



# **Diagnóstico de las condiciones agroecológicas requeridas por los cultivos de cannabis medicinal en Colombia.**

**Alisson Dayanna Pachón Atuesta**

**Juan Pablo Molano Rojas**

**Laura Alejandra Reyes Sierra**

**Jorge Eduardo Valderrama Gutiérrez**

**Jaime Orlando Salazar Peña**

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Especialización en Gerencia de Proyectos

Especialización en Inteligencia Comercial y Mercadeo

Bogotá, Colombia

2021

# **Diagnóstico de las condiciones agroecológicas requeridas por los cultivos de cannabis medicinal en Colombia.**

**Alisson Dayanna Pachón Atuesta**

**Juan Pablo Molano Rojas**

**Laura Alejandra Reyes Sierra**

**Jorge Eduardo Valderrama Gutiérrez**

**Jaime Orlando Salazar Peña**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

**Especialización en Gerencia de Proyectos**

**Directora**

Dora Alba Ariza Aguilera

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Especialización en Gerencia de Proyectos

Especialización en Inteligencia Comercial y Mercadeo

Bogotá, Colombia

2021

# Resumen

El presente estudio tiene como fin evaluar las características preponderantes que permiten el desarrollo óptimo de los cultivos de cannabis conforme a las características agroecológicas<sup>1</sup> de cada región en Colombia. De acuerdo al análisis teórico de la productividad en cultivos se encontró que entre las variables más importantes de las cuales influye la región donde se desarrolle el proyecto se tienen: temperatura, humedad relativa, y brillo solar. El interés surge a través de la revisión en fuentes bibliográficas donde se observa que se carece de información sobre las regiones del país que pueden optimizar estas variables y a su vez la productividad del cultivo. Esto teniendo en cuenta que en la actualidad, Colombia presenta condiciones favorables no solo climáticamente debido a su ubicación cerca al Ecuador sino que además ofrece costos bajos de mano de obra, energía e infraestructura posibilitando un costo de producción por gramo competitivo con respecto a otros países. Es por ello que se pretende analizar con la información disponible de empresas y proyectos establecidos en el país las características ideales para maximizar la operación de las empresas ya constituidas y de las que quieran ingresar a este renglón reciente de la economía colombiana.

Con el fin de evaluar la correlación que existe entre las variables más predominantes en el desarrollo del cultivo en diferentes zonas agroecológicas en Colombia, es decir, temperatura, ubicación geográfica y humedad relativa, se empleó una técnica cuantitativa, en este caso un estudio econométrico con el fin de evaluar la función de una variable sobre otra en sí misma, y como resultado generar un diagnóstico para evaluar el rendimiento en relación con las zonas estudiadas.

Se utilizaron como fuentes primarias de investigación la información contenida en la Pruebas de Evaluación Agronómica que se presentan ante el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) de las zonas agroecológicas estudiadas, otra fuente primaria utilizada fué

---

<sup>1</sup> Estudia cómo los diferentes componentes del agro ecosistema interactúan, como un conjunto de prácticas, busca sistemas agrícolas sostenibles que optimizan y estabilizan la producción.

la información reportada por las estaciones meteorológicas, y como fuente secundaria se utilizaron datos climatológicos obtenidos del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) y del IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), la totalidad de estos datos se analizaron a través de la herramienta Stata.

Por último, con dicha herramienta se pudo evidenciar la correlación entre variables; al observar las gráficas los aportes más importantes que se obtuvieron fue que para los municipios en análisis, la zona agroecológica más eficiente para la producción de CBD, es la zona andina. Sin embargo, existieron más factores como la humedad relativa que influyeron de forma importante en el desempeño de los cultivos, esto teniendo en cuenta la presencia de enfermedades debido a esta variable. Para el caso del THC se observó que para obtener mayores cantidades de dicho cannabinoide se requiere mejor luminosidad y temperatura, razón por la cuál la zona caribe fue más favorable, asimismo por la presencia de menor humedad relativa se evidencia que en esta zona hay menor presencia de problemas fitosanitarios. Para el caso de la biomasa o flor seca se observa una incidencia importante de la luminosidad por tanto la tendencia también es a ser más favorable en el caribe.

**Palabras clave:** (cannabis, humedad relativa, temperatura, luminosidad, zonas agroecológicas, ubicación, geografía, rendimiento, biomasa, cannabinoides).

## Abstract

The purpose of this study is to evaluate the prevailing characteristics that allow the optimal development of cannabis crops according to the agroecological characteristics of each region in Colombia. According to the theoretical analysis of crop productivity, it was found that among the most important variables that influence the region where the project is developed are temperature, relative humidity, and solar brightness. The interest arises through the review of bibliographic sources where it is observed that there is a lack of information on the regions of the country that can optimize these variables and in turn the productivity of the crop, taking into account that currently, Colombia has favorable conditions not only climatically and location but also in costs because it has lower price per gram compared to other countries, because it requires less energy, space and time between harvests. This is why we intend to analyze with the available information of companies and projects established in the country the ideal characteristics to maximize the operation of the companies already established and those that want to enter this recent line of the Colombian economy.

In order to evaluate the correlation that exists between the most predominant variables in the development of the crop in different agroecological zones in Colombia, that is, temperature, geographic location and relative humidity, a quantitative technique was used, in this case an econometric study in order to evaluate the function of one variable on another in itself, and as a result generate a diagnosis to evaluate the yield in relation to the zones studied.

The primary research sources used were the information contained in the Agronomic Evaluation Tests of the areas studied, another primary source used was the information reported by the meteorological stations, and as a secondary source, climatological data obtained from the Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies and the Agustín Codazzi Geographic Institute were used; all of these data were analyzed using the Stata tool.

Finally, with this tool it was possible to show the correlation between variables; when observing the graphs, the most important contributions obtained were that for the municipalities under analysis, the most efficient agroecological zone for CBD production is

the Andean zone; however, there were other factors such as relative humidity that had an important influence on the performance of the crops, taking into account the presence of diseases due to this variable. In the case of THC, it was observed that in order to obtain greater quantities of this cannabinoid, better luminosity and temperature are required, which is why the Caribbean zone was more favorable, and also because of the presence of lower relative humidity, it is evident that in this zone there is less presence of phytosanitary problems. In the case of biomass or dry flower, there is an important incidence of light, so the tendency is also to be more favorable in the Caribbean zone.

**Key words:** (cannabis, relative humidity, temperature, luminosity, agroecological zones, location, geography, biomass, yields, cannabinoids).

## Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo general .....	14
2.2 Objetivos específicos .....	14
3. JUSTIFICACIÓN .....	15
4. MARCO TEÓRICO.....	16
4.2. Zonas Agroecológicas .....	19
4.3. Geografía de la industria del cannabis en Colombia .....	21
4.4. Cultivo interior vs cultivo exterior .....	22
5. MARCO CONTEXTUAL.....	24
5.1. Legalización de cannabis medicinal en Colombia.....	24
6. DISEÑO METODOLÓGICO.....	26
6.1. Tipo de investigación.....	26
6.2. Recolección de la información .....	27
7. RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO.....	36
7.1 Análisis de la Muestra .....	36
7.2. Resultados de la comparación de las variedades de las zonas agroecológicas de la región andina y el caribe colombiano.....	36
7.3. Comparación de las zonas agroecológicas según la producción de hoja seca.. .....	43
8. CONCLUSIONES.....	46
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49

## Lista de figuras

	<u>Pág.</u>
Figura 1 Morfología de tres especies de Cannabis. C.....	16
Figura 2 Distribución de las licencias aprobadas por departamento.....	21
Ilustración 3 Sub regiones analizadas.....	36
Ilustración 4 Rendimientos Funza .....	37
Ilustración 5 Rendimientos Palomino .....	38
Ilustración 6 Rendimientos Funza- Palomino.....	38
Ilustración 7 Rendimiento del THC en las zonas de Funza y Palomino.....	39
Ilustración 8 Rendimiento CBD Funza y Palomino .....	40
Ilustración 9 Correlación variables Armero .....	41
Ilustración 10 Correlación de datos Caicedonia.....	41
Ilustración 11 Análisis Armero y Caicedonia .....	42
Ilustración 12 Rendimiento CBD Armero- Guayabal- Caicedonia.....	43
Ilustración 13 Rendimiento flor seca en Funza y Palomino.....	44
Ilustración 14 Rendimiento de la flor seca en Armero, Guayabal y Caicedonia .....	45



## Lista de tablas

Pág.

Tabla 1 Producción en función del tipo de cultivo ..... ¡Error! Marcador no definido.

Tabla 2 Panoramos mundial de la legalización del Cannabis ..... ¡Error! Marcador no definido.

Tabla 3 Crecimiento anual ..... ¡Error! Marcador no definido.



**Glosario**

PEA	Pruebas de Evaluación Agronómica.
CBD	Cannabinoide
THC	Tetrahidrocannabinol
HR	Humedad Relativa
T-Max	Temperatura Máxima
T-Prom	Temperatura Promedio
T – Min	Temperatura Mínima
HR-Max	Humedad Relativa Máxima
HR-Prom	Humedad Relativa Promedio
HR – Min	Humedad Relativa Mínima
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
ZAE	Zonificación Agroecológica.
FAO	Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura.
MJD	Ministerio de Justicia y del Derecho.
INVIMA	Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos
DIAN	Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales
JIFE	Junta Internacional de Fiscalización de Estupefacientes
Cáñamo	Nombre que reciben las variedades de la planta Cannabis y el nombre de la fibra que se obtiene de ellas.

Luminosidad Cantidad de luz solar que reciben las plantas a lo largo del día para poder realizar el proceso de la fotosíntesis.

Regresión Econométrica Proceso estadístico para analizar la relación entre variables.

## 1. INTRODUCCIÓN

En julio de 2016 el gobierno colombiano expidió la ley 1787 que regula el uso y la comercialización del cannabis medicinal en el país. Con esta decisión y una serie de resoluciones subsiguientes, Colombia se sumó a más de una decena de países que han puesto en práctica distintos tipos de reglamentación para explorar las ventajas de esta planta como alternativa farmacéutica. A través de la expedición de cuatro tipos de licencias (cultivo de cannabis psicoactivo, cannabis no psicoactivo, uso de semillas para siembra y fabricación de derivados) se abrió la puerta no sólo a la investigación científica sino a un negocio que cada vez toma más fuerza en el mundo y que algunos prevén que para el 2025 moverá cerca de 54 mil millones de dólares. Desde la expedición de la ley se han otorgado más de 300 licencias y el país vive una fiebre bautizada “oro verde”, que ha llamado la atención de grandes inversionistas que ven en el cannabis el negocio del futuro. Las condiciones geográficas y climatológicas, el costo de la mano de obra e insumos, así como un robusto marco legal a largo plazo, han hecho de Colombia un lugar idóneo para la siembra de cannabis y un sitio apetecido por las multinacionales (Martinez, 2019).

