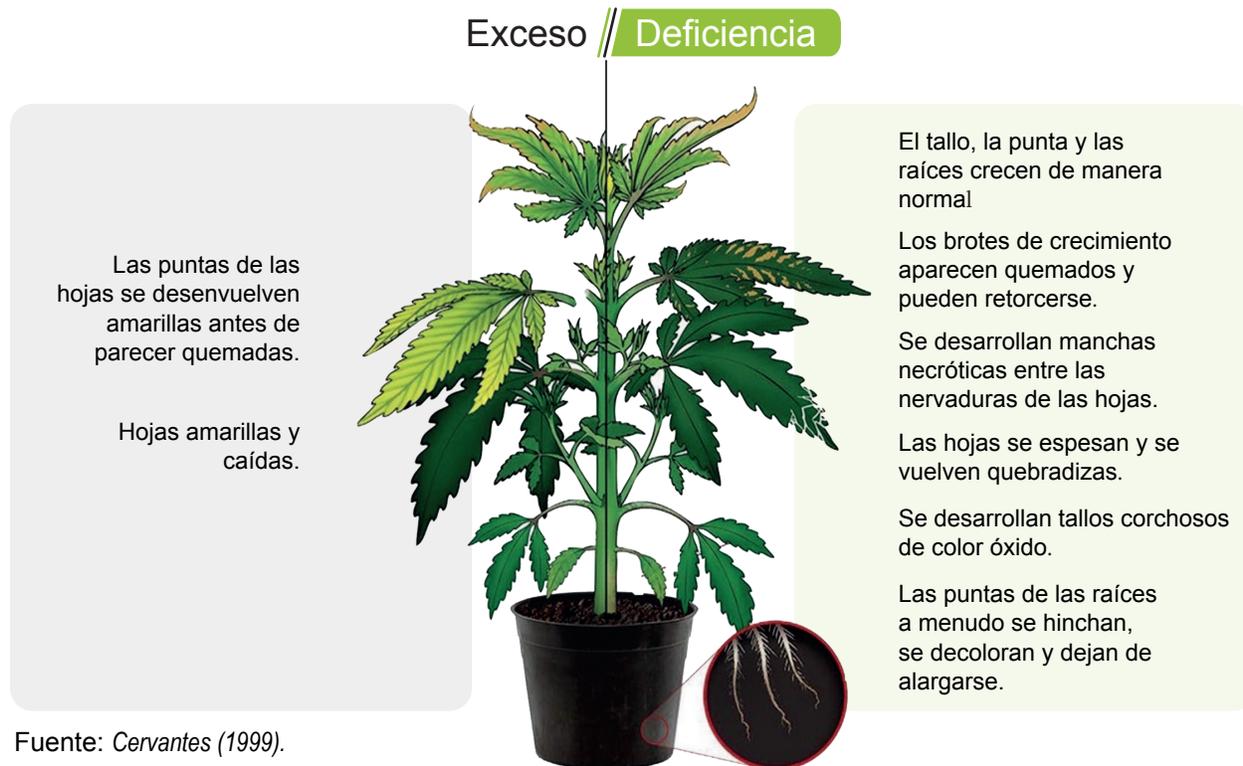


Figura 27. Excesos y deficiencia de cloro en plantas de cannabis.



Fuente: *Cervantes (1999)*.

Figura 28. Excesos y deficiencia de cobre en plantas de cannabis.

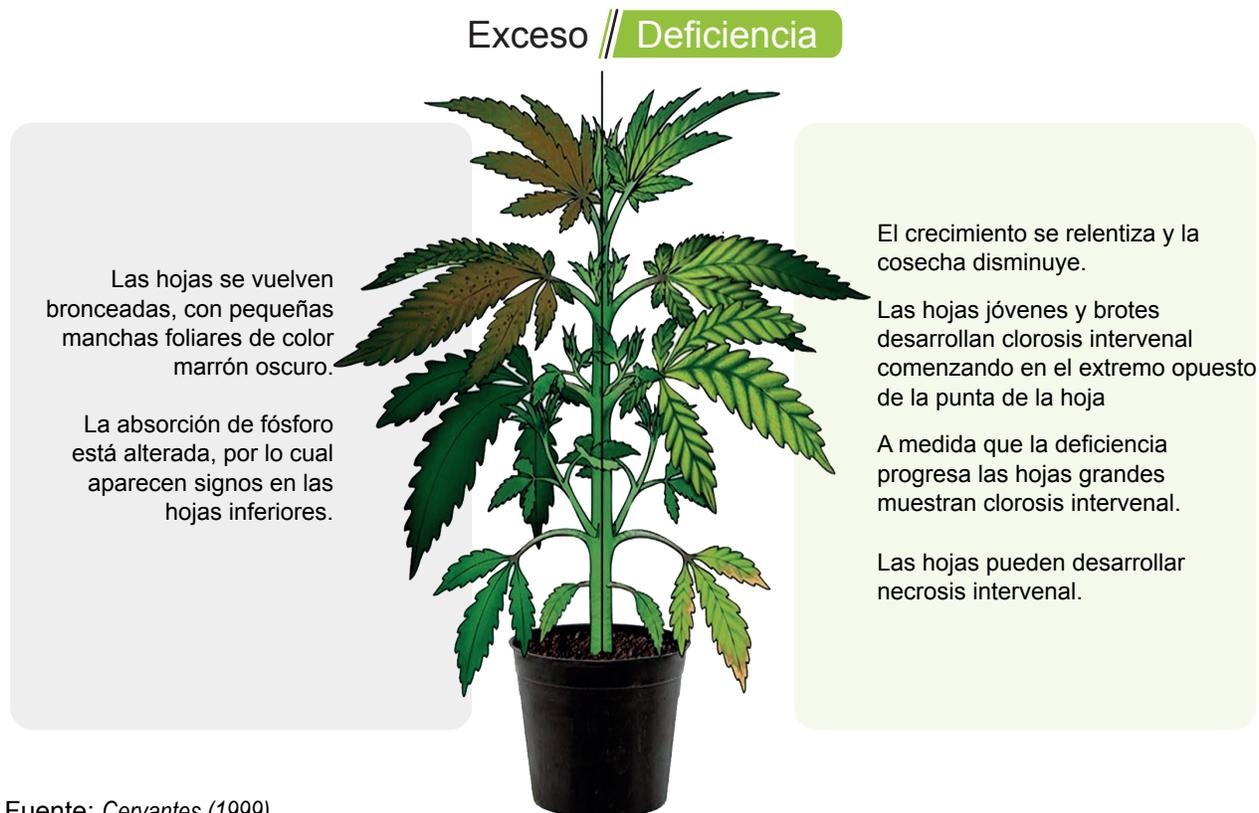


Fuente: *Cervantes (1999)*.

Figura 29. Excesos y deficiencia de manganeso en plantas de cannabis.



Figura 30. Excesos y deficiencia de hierro en plantas de cannabis.



El *Cannabis* requiere una fertilización, luego de dos semanas de haber sido cultivado. Durante la fase de plántula, se recomienda utilizar microorganismos y estimuladores de raíces, para tener un buen sistema radicular; al momento de trasplantar es recomendable utilizar microorganismos o micorrizas con el fin de evitar estrés en la raíz; en la fase vegetativa, la demanda de nitrógeno es mayor, ya que se debe buscar un fertilizante con mayor proporción de nitrógeno y potasio; al llegar a la fase de floración, lo ideal es disminuir la cantidad de nitrógeno y aumentar los niveles de fósforo y potasio (Saavedra & Ricardo, 2021).

A continuación, en la **Tabla 10** se evidencian los elementos en ppm que requiere la planta del cannabis en sus diferentes etapas productivas.

Tabla 10. Nutrición para cultivos en *Cannabis*.

Elementos en ppm						Etapa
	N	P	K	Zn	Mg	B
Plántula	100	40	140	0.3	50	0.3
Vegetativo	350	60	215	0.3	60	0.3
Floración	110	70	200	0.3	60	0.3

Fuente: *Kaparovsk (2020)*.

El cáñamo requiere una fertilización intensiva en donde se utilizan fertilizantes fosforados (Aubin et al., 2015; Papastylianou et al., 2018); los mismos autores afirman que los fertilizantes de fósforo poseen también nitrógeno (N) y potasio (K), macronutrientes que necesita la planta; en estudios recientes de cannabis medicinal se revelaron los efectos del suministro de fósforo (P) en la biomasa de la inflorescencia frente a las concentraciones de cannabinoides. Por otro lado, Neenan (1969) incluyó tratamientos de potasio dentro de ensayos de fertilizantes, llegó a la conclusión que el cáñamo al ser cultivado en suelos con una buena fertilidad debería recibir 175 kg K/ha. Se han proporcionado pautas referentes a la fertilización con potasio en el cultivo del cáñamo.

Los nutrientes limitantes para alcanzar una máxima producción en cannabis se presentan en la **Tabla 11**.

Tabla 11. Limitantes para la extracción de nutrientes del suelo de diferentes cultivos.

Finalidad de producción	Rendimiento (Ha)	N (kg ha) ¹	P ₂ O ₅ (kg ha) ¹	K ₂ O (kg ha) ¹	CaO (kg ha) ¹	MgO (kg ha) ¹	S (kg ha) ¹
Cáñamo planta entera	20.000 kg ha ⁻¹	177	53	184	199	35	18
Cáñamo solo tallos	6.000 kg ha ⁻¹	52	12	99	68	12	8
Cáñamo solo semillas	700 kg ha ⁻¹	33	18	8	3	6	9
Cáñamo solo flores	1.200 kg ha ⁻¹	56	30	15	6	10	9

Fuente: *Adaptado de Datos para las filas 1-3 convertidos de Wolf (1999), columnas 4-6 de Berger (1969), columna 7 de mcEne (1991)*.

De acuerdo con Tang et al. (2022), pocos estudios han investigado el efecto de la fertilización con fósforo y potasio en la producción del cultivo de cáñamo. Aubin et al. (2016), informaron que la tasa de fertilización con fósforo (P) y potasio (K) es de hasta 100 kg ha⁻¹ y 200 kg ha⁻¹, teniendo un rendimiento limitado de biomasa de cáñamo. De igual manera, Finnan y Burke (2013), no encontraron un efecto significativo de la fertilización con potasio (K) (hasta 150 kg h⁻¹), sobre el rendimiento de la biomasa de cáñamo. Según estudios revelan que la fertilización con fósforo (P) y potasio (K) tiene un efecto positivo si se aplican junto a la fertilización con nitrógeno (N). De acuerdo con Tang et al. (2022), el efecto del NKP en la producción de cáñamo no se ha abordado con profundidad hasta el momento. Cabe aclarar, que la demanda de nitrógeno por fibra tipo cáñamo es mayor que la de fosfato o potasio (Papastylianou et al. (2018); Liu & Zhang, 2015).

El cáñamo necesita 15 kg de fertilizante de NPK (15:15:15), por kg de fibra obtenido, ya que la fibra equivale al 6,5% de la masa vegetal, y esto equivale a aproximadamente 1 kg por masa vegetal (Acosta, 2001).

Tabla 12. Nutrientes que extra el cáñamo del suelo(kg/ha)

Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Unidad de medida (ppm)	102	66	117

Fuente: Acosta (2001).

Cuando el cultivo del cáñamo se fertiliza de manera orgánica se recomienda utilizar humus orgánico y estiércol animal (23-25 Tn/ha), el utilizar turba acidifica mucho el suelo por ende no es recomendado aplicarlo (Acosta, 2001). Para obtener mayor rendimiento en fibra se opta por aumentar las dosis de nitrógeno, teniendo precaución, debido a que en exceso provoca bajos porcentajes de fibra (Acosta, 2001). Para mejorar un cultivo de cáñamo se debe añadir 20 Tn/ha de estiércol de ovino, pero este es pobre en fósforo, por ende, se debe añadir 80 kg /ha de fosfal (fosfato natural de Senegal al 34% P₂ O₅), con el fin de cubrir las necesidades requeridas (Acosta, 2001).

Requerimientos hídricos para el cultivo de cáñamo

El cáñamo puede producir un total de 15 toneladas de material seco por hectárea en periodos muy cortos, pero, para ello las plantaciones necesitan condiciones ambientales adecuadas como lo son las condiciones climáticas. Es muy importante que el cultivo, cuente con una disponibilidad hídrica constante y una humedad relativa (HR) entre 40 y 60% durante la implantación (Andrade et al., 2021; Ramírez, 2019). Por lo anterior, es de vital importancia proporcionar la cantidad de agua adecuada según su etapa de crecimiento, pues la humedad en exceso puede ocasionar desorden en el crecimiento de las hojas (Rubiano, 2019).

