UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

TEMA: EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE TRES VARIEDADES DE CANNABIS (*Cannabis sativa L.*) EN CONDICIONES DE INVERNADERO EN CHALTURA-IMBABURA

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR

Daniel Alejandro Núñez Meneses

DIRECTOR

Dr.C. Ángel Marcelo Cevallos Vallejos PhD.

Ibarra, agosto 2026

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE TRES VARIEDADES DE CANNABIS (*Cannabis sativa L.*) EN CONDICIONES DE INVERNADERO EN CHALTURA-IMBABURA

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Titulo de:

INGENIERO/A AGROPECUARIO/A

APROBADO:

Dr.C. Marcelo Cevallos Vallejos PhD.

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
ANGEL MARCELO
CEVALLOS VALLEJOS

DIRECTOR FIRMA

Ing. Doris Chalampuente Flores, PhD.

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
DORIS SALOME
CHALAMPUENTE FLORES

ASESORA FIRMA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Daniel Alejandro Núñez Meneses

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación agronómica de tres variedades de cannabis (*Cannabis sativa L.*) en condiciones de invernadero en Chaltura-Imbabura
AUTOR:	Daniel Alejandro Núñez Meneses
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	28/08/2026
PROGRAMA:	■ **PREGRADO** ☐ **POSGRADO**
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
ASESOR /DIRECTOR:	Doris Chalampuente /Marcelo Cevallos

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 28 días de agosto de 2026

EL AUTOR:


Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
DANIEL ALEJANDRO
NUNEZ MENESES

.....

Nombre: Daniel Alejandro Núñez Meneses

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Daniel Alejandro Núñez Meneses

Ibarra, a los 28 días del mes de agosto de 2026

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
ANGEL MARCELO
CEVALLOS VALLEJOS

(f) ……

Dr.C. Marcelo Cevallos Vallejos PhD

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 28 días del mes de agosto de 2026

Daniel Alejandro Núñez Meneses: "EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE TRES VARIEDADES DE CANNABIS (*Cannabis sativa L.*) EN CONDICIONES DE INVERNADERO EN CHALTURA-IMBABURA" / Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 28 días del mes de agosto de 2026, 56 páginas.

DIRECTOR (A): *Dr.C.* Marcelo Cevallos Vallejos PhD

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar tres variedades de cannabis medicinal (*Cannabis sativa* L.) en condiciones de invernadero en Chaltura. Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Determinar las características agronómicas de las variedades evaluadas bajo condiciones de invernadero en Chaltura.
- Comparar el rendimiento de la biomasa fresca y seca de las tres variedades de cannabis.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todas aquellas personas quienes confiaron en mis capacidades y me dieron su apoyo durante toda la trayectoria hasta llegar a cumplir esta meta.

A mis padres Oswaldo Torres y Yesenia Núñez, por ser mi pilar fundamental, por su amor incondicional y por enseñarme que con esfuerzo no hay meta inalcanzable. Gracias por creer en mis sueños, incluso cuando los caminos parecían complejos.

A mi enamorada Nayeli Murillo, por ser mi compañera y mi apoyo constante en cada noche de desvelo. Gracias por tu paciencia, por tus palabras de aliento y por caminar a mi lado en este proceso de formación.

A mi familia, por ser mi red de apoyo, por sus consejos y por celebrar cada uno de mis pasos. Su presencia ha sido el motor necesario para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios, por darme la vida, la salud y la fortaleza necesaria para superar cada obstáculo y permitirme culminar con éxito esta etapa de mi vida profesional.

A mis padres, Oswaldo y Yecenia, por su apoyo incondicional, tanto moral como económico, y por ser la guía constante que me ha permitido llegar hasta aquí. Su confianza en mi capacidad ha sido mi mayor motivación.

A la Universidad Técnica del Norte, por haberme abierto las puertas y brindarme los conocimientos necesarios para mi formación integral. De manera especial, agradezco a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales por facilitarme los espacios y recursos para el desarrollo de esta investigación.

Agradezco al Dr. Marcelo Cevallos Vallejos PhD., por su valiosa orientación, por la paciencia en el proceso de corrección y por sus acertados consejos técnicos que permitieron elevar la calidad de este trabajo académico. Un reconocimiento especial también para la Dra. Julia Prado y la Dra. Magali Cañarejo, por su generosidad al compartir su experiencia y conocimientos. Su apoyo en la elaboración de este proyecto fue fundamental para llevar a cabo esta evaluación de manera exitosa.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS 8
RESUMEN 11
ABSTRACT 12
CAPITULO I 13
INTRODUCCIÓN 13
1.1 ANTECEDENTES 13
1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 13
1.3 JUSTIFICACIÓN 14
1.4 OBJETIVOS 14
1.4.1 Objetivo general 14
1.4.2 Objetivos específicos 15
1.5 HIPÓTESIS 15
CAPITULO II 16
MARCO TEÓRICO 16
2.1 Producción de cannabis en Ecuador 16
2.2 Taxonomía 16
2.3 Características del cultivo 16
2.5 Temperatura 17
2.6 Humedad 17
2.7 Luminosidad 17
2.8 Etapas fenológicas 17
2.8.1 Etapa vegetativa 17
2.8.2Etapa reproductiva 18
2.9 Fertilización 19
2.10 Plagas 19
2.10.1 Mosca blanca 19
2.10.2Trips 19
2.10.3 Pulgones 20
2.11 Enfermedades 20
2.11.1 Enfermedades en raíz 20
2.11.2 Enfermedades en tallos 20
2.11.3 Enfermedades en hojas y flores 20

2.12 MARCO LEGAL 21
CAPITULO III 22
MARCO METODOLÓGICO 22
3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 22
3.2MATERIALES 23
3.3 MÉTODOS 23
3.4 Tratamientos 23
3.5 Diseño experimental 23
3.6 Características del experimento 24
3.7 Análisis estadístico 24
3.8 Variables a evaluar 24
3.8.1 Porcentaje de germinación 24
3.8.2 Velocidad de germinación 25
3.8.3 Incidencia de plagas 25
3.8.4 Altura de planta 25
3.8.5 Días hasta la cosecha 25
3.8.6 Rendimiento biomasa fresca hojas y tallos 26
3.8.7 Rendimiento biomasa flores 26
3.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO 26
3.9.1 Adecuación del sitio 26
3.9.2 Preparación bandejas germinadoras 26
3.9.3 Preparación de camas 26
3.9.4 Trasplante 27
3.9.4 Control del fotoperiodo 27
3.9.5 Riego 27
3.9.6 Manejo de plagas y enfermedades 28
3.9.7 Podas 30
3.9.8 Fertilización 30
3.9.9 Tutorado 31
3.9.10 Cosecha 31
3.9.11 Secado 32
3.9.12 Poscososecha 33
CAPÍTULO IV 35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 35

4.1 Porcentaje de germinación 35
4.2 Índice velocidad de germinación 36
4.3 Altura de las variedades 38
4.4 Incidencia de plagas 41
4.5 Rendimiento Biomasa fresca de la flor 46
4.6 Rendimiento biomasa fresca de hojas y tallos. 47
4.7 Rendimiento biomasa seca de las flores 48
CAPÍTULO V 51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 51
5.1 CONCLUSIONES 51
5.2 RECOMENDACIONES 52

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE TRES VARIEDADES DE CANNABIS (*Cannabis sativa* L.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO EN CHALTURA-IMBABURA

Daniel Alejandro Núñez Meneses
Universidad Técnica del Norte
Correo: danunezm@utn.edu.ec

RESUMEN

El cultivo de *Cannabis sativa* L. ha adquirido una notable relevancia agroindustrial y comercial a nivel global. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el comportamiento agronómico y productivo de tres genotipos comerciales (Orange Sunshine, Ultrawoman y Ultraviolet) bajo condiciones microclimáticas de invernadero. El estudio se desarrolló en la Granja Experimental La Pradera (UTN), ubicada en la parroquia Chaltura, provincia de Imbabura, aplicando un diseño experimental de bloques en franjas para comparar la fenología, incidencia fitosanitaria y rendimiento de las variedades. Los resultados evidenciaron respuestas genotípicas significativamente contrastantes. En la fase de vivero, la variedad Ultraviolet (VC) demostró la mayor adaptabilidad inicial, registrando un 90% de germinación y un Índice de Velocidad de Germinación superior (IVG = 2.68). En el ámbito de sanidad vegetal, Ultraviolet y Ultrawoman (VB) mostraron una menor susceptibilidad a defoliadores en comparación con Orange Sunshine (VA), destacando Helicoverpa sp. como la plaga reproductiva dominante. Respecto al rendimiento de biomasa floral seca, VC y VB exhibieron una óptima relación fuente-sumidero, ubicándose homogéneamente en el estrato estadístico de mayor productividad, superando con amplitud a VA. En conclusión, Ultraviolet manifestó la mejor plasticidad fenotípica y adaptación integral a la zona agroecológica de Chaltura, estableciéndose junto a Ultrawoman como los cultivares más eficientes, de mayor rendimiento estructural y con mayor potencial económico para la zona de estudio.

Palabras clave: agronomía, biomasa, control de plagas, adaptación biológica

AGRONOMIC EVALUATION OF THREE VARIETIES OF CANNABIS (*Cannabis sativa* L.) UNDER GREENHOUSE CONDITIONS IN CHALTURA-IMBABURA

Daniel Alejandro Núñez Meneses
Universidad Técnica del Norte
Correo: danunezm@utn.edu.ec

ABSTRACT

The cultivation of *Cannabis sativa* L. has acquired notable agro-industrial and commercial relevance globally. The objective of this research was to evaluate the agronomic and productive performance of three commercial genotypes (Orange Sunshine, Ultrawoman, and Ultraviolet) under greenhouse microclimate conditions. The study was conducted at the "La Pradera" Experimental Farm (UTN), located in the Chaltura parish, Imbabura province, applying a strip-block experimental design to compare the phenology, phytosanitary incidence, and yield of the varieties. The results evidenced significantly contrasting genotypic responses. In the nursery phase, the Ultraviolet (VC) variety demonstrated the greatest initial adaptability, recording a 90% germination rate and a superior Germination Velocity Index (GVI = 2.68). In the field of plant health, Ultraviolet and Ultrawoman (VB) showed lower susceptibility to defoliators compared to Orange Sunshine (VA), highlighting *Helicoverpa* sp. as the dominant reproductive pest. Regarding dry floral biomass yield, VC and VB exhibited an optimal source-sink relationship, positioning themselves homogeneously in the highest statistical productivity stratum, vastly outperforming VA. In conclusion, Ultraviolet manifested the best phenotypic plasticity and integral adaptation to the agroecological zone of Chaltura, establishing itself alongside Ultrawoman as the most efficient cultivars, with the highest structural yield and economic potential for the study area.