Las condiciones climáticas favorables, los bajos costos de producción, las posibilidades de exportación y la legislación del país aumentaron este frenesí por hacer parte del negocio. De acuerdo con la consultora Crop América, mientras en Colombia la producción de un gramo de flor de cannabis vale entre 0,5 y 0,8 dólares, en Canadá puede costar 2,1 dólares (López Bejarano, 2019). Este auge del cultivo en el país obedece, entre otras cosas, a su posición geográfica, pues está en el punto medio entre el sur y el norte del continente americano. Esta ubicación privilegiada le permite a Colombia ser el puente predilecto de las industrias para conectarse con otros mercados. El presidente de la Asociación Colombiana de Industrias del Cannabis (Asocolcannna) Rodrigo Arcilla afirma que estar en el trópico da la posibilidad de contar con 12 horas de sol continuo, lo cual hace que el cultivo sea muy favorable. De hecho, en más de 15 departamentos del país se han sembrado la planta, lo cual hace que Colombia sea competitiva en la industria. El dirigente gremial además destaca que esta misma característica hace que en Colombia se pueda tener la posibilidad, que no hay en otros países, de tener hasta cuatro cosechas al año. Es un tema de costo, producir una planta aquí es más barato porque en otras partes del mundo se necesita más energía, más espacio y hay menos tiempo para cultivar (Portafolio, 2019).

Tras más de dos años de mesas técnicas entre representantes del sector del cannabis y el Gobierno Nacional, finalmente se expidió el Decreto 811 de 2021 que permitirá a la industria exportar flor seca de cannabis. Con ello, otorga la autorización más esperada por parte de los gremios, la cual seguramente repercutirá en la entrada de nuevos proyectos de cannabis medicinal a las zonas francas, y con ello un aumento en la inversión, expansión de cultivos y generación de empleos por parte de esta industria.

Con este decreto se espera que las empresas existentes y vinientes exploren las mejores condiciones ambientales que puedan propiciar altos rendimientos tanto en biomasa como en cannabinoides (Suelos profundos ricos en nutrientes, pH de suelo, temperaturas alrededor de los 24 °C, humedad relativa <60%, baja velocidad de viento, PAR mmol 900-1200)(Universidad Nacional de Colombia, 2019).

Por lo tanto, el presente estudio responde a la incógnita “*¿Cuáles son las principales variables mediante las cuales se pueden identificar las mejores zonas agroecológicas para mejorar la productividad en los cultivos del cannabis medicinal en Colombia?*” a lo que surge esta investigación como análisis.

A continuación, el documento se compone de las siguientes secciones:

- Objetivos, justificación.
- Marco teórico: Zonas agroecológicas; geografía de la industria del cannabis en Colombia; cultivo interior vs cultivo exterior.
- Marco contextual: Legalización de cannabis medicinal en Colombia.
- Diseño metodológico: Tipo de investigación; recolección de información.
- Resultados
- Análisis de resultados

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Diagnosticar las condiciones agroecológicas requeridas por los cultivos de cannabis medicinal en Colombia.

### **2.2 Objetivos específicos**

- a)** Analizar el contexto sobre el estado actual del cultivo y la comercialización del cannabis medicinal en Colombia y el mundo.
- b)** Identificar las variables agroecológicas que inciden en la productividad del cannabis medicinal en Colombia.
- c)** Comparar y analizar las condiciones agroecológicas de los cultivos de cannabis en diferentes zonas climáticas del país.
- d)** Determinar las zonas óptimas para el cultivo del cannabis a partir de las zonas climáticas analizadas.

### 3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad en Colombia el cannabis medicinal representa un nuevo reglón en la economía, el mercado de CBD<sup>[1]</sup> (Cannabidiol) para el año 2020 (AgroNegocios , 2020), (AgroNegocios , 2020).

Sin embargo a pesar de ser un mercado con cifras potencialmente notables; esta industria resulta ser muy reciente para el país, pues solo hasta julio del 2016 el gobierno colombiano emitió la Ley 1787, la cual reguló el uso y la comercialización de cannabis medicinal, fue hasta dicha coyuntura que se logró abrir la puerta a la investigación científica no solo a sus bondades farmacéuticas sino también al estudio de las condiciones geográficas, climatológicas, insumos agrícolas, equipos, infraestructura y mano de obra que se acoplan al contexto del país de tal forma que aspectos como costos y tiempos se pudieran optimizar para las empresas.

De acuerdo a la revisión documental de textos e investigaciones se encontró que no existe suficiente información para determinar qué condiciones agro eco sistémicas son más favorables para el desarrollo de un proyecto de cannabis de acuerdo a las particularidades propias de las regiones del país, es por esto que la presente investigación estará enfocada en determinar las zonas que presentan las condiciones ambientales más óptimas para el desarrollo del cultivo de cannabis medicinal teniendo en cuenta variables como humedad relativa, temperatura, y brillo solar asociadas a la región donde se encuentre el proyecto a diferencia de las variables como agua y niveles de ventilación los cuales pueden ser controlados de acuerdo a la infraestructura en los cultivos.

Según la información obtenida por las fuentes primarias, se realizará un análisis sobre las condiciones agroecológicas más óptimas para desarrollar mayor cantidad de cannabinoides con usos farmacéuticos. Sin embargo, es importante resaltar que entre las regiones que predominan se encuentran la región caribe, región llanos orientales, región interandina, región andina, región del pacífico, y región amazónica. Los resultados dependerán de las políticas de cada empresa para evaluar la mayor cantidad de proyectos y/o industrias establecidas, es por ello que se acotará a los datos que sean posibles encontrar por estaciones meteorológicas, datos públicos y controles internos en las empresas con permisos previos.

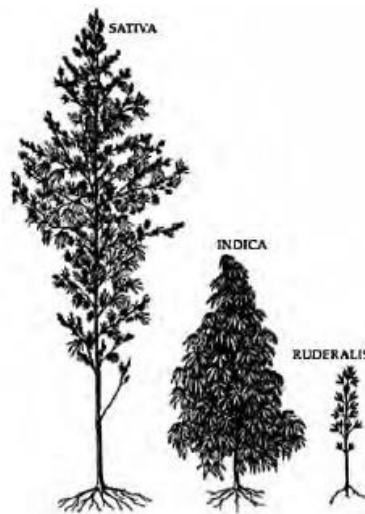


#### 4. MARCO TEÓRICO

Carl Linnæus (botánico Suizo) padre de la taxonomía, nombró la especie *Cannabis sativa* (C. sativa) como un cultivo, en la actualidad su clasificación se conoce como *Cannabis sativa* L., la variedad de Cannabis pertenece a la familia Cannabaceae, junto con el lúpulo (Duarte, 2021) proclamó que todas las plantas del género pertenecían a la especie sativa; en oposición a lo expresado por Schultes citado por (Fassio, 2013) et al. (1974) y Emboden (1974) citado por (Fassio, 2013) acerca de que se trataba de un género politépico. (Fassio, 2013)

“Actualmente se aceptan tres especies de Cannabis conocidas como: Cannabis sativa, Cannabis indica y Cannabis ruderalis, sin embargo, Mc Partland et al. (2000) citado por (Fassio, 2013) corrigen esta afirmación agregando otra especie: Cannabis afghanica”.

Figura 1 Morfología de tres especies de Cannabis. C.



Fuente. Laboratorio Tecnológico del Uruguay(2021).

Entre las características taxonómicas según (Conabio Gob, s.f) más abundantes en plantas de cannabis se tienen:

- Angiospermas
- Planta herbácea anual
- Dioica

- Tallo: erecto
- Pecíolo: 7cm.
- Cáliz: no.
- Unisexual.
- Tamaño: 4m altura
- Hojas: Con aspecto de estrellas, con los bordes dentados de color oscuro.
- Flores: Son blancuecinas y están en racimos abundantes.

(Conabio Gob, s.f)

Según Rodríguez Carranza, la composición química de la Cannabis sativa es muy compleja ya que contiene más de 400 productos químicos (mono y sesquiterpenos, azúcares, hidrocarburos, esteroides, flavonoides, compuestos nitrogenados y aminoácidos) y un total de 66 cannabinoides. (Carranza., 2012)

#### **4.1. Marco Histórico**

El cáñamo (nombre que reciben las variedades de la planta Cannabis y el nombre de la fibra que se obtiene de ellas) ha sido cultivado durante miles de años en el mundo para cubrir infinidad de necesidades. Se cree que los primeros cultivadores fueron de China y para la fabricación de cuerdas y redes de pesca alrededor del año 4000 a. C.; de manera continua hasta que se expandió fuera de fronteras en el siglo III a. C. (Duarte, 2021)

Una de las materias primas principales utilizadas para la fabricación de papel fue la fibra reciclada de cáñamo, la semilla la consumían como uno de los cinco granos principales para su alimentación y también poseía connotaciones religiosas, como símbolo de pureza y fertilidad.