Los volúmenes de agua van desde los 250 a 400 mm por ciclo del cultivo, de manera general se requiere aproximadamente una precipitación pluvial de 700 mm al año con humedad entre el 60-80% (Acosta, 2020), ya que una sola planta puede consumir hasta 8 litros de agua al día en su etapa de madurez (Humboldt Seed Organization, 2016). Los factores climáticos son importantes para el mejoramiento y comportamiento de los fenómenos fisiológicos dentro del cultivo, cuando el cultivo de cáñamo se encuentra en condiciones de estrés, puede generar el hermafroditismo en ambos sexos (Schoepke, 2014).

Según una investigación realizada en los cultivos de cannabis se han adoptado sistemas de adecuación para mejorar el rendimiento del agua, por medio de filtros de ósmosis, calentadores de agua, tabletas de CO² e instrumentos de riego como regaderas y pulverizadores (Rojas Bernal et al., 2017). Todo esto, con el fin de evitar daños durante el estado vegetativo de la planta, para ello, es recomendable utilizar un sistema de goteo que permite establecer la humedad óptima de la tierra (Palma Ugarte, 2020), aclarando, que el suelo debe estar bien drenado, para que en caso de sequía los cultivos de cáñamo puedan extraer agua de fuentes subterráneas, el suelo debe contar con buenas condiciones estructurales, e igualmente si las raíces están bien establecidas estas pueden extraer agua a una profundidad de 140 cm.

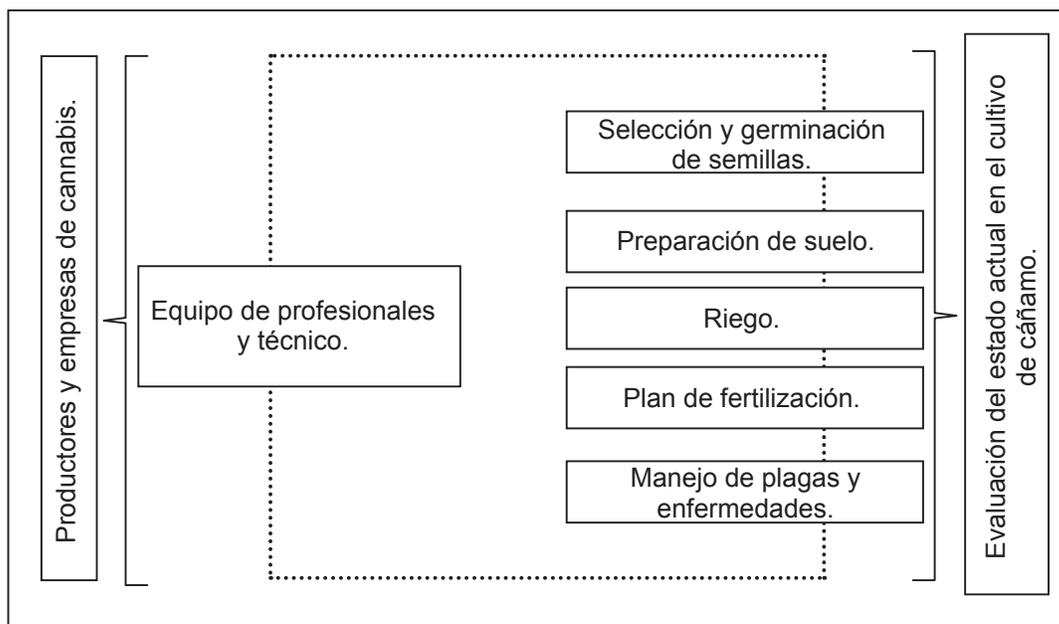
Para que las plantas de cannabis desarrollen un crecimiento notable en su plántula, se debe implementar sistemas automatizados de riego con el propósito de acrecentar la concentración de nutrientes, especialmente de minerales como magnesio, calcio o cal, que permitan aumentar la productividad, garantizando el rendimiento significativo de las plantas. Es importante garantizar un desarrollo eficiente dentro de los cultivos, por esta razón, es necesario el uso de las condiciones mencionadas (Duarte et al., 2016).

Capítulo 3. Manejo del cultivo de cáñamo



Fuente: INCAÑAMO (2021).

Se estableció una ruta que permite integrar y orientar a los técnicos y profesionales agrícolas para guiar a los productores de cannabis en el manejo integrado de plagas (MIP) y realizar diagnósticos continuos del estado fenológico en el que se encuentren los cultivos.

Figura 31. Diagnósticos continuos del estado fenológico de los cultivos del cannabis.

Fuente: *Elaboración propia.*

Selección de semillas y Germinación

Existen diversos procesos de germinación y adaptación del cultivo del cáñamo en el mundo, pero no suelen ser compatibles en todos los continentes y tampoco en las subregiones, es por ello que se busca estandarizar protocolos de germinación y adaptación obteniendo cultivos rentables y con altos índices de producción; esto depende de múltiples variables como lo son las condiciones climáticas, los tipos de suelos, ubicación geográfica, método de siembra que se desee aplicar y derivados que se piensen obtener.

Este proceso inicia con lograr un alto porcentaje de germinación en las variedades escogidas, estas semillas presentan una característica muy particular en su cascarón siendo demasiado duro, provocando que el cotiledón se fuerce más al salir haciendo más demorado el proceso de germinación y en ocasiones pudriendo la semilla. Para lograr la germinación se realizó con 5 tratamientos estructurados, que por cada 10 semillas se agregaron 100 mm de agua y cierta cantidad de peróxido de hidrógeno, el T1 como testigo sin agua oxigenada, T2 con 1.5 mm de H₂O₂, T3 2.0 mm de H₂O₂, T4 2.5 mm de H₂O₂ y finalmente el T5 con 3.0 mm de H₂O₂ con un periodo de tiempo entre el día tres y cuatro dependiendo del brote que presente el cotiledón.

Después de cumplir su período en la mezcla del agua de peróxido de hidrógeno, las semillas se ubicaron en una cámara húmeda en donde ocurre la mayor parte de la germinación; este proceso puede durar 24 a 48 horas como máximo, en la (Figura 32) se puede evidenciar parte del proceso, ya que si dura más tiempo de lo establecido, las semillas podrían descomponerse. También debe mantenerse una humedad, entre 8 y 12 °C, logrando entre la oscuridad y la humedad, el brote del cotiledón, de una manera más efectiva y rápida.

Figura 32. Germinación de semillas en un periodo de 24 a 48 horas, pasando por dos (2) procesos; las primeras 24 horas son sumergidas con peróxido de hidrógeno y el segundo proceso son sometidas en cámara húmeda las siguientes 24 horas.



Proceso 1: Peróxido de hidrógeno.

Proceso 2: Cámara húmeda.

Fuente: *Elaboración propia.*

Luego de realizar los anteriores procedimientos se obtuvieron resultados que permitieron establecer el protocolo presentado en la **Tabla 13**.

Tabla 13. Proceso de germinación y adaptación de genotipos de cáñamo.

#	Variedades	Cantidad semilla destinada	Tratamiento	Cantidad agua ml	Cantidad agua oxigenada ml	Semilla germinadas y sembradas	% germinadas y sembradas
1	JUBILEU	40	1	100	1,5	17	42,5
2	TIBORSAZALLASI	40	1	100	3	24	60,0
3	MONAICA	40	1	100	1,5	8	20,0
4	EARLINA 8 FC	40	1	100	2	8	20,0
5	KOMPOLTI	40	1	100	2	28	70,0
6	FIBROL	40	1	100	3	13	32,5
7	KC ZUZANA	40	1	100	1,5	13	32,5
8	FIBROR 79	40	1	100	1,5	14	35,0
9	FELINA 32	40	1	100	1,5	18	45,0
10	FUTURA 75	40	1	100	1,5	10	25,0
11	CGB (T15)	20	1	100	2	7	35,0
	CGB (T15)	20	2	100	2,5	12	60,0
12	F.DREAM (T13)	20	1	100	2	16	80,0
	F.DREAM (T13)	20	2	100	2,5	12	60,0
13	SOGAMOSO (T12)	20	1	100	2	0	0,0
	SOGAMOSO (T12)	20	2	100	2,5	0	0,0

#	Variedades	Cantidad semilla destinada	Tratamiento	Cantidad agua ml	Cantidad agua oxigenada ml	Semilla germinadas y sembradas	% germinadas y sembradas
14	SUESCAMABIS (T14)	20	1	100	2	18	90,0
	SUESCAMABIS (T14)	20	2	100	2,5	16	80,0
15	SANTHICA 70	20	1	100	2	8	40,0
	SANTHICA 70	20	2	100	2.5	9	45,0

Fuente: *Elaboración propia.*

Adaptación de la plántula

El cultivo del cáñamo requiere de unas condiciones climáticas adecuadas como temperaturas nocturnas que no debe superar los 12 °C, mientras en el día su temperatura adecuada entre los 12 y 25 °C, manteniendo una humedad relativa del 80%, sus riegos no deben ser constantes sino en un periodo de tiempo de 12 a 15 días cada riego, aplicando cantidades entre los 1500 y 3000 metros cúbicos de acuerdo con las necesidades del cultivo (LABISER, 2021).

Luego de que la semilla cumple su ciclo en cámara húmeda, es llevada a turba y el sustrato que se desee usar de acuerdo con las condiciones requeridas por el cultivo; se espera que la plántula germine al día tres y cuatro, al día 5-6 se realiza el trasplante con una aplicación de microorganismos benéficos que permiten aumentar los niveles de producción y la sanidad de la plántula (Taghinasab et al., 2020).

En la Figura 33 se evidencia el proceso de germinación de la plántula del cannabis.

Figura 33. Bandejas de germinación, brote de plántulas.



Fuente: *Elaboración propia.*

El sistema de riego usado es a capacidad ambiente, lo que significa que, de acuerdo con la necesidad de las plántulas se le aplica agua que no provoque encharcamiento ni seque el sustrato en que la plántula se encuentra, en este caso una bandeja de 200 alvéolos se consume diariamente 1 litro de agua, la cual, debe encontrarse en un rango de pH entre 6.0 y 6.5 (Sumpter, 2021).

En la Figura 34 se refleja el desarrollo que presenta una planta de cáñamo en su día 9-12.

Figura 34. Estimulación de plantas enraizadas que permite un desarrollo satisfactorio de la plántula.

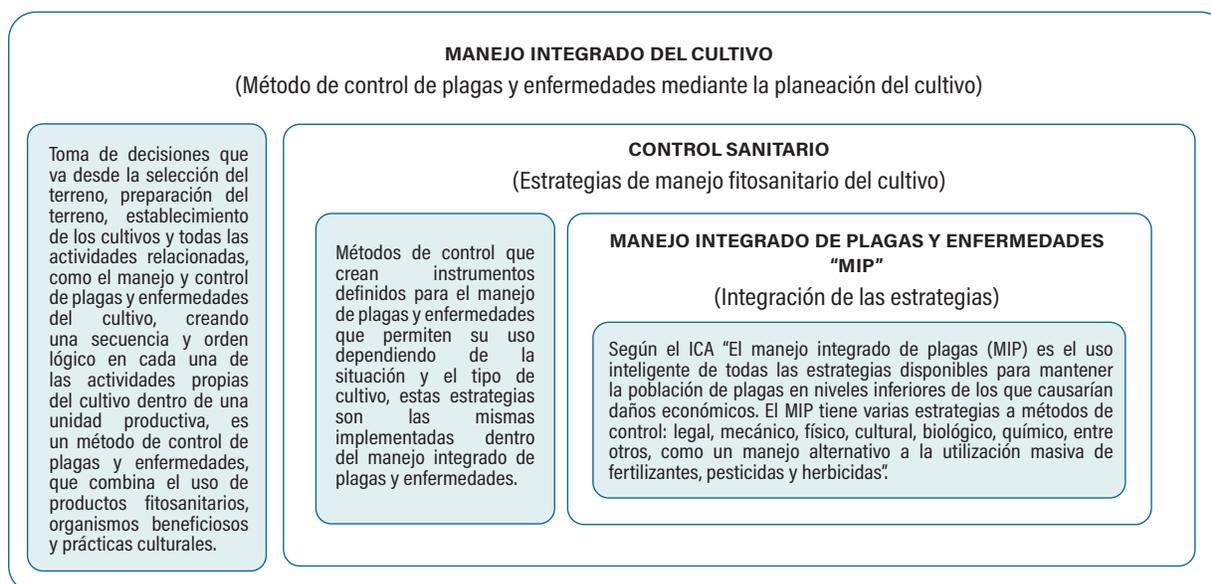


Fuente: *Elaboración propia.*

Manejo de plagas y enfermedades

Las estrategias del manejo integrado de plagas y enfermedades “MIP” en el cultivo de cannabis se realizan con el fin de mantener la homeostasis en el agroecosistema y con esto controlar las pérdidas económicas del ejercicio. Las prácticas de manejo van desde el uso de extractos vegetales, y controladores biológicos, pasando por la aplicación controlada de sustancias repelentes y/o biocidas, hasta el uso de productos de síntesis química o productos de desarrollo de organismos genéticamente modificados (OMG por su sigla en inglés). En cualquiera de los casos en mención, se debe llevar registro de todas las sustancias, cantidades, lugares y razones agronómicas, con base en las cual se receto su uso. Este record, además, de facilitar el trabajo operativo y administrativo es útil para la consecución de certificaciones.