Keywords: agronomy, biomass, biological pest control, biological adaptation

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El cultivo de cannabis en el Ecuador ha tomado gran relevancia en los últimos 5 años esto desde su aprobación para producción y comercialización por parte de la asamblea nacional en el año 2020, llamando la atención de productores los cuales buscan abrirse en un nuevo y creciente mercado nacional e internacional en el cual los productos derivados de esta planta son de alto interés comercial como lo son en el sector medicinal con la producción de aceites, de cremas, textil donde la fibra del cáñamo es utilizada en la fabricación de prendas y alimentación con la creación de comestibles (Strzelczyk, 2021).

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en el 2025 en Ecuador hubo constancia de 314 licencias otorgadas para productores de cannabis dentro de las distintas categorías permitidas, La provincia de Imbabura cuenta con un total de 29 licencias otorgadas para distintos enfoques comerciales, productivos y fitomejoramiento; 23 están destinadas para el cultivo de cannabis no psicoactivo o cáñamo. Estas licencias para cultivo están distribuidas en alrededor de 190 hectáreas solo para la provincia de Imbabura.

Alrededor del mundo existen distintas variedades de cannabis las cuales tienen distintas cualidades de interés para el productor, las principales características que se buscan en estas son colores llamativos, estructuras florales densas y compactas al tacto, textura, resistencia a plagas y el rendimiento a la cosecha. Estas cualidades se ven afectadas directamente por las condiciones edafoclimáticas, por lo que la región interandina del Ecuador se encuentra en una zona privilegiada debido a su heliofania, humedad relativa y la composición ideal de sus suelos (MAG, 2025).

1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En el país al no existir un análisis de variedades, los productores no tienen información precisa de los genotipos a los cuales optar al momento de la siembra, tomando en consideración la que se adapte mejor a las condiciones a las que sean sometidas, es por eso que los rendimientos no se vean reflejados por la adaptabilidad, esto de la mano de un desconocimiento acerca de las características agronómicas según la variedad puede afectar de mala manera a la cantidad de licenciatarios para cultivo de cannabis (MAG, 2024). De acuerdo con Barlocco (2021), al ganar

notoriedad el cultivo de cannabis en el país, este ha incrementado su demanda entre los productores, los cuales se limitan al uso de ciertas variedades debido a la falta de conocimiento sobre los rendimientos de biomasas y peso de la flor que las distintas variedades en el mercado presentan según las necesidades climáticas propias de cada variedad.

La producción de cannabis bajo invernadero se ve afectada por distintos factores, entre los cuales la elección del material vegetativo es el principal de ellos, la falta de estudios sobre la adaptabilidad con sus análisis agronómicos es necesario para suplir este interés creciente del cultivo en la región, además el desconocimiento acerca de las variedades importadas al país genera pérdidas en los procesos de cosecha, post-cosecha y almacenamiento en donde lo cultivado está expuesto a distintas plagas y enfermedades hace que el rendimiento de la planta se vea afectado e incluso genere perdidas.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Una adecuada elección del material genético permite el desarrollo de un buen rendimiento en el cultivo, el cual se adapte a las condiciones propias de cada zona y donde los estándares de calidad se cumplan. Es por eso que en este trabajo se realizó una evaluación agronómica de tres variedades para analizar cuál de ellas sí logra adaptarse a las condiciones edafoclimáticas del Chaltura (Rahn, 2016).

Debido a la falta de estudios previos acerca de las características agronómicas de las distintas variedades y su adaptabilidad en el país es que surge esta investigación, en la cual se usaron variedades cultivadas en el cantón Mira como lo son “Orange Sunrise”, “Ultra Violet” y “Ultra Woman” Todas estas variedades se caracterizan por su uso productivo medicinal, donde las mismas han demostrado cumplir con las expectativas de las fincas productoras, como lo son, la altura, producción de biomasa y producción de flores, por la cual se ha planteado evaluar sus características agronómicas en la granja experimental de la Universidad Técnica del Norte, ubicada en Chaltura bajo condiciones controladas.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Evaluar tres variedades de cannabis medicinal (*Cannabis sativa* L.) en condiciones de invernadero en Chaltura.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar las características agronómicas de las variedades evaluadas bajo condiciones de invernadero en Chaltura.
- Comparar el rendimiento de la biomasa fresca y seca de las tres variedades de cannabis.

1.5 HIPÓTESIS

H0: Ninguna de las variedades de cannabis evaluadas presenta diferencias agronómicas y productivas.

H1: Al menos una de las variedades de cannabis presenta diferencias agronómicas y productivas.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Producción de *Cannabis* en Ecuador

La superficie destinada para la producción agrícola de cannabis en el Ecuador ha alcanzado un total de 1757.68 hectáreas a escala nacional. Dentro de este escenario de expansión agroindustrial, la provincia de Imbabura concentra 209.21 hectáreas orientadas exclusivamente al cultivo de cannabis medicinal, área territorial que se encuentra distribuida entre 27 licenciatarios legalmente habilitados para su cultivo. Sin embargo, a pesar del significativo avance en la asignación de licencias, en la actualidad aún no se dispone de registros oficiales, evaluaciones de cosecha o proyecciones consolidadas sobre el rendimiento real en biomasa que generarán dichas hectáreas en el país.

2.2 Taxonomía

Cannabis sativa L. es una especie herbácea anual perteneciente a la familia Cannabaceae. Morfológicamente, alcanza un porte medio a alto que puede llegar hasta los 3 metros de longitud, sustentado por un tallo erecto, robusto y de estructura subleñosa. Su sistema foliar está conformado por hojas compuestas, pecioladas y distribuidas de manera opuesta o alterna, las cuales están constituidas habitualmente por un número impar de folíolos. Desde el punto de vista reproductivo, es una especie dioica, aunque dependiendo de factores de estrés ambiental pueden manifestarse fenotipos monoicos capaces de desarrollar flores de ambos sexos en un mismo ejemplar.

2.3 Características del cultivo

Botánicamente, *Cannabis sativa* L. se clasifica como una especie herbácea cuyo desarrollo fenológico está estrictamente condicionado por el fotoperiodo. En latitudes templadas, su fase vegetativa se establece durante la primavera (aprovechando los días largos para la acumulación de biomasa), mientras que la reducción de las horas luz hacia el otoño induce su fase reproductiva y la formación de inflorescencias.

2.4 Necesidades del cultivo

Un buen manejo durante el cultivo es esencial para lograr altos rendimientos y garantizar calidad en el producto. Un buen manejo implica dar condiciones idóneas controlando distintos aspectos que afectan directamente en el desarrollo del cultivo (Cervantes, 2007).

2.5 Temperatura

El desarrollo óptimo de la planta exige un control riguroso de temperatura que debe situarse en un rango óptimo ubicado entre 21 a 27 °C para maximizar la actividad enzimática y la tasa fotosintética durante el día (Punja et al., 2019). Durante el período nocturno, es indispensable descender la temperatura de 13 °C a 21 °C con el fin de disminuir la respiración oscura y evitar el gasto innecesario de fotoasimilados.

2.6 Humedad

El cultivo requiere una humedad relativa (HR) atmosférica entre el 40% y 80%, parámetro que debe manejarse estrictamente según su etapa fenológica (Punja et al., 2019). Durante las fases germinativa y vegetativa es indispensable mantener valores elevados (60% a 80%) para evitar el estrés hídrico y favorecer el vigor foliar; sin embargo, al transitar hacia la floración es rigurosamente necesario reducirla a un umbral del 40% al 50%. Como señala Punja (2019), sostener una alta HR en etapas reproductivas avanzadas favorece agresivamente la proliferación de hongos

2.7 Luminosidad

El manejo del fotoperiodo constituye un factor determinante en la regulación de la ontogenia y la duración del ciclo vegetativo en *Cannabis sativa* L., al tratarse de una especie fotoperiodo-sensible (Salammi, 2023). Durante los primeros 45 días de cultivo, la implementación de un régimen lumínico de día largo (16 horas de luz y 8 horas de oscuridad) resulta idóneo para inhibir la inducción floral prematura y optimizar la acumulación de biomasa estructural, garantizando el desarrollo de una arquitectura de planta vigorosa antes del tránsito a la fase reproductiva.

2.8 Etapas fenológicas

2.8.1 Etapa vegetativa

Etapa iniciada por la germinación de la semilla, en donde se desarrollan las estructuras aéreas y radiculares. A partir de este desarrollo la planta empieza a formar el esqueleto de sostén que debe tener la planta para su futura producción, aquí empieza la formación de ramas, brotes y el sistema foliar.

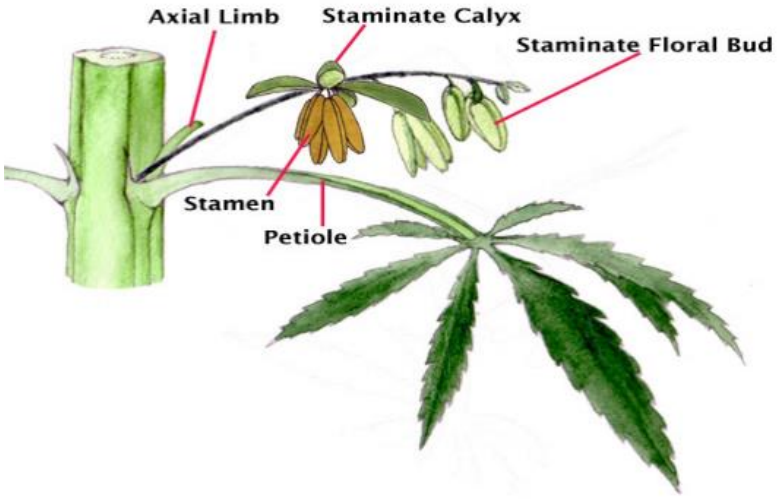
2.8.2Etapa reproductiva

Al transitar hacia la etapa reproductiva, reorienta la translocación de fotoasimilados y recursos energéticos para el desarrollo de los órganos florales. Durante esta fase ontogénica, las estructuras reproductivas primarias se agrupan y consolidan en inflorescencias especializadas. Asimismo, los rasgos fenotípicos que estas manifiestan pueden presentar una notable diversidad morfológica que se encuentra directamente condicionada por el genotipo de cada variedad y su interacción con el medio ambiente.