En Europa el cáñamo ingreso por el comercio normal, la utilización de las fibras para su uso en la industrialización del papel se remonta al año 1150 d.c., cuando los Moros españoles construyeron la primera fábrica de papel (Duarte, 2021). A partir de ese momento, la fabricación de papel de cáñamo en Europa se fue perfeccionando durante 500 años, llegando a producir los lienzos en los que se crearon las obras del renacimiento, como así también las pinturas de aceite de cáñamo que se utilizaban comúnmente

El primer registro de una textil europea data de alrededor del año 400 a. C. en Alemania (Duarte, 2021). El cáñamo fue universalmente utilizado para la fabricación de las velas y

las cuerdas de los barcos que permitieron la colonización y el posterior comercio con el Mundo nuevo; o con propósitos militares (Fassio, 2013), posteriormente surgieron los avances tecnológicos (motores a vapor o petróleo) lo que ocasionó que la demanda principal de cáñamo para velas y cuerdas se fuera al piso. El cáñamo continuó siendo un cultivo muy demandante de mano de obra, debido en gran medida al proceso de enriado con rocío (separar fibras con fuertes caídas de temperaturas durante la noche y cálidas durante el día), y a la falta de un método industrializado de cosecha, razón por la cual no pudo competir con la producción de algodón cuando este fue inventado. (Fassio, 2013)

No hay claridad de la fecha exacta en que se empezó a cultivar cannabis en Colombia, la historia de esta planta en Latinoamérica se remonta al siglo XV con la llegada de los colonizadores españoles y portugueses. Ante la necesidad de mano de obra que reemplazara a los indígenas que habían muerto (asesinados o con enfermedades), se inició un tráfico de esclavos del occidente de África a Sur América y ellos trajeron consigo el cannabis. El consumo de cannabis fue realizado por algunas comunidades indígenas de la región las cuales consumían era tabaco, en ese momento empezó a cultivarse y a utilizarse en actividades recreativas y religiosas. (Castañeda, 2019)

En Colombia la literatura da cuenta de la llegada del cannabis en 1920 a través del océano Atlántico. En la ciudad de Barranquilla fue en donde la planta empezó a ser consumida (en su mayoría por clases marginadas), y primordialmente entre la población (marineros, prostitutas y estibadores) que estaba ubicada en los puertos o sus alrededores. En el siglo XIX y principios del XX ya se usaba en Colombia el cannabis, opiáceos y cocaína con fines medicinales. (Rivera, Nicolás Martínez, 2019)

En la década de 1920 el gobierno colombiano empezó a preocuparse por el consumo de esta sustancia, ya se contaba con una legislación contra el tráfico de drogas con la ley 11 de 1920 y los acuerdos de Shanghái y La Haya, y en el gobierno de Alfonso López Pumarejo (1934-1938) a través del código penal se sancionó el tráfico, el consumo y comercio de narcóticos. (Rivera, Nicolás Martínez, 2019)

En Colombia la entrada en vigor de la ley 1787 le ha abierto las puertas al negocio de la marihuana medicinal y varios países ven muy atractivo este al que ven como una futura potencia en producción de marihuana para uso medicinal. Sin embargo, en la década de los 60 y 70 Colombia fue el principal proveedor de cannabis en el mundo e introdujo mucho

dinero a través del narcotráfico, en un periodo conocido como la Bonanza Marimbera (Martinez, 2019).

## **4.2. Zonas Agroecológicas**

La zonificación agroecológica (ZAE), de acuerdo con los criterios de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), define las zonas en base a combinaciones de suelo, fisiografía y características climáticas. para el uso de tierras cada zona tiene una combinación similar de limitaciones y potencialidades, y se utiliza como punto de referencia para mejorar la situación existente de uso de tierras, para incrementar la producción o limitar la degradación de los recursos. (FAO , 2013)

En Colombia es importante resaltar que los cultivos de cannabis se encuentran ubicados en diferentes departamentos del país los cuales presentan diferentes características en suelos debido a estas diferencias es importante nombrar donde se encuentran ubicados los cultivos de cannabis en Colombia.

De acuerdo con el análisis de estas zonas agroecológicas se puede observar diferencias entre tres parámetros ambientales; esto teniendo en cuenta la zona a la pertenezca el proyecto o empresa, entre las más importantes se observa la luminosidad, humedad relativa y temperatura, las cuales se analizarán más a detalle a continuación.

### **4.2.1. Luminosidad**

De acuerdo con López, uno de los factores más esenciales para la planta es la luz, la intensidad, calidad y duración estarán asociadas en cada etapa de la planta es decir desde el crecimiento hasta la posterior floración de la planta para la obtención de los cannabinoides.

En el caso de la luminosidad se deben tener condiciones controladas para mejorar el tipo y cantidad de cannabinoides requeridos, al ser esta planta fotoperiódica, es decir que depende biológicamente a un cambio de proporciones de luz y oscuridad (FCA, s.f), se requerirán diferentes condiciones a lo largo del ciclo de vida, por ejemplo para el caso de la etapa de floración, es clave mantener 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad, sin embargo para la etapa de vegetativa (germinación de las semillas) se recomiendan 18 horas de luz y 6 de oscuridad.

En cuanto al espectro luminoso “Distribución de la energía irradiada desde una fuente luminosa, la cual viene ordenada por valores de longitud de onda; es particular la secuencia matizada por la descomposición de la luz, en los colores del arco iris, este fenómeno se produce cuando la luz solar se descompone pasando a través de un prisma refractor. (Construmatica, s.f.)” la planta requiere recibir condiciones similares a las encontradas en la naturaleza, lo cual básicamente es recibir luz azul durante el crecimiento, y luz roja durante la floración. (Nekwo Blog, 2018)

Por lo tanto, para cada etapa en el crecimiento de la planta se requieren condiciones específicas de luminosidad y espectros luminosos, y con el fin de controlar estos dos aspectos se pretende analizar únicamente los cultivos que tengan condiciones aislados en cultivos de interior.

#### **4.2.2. Humedad relativa y temperatura**

Otro factor que tiene gran incidencia en la planta es la humedad relativa (relación entre la presión parcial de vapor del aire y la presión máxima a la misma temperatura, (Royal queen seeds, 2016), la humedad hace referencia al vapor de agua que contiene el aire, pero este aire contiene una temperatura, esto es la humedad relativa, el vapor de agua presente en el aire a una temperatura determinada.

“El nivel de humedad relativa ideal difiere según la planta. Las plantas originarias de zonas calientes y tropicales están adaptadas a esas temperaturas, y crecen mejor con un nivel de humedad alto que las plantas de regiones frías o templadas.” (Canna connection , 2014)

Como en el caso de la luminosidad, el ciclo de la planta también requiere condiciones diferentes a lo largo del ciclo de vida de humedad relativa y temperatura, para el caso de los plantones y esquejes (Parte viva que se ha extraído de una planta), se requiere una humedad relativa entre 65% y un 80% una temperatura de 25 a 21 °C, para el caso de la fase vegetativa, se requiere de 55% y 70% y una temperatura de 22-28 , y para la floración se ciñe a un 40% a 50% y una temperatura de 20 a 26 °C , sin embargo para la última parte de la fase final de la floración se reduce a 30% a 40% con una temperatura de 18 a 24 °C. (Cannaconnection , 2020)

De acuerdo con las características específicas se determinó también necesario considerar únicamente cultivos interiores con el fin de validar esa información a través de las bases

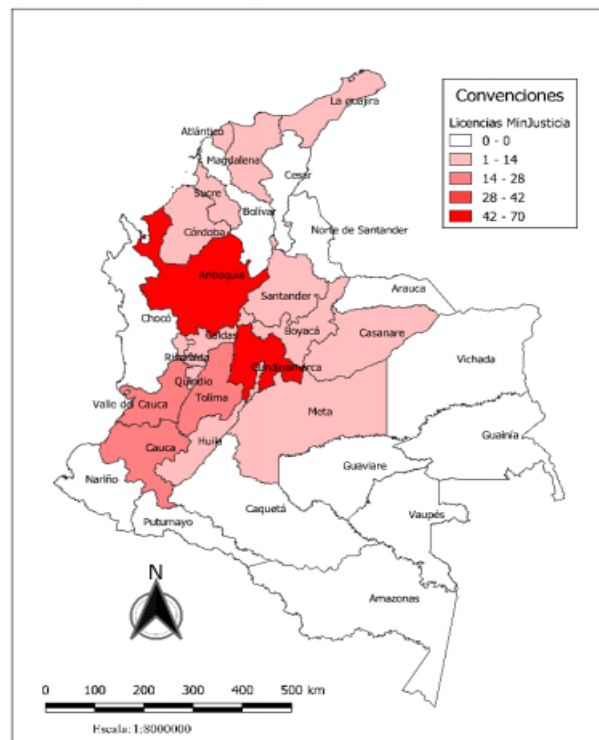
de datos existentes de las PEAS (Pruebas Evaluación Agronómica) proporcionadas por las empresas o proyectos en análisis.

### 4.3. Geografía de la industria del cannabis en Colombia.

Tras la aprobación de la ley 1787 de 2016 “acceso seguro e informado al uso médico y científico del cannabis y sus derivados en el territorio nacional Colombia” y el Decreto 613 de 2017 “Por el cual se reglamenta la Ley 1787 de 2016 y se subroga el Título 11 de la Parte 8 del Libro 2 del Decreto número 780 de 2016, en relación con el acceso seguro e informado al uso médico y científico del cannabis”, se ha dado interés de inversionistas locales e internacionales para participar en el sector, a través de solicitudes de licencias de cultivo, procesamiento y distribución.

Por el año 2019, las licencias otorgadas por el Ministerio de Justicia y del Derecho (MJD) se ubican principalmente en los departamentos de Cundinamarca (26,7%), Antioquia (17,2%), Valle del Cauca (9,2%) y Cauca (8,4%). (Fedesarrollo , 2019).

Figura 2 Distribución de las licencias aprobadas por departamento



Fuente. Ministerio de Justicia y el Derecho (2021).

La información municipal, muestra, sin embargo, un hecho interesante: la mayor parte de las licencias se ubican en municipios que hacen parte del Sistema de Ciudades o están situados relativamente cerca de ellos, y en municipios intermedios (en las categorías de ruralidad de la Misión de Transformación del Campo). En efecto, el 70% de las licencias hacen parte de estas dos categorías, mientras que las licencias otorgadas a municipios rurales o rurales dispersos sólo representan el 30% del total de las licencias. (Ramírez, 2019)

#### 4.4. Cultivo interior vs cultivo exterior

El cultivo interior se basa en reproducir en un entorno cerrado e iluminado por lámparas las condiciones medioambientales adecuadas para el crecimiento y desarrollo del cannabis (seeds, 2017) el cultivo exterior se realiza al aire libre.

La diferencia es muy grande de un cultivo interior a uno exterior, el cultivo interior demanda mayor cantidad de recursos, pero necesita menos horas de operación a comparación del cultivo exterior. En Colombia se puede combinar los dos modelos productivos, lo importante es que los cultivadores deben conocer las ventajas y desventajas que tiene cada uno para ser aprovechadas.

- **Cultivo exterior:**
  - Ventajas:
    - Con la latitud y climas de Colombia (disposición de hora luz) se pueden obtener muy buenos resultados.
    - Contar con una buena disposición hídrica y un país energético.
  - Desventaja:
    - La plagas y enfermedades, que por los diversos cultivos podría perjudicar la producción.
- **Cultivo interior:**
  - Ventajas:
    - Control de la luz, agua, nutrientes, humedad
    - Las proyecciones de las cosechas se pueden determinar con mayor exactitud.
    - Se reduce costos para control de plagas y enfermedades.
  - Desventajas:

- Inversión inicial es alta
- Se debe utilizar medios de calibración como: reguladores, plantas de energía, mantenimiento de equipos... etc.
- Es necesario contar con protocolos de sanidad para poder manipular las plantas, pues cualquier ingreso de patógeno puede ser vital.