Figura 35. Manejo integrado de plagas.



Fuente: *Elaboración propia.*

El manejo y las aplicaciones de insumos deberán ser a partir de productos registrados y autorizados por entidades de cada país y las mezclas realizadas (caldos minerales) a nivel local deben estar supervisadas por especialistas, así como el manejo agronómico de controladores biológicos, por ejemplo: insectos parasitoides, hongos entomopatógenos y antagónicos, extractos vegetales, caldos microbianos, bacterias del género *Bacillus*, etc. Es importante realizar rotación de los productos para garantizar la eficiencia de cada ingrediente activo y evitar que las plagas generen resistencia a los productos utilizados para su control.

Nota: Recuerde que todas las actividades se deben registrar detalladamente con nombre de productos, dosificación, etapa fenológica, frecuencia y fechas, respectivamente, que son autorizadas por la persona a cargo del manejo agroecológico del cultivo. Las actividades descritas señalan las acciones a desarrollar en labores de manejo del cultivo, en prácticas como trasplante, podas, riego, aplicaciones de biocontroladores, cosecha, entre otros.

Monitoreo y métodos de muestro fitosanitario

Para el monitoreo se tienen en cuenta la interacción de la plaga, el habita y las estrategias de supervivencia de las cuales deviene alguna afectación al cultivo que afecta el cultivo de cannabis. El primer paso es la identificación de estas, por parte del profesional agronómico. Esto junto con los porcentajes de incidencia y severidad (producto de los monitoreos realizados por el equipo) determinan la secuencia de acciones a tomar para controlar alguna población. se llevan a cabo a partir de monitoreos y parámetros que permitan valorar el impacto sobre el cultivo.

a. Prevención

Los principios básicos dentro de los cultivares son conocer y determinar la interacción negativa de las plagas y enfermedades y cuáles de ellas generan un mayor umbral de daño en los estados fenológicos de las plantas de cannabis (enraizamiento, vegetativo hasta la culminación de su etapa productiva), para su prevención se consideran los siguientes parámetros:

- Invernadero: Barrera con malla antitrips, con puertas de entrada permanentemente cerradas y limpieza de calzado.
- Uso de variedades resistentes y adaptadas, con Registro Nacional de Cultivar de Colombia -(RNCC).
- Utilización de sustratos con buenas procedencias u optimizar infraestructuras para el preparado de estos.
- Aplicaciones preventivas de microorganismos: hongos, bacterias, algas fosilizadas.
- Trampeo.
- Liberación de insectos parasitoides y predadores: *Crisopa* sp.
- Rotación continua de insumos.
- Aplicaciones de caldos minerales.
- Aplicaciones foliares y en suelo a partir de metabolitos secundarios comerciales con registro de venta ICA.
- Desinfección de herramientas de trabajo.
- Podas sanitarias.

b. Observación y evaluación

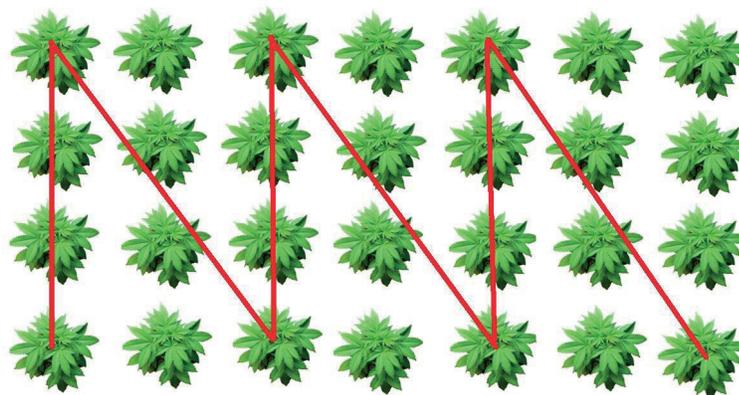
A partir de una inspección visual y un muestreo en zigzag, se analiza el daño en la zona basal de la planta donde se determina y la incidencia y severidad de las plagas o enfermedades sobre las plantas.

Muestreo sistemático

Consiste en recorrer el campo sobre una ruta establecida, esto con el fin de tomar distancias específicas (Baca & Ríos, 2006) y dividir el campo en N unidades (Romero, 2004). En este tipo de muestreo se divide el total de la población de estudio entre el tamaño de la muestra, obteniendo una constante de muestreo (k) (Díaz, 2006). El objetivo es distribuir los sitios de muestreo a través del campo. Luego se selecciona una línea de tránsito cuya distancia total se divide por el número de muestras a tomar. Si la distancia total recorrida en 10 muestras es igual a 500 m, esas 10 muestras deberán tomarse cada 50 m, esta puede ser tomada desde líneas diagonales en el cultivo hasta diseños que representan letras del alfabeto; la gran mayoría de los programas de extensión sugieren realizar un recorrido en campo formando letras como “X”, “C”, “Z”, “N” (Baca & Ríos, 2006).

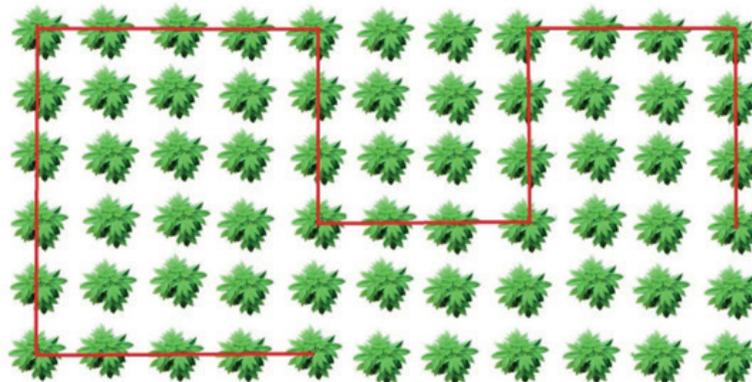
A continuación, en las Figuras 36 hasta la 39 se evidencian los diseños de muestreo que se pueden realizar y los cuales muestran una mayor eficacia a la hora de analizar el cultivo en general.

Figura 36. Diseño de muestreo fitosanitario en N.



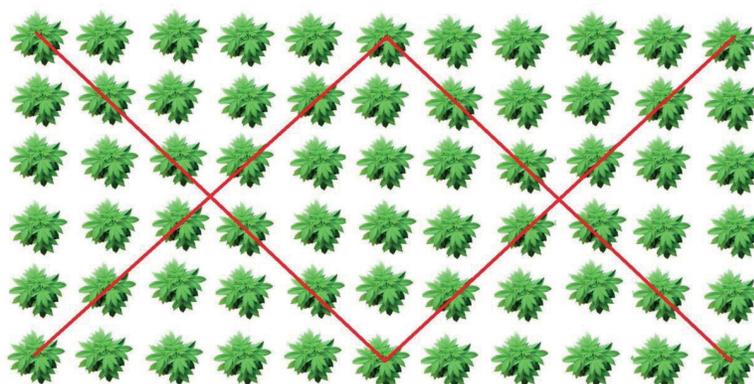
Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 37. Diseño de muestreo fitosanitario en C.



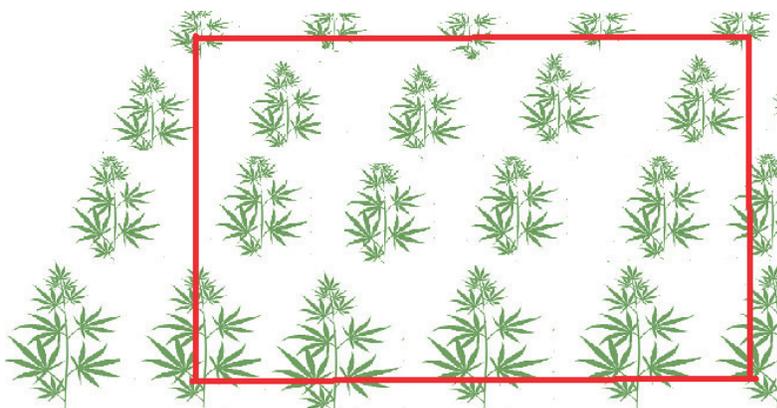
Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 38. Diseño de muestreo fitosanitario en X.



Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 39. Diseño de muestreo fitosanitario en O.



Fuente: *Elaboración propia.*

Inspección visual

La herramienta de muestreo visual es la más utilizada, por dar un fácil manejo, primero por que facilita la inspección de los cultivos y segundo, porque involucra un conteo directo de los artrópodos por unidad de área o hábitat, en el espacio donde se realiza el muestreo. Los conteos se realizan principalmente observando la planta entera o su estructura específica, es decir, el follaje en donde se toma un registro de la cantidad de insectos por parte: fruto, yema terminal, tallo, etc. Por último, facilita determinar la intensidad de la plaga en un área predeterminada (Baca & Ríos, 2006).

Intervención

Por intervención se entiende toda decisión de aplicar sustancias al cultivo y a su entorno cercano. Estas sustancias contienen principios activos que afectarán en número, la población de algún insecto o microorganismo. Se aplican buscando siempre el correcto desarrollo del cultivo y la prevención de daños económicos.

Deben preferirse las decisiones consensuadas por el equipo de cultivo, basados en la incidencia y severidad que muestren los monitoreos. Se hace esta advertencia ya que

abunda la mala práctica de extrapolar manejos agronómicos de otros cultivos a este cultivo multipropósito y pluricontrolado; esta práctica conlleva errores cuyo resultado son cosechas compostadas. El acopio con análisis de la información y datos, representa el único camino para hacer intervenciones exitosas; lo que no se mide, no existe y no es susceptible de mejorar. Por tanto, según la época del año, la población insectil o microbiana objetivo y los insumos con que se cuenten, se deben establecer porcentajes críticos de intervención. Estos están relacionados con la presencia o no de una población plaga (incidencia) y la magnitud del impacto generado por los medios de vida de esta población (severidad).

Indicadores de estado fitosanitario

Porcentaje de incidencia

Consiste en evaluar principalmente un número de plantas afectadas, para poder realizar esto se deben seguir los siguientes pasos:

- a) Seleccionar un sitio donde haya 10 plantas seguidas.
- b) Verificar que todas las plantas estén en la posición adecuada.
- c) Tomar nota de las plantas que presenten daños y de igual manera de las plantas sanas.
- d) Repetir el muestreo en cinco (5) lugares diferentes.

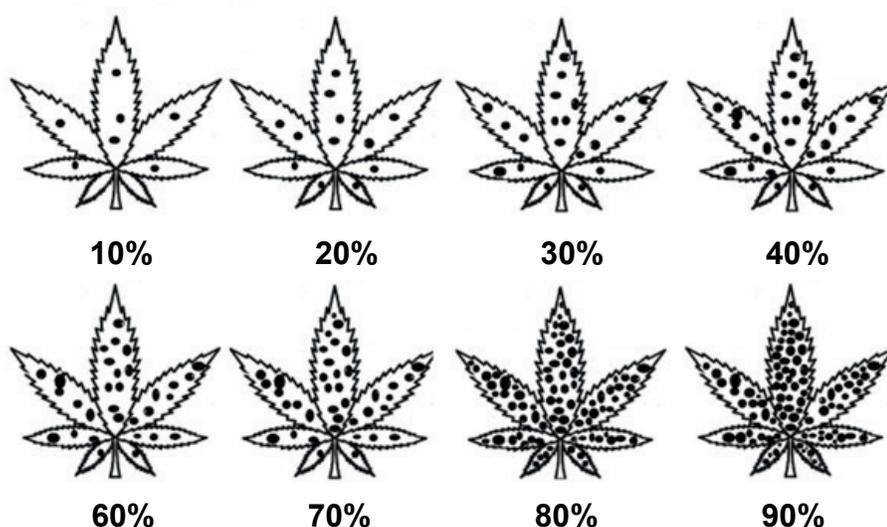
Para determinarlo, se aplica la siguiente fórmula para el monitoreo de especies de ácaros o enfermedad multiespecie:

$$\text{Incidencia} = \frac{(\text{Número de plantas afectadas})}{(\text{Número de plantas evaluadas})} * 100$$

Nota: La incidencia se puede determinar en toda la planta o en hojas específicas (Baca & Ríos, 2006).