2.8.2.1 Flores Masculinas. La estructura floral emerge desde la yema axilar ubicada en los nudos del tallo principal y las ramas secundarias, directamente por encima del pecíolo foliar (Cervantes, 2006). Anatómicamente, el botón floral estaminado (Figura 1) está constituido por un cáliz conformado por cinco sépalos libres de color verde a amarillento que protegen los órganos reproductivos de la planta. En el interior de este cáliz se alojan cinco estambres colgantes, los cuales están compuestos estructuralmente por delgados filamentos que sostienen las anteras dehiscentes donde se desarrollan los granos de polen (Cervantes, 2006).

Figura 1

Estructura masculina de la flor de cannabis



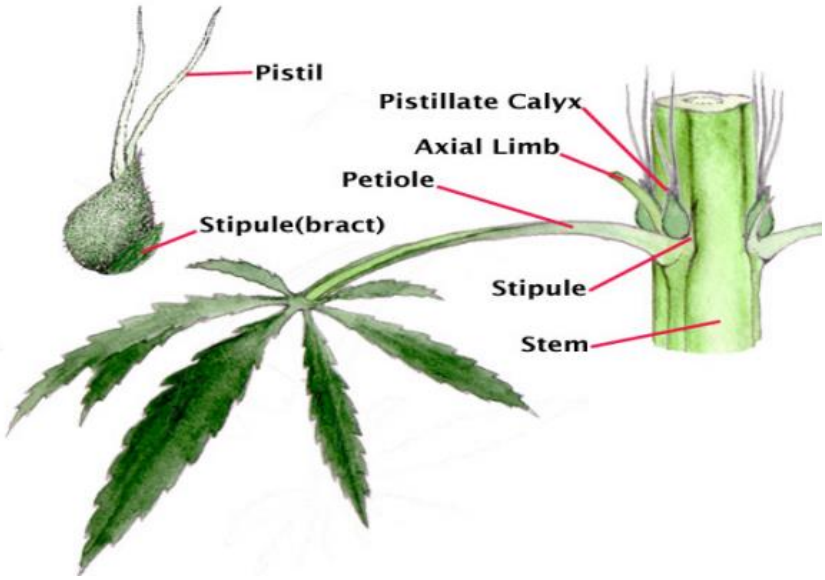
Fuente: Cervantes (2006)

2.8.2.2 Flores femeninas. La inflorescencia se desarrolla en los nudos del tallo, emergiendo desde la yema axilar situada directamente sobre el pecíolo foliar y flanqueada en su base por estípulas (Cervantes, 2006). Anatómicamente, la unidad floral pistilada (Figura 2) está constituida por un cáliz tubular envuelto por una bráctea especializada que recubre y protege al ovario unilocular en su interior. Desde el ápice de esta estructura emergen dos

pistilos o estigmas alargados, los cuales constituyen el órgano reproductivo encargado de la recepción del polen.

Figura 2

Estructura femenina de la flor de cannabis



Fuente: Cervantes (2006)

2.9 Fertilización

Las necesidades de nutrientes dependen de la etapa fisiológica del cultivo, donde estas necesidades deben adaptarse a las condiciones que se le dará al cultivo.

2.10 Plagas

2.10.1 Mosca blanca

Insectos fitófagos de elevado potencial biótico provistos de un aparato bucal picador-succionador mediante el cual extraen la savia elaborada de los haces floemáticos en diversas etapas fenológicas del cultivo (Salammi, 2023). Su acción trófica causa daños directos como Clorosis, pérdida de vigor foliar y reducción de la tasa fotosintética, junto con daños indirectos ocasionados por la secreción de melaza y el desarrollo de fumagina.

2.10.2Trips

Son insectos cosmopolitas de reducido tamaño dotados de un aparato bucal raedor-succionador con el que laceran la epidermis foliar y absorben el contenido celular del mesófilo en hojas tiernas e inflorescencias (Salammi, 2023). Este daño mecánico directo se manifiesta en cicatrices plateadas, necrosis foliar y malformaciones en los brotes apicales de la planta.

2.10.3 Pulgones

Son áfidos fitófagos, en sus estadios ninfales y adultos, insertan sus estiletes en los conductos floemáticos para succionar la savia elaborada, provocando debilitamiento estructural, clorosis y marchitez foliar en el cultivo (Salammi, 2023). Su incidencia resulta especialmente severa durante las etapas avanzadas y de cosecha, al colonizar las inflorescencias atraídos por la alta translocación de azúcares solubles; además, su abundante excreción azucarada favorece la colonización fúngica.

2.11 Enfermedades

2.11.1 Enfermedades en raíz

Estas enfermedades se relacionan a la presencia alta de humedad en el medio de cultivo, donde el pH ácido favorece la aparición de estos patógenos

Fusarium: Este hongo causa necrosis en las puntas de las raíces, los síntomas son visibles en la parte aérea donde se presenta marchitez y un decaimiento en la planta.

2.11.2 Enfermedades en tallos

Los hongos que atacan el tallo son patógenos necróticos que empiezan su afección en el cuello de la planta.

Chancro: Aparición de zonas necróticas de color café que deterioran el estado de la planta que posteriormente pueden infectar a las hojas.

2.11.3 Enfermedades en hojas y flores

Patógenos que afecten durante las últimas semanas del cultivo son bastante perjudiciales debido a que atacan directamente a la producción. Principales enfermedades según Fassio (2013):

Moho gris (*Botrytis cinérea*): ataca a racimos florales creando una capa de micelio que infecta y ataca a la planta.

Mildiu: aparición de manchas con tonalidad oscura que sin tratamiento produce necrosis.

Alternaria: enfermedad con manchas necróticas de color oscuro que se va expandiendo en las hojas de la planta.

2.12 MARCO LEGAL

La presente investigación se encuentra alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Organización de las Naciones Unidas, ligada con el Objetivo 9, donde se plantea el fomento de la investigación científica y la mejora de la capacidad tecnológico y el Objetivo 12, el cual plantea lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales (ONU, 2026). Este estudio busca generar el conocimiento técnico necesario para establecer los parámetros de adaptación y rendimiento de estas variedades, lo que fomenta la innovación agrícola. La evaluación de variedades busca optimizar la producción agrícola mediante la selección de cultivares aptas para el entorno ecuatoriano.

En el contexto del desarrollo investigativo, la Constitución de la República del Ecuador (2008) establece la importancia de la investigación científica. Específicamente, en su Art. 385 detalla que:

> El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad:
>
> 1. Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.
> 2. Recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales.

Cabe recalcar que el material vegetal utilizado en este estudio se rige por el Art. 4 del Reglamento para la Regulación del Cannabis No Psicoactivo. Según esta normativa, las variedades evaluadas se categorizan como cáñamo industrial al mantener niveles de Delta-9-tetrahidrocannabinol (THC) inferiores al 1% (MAG). El manejo de las variedades se encuadra en el Art. 10 del Reglamento, específicamente en lo relacionado a la Licencia 6 (Licencia para fitomejoramiento y/o bancos de germoplasma e investigación). Esta disposición faculta formalmente a la Universidad Técnica del Norte (UTN), como Institución de Educación Superior legalmente habilitada por el MAG, para el desarrollo de evaluaciones agronómicas, fitomejoramiento y caracterización de las variedades en estudio.

CAPITULO III

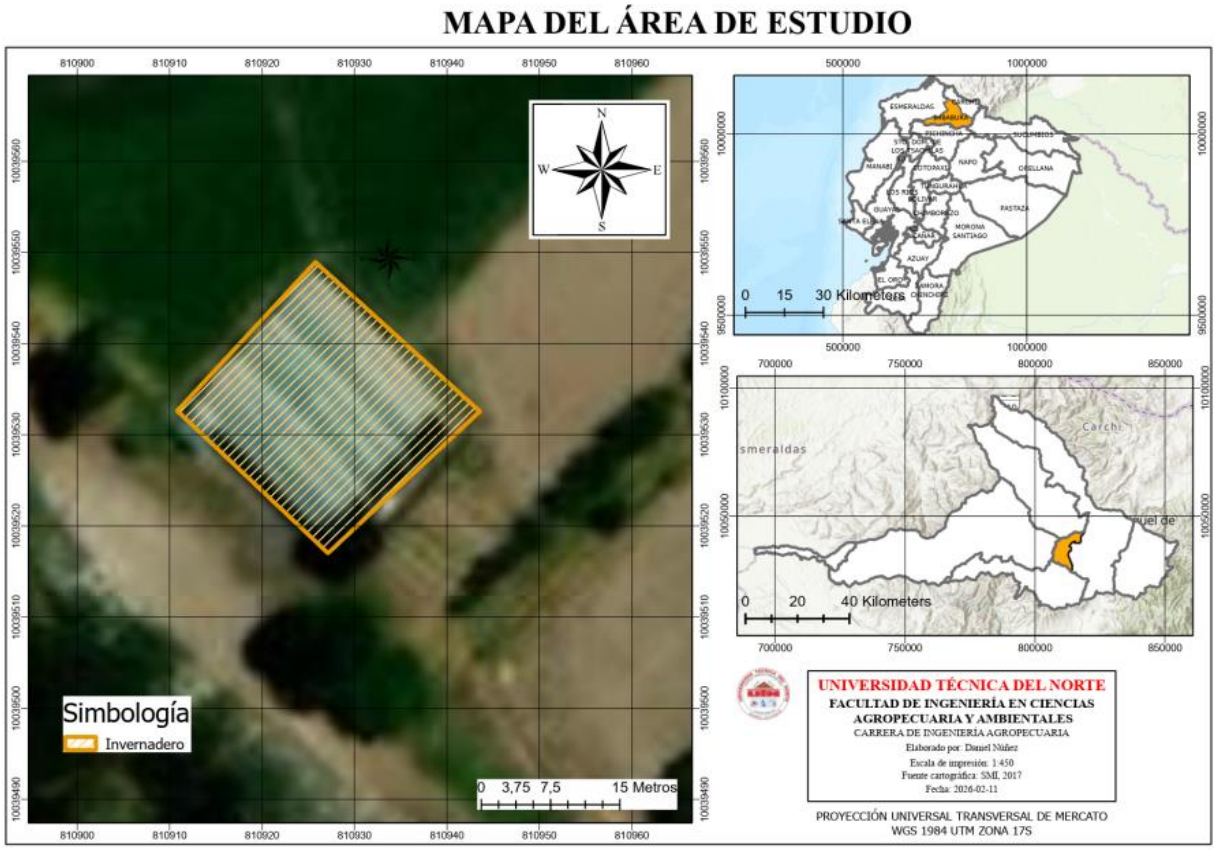
MARCO METODOLÓGICO

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se desarrolló en el invernadero agrícola de la Granja Experimental "La Pradera", centro de investigación de la Universidad Técnica del Norte (UTN), ubicado en la parroquia Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura (Figura 3). La selección de este emplazamiento se fundamentó, en primer lugar, en la disponibilidad de infraestructura técnica especializada para el control agroclimático y fitosanitario. En segundo lugar, y como criterio central de la investigación, este emplazamiento permitió evaluar el comportamiento agronómico de las variedades (*Orange Sunshine*, *Ultrawoman* y *Ultraviolet*) en un entorno agroecológico distinto al del cantón Mira (provincia del Carchi), zona de donde procedía el material vegetal originalmente evaluado.