#### **4.5. Situación actual y perspectivas de comercialización a nivel mundial**

Según Fedesarrollo los avances en legislación a nivel mundial han permitido que desde el año 2000 se generó un aumento considerable en materia de investigación para el cultivo de cannabis medicinal, es desde dicho año que se ha mostrado un auge en la producción aumentado en el período comprendido entre el 2000 y el 2017 de 1,4 toneladas a 406,1 (JIFE, 2018).

De acuerdo al informe presentado por la JIFE (Junta Internacional de Fiscalización de Estupeficientes) el primer productor de preparados farmacéuticos es el Reino Unido, esto teniendo en cuenta que para el año 2016 aportó el 45% de la producción mundial (JIFE, 2018) D Y esta misma producción para el año 2017 ascendió al 63%, es decir, 258,4 toneladas. (JIFE, 2018). Asimismo, es importante resaltar que este país a su vez es el principal exportador de productos derivados del cannabis medicinal, ocupando un volumen de 67,7% del volumen total de las exportaciones (JIFE, 2018) de este tipo de productos. Cabe agregar que Reino Unido es el productor de Sativex, un producto que es usado en más de 29 países incluyendo Colombia.

En segundo lugar, en países productores esta Canadá, el cual mantuvo para el año 2016 el 38,5% de la producción total, es decir 80,7 toneladas (JIFE,2018), sin embargo, para el año siguiente su contribución se redujo al 32,4% esto en vista el considerable aumento que tuvo Reino Unido para el mismo año.

Por otro lado, se tienen los países importadores, que para el mismo informe de la Junta Internacional de Fiscalización de Estupeficientes afirma que el principal importador es Estados Unidos con 56,6 toneladas lo que en porcentaje representa el 94,5% de las importaciones mundiales de estos productos, para el caso de otros países se observa diferencias sustanciales como Alemania con 2,6%, o Italia con 1,1% (JIFE, 2018).



## 5. MARCO CONTEXTUAL

### 5.1. Legalización de cannabis medicinal en Colombia

Teniendo en cuenta que la incursión del cannabis en territorio colombiano es relativamente reciente es necesario analizar la regulación colombiana con el fin de determinar las especificaciones finales del producto en base con las zonas agroecológicas estudiadas. El primer paso dado por el país en materia de legalización se realizó bajo la Ley 30 de 1986, la cual aprobó el Reglamento Nacional de Estupefacientes, el cual bajo su artículo tercero hablaba de la “producción, manufactura, exportación, importación, distribución, el comercio, uso y posesión de estupefacientes, así como el cultivo de las plantas que producen estas drogas, se limitará a fines médicos y científicos ”

Posteriormente, mediante la Resolución N ° 1478 de 2006, se expidió “el control, seguimiento y fiscalización de la importación, exportación, procesamiento, síntesis, fabricación, distribución, distribución, compra, venta, destrucción y uso de dichas sustancias y medicamentos”. Debido al problema del narcotráfico en Colombia, no fue hasta 2015 que el gobierno emitió el Decreto No. 2467 que permitía regular este proceso, permitiendo otorgar el primer lote de licencias de producción a cuatro empresas colombianas (Cannalivio, Pideka, Ecomedics y Econnabis), una empresa canadiense (Cannavida) y una empresa Colombo-canadiense (Pharmacielo).

En respuesta al auge y desarrollo del cannabis medicinal en los últimos años, en 2016 se promulgó la Ley N ° 1787 de 2016, que derogó el marco legal anterior y estableció un marco regulatorio para el uso del cannabis y sus derivados con fines médicos y científicos.

Además, también ha formulado las pautas de licencias y cuotas para el uso del cultivo de semillas, el cultivo de plantas, la fabricación de productos derivados del cáñamo y el proceso de distribución. El Decreto No. 613 de 2017 regula la diferencia entre cannabis no psicoactivo (productos que contienen menos del 1% de tetrahidrocannabinol (THC) y cannabis psicoactivo), regula la comercialización de semillas de investigación e incluye los beneficios y los cultivadores de cannabis medicinal.

En cuanto al proceso de transformación de la planta, el Ministerio de Salud dispuso los derechos de licencia que deben pagar las empresas que desarrollaron el proceso (Resolución No. 2891 de 2017), y formuló los reglamentos técnicos que deben cumplir, así

como la cantidad máxima de conversión autorizada y de Acuerdos de seguridad implementados por los sitios de investigación y procesamiento de cannabis (Resoluciones 2891 y 2892 de 2017, respectivamente). Por otro lado, las Resoluciones 577 y 578 emitidas por el Ministerio de Justicia de 2017 formularon lineamientos técnicos y de seguimiento relacionados con la licencia de cultivo y uso de semillas de cannabis psicoactivo y no psicoactivo.

En cuanto al régimen de vigilancia, control y sanción, la normativa establece que para cultivar cannabis medicinal en Colombia es preciso solicitar un cupo ante el Ministerio de Justicia y del Derecho, pero si la licencia que se solicita busca generar derivados del cannabis, es preciso solicitar la licencia ante el Ministerio de Salud y Bienestar Social. Sin embargo, existen cuatro tipos de licencias, la primera, la que concierne a la licencia de uso de semillas para siembra, la segunda la licencia de cultivo de plantas de cannabis no psicoactivo, la tercera la licencia de cultivo de plantas de cannabis psicoactivo y la cuarta la licencia de fabricación de derivados de cannabis.

Para las licencias de cultivo de plantas de cannabis psicoactivo y la cuarta la licencia de fabricación de derivados de cannabis, también intervienen entidades como el Fondo Nacional de Estupefacientes, el INVIMA, y la DIAN, este último como una entidad reguladora de las importaciones y las exportaciones de cannabis mediante la plataforma Mecanismo de Información para el Cannabis - MICC- (Ministerio de Justicia y del Derecho, 2021).

En general a partir de la información dada por las empresas y/o proyectos que tengan licencia y de las cuales se tenga acceso se realizará la investigación.

## 6. DISEÑO METODOLÓGICO

### 6.1. Tipo de investigación

#### Investigación econométrica

Este tipo de investigación busca mediante el uso de herramientas estadísticas generar correlaciones que permitan analizar impactos o diferencias en un conjunto de datos. Desde una perspectiva de la economía, la econometría resulta ser una herramienta empírica que le permite comprobar sus modelos construidos a partir de variables endógenas y exógenas.

Así pues, este es un método que analiza datos desde una perspectiva general caminando hacia lo específico, generando la posibilidad de sustentar los resultados a partir de la estadística que está constantemente soportando cada resultado. A partir del siglo XIX, surge la tendencia a volver la economía una ciencia a la que se le pudiera aplicar el método científico con el objetivo de cuantificar todas las causas sociales (Portillo, 2006).

El termino econometría etimológicamente hablando, significa “medición económica” y reafirma esa tendencia de transformar los hechos sociales en datos cuantificables (Portillo, 2006). En ese orden de ideas, la econometría “consiste en la aplicación de la Estadística Matemática a la información económica para dar soporte empírico a los modelos construidos por la Economía Matemática y obtener resultados cuantitativos” (Portillo, 2006, pág. 3).

Este enfoque, cuenta con cuatro etapas para generar su procedimiento:

*“(1) Formulación del modelo econométrico basado en el modelo económico subyacente, de manera que sea verificable empíricamente, pudiendo adoptar diversas formas funcionales; (2) Estimación de sus parámetros desconocidos a partir de los datos; (3) Contrastación de hipótesis mediante métodos econométricos de inferencia; y (4) Uso de los resultados del modelo con fines analíticos, predictivos o de evaluación de políticas, tanto económicas como empresariales”* (Portillo, 2006, pág. 8).

#### Diseño metodológico de la investigación

El diseño de esta investigación es de tipo econométrico, ya que el objeto de esta investigación es generar un diagnóstico de las zonas agroecológicas para la producción del cannabis según las variables de humedad relativa, temperatura, luminosidad y

ubicación geográfica, con el objetivo de conocer las zonas más pertinentes para la producción de cannabis medicinal en los municipios de Palomino, Nemocón, Armero, Funza, Caicedonia y Sutamarchán.

Para el desarrollo de esta investigación, se partirá de un tipo de indagación cuantitativa mediante el uso de la construcción de un modelo econométrico que permita a través de una regresión lineal, una interacción de las variables endógenas de humedad relativa, luminosidad, ubicación geográfica y la variable exógena de la cantidad del rendimiento de la biomasa de la hoja del cannabis.

Para lograr esta correlación, se utilizarán como fuentes primarias de investigación la información contenida en las Pruebas de Evaluación Agronómicas de cada uno de los municipios a estudiar. Otra fuente primaria de investigación estará contenida en los datos brindados por las estaciones meteorológicas establecidas en cada una de las zonas agroecológicas seleccionadas para esta investigación.

Como fuentes secundarias se utilizarán datos climatológicos de las zonas agroecológicas a analizar obtenidos del El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y del Instituto Geológico Agustín Codazzi (IGAC), ya que pueden proporcionar datos importantes sobre la temperatura y humedad relativa a lo largo del año de los municipios objeto de esta investigación.

Finalmente, Las fuentes primarias y secundarias para la investigación serán recolectadas y analizadas mediante el paquete estadístico STATA, el cual permite generar regresiones econométricas a partir de los datos recolectados por las estaciones meteorológicas y las Pruebas de evaluación Agronómicas de los municipios, los datos obtenidos por el IDEAM y el Instituto Geológico Agustín Codazzi (IGAC) a partir del diseño del modelo econométrico a analizar.

## **6.2. Recolección de la información**

De acuerdo con los parámetros expuestos en la Resolución ICA 3168 de 2015 y Protocolo para la ejecución de Pruebas de evaluación agronómica de genotipos de Cannabis si se evaluaron veintisiete (27) genotipos de cannabis informados como fuente semillera, siguiendo el protocolo de Pruebas de Evaluación Agronómica-PEA de Cannabis desarrollado por el ICA. La evaluación se llevó a cabo en tres Subregiones Naturales como se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 1 Cultivos a comparar dependiendo la subregión natural

Código de subregión	Sub región Natural	Municipio	Departamento	Modalidad de siembra	Quimio tipos evaluados	No. de variedades evaluadas CBD	No. de variedades evaluadas THC
<b>AC1800</b>	Andina con alturas mayores a 1800 m.s.n.m.	Funza	Cundinamarca	Cultivo bajo invernadero	THC - CBD	3	7
<b>CG0001</b>	Caribe	Palomino	La Guajira	Cultivo bajo invernadero	THC - CBD	3	7
<b>AC2200</b>	Andina con alturas mayores a 2200 m.s.n.m.	Nemocón	Cundinamarca	Cultivo bajo invernadero	THC - CBD	7	10
<b>VI0002</b>	Valles interandinos	Armero Guayabal	Tolima	Cultivo bajo invernadero	THC - CBD	5	0
<b>AC1200</b>	Andina con alturas menores a 1800 m.s.n.m.	Caicedonia	Valle del Cauca	Cultivo bajo invernadero	THC - CBD	5	0
<b>AC1800</b>	Andina con alturas mayores a 1800 m.s.n.m.	Sutamarchán	Boyacá	Cultivo bajo invernadero	THC - CBD	5	4

Fuente. Elaboración propia.