Porcentaje de severidad: Es la porción del tejido afectado de la planta expresado en porcentaje del área total. La severidad del daño foliar se mide a través del área foliar afectada (Figura 40). Visualmente se divide en dos partes y luego en cuatro para ir ubicando en forma aproximada el área foliar afectada, seguidamente, se suman los valores y se divide entre el número de hojas evaluadas (Baca & Ríos, 2006). La fórmula aplicar es la siguiente:

$$\text{Severidad} = \frac{(\text{Número de tejidos afectadas})}{(\text{Número de tejidos evaluadas})} * 100$$

Figura 40. Evaluación de Severidad en Porcentaje.

Los métodos de muestreo y los umbrales de tratamientos, en el caso de cannabis son herramientas fundamentales en la toma de decisiones (Martínez et al., 2004). Estos porcentajes (Tabla 14) permiten valorar el daño provocado por la plaga y conocer cuándo ésta alcanza los umbrales establecidos para detectar ácaros o enfermedades foliares, con el fin de tomar acciones rápidas en el control. Los manejos orgánicos y biológicos tienden a ser un control preventivo más no curativo; además, dependiendo de su mecanismo de acción y de la efectividad del ingrediente activo del extracto vegetal, más no del biológico para el control en este porcentaje. Por ende, el control cultural como las podas sanitarias serían eficientes siempre y cuando se hagan los monitores con precisión, con el fin de realizar un buen manejo integrado de cultivos a partir del uso de productos fitosanitarios y de intervención en niveles económicamente justificables y la minimización de riesgos que impacten a la salud humana y el medio ambiente.

Tabla 14. Escala de evaluación de severidad en el cultivo de cannabis.

Escala	Índice de severidad	%
0	Sin daño	0
1	Ligero	$0 < x \leq 10$
2	Moderado	$10 < x \leq 30$
3	Moderadamente severo	$30 < x \leq 60$
4	Severo	$60 < x \leq 85$
5	Muy severo	$85 < x \leq 100$
Porcentaje de severidad = X.		

Fuente: Adaptado de Campbell (1987).

Principales plagas en el cultivo de cannabis.

Existe un reporte de 272 tipos de especies de insectos y ácaros asociados al cultivo del cannabis, pero solo se cree que 150 de ellas se asocian directamente al cultivo (Ceretta, 2013) (figura 41, tabla 15).

Figura 41. Plagas antes y durante el crecimiento de la planta de cannabis

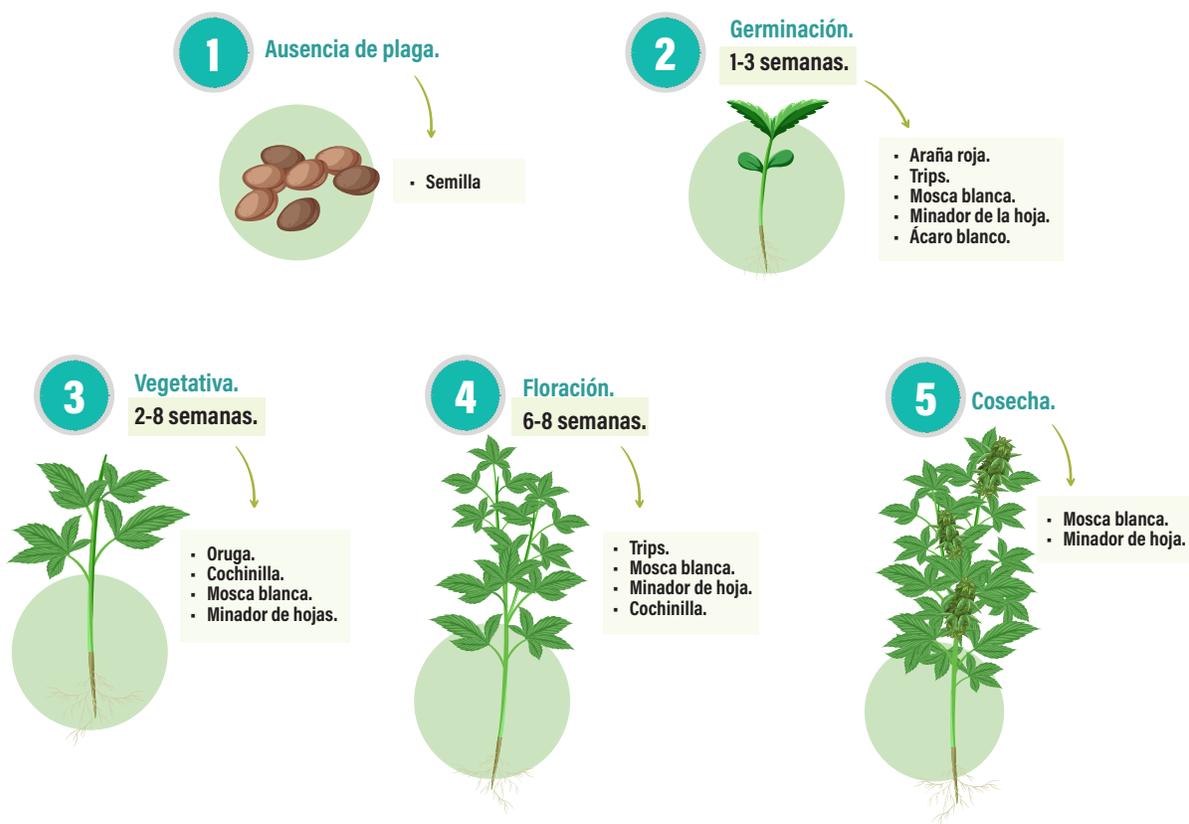


Tabla 15. Plagas más comunes en el cultivo de cáñamo.

Nombre Común	Nombre científico
Araña Roja	<i>Tetranychus urticae</i>
Pulgón	<i>Acyrtosiphon pisum</i>
Trips	<i>Tisanóptero</i>
Mosca Blanca	<i>Aleyrodidae</i>
Barrenador del Cáñamo	<i>Grapholita delineana</i>
Gusano Cogollero	<i>Helicoverpa armígera</i>
Orugas Come-Hojas	<i>Lepidoptera</i>
Escarabajos	<i>Coleoptera</i>
Isocas	<i>Diloboderus abderus</i>
Mosca Minadora	<i>Liriomyza</i>
Nemátodos	<i>Nemathelminthes</i>
La Cochinilla Blya	<i>Coccus hesperidum</i>
Cochinilla Algodonosa	<i>Dactylopius coccus</i>
Vaquita de San Antonio Verde	<i>Diabrotica sp</i>
Chinche de Encaje	<i>orythucha sp</i>

- **Araña Roja:** (*Tetranychus urticae*)

Es una plaga que generalmente afecta al cultivo de cáñamo, ya sea en invernadero o en exterior. Estos organismos son pequeños, para poder observarlos se necesita la ayuda de un microscopio. La reproducción es mediante el apareamiento de la hembra adulta entre 100-120 huevos, que dura entre los tres a cinco días en verse en la planta (Calle, 2018). Los primeros síntomas que se observan son manchas punteadas de color amarillo en las hojas provocadas por larvas y ninfas (Biobest, 2021). El daño que genera es necrosis foliar inicialmente con puntos diminutos reflejados sobre el haz foliar y cuyo invade por completo las plantas y los meristemos son invadidos con tela de araña.

Figura 42. *Tetranychus urticae*.



Fuente: Seeds (2016).

Recomendaciones generales para el manejo

Control cultural: Es importante emplear abonos con dosis que tengan medidas equilibradas. También, vigilar el estado de crecimiento de la planta, ya que en esta etapa es donde hay mayor daño (Lozada, 2011). Se debe también tener muy en cuenta son los factores climáticos, para ello se recomienda planificar las fechas con el fin de evitar daños en los cultivos (Agrotendencia, 2022). La araña roja no se desarrolla en ambientes húmedos por lo que es recomendable pulverizar con agua sola ya que es una plaga que se favorece del calor y la sequedad del ambiente. En cultivos con buen manejo de riego es muy poco probable encontrar esta plaga (Lozada, 2011).

Control biológico: La araña roja es controlada por otros microorganismos como son: Ácaros depredadores especializados, insectos depredadores especializados y ácaros depredadores selectivos (Control Bio, 2017), como Chrysopidae, Stethorus punctillum, Phytoseiulus persimilis.

Control químico: Solfac Automatic Forte, es una sustancia química empleada en el control de la araña roja, funciona por nebulización automática, es decir, se deposita en toda la superficie y al entrar en contacto con el área el producto se desinfecta, pero sin mojarse. Este solo se podrá utilizar en la etapa de crecimiento del cannabis ya que si se

usa en etapa de floración el producto químico puede tardar y ocasionar intoxicación (La huerta, 2020).

Control orgánico: tal y como su nombre lo indica, sustancias producidas al interior de nuestra parcela pueden servir para inducir resistencia a este arácnido. Se pueden usar aceites de cannabis en aplicaciones foliares para fortalecer el sistema de defensa de la planta. Recordemos que los tricomas están diseñados para que la planta se defienda de las “amenazas” ambientales, y a través de ellos esta exuda cannabinoides y terpenos. Se ha comprobado en distintas tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias adscrita a Universidad Nacional de Colombia, la efectividad de aceites esenciales y extracciones de cannabis en el control de ácaros, como también de poblaciones.

- **Pulgón (*Acyrtosiphon pisum*)**

Pueden reproducirse tanto sexual como partenogenéticamente, esto significa que la hembra pare directamente a las ninfas que se desarrollan en su interior, y la reproducción sexual es la encargada del origen del estado de huevo. Las ninfas recién nacidas ya poseen en su interior embriones en desarrollo, se estima que producen son 30 y 40 individuos, estas se pueden reproducir y duplicar la población entre tres (3) y cuatro (4) días.

Los pulgones se alimentan principalmente de la savia de la planta, pero en lugar de morderla, la perforan y absorben directamente la savia del sistema vascular, afectando las estructuras como hojas, tallos, meristemos, apicales caulinares y laterales. También inyectan toxinas que debilitan y tornan a las plantas, susceptibles a patógenos (Hill, 1994). Además de provocar daños, son los responsables de hongos, bacterias y principalmente virus (Kennedy et al., 1959). El daño de estos insectos aumenta con la temperatura y la humedad del ambiente, el daño es menor cuya la temperatura es alta y el viento es seco (Parker, 1913).

Figura 43. *Acyrtosiphon pisum*.



Fuente: *Martinez (2021)*.

Recomendaciones generales para el manejo

- **Control cultural:** Realizar podas sanitarias y principalmente un buen manejo de las variables climáticas ya que estas aumentan la humedad relativa, se debe proporcionar rotaciones continuas de insumos agrícolas, como erradicación de focos en el entorno. También, es posible sembrar plantas aromáticas que ayuden a repeler y realizar manejos de arvenses que son hospederas de estas. Es importante el uso de barreras de malla antitrips, con puertas de entrada permanentemente cerradas.
- **Control biológico:** Se puede tener un mayor control utilizando *Metarhizium*, Chrysopidae, Arañas, Coccinélidos. Otra opción útil es el trapeo siendo una herramienta de advertencia sobre la llegada de pulgones; las trampas son de color amarillo atrayendo fácilmente a los insectos en mayor medida (INTAGRI, 2020).
- **Control con productos fitosanitarios:** Utilización de Taleo, caldos minerales, capsiallil puede ayudar a combatir esta plaga.
- **Control químico:** La aplicación de pelitre puede funcionar muy bien en el control de pulgones con una aplicación de dos (2) o tres (3) veces con intervalos de cinco (5) a (10) días.

- **Trips (*Tisanóptero*)**

En los cultivos de cannabis estos insectos atacan principalmente las hojas. Los síntomas aparecen con lesiones superficiales de color blanquecino en forma de una placa plateada, generada por la saliva fitotóxica producida por el insecto, causando deformación en la hoja y manchas cloróticas en la misma (León et al., 2007). Al dañar las hojas producen la transmisión de virosis, puesto que inyectan saliva y succionan los contenidos celulares.

Figura 44. *Tisanóptero*.



Fuente: Mound (1996) & Jaramillo (2010).

- **Control cultural:** La aplicación de pulverizaciones a base de tabaco y nicotina, así como de pelitre pueden ayudar al control de trips. Se recomiendan aplicaciones de 2 a 4 veces en intervalos de cinco a diez días, realizando una limpieza exhaustiva en el cultivo (Saavedra, 2021).
- **Control biológico:** Ácaros depredadores (*Amblyseius cucumeris* y *Amblyseius barkeri*, *Neoseiulus cucumeris*, *Iphiseius degenerans*, *Neoseiulus barkeri*, *Euseius hibis*, avispas parasitarias (*Thripobis semiluteus*, *Ceraninus menes*, *Goetheana shakespear*), bichos piratas, el hongo *Verticillium /lecani* también es efectivo (Saavedra, 2021).