Figura 3

Ubicación geográfica del área de estudio del experimento.



3.2MATERIALES

Se detallan en la Tabla 1 los materiales, insumos y equipos que fueron utilizados a lo largo de esta investigación:

Tabla 1.

Materiales, equipos, insumos y herramientas

Materiales	Equipos	Insumos	Herramientas
Cuerda	Medidor de pH	Alcohol	Tijera de poda pico de loro
Estacas	Termómetro	Soluciones	Tijera de poda punta fina
Trampas	Balanza	Fertilizante	Lupa
Material vegetal	Higrómetro	Pegamento	
Trampas cromáticas de varios colores		Cal	
		Controladores biológicos	

Nota: La tabla 1 muestra los materiales y equipos utilizados durante el desarollo de la investigación.

3.3 MÉTODOS

Factores en estudio

Factor: Variedades de cannabis (*Cannabis sativa* L.)

3.4 Tratamientos

Tabla 2.

Codificación de las variedades de Cannabis sativa L.

Nivel	Variedad	Codificación
Nivel 1	Orange Sunrise	VA
Nivel 2	Purple CBD	VB
Nivel 3	Ultra Woman	VC

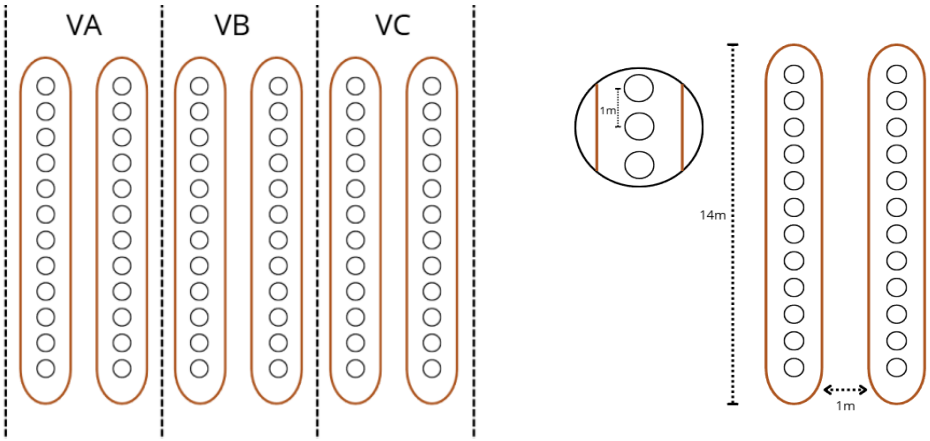
Nota: VA = Orange Sunshine, VB = Ultrawoman, VC = Ultraviolet

3.5 Diseño experimental

Para evaluar los datos de las variedades durante el cultivo se utilizó el diseño de bloques en franja para la facilidad de la investigación y del manejo del cultivo.

Figura 4

Diseño experimental dentro del invernadero.



3.6 Características del experimento

- Niveles: 3
- Bloques: 3
- Número de unidades experimentales: 9
- Área total del ensayo: 425 m^2

3.7 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa InfoStat® versión 2020, se realizó un análisis de varianza con la prueba LSD Fisher al 5% para comparación de variables las cuales cumplan con la normalidad y homogeneidad de varianzas

3.8 Variables a evaluar

3.8.1 Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación se determinó utilizando la metodología descrita por García (2016) donde se representan la proporción de plántulas normales que emergieron bajo las condiciones del invernadero. Se utilizaron bandejas germinadoras separadas por variedad para este proceso. La cuantificación se realizó registrando diariamente el número de semillas que germinaron hasta la aparición de las primeras hojas verdaderas. El cálculo final se efectuó mediante la siguiente Ecuación 1:

$$Porcentaje\ de\ germinacion = \frac{Número\ de\ semillas\ germinadas}{Numero\ de\ semillas\ plantadas} x100 \quad (1)$$

3.8.2 Velocidad de germinación

Se llevó un registro diario del tiempo transcurrido desde la siembra hasta el momento en que se pudo observar las primeras hojas verdaderas. Para su evaluación, se aplicó el método del recuento diario de las plántulas emergidas, permitiendo el cálculo del Índice de Velocidad de Emergencia y la determinación del punto donde el lote de semillas alcanzó su máxima velocidad de germinación. Para obtener el índice de velocidad de germinación se usó la formula propuesta por Calzada (2007), donde se expresa la velocidad de germinación como el número de semillas germinadas durante un día en específico.

$$IVG = \sum \frac{Gi}{Di} \qquad (2)$$

Siendo VG la sumatoria del número de semillas germinadas en cada día.

Gi: Número de semillas germinadas en el día del conteo.

Di: Día del conteo a partir de la siembra de las semillas.

3.8.3 Incidencia de plagas

Se colocó trampas adherentes de varios colores a 20 cm encima de las plantas de cannabis, donde se identificaron plagas de interés presentes en el cultivo, esta variable se tomó cada dos semanas., Para la severidad se cuantificó la presencia de daños en las hojas de la planta, se la dividió en tres tercios y cada tercio se conformaron tres hojas tomadas aleatoriamente.

3.8.4 Altura de planta

La altura de la planta se midió como un indicador directo del desarrollo vegetativo y un factor que se correlaciona con la acumulación de biomasa. Las mediciones se realizaron con un flexómetro, tomando la distancia vertical desde la base del tallo (cuello de la planta) hasta el ápice de crecimiento, es decir, el punto más alto (Arcos et al., 2025). Esta variable se registró cada 15 días después del trasplante.

3.8.5 Días hasta la cosecha

Los días hasta la cosecha se determinaron como la duración total del ciclo del cultivo (MAG, 2025), contados desde el momento del trasplante de la plántula de la germinadora hasta que las flores presentaron la adecuada madurez fisiológica. El momento óptimo de cosecha fue identificado mediante la observación fenológica de la maduración de las estructuras secretoras en la flor femenina, específicamente el estado de los tricomas, cuyo cambio de color sirvió como indicador visual de la madurez máxima de la biomasa (Bayona, 2023).

3.8.6 Rendimiento biomasa fresca hojas y tallos

El rendimiento de la biomasa fresca de hojas y tallo se determinó como el peso fresco total de la estructura vegetativa remanente de la planta en el momento de la cosecha (Barlocco, 2023). El peso se midió directamente en una balanza, una vez separados las ramas productivas.

3.8.7 Rendimiento biomasa flores

El rendimiento de biomasa fresca de flores se registró como el peso total de las ramas productivas inmediatamente después de la cosecha. Esta medición es crítica, ya que el peso fresco se utilizó como base para el cálculo del rendimiento final, que se correlaciona directamente con la acumulación de metabolitos de interés (Arcos et al., 2025).

3.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.9.1 Adecuación del sitio

Se realizó una limpieza general del invernadero, donde se eliminaron los residuos de cosechas anteriores, así como la presencia de plantas arvenses presentes en el suelo. Además, se aseguró el correcto funcionamiento de los sistemas de riego, iluminación y ventilación.

3.9.2 Preparación bandejas germinadoras

Para el establecimiento de la fase germinativa se emplearon tres bandejas de propagación de 30 cavidades. De forma previa a la siembra, se ejecutó la asepsia del material mediante un proceso de desinfección química, con el fin de mitigar el riesgo de inoculación de patógenos edáficos en las primeras etapas de desarrollo. Como medio de soporte, las celdas fueron acondicionadas con una mezcla de sustrato inerte conformada por turba y perlita agrícola, combinación que proporciona una óptima retención de humedad, alta porosidad para el intercambio gaseoso y una baja resistencia mecánica al desarrollo radicular. Finalmente, las semillas fueron distribuidas y sembradas selectivamente, clasificándose según el genotipo evaluado.

3.9.3 Preparación de camas

Se contempló el levantamiento y formación de seis camas elevadas de cultivo, diseñadas bajo parámetros estandarizados para optimizar el volumen radical disponible y la ergonomía del ensayo. Cada unidad se dimensionó con 14 metros de longitud, 1 metro de ancho y 0.6 metros de altura, asegurando una profundidad de suelo adecuada para favorecer el desarrollo del sistema radicular y un drenaje gravitacional eficiente. Asimismo, se estableció una distancia

de separación entre camas de 1 metro, este distanciamiento entre pasillos se diseñó estratégicamente para facilitar la ejecución de labores culturales y la manipulación del material vegetal durante las fases productivas y de cosecha.

3.9.4 Trasplante

El trasplante se ejecutó una vez que las plántulas alcanzaron la madurez fisiológica establecida, evidenciada por un óptimo vigor foliar y la completa colonización del sustrato por el sistema radicular. Durante la ejecución se procedió con riguroso cuidado para preservar la integridad anatómica de las raíces y del cepellón, evitando deshidrataciones o daños mecánicos. Asimismo, con el propósito de mitigar el estrés abiótico post-trasplante y favorecer el enraizamiento, se aplicó un bioestimulante a base de extracto de algas; de esta manera, se aseguró una rápida aclimatación.