Para el desarrollo de la prueba se tuvieron en cuenta variables cuantitativas como el fotoperiodo, densidad de siembra, Temperatura (promedio, máxima y mínima), humedad relativa (promedio, máxima y mínima) días a cosecha, y rendimientos de cannabinoides (principalmente THC y CBD). El consolidado de esta información se puede encontrar en la [¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..](#)

Tabla 2 Base de datos - variedades cualitativas evaluadas

Variedades	Subregión evaluada	Fotoperiodo Floración	Densidad de siembra (N.Plantas/m2)	T° promedio	T° Max	T° Min	HR promedio	HR Max	HR Min	Días a cosecha	Rendimiento Cannabinoides	
											CBD	THC
<b>NPS1</b>	AC1800	12 horas de luz	4	25	35	15	52	100	30	91	14.92	0.64
<b>NPS2</b>	AC1800	12 horas de luz	4	25	35	15	52	100	30	91	15.48	0.61
<b>NPS3</b>	AC1800	12 horas de luz	4	25	35	15	52	100	30	92	16.03	0.62
<b>NPS1</b>	CG0001	12 horas de luz	4	30.95	39.4	22.5	75.6	98.4	50.6	86	17.48	0.69
<b>NPS2</b>	CG0001	12 horas de luz	4	30.95	39.4	22.5	75.6	98.4	50.6	83	17.74	0.67
<b>NPS3</b>	CG0001	12 horas de luz	4	30.95	39.4	22.5	75.6	98.4	50.6	84	21.33	0.84
<b>NPS4</b>	AC2200	12 horas de luz	3	20.15	48.18	4.54	82.13	100	29.1	99	10.6	0.48
<b>NPS5</b>	AC2200	12 horas de luz	3	20.15	48.18	4.54	82.13	100	29.1	99	10.59	0.38
<b>NPS6</b>	AC2200	12 horas de luz	3	20.15	48.18	4.54	82.13	100	29.1	99	10.72	0.48
<b>NPS7</b>	AC2200	12 horas de luz	3	20.15	48.18	4.54	82.13	100	29.1	99	7.91	0.37
<b>NPS8</b>	AC2200	12 horas de luz	3	20.15	48.18	4.54	82.13	100	29.1	99	10.69	0.46

Variedades	Subregión evaluada	Fotoperiodo Floración	Densidad de siembra (N.Plantas/m2)	T° promedio	T° Max	T° Min	HR promedio	HR Max	HR Min	Días a cosecha	Rendimiento Cannabinoides	
											CBD	THC
<b>NPS9</b>	AC2200	12 horas de luz	3	20.15	48.18	4.54	82.13	100	29.1	99	10.68	0.47
<b>NPS10</b>	AC2200	12 horas de luz	3	20.15	48.18	4.54	82.13	100	29.1	99	7.78	0.36
<b>PS1</b>	AC1800	12 horas de luz	4	25	35	15	52	100	30	98	0	22.58
<b>PS2</b>	AC1800	12 horas de luz	4	25	35	15	52	100	30	98	0	16.45
<b>PS3</b>	AC1800	12 horas de luz	4	25	35	15	52	100	30	99	0	13.13
<b>PS4</b>	AC1800	12 horas de luz	4	25	35	15	52	100	30	97	0	23.09
<b>PS5</b>	AC1800	12 horas de luz	4	25	35	15	52	100	30	98	0	16.16
<b>PS6</b>	AC1800	12 horas de luz	4	25	35	15	52	100	30	97	0	19.43
<b>PS7</b>	AC1800	12 horas de luz	4	25	35	15	52	100	30	98	0	20.4
<b>PS1</b>	CG0001	12 horas de luz	4	30.95	39.4	22.5	75.6	98.4	50.6	87	0	24.38
<b>PS2</b>	CG0001	12 horas de luz	4	30.95	39.4	22.5	75.6	98.4	50.6	86	0	19.3



Variedades	Subregión evaluada	Fotoperiodo Floración	Densidad de siembra (N.Plantas/m2)	T° promedio	T° Max	T° Min	HR promedio	HR Max	HR Min	Días a cosecha	Rendimiento Cannabinoides	
											CBD	THC
<b>PS3</b>	CG0001	12 horas de luz	4	30.95	39.4	22.5	75.6	98.4	50.6	85	0	14.93
<b>PS4</b>	CG0001	12 horas de luz	4	30.95	39.4	22.5	75.6	98.4	50.6	84	0	18.73
<b>PS5</b>	CG0001	12 horas de luz	4	30.95	39.4	22.5	75.6	98.4	50.6	87	0	15.61
<b>PS6</b>	CG0001	12 horas de luz	4	30.95	39.4	22.5	75.6	98.4	50.6	83	0	17.52
<b>PS7</b>	CG0001	12 horas de luz	4	30.95	39.4	22.5	75.6	98.4	50.6	85	0	21.72
<b>PS8</b>	AC2200	12 horas de luz	2.5	13.56	24.9	3.7	82.13	100	29.1	90	0.53	15.3
<b>PS9</b>	AC2200	12 horas de luz	2.5	13.56	24.9	3.7	82.13	100	29.1	90	0.513	11.9
<b>PS10</b>	AC2200	12 horas de luz	2.5	13.56	24.9	3.7	82.13	100	29.1	90	0.469	12.1
<b>PS11</b>	AC2200	12 horas de luz	2.5	13.56	24.9	3.7	82.13	100	29.1	90	0.511	9.8
<b>PS12</b>	AC2200	12 horas de luz	2.5	13.56	24.9	3.7	82.13	100	29.1	90	0.518	11.8
<b>PS13</b>	AC2200	12 horas de luz	2.5	13.56	24.9	3.7	82.13	100	29.1	90	0.516	16.9

Variedades	Subregión evaluada	Fotoperiodo Floración	Densidad de siembra (N.Plantas/m2)	T°	T°	T°	HR	HR	HR	Días a cosecha	Rendimiento Cannabinoides	
				promedio	Max	Min	promedio	Max	Min		CBD	THC
<b>PS14</b>	AC2200	12 horas de luz	2.5	13.56	24.9	3.7	82.13	100	29.1	90	0.511	15.7
<b>PS15</b>	AC2200	12 horas de luz	2.5	13.56	24.9	3.7	82.13	100	29.1	90	0.515	20.2
<b>PS16</b>	AC2200	12 horas de luz	2.5	13.56	24.9	3.7	82.13	100	29.1	90	0.513	15.5
<b>PS17</b>	AC2200	12 horas de luz	2.5	13.56	24.9	3.7	82.13	100	29.1	90	0.505	14.2
<b>V1</b>	VI0002	12 horas de luz	4	29,35	35.1	23.6	69,7	90.5	48.9	85	8.71	0.2
<b>V2</b>	VI0002	12 horas de luz	4	30.95	39.4	22.5	69,7	90.5	48.9	85	8.74	0.2
<b>V3</b>	VI0002	12 horas de luz	4	30.95	39.4	22.5	69,7	90.5	48.9	85	7.41	0.2
<b>V4</b>	VI0002	12 horas de luz	4	30.95	39.4	22.5	69,7	90.5	48.9	85	6.82	0.2
<b>V5</b>	VI0002	12 horas de luz	4	30.95	39.4	22.5	69,7	90.5	48.9	85	6.17	0.2
<b>V1</b>	AC1200	12 horas de luz	4	23,35	28.5	18.2	62.7	82.5	42.9	85	18.78	0.2
<b>V2</b>	AC1200	12 horas de luz	4	23,35	28.5	18.2	62.7	82.5	42.9	85	16.14	0.2

Variedades	Subregión evaluada	Fotoperiodo Floración	Densidad de siembra (N.Plantas/m2)	T° promedio	T° Max	T° Min	HR promedio	HR Max	HR Min	Días a cosecha	Rendimiento Cannabinoides	
											CBD	THC
V3	AC1200	12 horas de luz	4	23,35	28.5	18.2	62.7	82.5	42.9	85	9.9	0.2
V4	AC1200	12 horas de luz	4	23,35	28.5	18.2	62.7	82.5	42.9	85	15.5	0.2
V5	AC1200	12 horas de luz	4	23,35	28.5	18.2	62.7	82.5	42.9	85	12.57	0.2
106	AC1800	12 horas de luz	4	18	28.1	7.9	51.45	90.2	12.7	98	0.2	20.01
118	AC1800	12 horas de luz	4	18	28.1	7.9	51.45	90.2	12.7	98	0.1	18.21
122	AC1800	12 horas de luz	4	18	28.1	7.9	51.45	90.2	12.7	98	8.31	4.31
133	AC1800	12 horas de luz	4	18	28.1	7.9	51.45	90.2	12.7	98	0.1	17.88
142	AC1800	12 horas de luz	4	18	28.1	7.9	51.45	90.2	12.7	98	9.85	0.1
145	AC1800	12 horas de luz	4	18	28.1	7.9	51.45	90.2	12.7	98	0.3	17.43
146	AC1800	12 horas de luz	4	18	28.1	7.9	51.45	90.2	12.7	98	12.45	0,32
152	AC1800	12 horas de luz	4	18	28.1	7.9	51.45	90.2	12.7	98	15.96	0.4

Variedades	Subregión evaluada	Fotoperiodo Floración	Densidad de siembra (N.Plantas/m2)	T°			HR			Días a cosecha	Rendimiento Cannabinoides	
				promedio	Max	Min	promedio	Max	Min		CBD	THC
153	AC1800	12 horas de luz	4	18	28.1	7.9	51.45	90.2	12.7	98	14.65	0.39

Fuente. Elaboración propia

## 7. RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO

### 7.1 Análisis de la Muestra

En esta primera parte del análisis, se desarrollará una interpretación estadística según el número de muestras con el fin de identificar y conocer las variables que se analizarán en el siguiente estudio.