- **Mosca blanca**

Es necesario entender que el conocimiento empírico base de la agricultura moderna, llama mosca blanca a cualquier insecto volador de color blanco y tamaño milimétrico. Por tanto, es imperioso identificar si la “mosca blanca” que identifiquemos en nuestro cultivo pertenece al orden Diptera, Hemiptera o Hymenoptera. Este tipo de insectos hace evidente su daño al observarse numerosos. La mosca deja pequeños puntos blancos sobre el envés de la hoja, que se producen por la succión de savia dejando marcas en las hojas. Las primeras infestaciones comienzan en los bordes de las hojas, con aparición de la negrilla u hongo que debilita las hojas y afecta en los procesos fisiológicos y bioquímicos de la planta, siendo un vector de transmisión de virus y bacterias, que disminuye el rendimiento productivo (INTAGRI, 2020).

Figura 45. *Aleyrodidae*



Fuente: *Lozano (2017)*.

- **Control cultural:** Construcción de trampas amarillas. Este color atrae a un diverso grupo de insectos entre ellos los llamados mosca blanca. La trampa amarilla debe acompañarse de algún tipo de pegamento para que la captura del insecto sea efectiva. Así mismo este tipo de trampas deben renovarse frecuentemente. En etapa vegetativa también pueden usarse las aplicaciones de agua sobre el follaje a alta presión para disminuir la incidencia de estos insectos. Evitar la sobre fertilización con nitrógeno en etapa vegetativa

- **Control biológico:** Es muy común el uso de la especie como *Encarsia formosa*, ya que sirve como parasitaria para controlar larvas de mosca blanca. También es muy común el uso de plantas beneficiosas como la caléndula y albahaca, que previene la aparición de este insecto, ya que su olor es fuerte. (INTAGRI, 2020).
- **Control con productos químicos:** los piretroides y neonicotinoides son los principios activos de las sustancias comerciales enfocadas en el control de mosca blanca.

- **Barrenador del cáñamo (*Grapholita delineana*)**

Puede destruir las inflorescencias de la planta (Kryachko et al., 1965), es un insecto barrenador y devorador de semillas. Cada larva puede consumir entre un promedio de 16 semillas (Smith y Haney, 1973). Un total de 40 larvas pueden destruir una planta en menos de 10 días (Baloch et al., 1974), mientras que 10 larvas por planta pueden ocasionar un mal crecimiento y una mala producción de semilla (Miller, 1982).

Figura 46. *Grapholita delineana*.



Fuente: *Factsheet* (2014).

- **Control cultural:** trampas de atracción bimodal; lumínica y hormonal para esterilizar machos. También se bajan las poblaciones rotando cultivos en la parcela de interés.
- **Control biológico:** hongos y bacterias entomopatógenos, dispuestos en sus lugares de reproducción (suelo o sustrato). En latitudes estacionales donde se ha reportado su daño al cultivo de cáñamo, se promueve el control a través la interacción con *Trichogramma sp.*
- **Control con productos químicos:** los productos que contienen grupos químicos pertenecientes a las diamidas, han mostrado reducciones significativas en las poblaciones.

- **Gusano cogollero (*Helicoverpa armigera*)**

Se especializa en destruir partes de la planta como las flores, frutos y las semillas principalmente por que producen un alto contenido de nitrógeno. Los gusanos tejen redes alrededor de las inflorescencias donde se alimentan de los racimos florales, pero el daño se evidencia cuyas las flores se marchitan en un estado mayor al 70% de severidad. Muchas veces el excremento de los gusanos y los cogollos dañados son medios por donde entran infecciones de hongo (Ceretta, 2013).

Figura 47. *Helicoverpa armigera*



Fuente: *BuddhaSeeds* (2022).

- **Control cultural:** trampas de atracción bimodal; lumínica y hormonal para esterilizar machos. También se bajan las poblaciones rotando cultivos en la parcela de interés.
- **Control biológico:** hongos y bacterias entomopatógenos, dispuestos en sus lugares de reproducción (suelo o sustrato). En latitudes estacionales donde se ha reportado su daño al cultivo de cáñamo, se promueve el control a través la interacción con *Trichogramma sp.*
- **Control con productos fitosanitarios:** los productos que contienen grupos químicos pertenecientes a las diamidas, han mostrado reducciones significativas en las poblaciones.

- **Orugas come-hojas (*Lepidóptera*)**

Las orugas pueden afectar la lámina foliar enrollándola mientras se alimentan del tejido intervenal dejando solo las nervaduras o generando agujeros. Para tener un nivel de infestación más claro se debe sacudir las plantas temprano en la mañana, con el fin de que las orugas se desprendan de la hoja y caigan al suelo para que se puedan contar con mayor facilidad, se reportan con mayor frecuencia siete (7) especies: *Autographa gamma*, *Melanchra persicariae*, *Mamestra brassicae*, *Arctia caja*, *Spilosoma obliqua*, *Loxostege sticticalis* y *Plataplecta consanguis* (Ceretta, 2013).

Figura 48. Lepidóptera.



Fuente: *Plaga de Orugas en la Marihuana (2019)*.

- **Control cultural:** trampas de atracción bimodal; lumínica y hormonal para esterilizar machos. También se bajan las poblaciones rotando cultivos en la parcela de interés.
- **Control biológico:** hongos y bacterias entomopatógenos, dispuestos en sus lugares de reproducción (suelo o sustrato). En latitudes estacionales donde se ha reportado su daño al cultivo de cáñamo, se promueve el control a través la interacción con *Trichogramma sp.*
- **Control con productos fitosanitarios:** los productos que contienen grupos químicos pertenecientes a las diamidas, han mostrado reducciones significativas en las poblaciones.

- **Escarabajos (Coleóptera)**

Los escarabajos más comunes en los cultivos de cannabis son de la familia Chrysomelidae, conocidos también como escarabajos pulga. Se alimentan de hojas, flores y semillas inmaduras, sus larvas se alimentan de las raíces y las hojas, causando gran daño en la planta. Las especies más comunes que afectan al cannabis son: *Psylliodes attenuata*, *Psylliodes punctulata*, *Phyllotreta nemorum*, *Phyllotreta atra*, *Podagrica aerata*, *Podagrica malvae*, *Chaetocnema hortensis*, *Chaetocnema concinna*, *Chaetocnema denticulata* y *Chaetocnema pulicaria* (Ceretta, 2013).

Figura 49. Coleóptera



Fuente: *Growpackage (2019)*.

- **Control cultural:** se debe evitar cualquier depósito de materia orgánica en proceso de descomposición, pues este es el ambiente propicio para su desarrollo. La renovación de sustratos también evita las sobrepoblaciones de coleópteros.
- **Control biológico:** hongos y bacterias entomopatógenas de rápida esporulación.
- **Control con productos fitosanitarios:** no se recomiendan controles químicos para coleópteros. Dada su morfología, los compuestos químicos que se han desarrollado, son específicos para este orden y la resistencia que brindan sus órganos específicos (alas endurecidas). Por tanto, tienen un alto impacto ecológico las sustancias diseñadas para afectar el cuerpo de estos insectos.

- **Mosca minadora (*Liriomyza*)**

Las moscas minadoras depositan sus huevos, que al crecer dan lugar a gusanos que pueden ser de color verdes o negros con una longitud de 0,25 mm. Los daños se ven reflejados en las hojas, creyó túneles a través del tejido vegetal, afectivo el crecimiento de la planta y al no ser controlada a tiempo la floración se ve prolongada y los cogollos quedan pequeños (Saavedra, 2021).

Figura 50. *Liriomyza*



Fuente: *Humboldt Seed Organization (2019)*.

- **Control cultural:** Eliminar follaje con daños, lo cual incluye las larvas de la plaga, y colocar trampas amarillas para controlar los adultos. Evitar la sobre fertilización con nitrógeno en etapa vegetativa.
- **Control biológico:** Las principales plagas para ayudar a eliminar la mosca minadora son: *Dacnusa subirica*, *Diglyphus isaea*, y *Opius pallipes*.
- **Control con productos fitosanitarios:** Aplicaciones de agua a alta presión acompañadas de productos tipo jabón ayudan a bajar poblaciones. Pulverizar con aceite de neem. se permite en etapa vegetativa.

- **Nemátodos (*Nemathelminthes*)**

Los nemátodos atacan principalmente los tallos, el follaje y las raíces, el daño se presenta por crecimiento lento, clorosis y marchitamiento en las hojas, callosidades en las raíces lo cual se puede detectar fácilmente ya que las raíces se vuelven blancas y esponjosas (Saavedra, 2021).

Figura 51. Nematelminthes



- **Control cultural:** no reutilización de sustratos y análisis de laboratorio permanente en busca de monitoreo.
- **Control biológico:** inoculación permanente del medio de cultivo con hongos del orden Hypocreales, dada la posible competencia por nichos donde hay materia orgánica en vías de descomposición.
- **Control con productos fitosanitarios:** Para un mejor manejo de esta plaga se puede utilizar Neem, usado para bañar la tierra y controlar el insecto (Saavedra, 2021). Algunos productos químicos diseñados para aplicación al suelo y control de nematodos, están prohibidos por legislaciones ambientales dado su alto impacto en el ecosistema

- **La cochinilla blanda (*Coccus hesperidum*)**

Es responsable de inyectar la secreción de líquidos azucarados al floema de la planta, causyó un daño directo al succionar la savia vegetal. Esto produce la entrada de hongos en la superficie donde fue atacada la planta, provoca un daño fisiológico al cultivo (Palma-Jiménez et al., 2019), y afecto de manera directa el crecimiento (Decuyper et al. 2020). Se manifiesta como un debilitamiento de la planta y decoloración acompañado de necrosis de los bordes de la hoja; en las plantas jóvenes causa daños severos ya que sus brotes mueren (Cox, 1989).

- **Control cultural:** aves domésticas son útiles para controlar poblaciones en el momento de cosecha y rotación de cultivo. Un buen manejo de residuos colabora a bajar la incidencia.
- **Control biológico:** interacción con insectos de la superfamilia *Coccinellidae*, han reportado en San Andres Islas buenos resultados en el control de cochinillas
- **Control con productos fitosanitarios:** se recomiendan piretrinos, organoclorados pero primero se debe intentar con biocidas clásicos como el aceite de neem y repelentes como los jabones potásicos.

Principales enfermedades durante la propagación del cannabis

Es importante tener en cuenta las medidas de prevención, llevar un control químico o biológico para evitar en determinados casos que los daños puedan ser irreversibles (INTAGRI, 2020). A continuación, son descritas las principales enfermedades durante la propagación.

Marchitamiento fúngico (Damping off): Conocida principalmente por tres hongos (*Fusarium*, *Pythium* y *Rhizoctonia*) pero su nombre común es mal de almaciguera que ataca en el proceso de esquejes y germinación de semillas (Medrano y Ortuño, 2007). La infección detiene el crecimiento de la planta, al hacer presencia la clorosis, en las nervaduras, las cuales producen un marchitamiento con casos severos de infestación. En las etapas fenológicas el hongo, comienza a infectar la planta y se contagia por completo la raíz, sufriendo putrefacción total. En plántulas con mayor crecimiento (con hasta ocho (8) pares de hojas verdaderas), el hongo hace que el crecimiento se detenga y las hojas se tornen de color amarillo pálido y la planta presenta una coloración marrón de la raíz a nivel de suelo (Kirchner, 1906).

- **Control cultural:** Se puede controlar la reproducción del patógeno eliminando en los cultivos los restos de hojas viejas que se encuentren en el suelo, esto puede ayudar a disminuir el riesgo de que el hongo pueda germinar en la materia vegetal muerta; es importante desinfectar todas las herramientas y equipo de trabajo que se utilizan, así como el calzado de los trabajadores.
- **Control biológico:** Entre los enemigos naturales de *Fusarium* se encuentra el *Trichoderma*. Se puede utilizar con sustratos como son: *Streptomyces griseoviridis*, los cuales producen estreptomina, antibiótico bacterio-tóxico, que junto al *Trichoderma* puede ayudar a combatir el hongo *Fusarium*, que puede estar presente en el suelo o en cualquier tipo de sustrato que sea utilizado o reutilizado en el cultivo y que no haya sido desinfectado (INTAGRI, 2020).

Moho gris (*Botrytis cinerea*): El moho gris ataca principalmente a la planta en dos lugares, los racimos florales y los tallos. Las infecciones florales más comunes generalmente ocurren en cultivos utilizados para la producción de sustancias psicoactivas o semillas. Los racimos florales femeninos básicamente retienen la humedad y esto hace que se desarrolle el hongo y se infecte la planta.