3.9.4 Control del fotoperiodo

Al ser una especie fotoperíodo-sensible de día corto, las labores de manejo micro climático se centraron en el control riguroso de la exposición lumínica (Tabla 3). Durante la etapa vegetativa se suministró un régimen de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad mediante iluminación complementaria, con el propósito de inhibir la floración prematura, prolongar el ciclo vegetativo y maximizar la acumulación de biomasa foliar. Posteriormente, para inducir el tránsito hacia la etapa reproductiva, se procedió a desactivar por completo el sistema lumínico artificial, aprovechando las características de heliofanía y el fotoperiodo natural del país condición ambiental que resulta idónea para estimular la diferenciación y el desarrollo floral de las plantas sin necesidad de gasto energético adicional.

Tabla 3.

Fotoperiodo según etapa de crecimiento

Etapa	Luz	Oscuridad
Vegetativo	16 h-18 h	8 h-6 h
Floración	12 h	12 h

Fuente: Salami (2024)

3.9.5 Riego

El suministro hídrico se ejecutó mediante un sistema de riego por goteo automatizado, un método de aplicación localizada que permitió dosificar volúmenes precisos y uniformes de agua directamente en la zona radicular de cada planta, eliminando la variabilidad manual y

minimizando las pérdidas por evaporación. Este sistema estuvo integrado a un tanque de abastecimiento diseñado tanto para el riego convencional como para fertirrigación, cuyo funcionamiento fue regulado a través de un panel de control programado para accionar electroválvulas de apertura y cierre; de esta manera, se garantizó la correcta hidratación y el mantenimiento del balance hídrico en las unidades experimentales, siguiendo rigurosamente los parámetros operacionales descritos por Bayona (2023) tal como se pueden ver en la Tabla 4.

Tabla 4.

Parámetros utilizados para el riego

Parámetro	Etapa	
	Vegetativa	Floración
pH del agua	6.5-7	6.5-6.8
ml, día/planta	800-1000	1200-1500
Tiempo	8 min	10
Pulsaciones	4	4

Fuente: Bayona (2023)

3.9.6 Manejo de plagas y enfermedades

3.9.6.1 Bioseguridad del Invernadero. Para mitigar el ingreso de patógenos y preservar el estatus fitosanitario del invernadero, se implementó una zona de bioseguridad en el acceso que incorporó un pediluvio con cal agrícola para la desinfección de calzado y un sistema de aspersión general. La asepsia del instrumental de corte se ejecutó con alcohol etílico al 90 % entre cada intervención y cambio de planta, previniendo la contaminación cruzada de agentes virales o bacterianos. Asimismo, tras cada labor de poda se aplicó caldo cúprico de manera localizada sobre las heridas vegetativas como barrera fungicida y cicatrizante.

3.9.6.2 Monitoreo Entomológico Mediante Trampas Cromáticas. Para la optimización del muestreo se utilizaron fracciones correspondientes a un tercio de pliegue por unidad de trampeo, las cuales fueron colocadas (Figura 5) de manera diferenciada en cada una de las variedades evaluadas del cultivo. Se desplegó un espectro cromático que integró los colores amarillo, azul, blanco, negro y rojo para la captura diferencial de insectos fitófagos, lo

que permitió identificar oportunamente la presencia de vectores y evaluar el comportamiento fitosanitario específico de cada genotipo.

Figura 5

Colocación de trampas cromáticas por variedad.



3.9.6.3 Control Biológico y Manejo Preventivo. El control fitosanitario se sustentó en la inoculación preventiva de microorganismos benéficos y agentes entomopatógenos. Cada 15 días se realizaron aplicaciones al sustrato con formulaciones de Trichoderma sp. y Paecilomyces sp., orientadas a la supresión competitiva de hongos fitopatógenos radiculares y protección de la rizósfera. Complementariamente, se aplicaron tratamientos biológicos a base de Bacillus subtilis y Bacillus thuringiensis para el biocontrol de minadores foliares y fitonematodos, manteniendo la estabilidad sanitaria del cultivo durante todo su ciclo.

Tabla 5.

Tipo de trampa e insectos objetivo.

Tipo de trampa cromática	Plagas
Amarilla	Hemiptera (pulgones, moscas blancas, chinches), Diptera (moscas minadoras, mosquitos), Thysanoptera (Trips), Lepidoptera (Mariposas/Polillas).
Azul	Thysanoptera (Trips)
Blanca	Lepidoptera (polillas nocturnas), Diptera (mosquitos), Thysanoptera (Trips).
Negro	Lepidoptera (Polillas), Coleoptera (Escarabajos).
Rojo	Diptera (Moscas, especialmente la mosca de la fruta), Coleoptera (Escarabajos).

3.9.7 Podas

El manejo de podas se ejecutó de manera sistematizada de acuerdo con la etapa fenológica y los requerimientos del cultivo, estructurándose en dos intervenciones principales:

- Poda de Saneamiento. Se procedió a la remoción manual y selectiva, mediante tijeras aseptizadas, de hojas senescentes, cloróticas o con signos de deterioro físico. Esta labor permitió optimizar la circulación de aire en el interior de la planta además de reducir la humedad lo que minimizó las condiciones para la proliferación de hongos.

- Poda de Bajeros. Implicó la eliminación de ramas secundarias y brotes vegetativos situados en el estrato inferior de la planta, los cuales se encontraban en zonas con iluminación deficiente. Esta práctica optimizó la translocación de fotoasimilados, agua y nutrientes minerales hacia los ápices del estrato superior

3.9.8 Fertilización

El programa de manejo nutricional se fundamentó en la contrastación entre los requerimientos teóricos del cultivo según su fenología (Tabla 6) y el diagnóstico de fertilidad inicial obtenido mediante análisis de suelo (Figura 6). Los resultados edáficos evidenciaron una óptima disponibilidad natural de macronutrientes secundarios y primarios. Por consiguiente, se determinó que el sustrato no requería la incorporación externa de fertilizantes sintéticos fosfonitrados ni potásicos para cubrir las demandas de la etapa de floración. No obstante, debido a que el análisis reportó un nivel deficitario de nitrógeno disponible frente a las exigencias fisiológicas del cultivo, la estrategia de fertilización se centró exclusivamente en la incorporación de enmiendas de materia orgánica. Esta intervención cumplió una doble función agrotécnica: por un lado, suplir la demanda nitrogenada mediante mineralización progresiva y, por otro, mejorar la capacidad de intercambio catiónico del suelo para favorecer la solubilización y biodisponibilidad de las reservas nativas de fósforo, potasio y microelementos durante todo el ciclo productivo.

Tabla 6.

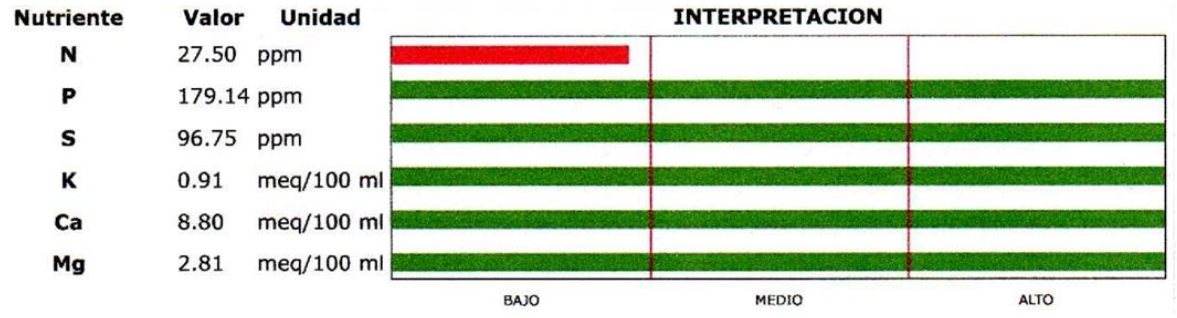
Fertilización para cada etapa del cultivo

Etapa	Elementos en ppm					
	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

Nota. ppm = partes por millón; N = nitrógeno; P = fósforo; K = potasio; Zn = zinc; Mg = magnesio; B = boro. Adaptado de Saavedra (2020)

Figura 6.

Análisis del suelo para el cultivo



3.9.9 Tutorado

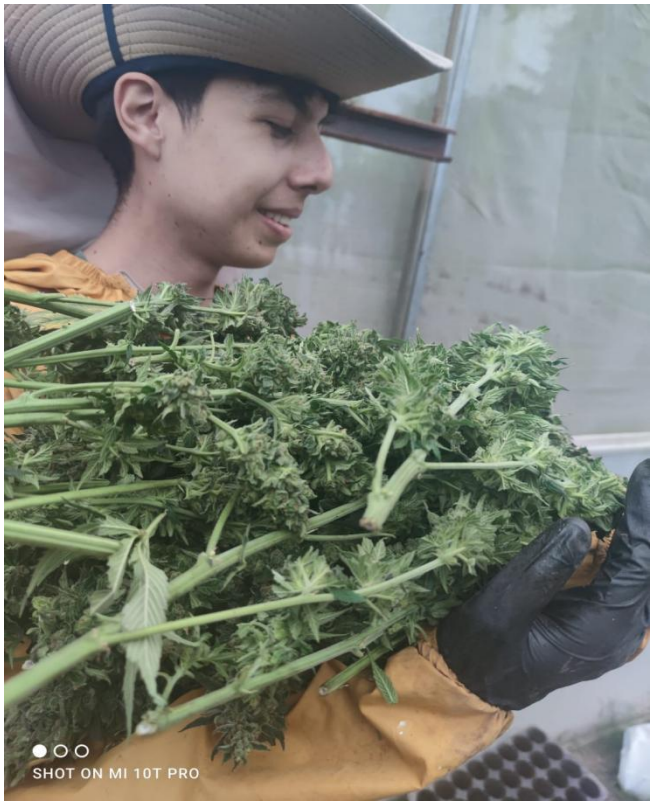
Con el propósito de preservar la integridad estructural del dosel vegetal y prevenir el acame mecánico de las plantas, se implementó un sistema de tutorado aéreo alineado con la distribución espacial de los bloques experimentales. La estructura de soporte consistió en un tendido perimetral y longitudinal de alambre galvanizado dispuesto a lo largo y ancho de las naves del invernadero, del cual se suspendieron líneas individuales de cinta de tutorado agrícola para cada unidad experimental. Este sistema de conducción vertical actuó como guía de crecimiento y soporte mecánico continuo la rama principal y las ramas secundarias durante la etapa vegetativa.

3.9.10 Cosecha

Una vez alcanzada la maduración fisiológica de las flores, se procedió a la cosecha manual de las flores y la biomasa (Figura 7) con ayuda de una tijera de poda. En este proceso, se separaron las ramas maduras de la biomasa de la planta. La determinación de la madurez se realizó en función del estado de los tricomas, cuyo color cambia con el transcurso del tiempo (Cervantes, 2007).