Figura 3 Sub regiones analizadas

Subregion evaluada_núm	Freq.	Percent	Cum.
Funza	10	17.86	17.86
Palomino	10	17.86	35.71
Nemocón	17	30.36	66.07
Armero-Guayabal	5	8.93	75.00
Caicedonia	5	8.93	83.93
Sutamarchán	9	16.07	100.00
Total	56	100.00	

Fuente. Elaboración propia

En la tabla anterior se evidencian los porcentajes y el número de muestras de plantas de Cábnnabis en las diferentes zonas agroecológicas a estudiar. En el municipio de Funza hay 10 muestras que representan el 17%, en el municipio de palomino hay 10 muestras que representan otro 17%, en el municipio de Nemocón hay 17 muestras que representan el 30%, en los municipios de Armero- Guayabal hay 5 muestras que representan el 8.93%, en el municipio de Caicedonia hay 5 muestras que representan el 8.93% y finalmente, en el municipio de Sutamarchán se encuentran 9 muestras que representan el 16.07%. Esto evidencia que el total de las 56 muestras representan el 100% de las muestras a analizar en este estudio.

### 7.2. Resultados de la comparación de las variedades de las zonas agroecológicas de la región andina y el caribe colombiano.

Al observar el porcentaje de la correlación de las variables a analizar, se puedo evidenciar que en el primer modelo corresponde al análisis de las variables de las muestras con mayor porcentaje de CBD corresponde al cultivo en Funza, Cundinamarca ubicada en la zona

agroecológica Andina con alturas mayores a 1800 m.s.n.m, aquellas muestras contaron con temperaturas promedio de 25° centígrados de temperatura y una humedad relativa promedio de 52% durante su proceso productivo. En la figura 4 se puede evidenciar que existe una mayor correlación entre las variables de rendimiento de CBD frente a la zona agroecológica de Funza con un 23% de correlación; un 88% de correlación entre la variable del rendimiento de THC y si el tipo de planta si es psicoactiva.

Figura 4 Rendimientos Funza

	Funza	Rendim~C	si_psi~a	T°prom~o	HRprom~o	Diasac~a
Funza	1.0000					
Rendimient~C	0.2394	1.0000				
si_psioc~a	0.1865	0.8821	1.0000			
T°promedio	0.1781	-0.0793	-0.2013	1.0000		
HRpromedio	-0.5766	-0.0412	0.0605	-0.1212	1.0000	
Díasacosecha	0.3339	0.0743	0.0424	-0.4836	-0.3596	1.0000

Fuente. Elaboración propia

Frente al análisis de correlación de la zona agroecológica ubicada en Palomino a nivel del mar en la zona del caribe, se evidencia que las variables de temperatura promedio es de un 62% de correlación; la Humedad Relativa promedio de un 28% de correlación y un 88% de correlación frente a la variable del porcentaje de THC en las plantas. Estas variables pueden estar correlacionadas debido a que la zona agroecológica de Palomino al estar a nivel del mar recibe una temperatura promedio mayor que la de la zona agroecológica de Funza con 30° grados de temperatura promedio y una humedad relativa promedio de 75,6%.

La enfermedad Botrytis cinérea en cultivo de cánnabis es una gran limitante en el desarrollo del cultivo e infiere en la producción., “requiere una humedad relativa mínima requerida por el hongo para su germinación es del 93 %, aunque este factor no es necesario si la planta se encuentra humedad. Además, en el proceso de germinación, las esporas de Botrytis cinérea necesitan solo 20 horas a una temperatura de 25°C y 30 horas a 10 °C.

Para el caso específico del control, en la presencia y la diseminación de Botrytis cinérea, la primera línea de defensa es el manejo de las condiciones ambientales, como son: el mantenimiento de una humedad relativa menor del 75% y manteniendo una temperatura promedio de 15 °C ya que esta contribuye a la inhibición de la germinación de esporas de este patógeno.” (Garces de Granada, 1999)

Figura 5 Rendimientos Palomino

	Rendim~C Palomino	T°prom~o	HRprom~o	si_psi~a
Rendimient~C	1.0000			
Palomino	0.2463	1.0000		
T°promedio	-0.0793	0.6277	1.0000	
HRpromedio	-0.0412	0.2842	-0.1212	1.0000
si_psioc~a	0.8821	0.1865	-0.2013	0.0605

Fuente. Elaboración propia

Al realizar una comparación entre las variables que inciden sobre la zona agroecológica de Funza y Palomino, mediante la comparación de dos modelos (Funza M1 y Palomino M2) se evidencia que la temperatura promedio de Funza genera una mayor productividad de THC en las plantas que en la zona agroecológica del caribe colombiano, también que la humedad relativa promedio afecta el rendimiento de THC en las dos zonas agroecológicas, siendo en mayor medida afectada la zona de Palomino.

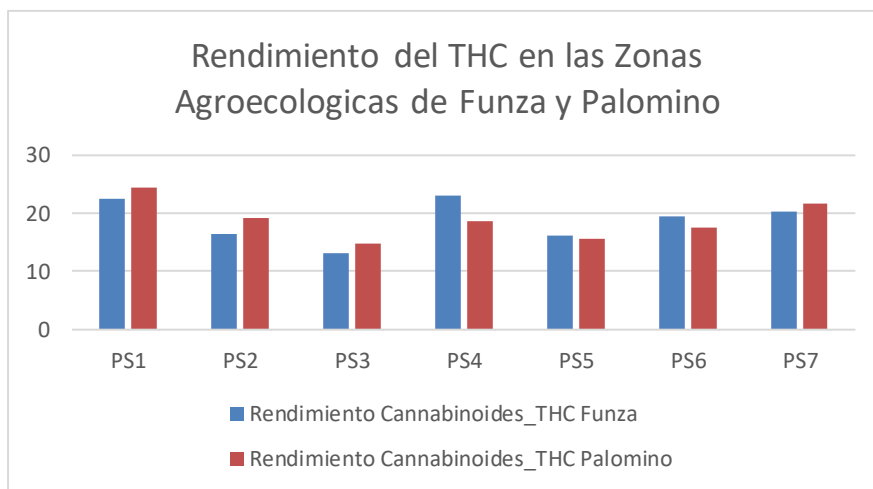
Figura 6 Rendimientos Funza- Palomino

Variable	M1	M2
Funza	.19430429	
T°promedio	.12907613	.01348433
HRpromedio	-.05443454	-.08515311
si_psioc~a	15.741758	15.161273
Palomino		2.5806784
_cons	1.7011581	6.2656649

Fuente. Elaboración propia

En la figura 7, se evidencia de una manera más clara la incidencia de las variables de Temperatura Promedio y Humedad Relativa en la productividad del THC en las plantas. Así como se evidencia en la tabla de correlaciones para la zona agroecológica del Caribe, las variables de temperatura, y humedad relativa en la zona de Palomino evidencia grandes semejanzas a nivel productivo frente a la zona agroecológica de la zona andina. Sin embargo, la zona del caribe, al tener una mayor luminosidad y condiciones de temperatura favorable para el desarrollo de las plantas y su productividad de THC, no se obtienen mayores rendimientos frente a la productividad del THC en la región Andina, tal y como se evidencia en el siguiente gráfico.

Figura 7 Rendimiento del THC en las zonas de Funza y Palomino

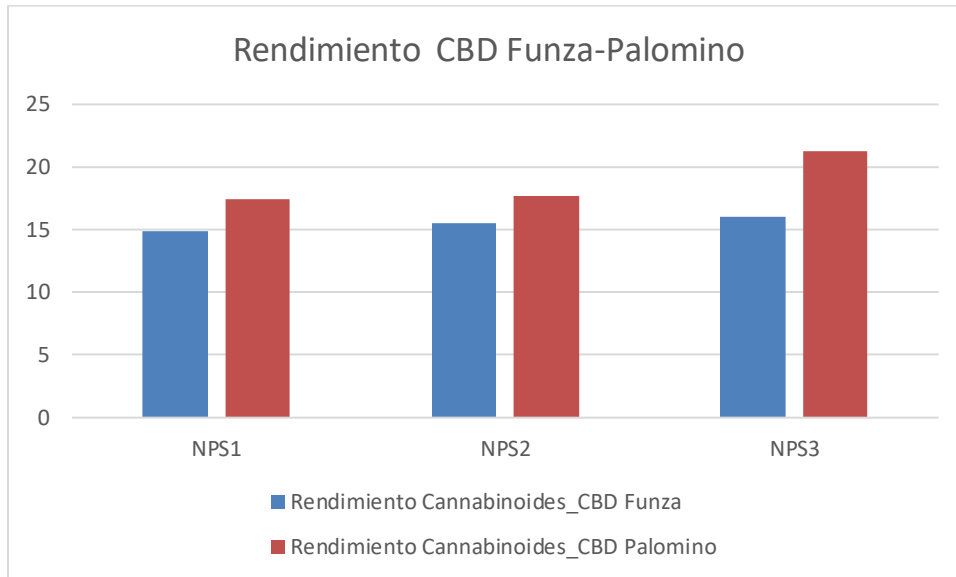


Fuente. Elaboración propia

En cuanto al análisis del porcentaje de CBD según los tipos de plantas, se evidenció un mejor rendimiento de las plantas ubicadas en la zona agroecológica del caribe generando rendimientos de entre 16% y 22% de CBD por planta. Esto evidencia que las especies no psicoactivas de plantas de cannabis se adaptan mejor a las condiciones agroecológicas del caribe, respondiendo mejor a los altos porcentajes de humedad relativa.



Figura 8 Rendimiento CBD Funza y Palomino



Fuente. Elaboración propia

Para concluir, el estudio sobre la comparación de las zonas agroecológicas de la región andina y del caribe, arroja resultados importantes sobre la adaptación de las variedades NPS1, NPS2, NPS3 en cuanto al rendimiento del CBD en la zona agroecológica del caribe. Sin embargo, también se evidencia que estas variedades no tienen un rendimiento tan significativo en cuanto al THC producido en la zona andina, siendo esta más productiva en condiciones menos favorables en cuestión de luminosidad y temperatura.

En cuanto al análisis de las zonas agroecológicas relacionadas con los municipios de Armero – Guayabal y Caicedonia, tras realizar una correlación de variables en cuanto al modelo que busca identificar el comportamiento de las variedades de plantas de cannabis más eficientes en la producción de CBD, se evidencia una alta correlación entre las variables de las plantas con un alto nivel de CBD con relación a la zona agroecológica con un 85% de correlación. En otra observación se evidencia la correlación entre el rendimiento productivo de CBD en la planta con un 31% de correlación. También se evidenció una alta correlación de las variables de temperatura promedio y la variable de la zona agroecológica de armero contando con un 40% de correlación.