Las variedades que son mayormente utilizadas para la fabricación de fibra suelen ser las que más se ven afectadas (Patschke et al., 1997). El moho gris es capaz de infectar semillas, y destruir cosechas sembradas, con daños severos (Ceretta, 2013). Los primeros síntomas del *Botrytis* son manchas marrones moteadas que cambian a un moho grisáceo peludo. El moho gris se puede extender en su gran mayoría a todo el cultivo en muy pocos días (Cervantes, 1999). El hongo es capaz de destruir un cultivo en una semana ya que con temperaturas frías y con altos niveles de humedad, se reproduce fácilmente (Barloy y Pelhate, 1962; Frank, 1988).

- **Control cultural:** se debe controlar la humedad relativa en sistemas de invernadero en tiempo de floración ya que es primordial evitar la llegada del hongo al cultivo. También se debe evitar los excesos de nitrógeno en la fertilización. Es conveniente evitar que permanezca encharcado y húmedo el lugar de siembra. Se puede controlar, de igual forma, podando y destruyendo las partes infectadas. Evitar zonas donde la humedad sobrepase el 70%, no se puede llegar superar este porcentaje, ya que se sumaría un mayor descontrol al momento de erradicar el hongo, por eso, se debe retirar todo el moho cortando de cinco (5) a diez (10) centímetros por debajo de la posición de este. Lavar las herramientas con alcohol después de retirarlo es fundamental. Hasta el momento no se conoce de la existencia de ningún producto químico que pueda combatir este hongo en su totalidad (Cervantes, 1999).
- **Control biológico:** Realizar pulverizaciones mientras el hongo esté presente en el follaje, la mezcla de extractos de neem y ajo mantiene bajo control la enfermedad en su inicio (INTAGRI, 2020).
- **Control con productos fitosanitarios**

Figura 52. a) Marchitamiento fúngico; b) Moho gris.

a) Marchitamiento fúngico (Damping off)



b) Moho gris (Botrytis)



Fuente: *Kanbos Group (2022)*.

Mildiu polvoriento: Es una enfermedad que se presenta en regiones templadas y subtropicales (Ceretta, 2013), el mildiu es un polvo fino de color gris pálido que cubre cogollos, brotes y hojas (Cervantes, 1999). Provoca que el crecimiento sea más lento y es más peligroso cuando las raíces se secan y las hojas están húmedas (Cervantes, 1999). Durante este proceso, las plantas enfermas permanecen vivas o senescen prematuramente, quedando amarillas, luego marrones y finalmente mueren. Al permitir que la enfermedad avance en la planta se empiezan a desarrollar pecas negras (cleistotecios) en el micelio del hongo (Ceretta, 2013).

Se puede prevenir el Mildiu pulverizando con sulfato de cobre o levadura disuelta. Si el

ataque es grave, eliminando las hojas infectadas (Cervantes, 1999).

Podredumbre radicular o del pie (*Fusarium solani*): Este organismo causal está distribuido en todo el mundo, en el cannabis principalmente puede provocar cancro que es una enfermedad que causa un daño directo en la planta y provoca podredumbre radicular (Wollenwerber, 1926). El ataque comienza en las raíces donde el patógeno ingresa por la parte afectada por otros organismos. Las raíces se ponen rojas, necróticas y se pudren, extendiéndose hasta la parte superior de la planta, y aparecen los primeros síntomas visibles; según Barloy y Pelhate (1962), esta enfermedad derriba plantas en todos los estadios de desarrollo, incluso plántulas (Ceretta, 2013).

Figura 53. a) *Mildiu polvoriento*, b) *Podredumbre radicular o del pie*.

a) *Mildiu polvoriento*



b) *Podredumbre radicular o del pie*
(*Fusarium solani*)



Fuente: *Kanbos Group* (2022).

Podredumbre de raíz y tallo (*Rhizoctonia solani*): Enfermedad que es visible en la parte inferior de la planta. Sus primeros síntomas son lesiones húmedas en tallo y ramas, en donde el tejido de la corteza es gravemente herido, creando canchales color castaño claro. En condiciones húmedas los tallos afectados están envueltos por micelio blanco, y puntos negros de tejido esclerótico que aparecen sobre los canchales. La enfermedad ataca durante la floración (Flacos, 1936). Si las plantas se mantienen en esas condiciones la probabilidad es que se marchiten, caigan y mueran (Cerreta, 2013).

Es una enfermedad que ha trascendido en Europa e India, descrita en cultivos de cáñamo y cannabis, esta enfermedad varía ya que puede ser leve o severa. Los primeros síntomas comienzan con raíces manchadas, por lo regular no se ven fácilmente, seguidas de clorosis y por último marchitamiento en las hojas. Una mancha marrón se expande desde la raíz hasta el tallo, cuando este último es afectado, se pudre. Las plantas jóvenes menores a tres (3) meses de edad vuelcan y mueren en un periodo de seis (6) a ocho (8) semanas. Las plantas mayores a los tres (3) meses puede que logren sobrevivir (Ceretta, 2013).

Figura 54. a) Podredumbre de raíz y tallo, b) Podredumbre carbonosa.

a) Podredumbre de raíz y tallo
(*Rhizoctonia solani*)



b) Podredumbre carbonosa
(*Macrophomina phaseolina*)



Fuente: Kanbos Group (2022).

Referencias Bibliográficas

- Acosta X. (2020) Agroecología del cáñamo. La Fertilidad de la Tierra.;29–32. Available from:https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Ferti/Ferti_2001_6_29_32.pdf
- Acosta, X. (2001). Agroecología del cáñamo. La Fertilidad de la Tierra: Revista de agricultura ecológica, 6.
- Alonso, J., Sánchez, M., & Torija, M. (2021). Evolución histórica de la clasificación taxonómica del cáñamo. Boletín de La Real Sociedad Española de Historia Natural, ISSN 2659-2703, No. 115, 2021, 115, 4. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7853104&info=resumen&idioma=ENG>
- Agrotendencia. 2022. Cultivo de cáñamo - Agrotendencia.tv (en línea, sitio web). Consultado 6 abr. 2022. Disponible en <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivo-de-canamo/>
- Albarracín Flores, A. S., & García Medina, R. A. (2021). Propuesta de elaboración de harina a partir de semillas de cáñamo (*Cannabis Sativa* L.) para su aplicación en panificación (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química).<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/57523/1/BINGQ-GS-21P70.pdf>
- Alonso Esteban, J. I., Mata, S., de Cortes, M., & Torija Isasa, M. E. (2021). Evolución histórica de la clasificación taxonómica del cáñamo.
- Alvarado, Y. J. P., Sánchez, Y. J., & Junco, O. J. G. (2020). CARACTERIZACIÓN DE FIBRA DE CÁÑAMO MERCERIZADA. Congreso Internacional de innovación En Ingeniería Civil.https://rdigitales.uptc.edu.co/memorias/index.php/ing_civil/ing_civil/paper/view/3484
- Amaducci, S.; Scordia, D.; Liu, F.H.; Zhang, Q.; Guo, H.; Testa, G.; Cosentino, S.L. (2015), "Key cultivation techniques for hemp in Europe y China", *Industrial Crops y Products*, 68, pp. 2–16.
- Andrade, J. M., Ramirez, E., & Velasco, A. (2021). El futuro del cannabis medicinal en Colombia, 29-38.
- Ángeles, G., Brindis, F., & Cristians, S. (2014). Cannabis sativa L., una planta singular. Obtenido de Revista mexicana de ciencias farmacéuticas. SciELO:http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-01952014000400004
- Antunović, Z., Klir, Ž., Novoselec, J. (2019). An overview on the use of hemp (*Cannabis sativa* L.) in animal nutrition. <https://doaj.org/article/959928bc961f4835be86191d9de7c4dc>
- Aubin, M., P. Seguin, A. Vanasse, G. Tremblay, AF Mustafa y J.-B. Charrón. 2015. "Respuesta del cáñamo industrial a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio". *Manejo de cultivos, forraje y césped* 1 (1): 1–10. <https://doi.org/10.2134/cftm2015.0159>
- Aubin, MP, Seguin, P., Vanasse, A., Lalonde, O., Tremblay, GF, Mustafa, AF y Charron, JB (2016). Evaluación de once cultivares de cáñamo industrial cultivados en el este de Canadá. *Revista de Agronomía*, 108 (5), 1972-1980.
- Aubin, M.-P., Seguin, P., Vanasse, A., Tremblay, GF, Mustafa, AF & Charron, J.-B. (2015). Respuesta del cáñamo industrial a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio Cultivo Forraje Césped Mgt. 1110.
- Baca, P., & Ríos, F. (2006). Niveles y umbrales de daños económicos de las plagas.
- Baloch, G.M., Mushtaque, M., Ghani, M.A. (1974). Natural Enemies of Papaver spp. y Cannabis sativa. Annual report, Commonwealth Institute of Biological Control, Pakistan station, pp. 56-57.
- Barloy, J., Pelhate, J. (1962). Premières observations phytopathologiques relatives aux cultures de chanvre en Anjou. *Annales des Épiphyties* 13:117- 149.
- Beckonert, M. (2022). Cannabis: una breve historia cultural del cáñamo. DW. Retrieved February 16, 2022, from <https://www.dw.com/es/cannabis-una-breve-historia-cultural-del-c%C3%A1%C3%B1amo/a-60531051>

- Berger, J. (1969). The World's major Fibre Crops: Their Cultivation y manuring.
- BuddhaSeeds. (2022, July 18). Cómo eliminar la oruga en la marihuana. El Blog de Buddha Seeds. <https://www.buddhagenetics.com/como-eliminar-la-oruga-en-la-marihuana/>
- Biobest. 2021. Comprender cómo controlar la araña roja en el cannabis medicinal. Biobest (en línea, sitio web). Consultado 7 abr. 2022. Disponible en <https://www.biobestgroup.com/es/noticias/comprendercomo-controlar-la-arana-roja-en-el-cannabis-medicinal>
- Bòcsa, I., Karus, M. (1998). The cultivation of hemp: Botany, varieties, cultivation y harvesting. (translated by Chris Filben). Hemptech, Sebastopol.
- Bolaños Peñuela, A. M., Galindo Acevedo, J. F., & Oliveros Ortiz, D. Y. (2019). Exportación de cáñamo de Cannabis. <https://alejria.poligran.edu.co/bitstream/hyle/10823/1742/TG%20-%20Grupo%2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Calderón Rojas, C. (2003). Utilización de la fibra de cáñamo en la industria textil-Una nueva opción para la problemática de los cultivos ilícitos en Colombia. <file:///D:/Documents/Pictures/documentos%20de%20mi%20trabajo%202022/noemas%20APA/ca%C3%B1amo%20en%20colombia.pdf>
- Callaway J.C., Tennj"La T., Pate D.W., 1996. Occurrence of omega-3 stearidonic acid (cis-6,9, 12, 15-octadecatetraenoic acid) in hemp (*Cannabis sariva* L.) seed. J. of the Inter. Hemp Assoc. 3(2): 61-63.
- Calle Lopez, R. 2018. Evolución estacional (primavera- verano) y variabilidad de los caracteres taxonómicos de *Tetranychus* sp. (Acari: Tetranychidae) en *Musa paradisiaca* var. Williams en Piura (en línea). :1-110. Consultado 5 abr. 2022. Disponible en <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/hyle/UNP/1368/AGR-CALLOP-17.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CannaConnection. (2019). ¿Qué es el cannabis Sativa? From Canna Connection:<https://www.cannaconnection.es/blog/896-sativa>
- Caplan, D., Dixon, M., & Zheng, Y. (2019). Increasing inflorescence dry weight y cannabinoid content in medical cannabis using controlled drought stress. *HortScience*, 54(5), 964–969. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI113510-18>
- Cárdenas Noriega, K. A. (2021). Análisis de expresión de las proteínas PEPT1 y PPAR α en intestino de un modelo murino de inflamación intestinal bajo el estímulo de aceite de cannabis (*Cannabis sativa* L.) de amplio espectro rico en cannabidiol (CBD/AE) (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León). <http://eprints.uanl.mx/22223/1/1080315294.pdf>
- Campbell T. 1987. Pine growth response to chemical release from woody competition. Proceedings of the 40th annual meeting of the Southern Weed Science Society. p. 249-254.
- Ceapoiu, N. (1958). Cînepa - Studiu monografic. [Hemp - monographic study.] Ed. Acad. R.P.R. Bucaresti, Romany. [Traducción I. Bòcsa]
- Centre d'Etude de l'azote. Zurich. 294 pp.
- Ceretta, S. (2013). Autores: Alberto Fassio* marcelo J. Rodríguez. http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/bd%20103_2013.pdf
- Cervantes, J. (1999). Marihuana en exterior: cultivo de guerrilla. La Cañamería Global.
- Chandra, S., Lata, H., Khan, I.A. et al. Photosynthetic response of *Cannabis sativa* L. to variations in photosynthetic photon flux densities, temperature and CO₂ conditions. *Physiol Mol Biol Plants* 14, 299–306 (2008). <https://doi.org/10.1007/s12298-008-0027-x>
- Cherney, J., & Small, E. (2016). Industrial Hemp in North America: Production, Politics y Potential. *Agronomy*, 6(4), 58.
- Ci, U. S., & Reichwein, D. P. (2019). Metodología e instalación automatizada de cultivo de cannabis en interiores. 1