Figura 7.

Cosecha de ramas y flores de cannabis



3.9.11 Secado

Una vez retiradas, las ramas fueron trasladadas al cuarto oscuro, donde se disminuyó la cantidad de humedad hasta alcanzar el punto óptimo (aproximadamente 15 días después del traslado). En el cuarto no debía existir ventilación ni entrada de luz, y se mantuvo una temperatura ambiente oscilando entre los 20 y 24 °C para evitar la pérdida de propiedades organolépticas de la flor femenina.

Figura 8.

Secado de ramas y flores de cannabis en cuarto oscuro



3.9.12 Poscososecha

El material vegetal seco se conservó en bolsas herméticas (Figura 8), ajustando el volumen almacenado según los resultados de rendimiento por planta. Se implementó un régimen de inspección y ventilación periódica con el fin de evacuar el exceso de humedad y asegurar condiciones aeróbicas mínimas. Esta labor de manejo fue crucial para mitigar el riesgo de aparición de hongos y garantizar la estabilidad fitosanitaria del producto final durante la etapa de curado.

Figura 9.

Almacenamiento de flores secas de cannabis



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Porcentaje de germinación

En la tabla 7 se presentan los resultados obtenidos del porcentaje de germinación de las variedades evaluadas. Además, se observó que la variedad VC (Ultra Violet) demostró el desempeño más alto con un 90% de germinación. En contraste, la variedad VB (Ultra Woman) se ubicó en un nivel intermedio con un 60% y la variedad VA (Orange Sunrise) fue la que obtuvo el menor promedio con un 45% de germinación.

Tabla 7

Germinación en variedades de cannabis

Variedad	Semillas plantadas	Semillas germinadas	%Germinación
VA	40	18	45
VB	40	24	60
VC	40	36	90

Los valores de germinación para las variedades VA y VB son menores a los descritos en sus fichas técnicas Anexo 1, mientras que la variedad VC demostró un desempeño acorde a lo especificado en su ficha técnica y confirman que las condiciones dadas son las apropiadas para inducir correctamente la latencia en Cannabis (Langa et al.,2024). Por otro lado, el bajo porcentaje de germinación de las variedades VA y VB indican una pérdida de vigor y de calidad fisiológica debido al almacenamiento prolongado, ya que las semillas fueron adquiridas en el año 2021, lo que implicó un periodo de conservación de aproximadamente cuatro años antes de la siembra, así la germinación de la semilla se vio afectada tal como lo describe Lamichhane et al. (2018) quien describe sobre los factores bióticos y abióticos que pueden afectar la emergencia de semillas.

Figura 10

Germinación de semillas a los siete días de sembrado



4.2 Índice velocidad de germinación

En la Tabla 8 se presenta la dinámica diaria de germinación y el Índice de Velocidad de Germinación (IVG) registrado para las variedades evaluadas. El análisis agronómico del comportamiento de las semillas a lo largo de los días después de la siembra evidenció diferencias contrastantes entre los tratamientos

Tabla 8

Velocidad de germinación de semillas de cannabis a lo largo del tiempo

Variedad	Días después de la siembra									IVG
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
VA	0	0	0	0	6	7	5	0	0	1.395604396
VB	7	1	6	10	0	0	0	0	0	2.49520202
VC	0	3	0	0	2	3	19	8	1	2.683745421

Nota. Valores bajos indican que la germinación fue lenta.

En la Tabla 8 se evidencia el comportamiento dinámico de la velocidad germinativa a lo largo del periodo de evaluación, donde las variedades VA y VB presentaron los índices más bajos en comparación con la variedad VC, la cual registró un valor ligeramente superior. Los

reducidos valores de IVG observados en VA y VB son consistentes con sus bajos porcentajes finales de germinación, denotando una clara pérdida del vigor en los lotes de semillas evaluados. Cabe destacar que, si bien el genotipo VC superó al resto de tratamientos, su índice resultó inferior al potencial teórico esperado, donde una alta tasa germinativa debe estar acoplada a una emergencia rápida y uniforme; este comportamiento asincrónico indica que la energía germinativa global del ensayo se vio comprometida.

Desde una perspectiva fisiológica, estos resultados concuerdan con lo planteado por García López et al. (2016), quienes afirman que el Índice de Velocidad de Germinación actúa como un biomarcador directo de la calidad fisiológica de la semilla, sugiriendo que la disminución en este parámetro predice un establecimiento deficiente y un menor desarrollo estructural de las futuras plántulas. Este deterioro en la velocidad de brotación se explica por lo descrito por Harrington (1972) quien relata la sensibilidad de la viabilidad seminal ante condiciones de almacenamiento o manejo inadecuadas, en especies oleaginosas como el cannabis, la pérdida de vigor suele asociarse a procesos de peroxidación lipídica y degradación enzimática de los asimilados de reserva en el endospermo, lo cual retarda la imbibición y la elongación de la radícula.

Asimismo, desde el punto de vista fisiológico, la prolongación del tiempo de emergencia observada en las tres variedades representa un factor de riesgo crítico, donde un retardo en la germinación incrementa la ventana de exposición del embrión a tensiones abióticas y a la colonización de microrganismos fitopatógenos en el sustrato, deteriorando la uniformidad fenológica del cultivo y afectando el rendimiento biológico desde las etapas iniciales de propagación.

Figura 11

Germinación de semillas a los catorce días de sembrado



4.3 Altura de las variedades

La altura de la planta constituye un indicador morfométrico fundamental para determinar el vigor vegetativo y la adaptabilidad estructural del cultivo a las condiciones del invernadero. Como se observa en la Figura 12, la toma de medición de esta variable se realizó de forma periódica durante la fase vegetativa, donde se utilizó un flexómetro para registrar la longitud directa desde la base del tallo principal hasta el ápice del dosel vegetal.

Figura 11

Altura de planta a los veintiséis días de sembrado



En cuanto a los resultados, el análisis estadístico de la variable altura reveló una interacción significativa entre los Días Después del Trasplante (DDT) y la Variedad (p = 0.0459), lo que indica que el patrón de crecimiento y la velocidad de elongación fueron diferentes entre los genotipos evaluados (Tabla 9). No obstante, a pesar de estas diferencias estadísticas en la dinámica de desarrollo durante las etapas intermedias, los tres cultivares mantuvieron un crecimiento progresivo vigoroso, alcanzando alturas finales convergentes en torno a los 240cm a los 91 DDT.

Tabla 9.

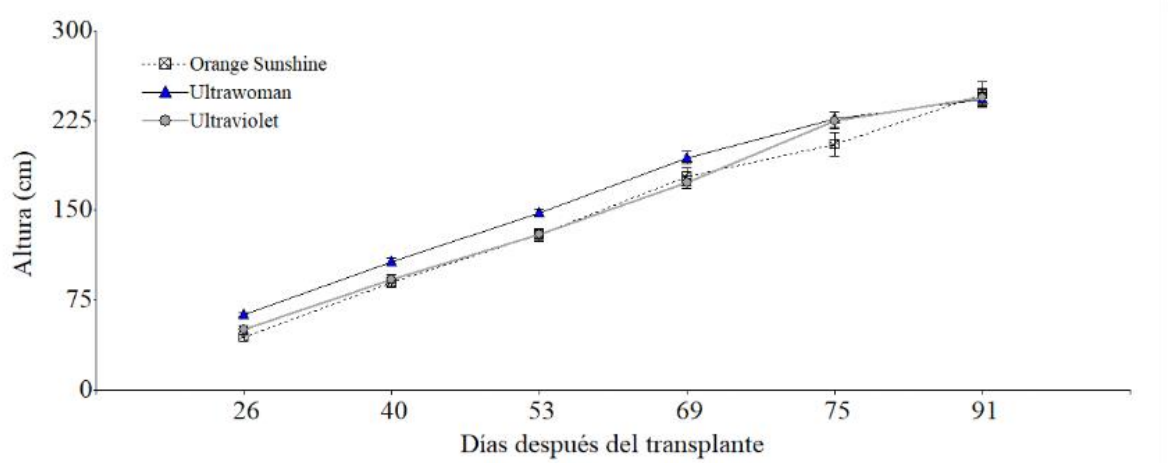
Medias y errores estándar para la interacción de días después del trasplante y la variedad

Fuente de Variación	Grados de libertad FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Días después del trasplante	5	392	549.01	<0.0001
Variedad	2	392	11.73	<0.0001
Días después del trasplante: Variedad	10	392	2.38	0.0459

En la Figura 13 se observa el crecimiento de las variedades a través de los 91 días del experimento, en donde se observó que la variedad B presentó una altura promedio mayor durante la fase experimental. Sin embargo, a los 75 DDT, la variedad C mostró un incremento de 77% en su crecimiento, logrando alcanzar la altura media de la variedad B y, con ello, anular la diferencia estadística. Al final del ciclo, las tres variedades alcanzaron su pico de altura, resultando estadísticamente similares entre sí, lo que demuestra que la ventaja inicial de la Variedad B no se sostuvo al finalizar el experimento.

Figura 13

Curva de crecimiento de las plantas durante el experimento



En la Figura 13 se evidencia que las variedades evaluadas exhibieron un patrón de crecimiento lineal y progresivo a lo largo del ciclo de evaluación, alcanzando alturas finales en torno a los 240 cm a los 91 días después del trasplante (DDT). Durante la etapa de desarrollo intermedio, la variedad Ultrawoman manifestó una ligera superioridad en elongación vertical respecto a los demás tratamientos, sin embargo, hacia el término de la fase evaluada, los tres genotipos convergieron de manera homogénea, evidenciando un vigor estructural uniformes bajo las condiciones experimentales del invernadero.

Estos resultados superan ampliamente lo descrito por Arcos (2017), quien al evaluar soluciones nutritivas en la producción de *Cannabis sativa* L., reportó alturas promedio finales significativamente menores, oscilando entre 65.14 y 87.36 cm. Esta notable divergencia morfológica se explica fundamentalmente por el tipo de manejo del fotoperiodo implementado en el presente ensayo. A diferencia del estudio citado, se suministró un fotoperíodo artificial de día largo (16 h de luz y 8 h de oscuridad) durante toda la fase vegetativa, el cual inhibió con éxito el cambio fenológico prematuro hacia la etapa reproductiva y prolongó la actividad meristemática celular en los internudos del vástago principal.