Figura 9 Correlación variables Armero

	no_psi~a	Armero~l	T°prom~o	HRprom~o	Rendim~D
no_psi~a	1.0000				
ArmeroGuay~l	0.3131	1.0000			
T°promedio	0.2013	0.4053	1.0000		
HRpromedio	-0.0605	0.0463	-0.1212	1.0000	
Rendimient~D	0.8522	0.0622	0.1843	-0.1143	1.0000

Fuente. Elaboración propia

Lo anterior, indica que la variable que más se correlaciona en el rendimiento de CBD en la zona agroecológica de Armero – Guayabal es la temperatura promedio. A diferencia de la comparación entre las zonas agroecológicas de Funza y Palomino, la zona agroecológica de Armero- Guayabal presenta mejores indicadores frente al comportamiento de la humedad relativa, ya que al encontrarse a 1.400 m.s.n.m presenta menos porcentajes de humedad relativa. Según el IDEAM, en la zona de los valles interandinos de la cuenca del río Magdalena que es a donde pertenece esta zona agroecológica, se evidencia una temporada más seca de principios de año y más lluviosa a final de año, siendo un 20% más baja la humedad relativa que en la zona agroecológica del Caribe.

Figura 10 Correlación de datos Caicedonia

	no_psi~a	Caiced~a	T°prom~o	HRprom~o	Rendim~D
no_psi~a	1.0000				
Caicedonia	0.3131	1.0000			
T°promedio	0.2013	0.0358	1.0000		
HRpromedio	-0.0605	-0.1251	-0.1212	1.0000	
Rendimient~D	0.8522	0.3908	0.1843	-0.1143	1.0000

Fuente. Elaboración propia

Con respecto a la correlación de variables de la zona agroecológica del municipio de Caicedonia, se evidencia que las variables de temperatura promedio y la variedad de la planta con altos porcentajes de CBD tienen una correlación de 85%, mientras que las variables de la zona agroecológica y el rendimiento tienen una correlación del 39%. También se puede evidenciar que la temperatura es una variable incidente en el rendimiento de las plantas de variedades que producen un alto porcentaje de CBD.

Si se comparan los dos modelos analizados a partir de una regresión econométrica frente a las mismas variables, se evidencian mejores resultados del rendimiento en los porcentajes de CBD en la zona agroecológica de Caicedonia. Debido a que la variable dependiente es el rendimiento de CBD de las plantas, se evidencian signos negativos en la productividad las especies manejadas de Armero- Guayabal, aspecto que contrasta en la zona agroecológica de Caicedonia donde se evidencia un mejor comportamiento del rendimiento de las especies que producen CBD.

Figura 11 Análisis Armero y Caicedonia

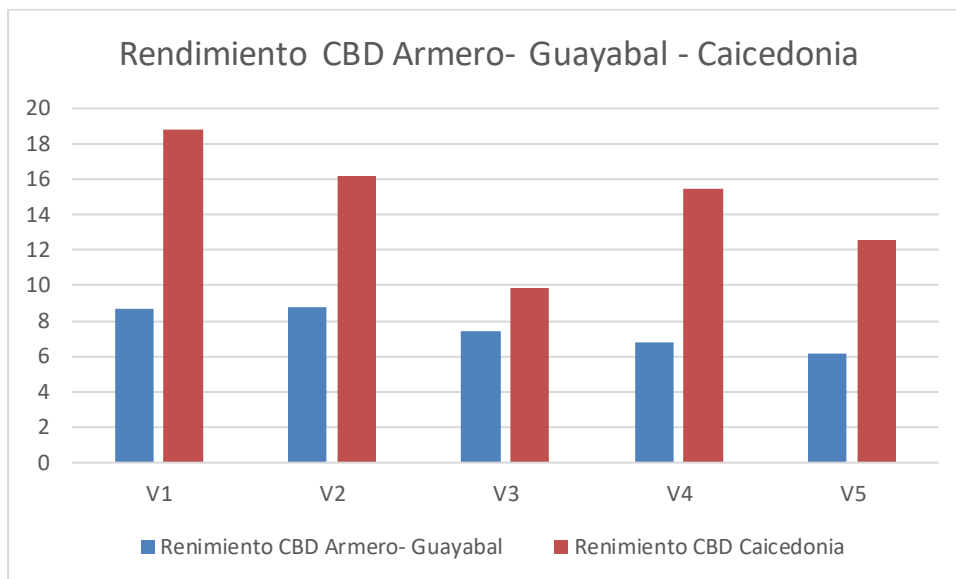
Variable	M3	M4
ArmeroGuay~1	-.1034491	
T°promedio	.18922024	.1786169
HRpromedio	-.04851861	-.02447326
Caicedonia		8.8743506
_cons	5.2593805	3.0674181

Fuente. Elaboración propia

En el siguiente gráfico de barras, se evidencia la diferencia en cuanto al rendimiento de los porcentajes del CBD entre las dos zonas agroecológicas analizadas, siendo muy superior la producción en la zona agroecológica de Caicedonia la cual se encuentra ubicada en alturas menores a 1800 m.s.n.m en la región andina, una humedad relativa de 62% y una temperatura promedio de 23°.

Esto indica que las variedades V1, V2, V3,V4 y V5 tienen una producción mayor de CBD en alturas menores a los 1800 m.s.n.m en la región andina, ya que el comportamiento del clima con una humedad relativa media de 62% y una temperatura que oscila entre los 28° y los 18° resulta determinante para la producción del CBD.

Figura 12 Rendimiento CBD Armero- Guayabal- Caicedonia



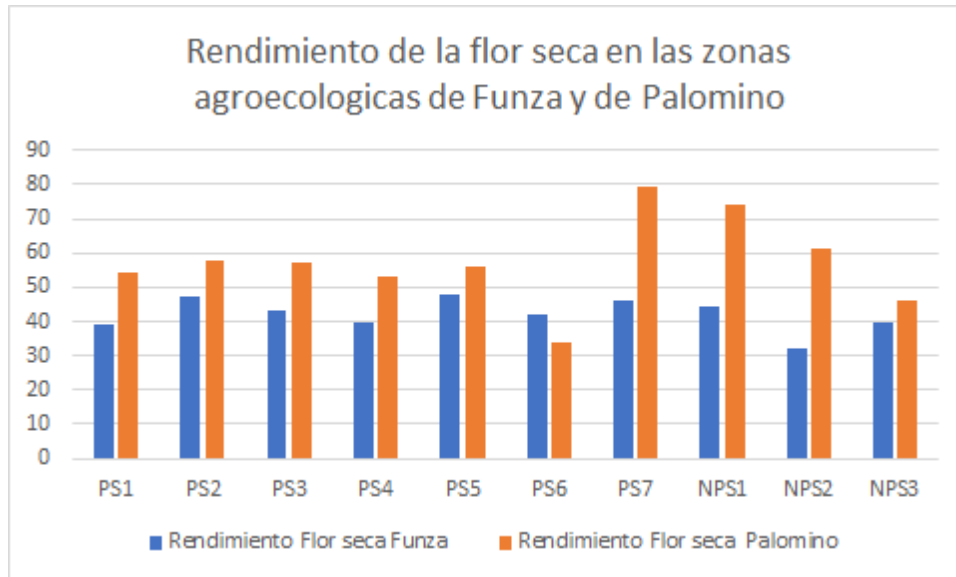
Fuente. Elaboración propia.

### 7.3. Comparación de las zonas agroecológicas según la producción de hoja seca

La producción de flor seca de cannabis es uno de los productos más importantes y rentables de la industria del cannabis, ya que representa más del 50% del mercado del cannabis y es el producto más recetado por los médicos a los pacientes. Por esta razón es importante hacer un análisis comparativo de las zonas agroecológicas anteriormente analizadas en cuanto a la producción de THC y CBD.

Al analizar la diferencia entre las zonas agroecológicas de Funza y Palomino, se evidencia que la zona agroecológica del caribe obtiene una mayor cantidad de gramaje en cuanto a flor seca, con la excepción de la variedad PS6, la cual es superada en gramaje bajo su desarrollo en zonas agroecológicas andinas con menor temperatura y menor humedad relativa.

Figura 13 Rendimiento flor seca en Funza y Palomino

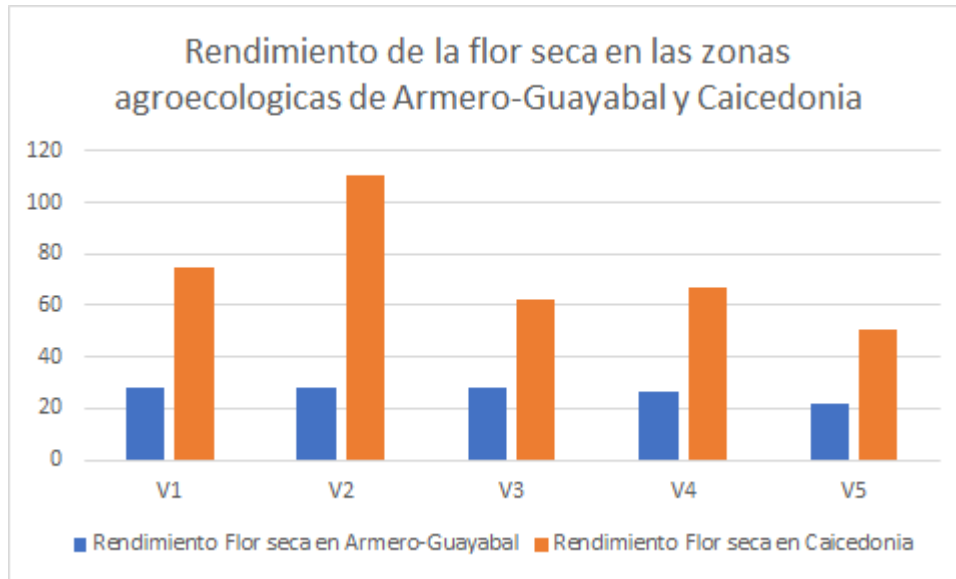


Fuente. Elaboración propia.

Otro elemento que se evidencia en el análisis de las variedades es que las plantas de cannabis que producen un mayor porcentaje de CBD tienen una tendencia a producir más biomasa o flor seca en la zona agroecológica del caribe, tal y como se observa en las variedades NPS1, NPS2, NPS3. Este factor puede deberse a que la luminosidad de las variedades cultivadas en la zona agroecológica del caribe puede recibir una mayor cantidad de luminosidad que las variedades cultivadas en la zona agroecológica de los andes y por tanto genera una mayor producción de biomasa.

En cuanto a las otras zonas agroecológicas a comparar (Valles Inter andinos y Zonas andinas con alturas menores a 1800 m.s.n.m), se evidencian importantes diferencias entre las variedades según las condiciones agroecológicas, siendo mayor medida productoras de biomasa las plantas cultivadas en Caicedonia. El mayor gramaje de biomasa, tal y como se evidencia en la gráfica, es producido por las variedades V1 y V2, las cuales presentan una mejor adaptación a las condiciones agroecológicas de Caicedonia.