- Civantos, D. (2020). ¿Qué es el cannabis indica? From DinafemSeeds:<https://www.dinafem.org/es/blog/que-es-el-cannabis-indica/>
- Clarke, R.C. (1997). Hanf - Botanik,Anbau, Vermehrung und Züchtung. [Hemp - botany, cultivation, propagation y breeding.] AT, Aarau, Switzerly.
- Control Bio. 2017. controlbiologico.info - Control de araña roja en cannabis con ácaros depredadores (en línea, sitio web). Consultado 8 abr. 2022. Disponible en http://controlbiologico.info/index.php/es/publicaciones/item/control-de-araña-roja-en-cannabis-con-acaros-depredadores?category_id=204
- Cox, J. (1989). The mealybug genus *Planococcus* (Homoptera: Pseudococcidae). Bulletin of the British Museum (Natural History). Entomology, 58(1), 1 – 78.
- Decuyper, C. M., Claps, L. E., & Del Valle, E. E. (2020). Primer reporte de *Ceroplastes granáis* (Hemiptera: Coccidae) en plantas ornamentales de *Duranta erecta* var. lemon L.(Verbenaceae) en la provincia de Entre Ríos, Argentina. *Agriscientia*, 37(2), 51-60.
- Díaz, N. (2006). Técnicas de muestreo. Sesgos más frecuentes. *Revistas Sedán*, 9, 21-132.<https://www.revistaseden.org/files/9-CAP%209.pdf>
- Duarte, R. A y Percy, A. J. (2016). Elaboración del estudio de pre-factibilidad para el montaje de una empresa de cultivo y comercialización de cannabis en Colombia. [Tesis de postgrado]. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- Duque Schumacher, A. G., Pequito, S., & Pazour, J. (2020). Industrial hemp fiber: A sustainable y economical alternative to cotton. *Journal of Cleaner Production*, 268, 122180. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122180>
- Ecuador. (2020). Acuerdo Ministerial No. 109. Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Growpackage. (2019). ¿CÓMO TRATAR LOS PROBLEMAS DE CONTROL DE PLAGAS DURANTE EL CRECIMIENTO DE MARIHUANA? *Es.growpackage.com*. <https://es.growpackage.com/blogs/news/como-tratar-los-problemas-de-control-de-plagas-durante-el-crecimiento-de-marihuana>
- Ehrensing, D.T. (1998). Feasibility of industrial hemp production in the United States Pacific Northwest. Oregon State University, Department of Crop y Soil Science, Extension y Experiment Station Bulletin 681 (May), 38pp.
- Farag S., Oliver Kayser. (2015). Cannabinoids production by hairy root cultures of *Cannabis sativa* L. *American Journal of Plant Sciences* 6: 1874-1884
- Farag, S., & Kayser, O. (2017). Chapter 1 - The Cannabis Plant: Botanical Aspects. Obtenido de ScienceDirect:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128007563000016>
- Fassio, A., Rodríguez, M., & Ceretta, S. (2013). Cáñamo (*Cannabis sativa* L.). Obtenido de INIA. Uruguay:https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/doc_num.php?explnum_id=2348
- Fernández Cuadros, V., & Panche Lozano, M. A. (2022). Diseño del proceso de extracción y fitomejoramiento del cannabis para producción de aceite CBD para la industria cosmética (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8845/1/6171122-2022-1-IQ.pdf>
- Fike, J. (2016). Industrial hemp: Renewed opportunities for an ancient crop. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 35(5–6), 406–424. Obtenido de <https://www.tyfonline.com/doi/abs/10.1080/07352689.2016.1257842>
- Factsheet - *Grapholita delineana*. (2014). *Idtools.org*. https://idtools.org/id/leps/tortai/Grapholita_delineana.htm
- Finnan, J. y Burke, B. (2013). Fertilización potásica del cáñamo (*Cannabis sativa*). *Cultivos y productos industriales*, 41, 419-422.
- Flachs, K. (1936). Krankheiten und Schädlinge unserer Gespinstpflanzen. *Nachrichten iiber Schädlingsbekämpfung*. 11:6-28.

- Franco-Steeves, R. (2019, Julio 5). Breve historia del cáñamo. Retrieved from contratiempo: <https://contratiempo.net/breve-historia-del-canamo/>
- Frank, M. (1988). *Marijuana Grower's Insider's Guide*. Red Eye Press, Los Angeles, CA. 371 pp.
- Frazier, B., & Mahmoud, A. (2016). The Botany of *Cannabis sativa* L. Obtenido de The Analytical Chemistry of Cannabis https://www.researchgate.net/publication/301264254_The_Botany_of_Cannabis_sativa
- Fuente, J. R., Álvarez, D., Rodríguez, R., Ramos, L., Próspero, Ó., Mesa, F., Adalid, M. (2015). *Marihuana y salud*. México: Universidad Nacional Autónoma de México
- Giraldo, C. J., Cano, M. A. O., & Ribas, R. F. (2010). Respuesta fotosintética de diferentes ecotipos de frijol a la radiación y la salinidad. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 10(2), 129-140. https://doi.org/10.21930/rcta.vol10_num2_art:135
- Garden, M. B. (2018). *Plant finder*. Missouri Botanical Garden.
- Hash Marihuana & Hemp Museum. (2021). Hash Marihuana & Hemp Museum. From <https://hashmuseum.com/es/conocimiento-del-cannabis/especies-decannabis/cannabis-indica/>
- Haug, et al., (2016). training y practices of cannabis dispensary staff. *cannabis y cannabinoid research* 1(1):244–51. doi:10.1089/can.2016.0024.
- HempToday. (2021). Historia del Hemp • HempToday®. <https://hemptoday.net/es/historia-delhemp/>
- Hill, D.S. (1994). *Agricultural Entomology*. Timber Press, 133 SW 2nd. Ave., Suite 450, Portly, OR. 635 pp.
- Humboldt Seed Organization (2016). El cultivo del cannabis emplea 1/4 del agua que se utiliza para el negocio del vino. <https://www.humboldtseeds.net/es/blog/cultivo-del-cannabis-emplea-14-delagua-se-utiliza-negocio-del-vino-multiplica-17-veces-beneficio/>
- Humboldt Seed Organization. (2019). Cómo controlar y erradicar la mosca minadora en tu cultivo de cannabis - Humboldt Seeds. [Humboldtseeds.net. https://www.humboldtseeds.net/es/blog/controlar-eliminar-mosca-minadora-cultivo-cannabis/](https://www.humboldtseeds.net/es/blog/controlar-eliminar-mosca-minadora-cultivo-cannabis/)
- INSECTA, C. Orden Thysanoptera.
- INTAGRI. 2020. Plagas y enfermedades del cultivo de cannabis. Serie Hortalizas, Núm. 18. Artículos técnicos de INTAGRI. México. 4 p
- Iverson, L.L. (2000). *The Science of Marihuana*. New York, USA: Oxford University Press
- Jaramillo et al. 2010. Molecular diagnosis of a previously unreported predator-prey association in coffee: *Karnyothrips flavipes* predation on the coffee berry borer. *Naturwissenschaften* 97:291-298. E-mail author for copy: jjaramillos@gmail.com.
- Johnson, R. (2017). *Hemp as an agricultural commodity*. Washington D.C.: Congressional Research Service.
- Karche, T. (2019). The application of hemp (*Cannabis sativa* L.) for a green economy: a review *Turkish Journal of Botany*, 43(6), 710-723.
- Kennedy, J.S., Booth, C.O., Kershaw, W.J.S. (1959). Host finding by aphids in the field. *Annals Applied Biology* 47:424-444.
- Kirchner, O. (1906). *Hanf, Cannabis sativa* L. pp. 319-323 En: *Die Krankheiten und Befehädigungen uherer lywirtschaftlichen Kulturpflanzen*. E. Ulmer, Stuttgart. 637 pp.
- Kryachko, Z., Ignatenko, M., Markin, A., Zaets, V. (1965). Notes on the hemp tortrix. *Zashclzita Rastenii Vredit. Bolez.* 5:51-54.
- La huerta. 2020. ¿Cómo eliminar la araña roja en plantas de marihuana? (en línea, sitio web). Consultado 6 abr. 2022. Disponible en <https://www.lahuertagrowshop.com/blog/como-prevenir-y-eliminar-aranaroja-en-marihuana/>.

- Labiser - Laboratorio Alto Guadalquivir S.L. (2019). Guía Del Cultivo Del Cáñamo. <Div Class="Csl-Entry">Laboratorio Alto Guadalquivir S.L. (N.D.). Guía Del Cultivo Del Cáñamo.
- LABISER. (2021). Cómo Cultivar Cáñamo - Labiser. LABISER. Retrieved September 21, 2022, from <https://labiser.es/como-cultivar-canamo/Naturaleza> grow. (2017, March 1). Los mejores enraizantes para plantas de marihuana. Naturaleza Grow. Retrieved November 14, 2022, from <https://naturalezagrow.com/blog/enraizantes-marihuana-recomendados/>
- Larrea G & Borneo F, S. N. & R. M. (2015). *Cannabis sativa* L., una planta singular. 27 de marzo de 2015.
- Leal, P., Betancourt, D., González, A., & Romo Parra, H. (2018). Breve historia sobre la marihuana en Occidente: Neurología.com. Neurologia.com. Retrieved February 21, 2022, from <https://www.neurologia.com/articulo/2017522>
- Liu, H.; Zhang, YY; 2015 Hu, recursos humanos; Efectos de la aplicación combinada de fertilizantes N, P, K sobre la acumulación y distribución de materia seca y nutrientes en el cáñamo industrial (*Cannabis sativa*). Ciencias de la fibra vegetal.,37, 6.
- Londoño-Varón, M., & Pardo-López, J. D. (2022). Diseño De Un Plan De Negocios Para El Cultivo Cannabis Medicinal. Journal Of Research Of The University Of Quindío, 34. Londoño-Varón, M., & Pardo-López, J. D. (2022). Diseño De Un Plan De Negocios Para El Cultivo Cannabis Medicinal. Journal Of Research Of The University Of Quindío, 34. file:///D:/Documents/Pictures/ContentServer.pdf
- Lozada, A. 2011. Evaluación de productos orgánicos para el control de araña roja (*Tetranychus urticae* Koch) en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) (en línea). s.l., s.e. 5-30 p. Consultado 5 abr. 2022. Disponible en https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/879/1/Tesis_t004agr.pdf.
- Lozano, I. 2017. Cultivo y usos etnobotánicos del cáñamo (*Cannabis sativa* L.) en la ciencia árabe (siglos VIII-XVII) (en línea). *Asclepio* 69(2):p197- p197. DOI: <https://doi.org/10.3989/asclepio.2017.20>
- Maidana, G. A. (2021). Reformas Legales Sobre El Cultivo Y Uso Del Cáñamo Industrial (Bachelor's thesis). <https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/bitstream/hyle/ues21/21527/TFG-Gonzalo%20Maidana.pdf?sequence=1>
- Martínez, A. (2021). Tipos de plantas de marihuana. From Pevgrow: <https://pevgrow.com/blog/tipos-de-plantas-de-marihuana-y-la-eleccion-de-la-mejorgenetica/>
- Martínez Ferrer, MT; Jacas, JA; Ripoll,s, JL. 2004. La araña roja, *Tetranychus urticae*: métodos de muestreo y umbrales económicos de tratamiento en clementinos (en línea). *Phytoma España* 164:53-58. Consultado 6 abr. 2022. Disponible en <https://www.phytoma.com/larevista/phytohemeroteca/164-diciembre-2004/la-araa-roja-tetranychusurticae-mtodos-de-muestreo-y-umbrales-econmicos-de-tratamiento-enclémentinos>.
- McEne, J. (1991). *Cannabis Ecology: a Compendium of Diseases y Pests*. amRITa Press, middlebury, Vermont. 254 pp.
- Mediavilla, V., Steinemann, S. (1997). Essential oil of *Cannabis sativa* L. strains. *Journal of the International Hemp Association* 4 (2): 82-84.
- Medrano A, Ortuño N. 2007. Control del Damping off mediante la aplicación de bioinsumos en almácigos de cebolla en el Valle Alto de Cochabamba – Bolivia. *Acta nova*, 3 (4): 660 – 679.
- Miller, W.E. (1982). *Grapholita delineana* (Walker), a Eurasian hemp moth, discovered in North America. *Annals Entomological Society America* 75(2):184- 186.
- Montacchini, E. P. (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*. Springer International Publishing, 267-280. Obtenido de <https://www.springerprofessional.de/en/the-use-of-hemp-in-building-components-for-the-development-of-a-/15160398>
- Monthony, A. S., Page, S. R., Hesami, M., & Jones, A. M. P. (2021). The Past, Present y Future of *Cannabis sativa* Tissue Culture. *Plants*, 10(1), 185. <https://doi.org/10.3390/plants10010185>
- Mound, L. A. and R. Marullo. 1996. The thrips of Central and South America: an introduction (Insecta: Thysanoptera). Associated Publishers, Gainesville, FL, 487 p.