Dicha respuesta concuerda cabalmente con los lineamientos técnicos del Manual Técnico del Cultivo (MAG, 2025), donde se establece que la regulación estricta del fotoperíodo ejerce una influencia determinante sobre el desarrollo arquitectónico del cultivo y la acumulación de biomasa de cada genotipo. Asimismo, el vigor apical en altura se vio favorecido por la ejecución agrotécnica de la poda de bajeros (desrame inferior), la cual permitió redirigir la translocación de fotoasimilados, agua y reservas minerales de las zonas de sombra hacia los estratos superiores, promoviendo una elongación constante del dosel vegetal antes del inicio de la floración.

4.4 Incidencia de plagas

El análisis estadístico demostró que existe una interacción significativamente alta entre los días después del trasplante (DDT), la variedad y la aparición de plagas (p=0.016) dentro del cultivo, Lo que indica la relación entre la variedad con la aparición de plagas (Tabla 10).

Tabla 10.

Interacción de las variedades y días después del trasplante para la variable incidencia de plagas

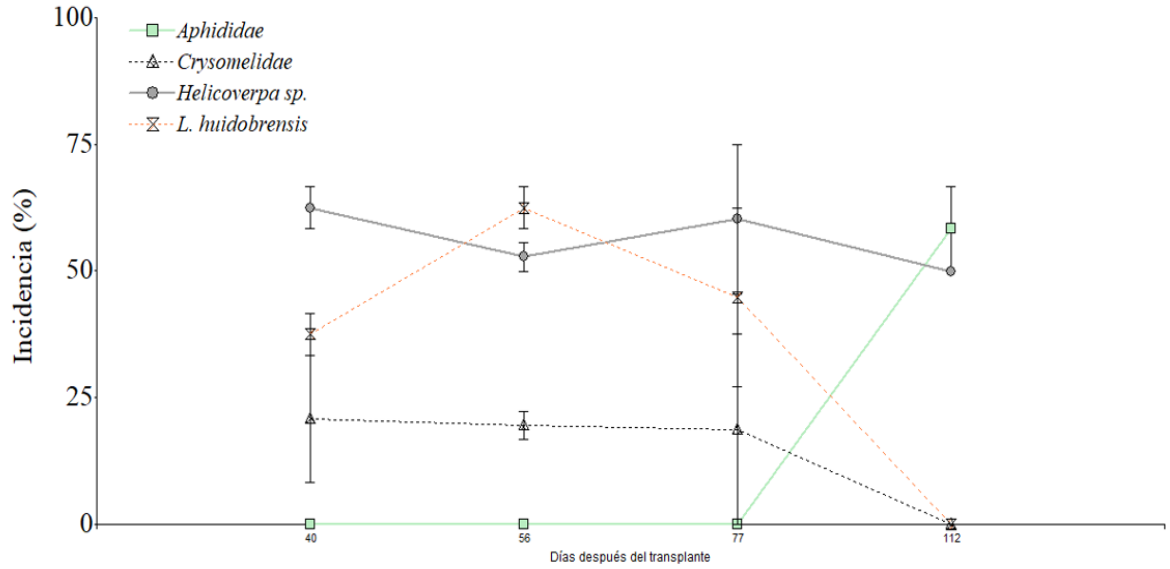
	GL	Valor F	Valor P
Intercepción	1	58.55	<0.0001
DDT	3	8.39	0.0001
Variedad	2	3.64	0.0340
Plaga	3	70.12	<0.0001
DDT:Variedad	6	1.92	0.0966
DDT:Plaga	9	9.53	<0.0001
Variedad*Plaga	6	3.75	0.0039
DDT:Variedad*Plaga	18	2.93	0.016

En la Figura 14, se observa la incidencia de distintas plagas que afectaron al cultivo durante los 112 días después del trasplante, donde se puede observar la dominancia de Helicoverpa sp. A largo de casi todo el ciclo evaluado, manteniendo una presión constante que osciló entre el 50% al 60% de incidencia. Por el contrario, *Liriomyza huidobrensis* y *Chrysomelidae* concentraron sus mayores niveles de infestación en las etapas vegetativas y de pre-floración, destacando *Liriomyza huidobrensis* con un pico que alcanzó a los 56 días para luego descender drásticamente hasta el 0% al final del ciclo; asimismo, la familia Chrysomelidae se mantuvo como una plaga secundaria de incidencia estable (alrededor del 20%) durante los primeros 77 días, desapareciendo por completo en la evaluación final. Finalmente, la familia Aphididae representó el cambio poblacional más contrastante del estudio al registrar una incidencia nula

durante los primeros tres muestreos para luego alcanzar un pico a los 112 días (alcanzando cerca del 58% y posicionándose como la plaga principal al cierre del cultivo).

Figura 14

Incidencia de plagas en la variedad A



En la Figura 14, se observa la incidencia de distintas plagas que afectaron al cultivo durante los 112 días después del trasplante, donde se puede observar la presencia constante de *Helicoverpa* sp. a lo largo de todo el ciclo evaluado, manteniendo incidencia constante que osciló entre el 40% y el 60% de incidencia y posicionándose como la plaga dominante al cierre del cultivo. Por su parte, *Liriomyza huidobrensis* concentró sus mayores niveles de infestación en la etapa vegetativa temprana, registrando su valor máximo a los 40 días (aproximadamente un 54%) para luego mostrar un descenso progresivo y continuo hasta alcanzar cerca del 12% al final del ciclo; asimismo, la familia Chrysomelidae presentó un comportamiento fluctuante, manteniéndose con incidencias bajas durante los primeros 56 días (entre el 8% y el 21%), para luego experimentar un notable pico poblacional a los 77 días (alcanzando cerca del 50%) y finalmente descender de manera drástica hasta el 0% en la evaluación final a los 112 días.

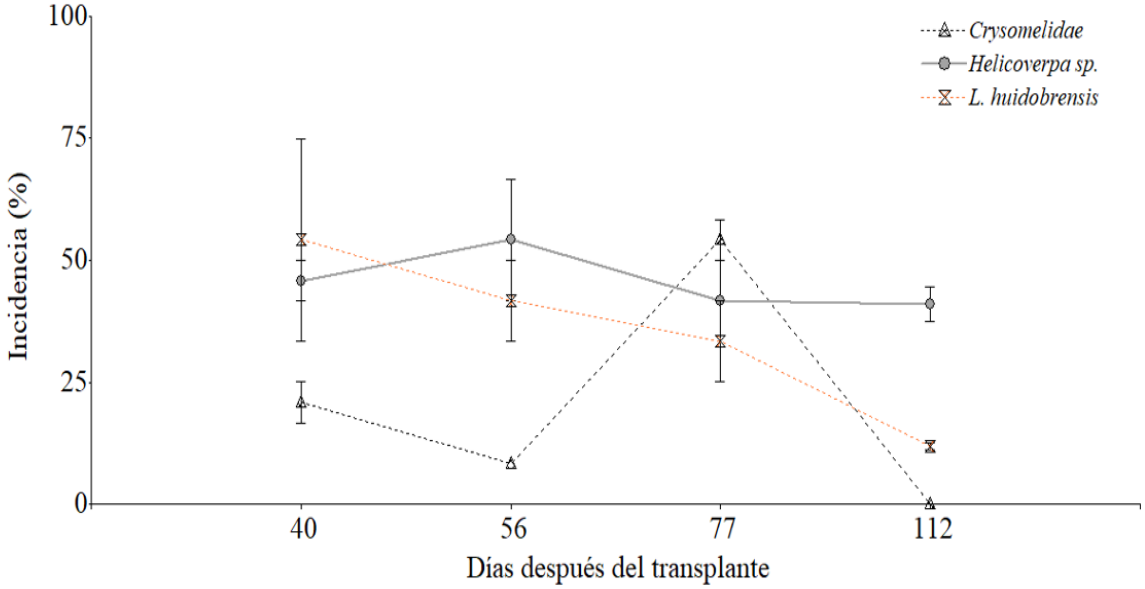
Figura 14

Incidencia de áfidos en hojas de la variedad A



Figura 15

Incidencia de plagas en la variedad B



En la Figura 15 se detalla la dinámica de incidencia de las principales plagas que afectaron a la variedad Ultrawoman durante los 112 días después del trasplante (DDT). *Helicoverpa* sp. evidenció una presencia sostenida y dominante a lo largo de todo el ciclo agronómico, iniciando

con un 45% de incidencia a los 40 DDT, alcanzando su registro máximo del 55% a los 56 DDT y estabilizándose en valores en torno al 41% durante la fase reproductiva y de cosecha. En contraste, Chrysomelidae manifestó un comportamiento marcadamente fluctuante, donde mantuvieron incidencias bajas durante los dos primeros muestreos, para luego registrar un drástico repunte a los 77 DDT, momento en el que alcanzaron un pico máximo del 55%. Este incremento abrupto y transitorio respondió a un comportamiento oportunista del insecto, el cual aprovechó las lesiones y microfracturas mecánicas en las ramas como sitios de alimentación y oviposición; sin embargo, esta incidencia descendió significativamente al iniciarse la fase reproductiva, favorecida por la cicatrización y sellado de las heridas mediante la aplicación agronómica de pasta o caldo cúprico, decayendo hasta una presencia nula (0%) hacia el cierre del cultivo (112 DDT). Por otro lado, el minador *Liriomyza huidobrensis* presentó una curva de incidencia decreciente con el avance del ciclo, este declive se asocia directamente a la lignificación celular y a la pérdida de palatabilidad del follaje maduro, lo que relegó a esta plaga a un registro mínimo del 12% al final del ensayo.