Figura 14 Rendimiento de la flor seca en Armero, Guayabal y Caicedonia



Fuente. Elaboración propia.

En conclusión, resulta evidente que las diferentes variedades tienen un mayor rendimiento en cuanto a la producción de biomasa según las condiciones agroecológicas, ya que las variedades cultivadas en la zona agroecológica del caribe y las cultivadas en la zona agroecológica en las zonas andinas menores a los 1800 m.s.n.m, que corresponden a las variedades cultivadas en Palomino y Caicedonia resultan más productivas en cuanto a biomasa con respecto a las plantas cultivadas en Funza y Armero-Guayabal, siendo estas últimas con características similares en materia de zonas agroecológicas.

## 8. CONCLUSIONES

Comparando las zonas agroecológicas donde se encuentran los municipios de Palomino y Funza se puede evidenciar que la temperatura promedio de Funza genera una mayor productividad de THC en las plantas que en la zona agroecológica del caribe colombiano. Los municipios de Funza y Palomino analizados respecto a la variable humedad relativa promedio se puede concluir que la humedad relativa afecta el rendimiento de THC en las dos zonas agroecológicas, siendo en mayor medida afectada la zona de Palomino esto se debe que al presentar mayor humedad relativa ahí más incidencia y severidad en la presencia de enfermedades al cultivo.

La zona agroecológica del caribe es favorable para el cultivo de cannabis si se quiere obtener buenos porcentajes de THC, por tener una mayor luminosidad y condiciones de temperatura favorable para el desarrollo de las plantas, pero se debe tener en cuenta que debido a su humedad relativa alta se recomienda realizar manejos preventivos para el control fitosanitario del cultivo con el fin de obtener alta productividad.

Las variedades de cannabis no psicoactivas presentaron una excelente adaptabilidad a la presencia de humedad relativa alta obteniendo porcentajes de CBD que oscilan entre 16% y el 22%.

El estudio sobre la comparación de las zonas agroecológicas de la región andina y del caribe, arroja resultados importantes sobre la adaptación de las variedades NPS1, NPS2, NPS3 en cuanto al rendimiento del CBD en la zona agroecológica del caribe. Sin embargo, también se evidencia que estas variedades no tienen un rendimiento tan significativo en cuanto al THC producido en la zona andina, siendo esta más productiva en condiciones menos favorables en cuestión de luminosidad y temperatura.

La variable que más se correlaciona en el rendimiento de CBD en la zona agroecológica de Armero – Guayabal es la temperatura promedio. A diferencia de la comparación entre las zonas agroecológicas de Funza y Palomino, la zona agroecológica de Armero-Guayabal presenta mejores indicadores frente al comportamiento de la humedad relativa, ya que al encontrarse a 1.400 m.s.n.m presenta menos porcentajes de humedad relativa. En la zona de los valles interandinos de la cuenca del río Magdalena que es a donde pertenece esta zona agroecológica, se evidencia una temporada más seca de

principios de año y más lluviosa a final de año, siendo un 20% más baja la humedad relativa que en la zona agroecológica del caribe, lo que permite que el cultivo presente menos problemas.

La zona agroecológica Andina con alturas mayores a 1800 m.s.n.m con temperaturas promedio de 25° centígrados de temperatura y una humedad relativa promedio de 52% obtuvo el mayor porcentaje CBD, el municipio que se analizó con estas características es Funza en el departamento de Cundinamarca.

La temperatura es una variable incidente en el rendimiento de las plantas de variedades que producen un alto porcentaje de CBD a mayor temperatura mayor porcentaje de CBD. En alturas menores a los 1800 m.s.n.m en la región andina con una humedad relativa media de 62% y una temperatura que oscila entre los 28° y los 18° resulta determinante para la producción del CBD en las variedades V1, V2, V3, V4 y V5.

La zona agroecológica del caribe obtiene una mayor cantidad de gramaje en cuanto a flor seca, con la excepción de la variedad PS6, la cual es superada en gramaje bajo su desarrollo en zonas agroecológicas andinas con menor temperatura y menor humedad relativa.

La mayor producción de biomasa se presenta en la zona agroecológica del caribe este factor puede deberse a que la luminosidad de las variedades cultivadas en la zona agroecológica del caribe puede recibir una mayor cantidad de luminosidad que las variedades cultivadas en la zona agroecológica de los andes y por tanto genera una mayor producción de biomasa.

En los Valles Inter andinos y Zonas andinas con alturas menores a 1800 m.s.n.m, se evidencian importantes diferencias entre las variedades según las condiciones agroecológicas, siendo mayor medida productoras de biomasa las plantas cultivadas en Caicedonia. El mayor gramaje de biomasa es producido por las variedades V1 y V2, las cuales presentan una mejor adaptación a las condiciones agroecológicas de Caicedonia.

Las variedades cultivadas en la zona agroecológica del caribe y las cultivadas en la zona agroecológica en las zonas andinas menores a los 1800 m.s.n.m, que corresponden a las



variedades cultivadas en Palomino y Caicedonia resultan más productivas en cuanto a biomasa con respecto a las plantas cultivadas en Funza y Armero-Guayabal.

Una de las limitaciones que se tuvo en la elaboración de este estudio fue la escasez de resultados de rendimientos pertenecientes a otras zonas agroecológicas presentes en Colombia imposibilitando un análisis a nivel nacional general. Por otra parte, se presentaron resultados de variedades genéticamente diferentes lo cual puede incidir en los rendimientos tanto de biomasa como de cannabinoides ya que pueden estar genéticamente predisuestas a ser más productivas que otras variedades.

Se recomienda realizar un estudio de zonas agroecológicas productivas homologando las siguientes variables: Variedades; condiciones de cultivo (bajo invernadero/a cielo abierto/hidropónico); semanas de las etapas de clonación, vegetativo y floración; programa de riego y fertilización. De esta manera se asegurará que los resultados obtenidos relacionados con la productividad estarán exclusivamente ligados a las condiciones ambientales y no por otras variables que pueden incidir en los resultados. Así mismo, se recomienda tomar una mayor cantidad de datos para obtener un porcentaje mayor de correlación entre las variables y de esta manera asegurar un resultado mas asertivo de acuerdo con el objeto de estudio.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AgroNegocios . (2020). *La Industria Local de Marihuana Medicinal a una cifra de US \$390 millones en 2025*. Bogotá: <https://www.agronegocios.co/agricultura/industria-local-de-marihuana-medicinal-llegaria-a-us390-millones-en-2025-3088698>.
- Benitez, G. (2017). *Cannabis*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/glorybenitez1/cannabis-sativa-44996207>
- Canna connection . (Agosto de 2014). *Los niveles de humedad ideales para cultivar* . Obtenido de <https://www.cannaconnection.es/blog/18563-los-niveles-de-humedad-ideales-para-cultivar>
- Cannaconnection . (14 de agosto de 2020). *Los niveles de humedad ideales para cultivar cannabis*. Obtenido de <https://www.cannaconnection.es/blog/18563-los-niveles-de-humedad-ideales-para-cultivar>
- Carranza., D. R. (21 de febrero de 2012). *Los productos de Cannabis sativa: situación actual y perspectivas en medicina*. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-33252012000300009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33252012000300009)
- Castañeda, C. (2019). *El viaje del cannabis medicinal en Colombia ¿cómo empezó esta historia?* Obtenido de <https://www.neuroeconomix.com/es/el-viaje-del-cannabis-medicinal-en-colombia-como-empezo-esta-historia/>
- Castillo, M. (2020). *LOS REFERENTES DEL CULTIVO, PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE*. Obtenido de [https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/3164/1/TGT\\_Referentes\\_cultivo.pdf](https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/3164/1/TGT_Referentes_cultivo.pdf)
- Conabio Gob. (s.f). *Cannabis sativa L*. Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/cannabaceae/cannabis-sativa/fichas/ficha.htm>

- Construmatica. (s.f.). *Espectro Luminoso*. Obtenido de [https://www.construmatica.com/construpedia/Espectro\\_Luminoso](https://www.construmatica.com/construpedia/Espectro_Luminoso)
- Duarte, T. (2021). *Requerimientos Agronómicos Para Un Modelo Productivo De Cannabis En La Provincia Del Sumapaz*. Obtenido de <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/3430?show=full>
- FAO . (2013). *Capítulo 2: conceptos y definiciones*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/w2962s/w2962s04.htm>
- Fassio, A. (2013). *Cannabis sativa L.* . Obtenido de [https://catalogo.latu.org.uy/opac\\_css/doc\\_num.php?explnum\\_id=2348](https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/doc_num.php?explnum_id=2348)
- FCA. (s.f). *Fotoperiodismo y el control de la floración* . Obtenido de [http://www.fca-ude.edu.uy/upload/Materiales/FOTOPERIODISMO\\_interior-0056-0247.pdf](http://www.fca-ude.edu.uy/upload/Materiales/FOTOPERIODISMO_interior-0056-0247.pdf)
- Fedesarrollo . (diciembre de 2019). *La industria del Cannabis Medicinal en Colombia* . Obtenido de [https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/3823/Repor\\_Diciembre\\_2019\\_Ram%C3%ADrez.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/3823/Repor_Diciembre_2019_Ram%C3%ADrez.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Garces de Granada, O. d. (1999). Fitopatología en flores. *Universidad Nacional de Colombia*, 30.
- Nekwo Blog. (abril de 2018). *Que tipo de iluminacion se debe utilizar en el cultivo* . Obtenido de <https://www.elsaltodiario.com/nekwo-blog/que-tipo-de-iluminacion-utilizar-en-el-cultivo-indoor>
- Ramírez, J. M. (diciembre de 2019). *LA INDUSTRIA DEL CANNABIS MEDICINAL EN*. Obtenido de [https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/3823/Repor\\_Diciembre\\_2019\\_Ram%C3%ADrez.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/3823/Repor_Diciembre_2019_Ram%C3%ADrez.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Rivera, Nicolás Martínez. (Septiembre de 2019). *Los desafíos del cannabis medicinal en Colombia*. Obtenido de [https://www.tni.org/files/publication-downloads/policybrief\\_52\\_web.pdf](https://www.tni.org/files/publication-downloads/policybrief_52_web.pdf)

Royal queen seeds. (31 de marzo de 2016). *Cultivo Interior de Cannabis: Temperatura y Humedad Relativa*. Obtenido de <https://www.royalqueenseeds.es/blog-cultivo-interior-de-cannabis-temperatura-y-humedad-relativa-n243>

seeds, S. (21 de 07 de 2017). *Cultivo de marihuana interior*. Obtenido de <https://sweetseeds.es/blog/en/cultivo-marihuana-interior/>