- Neenan, M. (1969). El cultivo de cáñamo en Irlanda.
- Salazar, (2019). Los Factores Limitantes: Todo Lo Que Debes Saber Para Comenzar Tu Cultivo De Cannabis; <https://catacoa.com/blog/full/los-factores-limitantes-de-tu-cultivo-de-cannabis>
- ONU. (1961). Convención Única de 1961 sobre Estupefacientes. Nueva York: Organización de Naciones Unidas.
- Palma Ugarte, C. P. (2020). Análisis Del proceso de producción de cannabis medicinal con alto porcentaje de cannabidiol. [Tesis de pregrado]. Universidad Católica San Pablo.
- Palma-Jiménez, M., Blanco-Meneses, M. & Guillén-Sánchez, C. (2019). Las cochinillas harinosas (Hemiptera: Pseudococcidae) y su impacto en el cultivo de Musáceas. *Agronomía Mesoamericana*, 30 (1), 281 – 298. Recupera de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43757673019>
- Papastylianou, P.; Kakabouki, I.; Travlos, I. (2018). Efecto de la fertilización con nitrógeno en el crecimiento y rendimiento del cáñamo industrial (*Cannabis sativa* L.). *No. Bot. Horti Agrobot*, 46, 197–201.
- Parker, W.B. (1913). The hop aphid in the Pacific region. *USDA Entomology Bulletin* 111:9-39.
- Patschke, K., Gottwald, R., Müller, R. (1997). Erste Ergebnisse phytopathologischer Beobachtungen im Hanfanbau im Ly Bryenburg. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 49:286-290.
- Pierce, G., Rodríguez-Leyva, D. (2010). The cardiac y haemostatic effects of dietary hempseed. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2868018/>
- Potter, D. J. (2014). A review of the cultivation y processing of cannabis (*Cannabis sativa* L.) for production of prescription medicines in the UK. *Drug Testing y Analysis*, 6(1–2), 31–38. <https://doi.org/10.1002/dta.1531>
- PLAGA DE ORUGAS EN LA MARIHUANA. (2019, August 14). Flower Indoor; Flower Indoor. <https://www.flowerindoor.com/blog/enfermedades-en-las-plantas-plagas-y-hongos/plaga-de-orugas-en-la-marihuana>
- Prade, T., Svensson, SE, Yersson, A. y Mattsson, JE (2011). Biomasa y rendimiento energético del cáñamo industrial cultivado para biogás y combustible sólido. *Biomasa y bioenergía*, 35 (7), 3040-3049.
- Queen R. (2020). Top 10 de variedades de marihuana sativa en 2020 - RQS Blog. 10/Agosto/2020 Pag 2. <https://www.royalqueenseeds.es/blog-las-10-mejores-variedades-de-cannabis-sativa--n68>
- Ramírez, J. M., Naranjo, J., & Torres, A. (2019). La Industria del Cannabis Medicinal en Colombia. FEDESARROLLO LA INDUSTRIA DEL CANNABIS MEDICINAL EN COLOMBIA. Retrieved February 8, 2022, from https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/3823/Repor_Diciembre_2019_Ram%C3%ADrez.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Ramos Quevedo, A. N. (2019). Plan de negocio para la fabricación y venta de ladrillos a base de cáñamo en la construcción de viviendas sostenibles en la ciudad de Bogotá. <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/hyle/20.500.12277/4833/00005068.pdf?sequence=1>
- Rivera, N. M. (2019). The Challenges of Medicinal Cannabis in Colombia-A Look at Small-y Medium-Scale Growers. *Policy Briefing*, 52.
- Roa, J. J. (2014). Botánica, cultivo e indicadores de producción y tráfico de cannabis en Colombia. En J. Téllez, *Marihuana - Cannabis. Aspectos toxicológicos, clínicos, sociales y potenciales usos terapéuticos* Bogotá.
- Rojas Bernal, E. G., Gil, G. P y Rodríguez Carmona. J. R. (2017). Productos medicinales a base de cannabis. [Tesis de postgrado]. Universidad Externado de Colombia. <https://docplayer.es/76872925-Universidadexternado-de-colombia-facultad-de-administracion-de-empresas-especializacion-en-gerencia-promocion-46.html>
- Romero, F. (2004). Manejo integrado de plagas: las bases, los conceptos, su mercantilización. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. Consultado el, 30. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/16ecca50-98ca-4116-be3a-933d5a388603/content> *

- Roulac, J.W. (1997). *Hemp Horizons: The Comeback of the World's Most promising plant*. 1st edición. Chelsea Green Pub Co. 226 páginas.
- Rubiano, D. R. (2019). Diseño de un plan de negocios para el cultivo, procesamiento y comercialización de cannabis medicinal. Fundación Universitaria de América, 3- 15.
- Rueda, J. P., & Londoño, N. (2021). ¿En qué países es legal la marihuana? - Más Regiones - Internacional. ELTIEMPO.COM. Retrieved February 16, 2022, from <https://www.eltiempo.com/mundo/mas-regiones/en-que-paises-es-legal-la-marihuana-639158>
- Ramirez, J. M. (2019). La industria del cannabis medicinal en Colombia: Una ventana de oportunidad para la transformación. In Fedesarrollo. <https://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/3823>
- Saavedra, M., & Ricardo, K. (2021). Requerimientos Agronómicos Para Un Modelo Productivo De Cannabis En La Provincia Del Sumapaz. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/hyle/20.500.12558/3450/KALED%20RICARDO%20MILA%20SAAVEDRA%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Saavedra, M., & Ricardo, K. (2021). Requerimientos Agronómicos Para Un Modelo Productivo De Cannabis En La Provincia Del Sumapaz. Saavedra, M., & Ricardo, K. (2021). Requerimientos Agronómicos Para Un Modelo Productivo De Cannabis En La Provincia Del Sumapaz. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/hyle/20.500.12558/3450/KALED%20RICARDO%20MILA%20SAAVEDRA%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Saézn, E. (2007). La prehistoria de la marihuana en Colombia: Consumo de cultivos entre los años 30 y 60. Cuad. Econ.
- Sánchez-De-Miguel, P., Junquera, P., Jiménez, L., & Lissarrague, J. R. (2009). Efectos de la temperatura foliar y de la humedad relativa en la respuesta fotosintética a la luz de las hojas de vid de los cvs. Cabernet Sauvignon y Tempranillo, en el período de maduración. *Revista Enología*, 1(6), 1–8.
- Schoepke, T. (2014). Cultivo de marihuana: Manual básico de agricultura. 4-30
- Seeds, Sensi. (2016) cannabis en ecuador: legislación, consumo e historia - sen si seeds. retrieved september 28, (2022) <https://sensiseeds.com/es/blog/paises/cannabis-en-ecuador-leyes-usohistoria/>.
- Smith, G.E., Haney, A. (1973). *Grapholitha tristrigana* (Lepidoptera:Tortricidae) on naturalized hemp (*Cannabis sativa* L.) in east-central Illinois. *Transactions Illinois State Academy Science* 66:38-41.
- Small, E., & Cronquist, A. (1976). A practical and natural taxonomy for *Cannabis*. *Taxon*, 405-435.
- Struik, PC; Amaducci, S.; Bullard, MJ; Stutterheim, Carolina del Norte; Venturi, G.; Cromack, (2000) HTH Agronomía de fibra de cáñamo (*Cannabis sativa* L.) en Europa. *Prod. Cultivo Ind.*, 11, 107118.
- Seeds, P. (2016, August 16). Araña roja en el cultivo de marihuana. *Philosopherseeds.com*; *Philosopher Seeds*. <https://www.philosopherseeds.com/blog/arana-roja-cultivo-marihuana/>
- Sumpter, L. (2021, August 28). Cómo regar las plantas de marihuana: guía completa - RQS Blog. *Royal Queen Seeds*. Retrieved November 14, 2022, from <https://www.royalqueenseeds.es/blog-como-regar-las-plantas-de-marihuana-guia-completa-n1205>
- Taghinasab, Meysam, & Jabaji. (2020, August 4). Todo lo que necesitas saber para usar microorganismos e. *Soft Secrets*. Retrieved November 14, 2022, from <https://softsecrets.com/es-ES/articulo/todo-lo-que-necesitas-saber-para-usar-microorganismos-en-tu-cultivo-de-marihuana-1aparte>
- Tambussi, E. A. (2011). *Fotosíntesis, fotoprotección, productividad y estreses abióticos: casos de estudio* [Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona]. Depósito Digital de la Universidad de Barcelona. <http://diposit.ub.edu/dspace/hyle/2445/36093>
- Tang, K., Struik, PC, Yin, X., Calzolari, D., Musio, S., Thouminot, C., ... & Amaducci, S. (2017). Un estudio exhaustivo de la densidad de siembra y el efecto de la fertilización con nitrógeno en el cultivo de cáñamo de doble propósito (*Cannabis sativa* L.). *Cultivos y productos industriales*, 107, 427-438.

- Tang, K., Wang, J., Yang, Y., Deng, G., Yu, J., Hu, W., ... y Liu, F. (2022). Rendimiento de fibra de cáñamo (*Cannabis sativa* L.) y su respuesta a la fertilización y densidad de plantación en China. *Cultivos y productos industriales*, 177, 114542. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114542>
- Tarqui Delgado, M., Mena Herrera, F. C., Quino Luna, J. J., Gutiérrez Villalobos, S., & Coela Poma, R. R. (2017). Leaflet temperature of lettuce (*Lactuca sativa*) y air influenced by the vapor pressure deficit. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 4(1), 60–66.
- Van der Werf, H.M.G., 2002. Hemp production in France. *J Ind Hemp* 7 (2): 105–109.
- Van der Werf, H.M.G., Brouwer, K., Wijnhuizen, M., Withagen, J.C.M. (1995a). The effect of temperature on leaf appearance y canopy establishment in fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). *Annals of Applied Biology* 126: 551-561.
- Wang, X. S., Tang, C. H., Yang, X. Q., & Gao, W. R. (2008). Characterization, amino acid composition y in vitro digestibility of hemp (*Cannabis sativa* L.) proteins. *Food Chemistry*, 107(1), 11–18. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2007.06.064>
- Weediid. (2019, marzo 21). Tipos de cannabis: Cannabis Sativa. Retrieved from Weediid.
- Wrenn, C. & Gibson, P.(2022)The 3-Legged Stool of Successful Grow Operations: Climate, Cultivation & Genetics - Cannabis Industry Journal
- Wolf, B. (1999). *The Fertile Triangle: The Interrelationship of air, Water, y Nutrients in maximizing Soil Productivity*. Haworth Press, New York. 463 pp.
- Wollenweber, H.W. (1926). *Hypomyces cancri. Fusaria Autographice Delineata* No. 55. Berolini, Italy. 509 tabulis.
- Wool, R.P.; Khot, S.N. *Proceedings ACUN-2, Sydney, 2000*.
- WORMS, B. (2020). Cannabis Ruderalis: el origen de las variedades autoflorecientes. Retrieved from Dinafem:<https://www.dinafem.org/es/blog/cannabisruderalis/>
- Wright, RD & Niemiera, AX 1987Nutrición de cultivos de vivero leñosos cultivados en contenedoresHort. Rev.975101
- Zadoks, J.C., Chang, T.T., Konzak, C.F. (1974). A decimal code for growth stages of cereal. *Weed Res.* 14: 415-421.
- Zambeza Seeds. (2016). DIFERENCIAS ENTRE EL CANNABIS SATIVA, INDICA Y RUDERALIS. Zambeza Seeds. Obtenido de: <https://www.zambeza.es/blog-diferencias-entre-el-cannabsi-sativa-indica-y-ruderalis-n13> Fecha de consulta:11/20

**NEIVA, HUILA
2023**