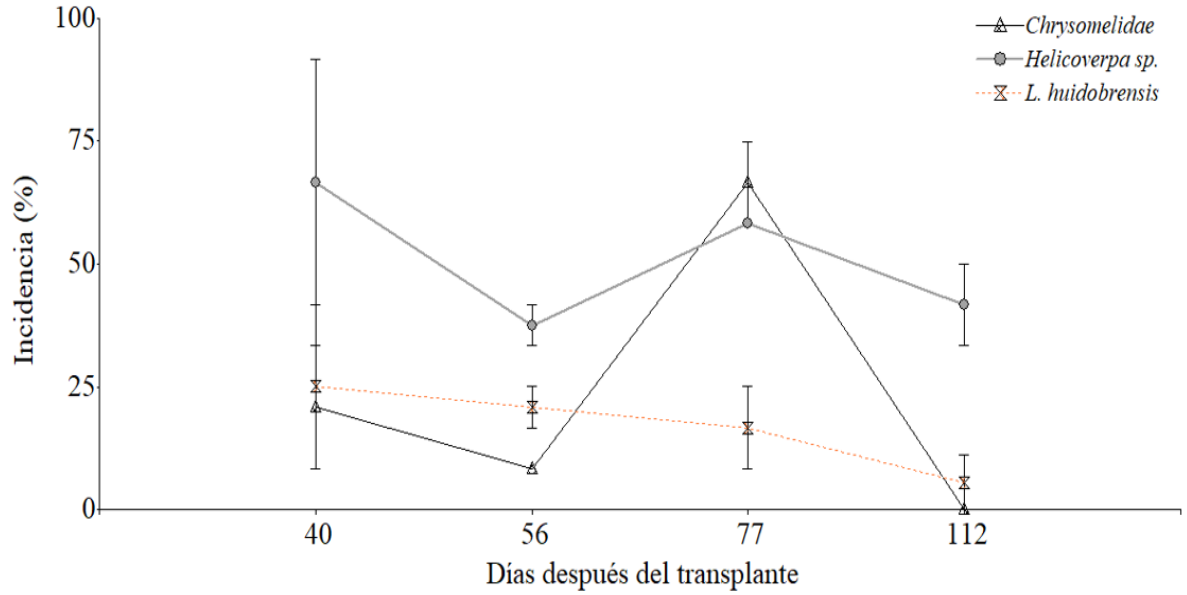
Figura 16

Incidencia de Helicoverpa sp. en hojas de la variedad A



Figura 17.

Incidencia de plagas en la variedad C



Las diferencias significativas en los niveles de incidencia observados entre las distintas variedades, a pesar de haberse establecido bajo condiciones ambientales e infraestructurales idénticas, demuestran que la susceptibilidad a las plagas está regida principalmente por factores de adaptabilidad genotípica de cada cultivar (Bilodeau et al., 2019). Por un lado, las variaciones

en el ataque del barrenador Helicoverpa sp. se justifican por la marcada atracción que estas especies manifiestan hacia los tejidos vegetales en activo crecimiento y expansión tal como lo describe Fitt (1989).

En cuanto al comportamiento de las variedades frente a insectos minadores (*Liriomyza huidobrensis*) y masticadores (Chrysomelidae), la menor afectación en ciertas genéticas se debe a características biofísicas y bioquímicas asociadas tanto a una velocidad diferencial en el endurecimiento de la cutícula foliar y la lignificación del tejido vegetal que incrementa la resistencia mecánica contra la oviposición y alimentación (Videla et al., 2012), como a variaciones en la palatabilidad por una caída más acelerada del nitrógeno soluble foliar cuando cada variedad transloca sus fotoasimilados hacia el engorde de la flor lo que puede explicar la disminución en la incidencia de estas plagas al inicio de la floración.

4.5 Rendimiento Biomasa fresca de la flor

En la Figura 18 se documenta el estado fenológico de las inflorescencias a escasos días de la labor de cosecha. Este registro fotográfico permite apreciar las divergencias fenotípicas desarrolladas por cada va al acercarse a su madurez fisiológica, evidenciando variaciones claras en la arquitectura y densidad entre la variedad A (Orange Sunshine), variedad B (Ultrawoman) y variedad C (Ultraviolet). Una vez alcanzado el punto de maduración, se ejecutó una recolección selectiva, en la cual únicamente las ramas que presentaron estructuras florales en estado óptimo y adecuado fueron cosechadas y sometidas inmediatamente al pesaje.

Figura 18.

Flores de cannabis días antes de su cosecha.



A pesar de las diferencias morfológicas visuales registradas en campo durante los días previos a la cosecha, el análisis estadístico para la variable de rendimiento de biomasa fresca floral determinó que no existe interacción significativa (p= 0.0149) entre las variedades y el rendimiento de biomasa fresca de la flor.

Tabla 11

Media del rendimiento por variedades

Variedad	Variable	Media
A	Peso fresco	2350
B	Peso fresco	2482.35
C	Peso fresco	2877.33

4.6 Rendimiento biomasa fresca de hojas y tallos.

El análisis estadístico mostró que no existe una diferencia significativa (p=0.5204), lo que mostró que no existe una interacción entre las variedades y el rendimiento de la biomasa.

Tabla 12

Media del rendimiento por variedades

Variedad	Variable	Media
A	Peso fresco	1572
B	Peso fresco	2320.17
C	Peso fresco	2099.77

4.7 Rendimiento biomasa seca de las flores

Tras concluir el proceso de acondicionamiento y deshidratación, se procedió a la evaluación del rendimiento final, considerando únicamente la materia seca útil. En la Figura 19 se observa un ejemplar representativo de las inflorescencias en estado seco listas para el pesaje.

Figura 19.

Flores de cannabis días antes de su cosecha.



El análisis estadístico para la variable rendimiento reveló una interacción altamente significativa entre los pesos de la biomasa de flor y las variedades ($p<0.0001$), lo cual indica que el rendimiento es diferente entre las variedades. La Figura 20 muestra que las variedades B y C poseen la mayor capacidad de rendimiento a comparación de la variedad A que demostró un menor rendimiento de flores secas.

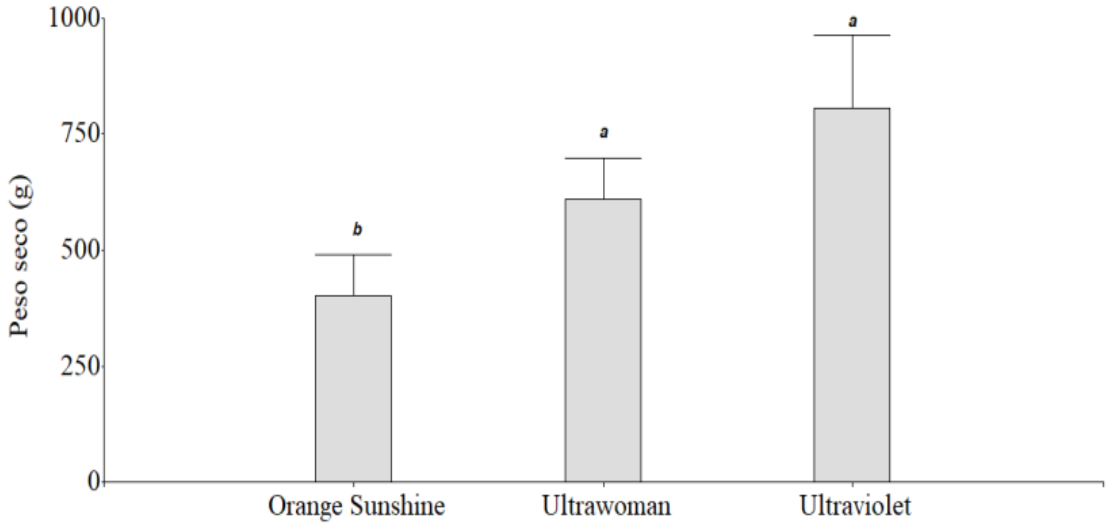
Tabla 13

Media del rendimiento flor seca por variedades

Variedad	Variable	Media	Rendimiento t/ha
A	Peso seco	2350	23.50
B	Peso seco	2482.37	24.82
C	Peso seco	2877.33	28.77

Figura 20.

Peso seco de flor de cannabis en las variedades



La marcada variabilidad productiva evidenciada en el rendimiento de inflorescencias secas corrobora lo descrito por Rachel et al. (2019), quienes argumentan que la acumulación de biomasa floral en *Cannabis sativa* L. es una variable compleja gobernada por la estricta interacción entre las condiciones agroclimáticas, el rigor del manejo técnico y el potencial del genotipo. En el presente ensayo, el control microclimático del invernadero —en especial del fotoperiodo y la nutrición durante la etapa reproductiva— permitió que variedades como Ultraviolet y Ultrawoman expresaran al máximo su capacidad de sumidero y translocación de fotoasimilados, demostrando que el manejo ambiental fue el idóneo para favorecer el llenado de los cálices en las variedades adaptadas.

Asimismo, el hecho de que Ultraviolet (800g/planta) duplicara estadísticamente el rendimiento de *Orange Sunshine* (400g/planta) concuerda cabalmente con los hallazgos de Crawford y Rosa (2022). Dichos autores, al caracterizar agronómicamente diez cultivares comerciales de

cannabis, determinaron que existe una variabilidad intrínseca significativa en el potencial productivo final entre genotipos evaluados en un mismo entorno, esto confirma que, ante condiciones ambientales uniformes, la variabilidad productiva depende de la plasticidad fenotípica del cultivar y de su adaptabilidad al entorno agroecológico de la zona evaluada

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. La variedad Ultraviolet (VC) demostró la mayor adaptabilidad agroecológica y plasticidad fenotípica bajo las condiciones microclimáticas del invernadero en Chaltura, expresando los mejores indicadores de desempeño agrotécnico desde las fases tempranas del ciclo. En la etapa de vivero, este cultivar alcanzó una germinación del 90% y el mayor Índice de Velocidad de Germinación (IVG = 2.68), confirmando un alto vigor germinal y corroborando que el manejo cultural y de sustrato fue óptimo para superar la latencia de la especie. En contraste, la variedad Orange Sunshine (VA) no solo mostró un menor vigor inicial, sino que evidenció una mayor susceptibilidad fitosanitaria durante la fase vegetativa, registrando la mayor incidencia de plagas clave del cultivo, trips y pulgones, lo cual indica que su genotipo es más vulnerable y de menor adaptabilidad agronómica para su introducción productiva en la zona de estudio.
2. El rendimiento productivo de biomasa floral seca evidenció una marcada respuesta genotípica diferencial, en la cual las variedades Ultraviolet (VC) y Ultrawoman (VB) superaron significativamente al resto de tratamientos al ubicarse en el estrato estadístico de mayor productividad, registrando medias de 800,00 g/planta y 600,00 g/planta, respectivamente. Este desempeño superior confirma que ambos cultivares poseen una alta plasticidad fenotípica y una adaptabilidad agroecológica sobresaliente ante las condiciones microclimáticas de Chaltura, manifestando una mayor eficiencia fisiológica en la translocación de fotoasimilados para el llenado y engrosamiento de las inflorescencias.
3. La dinámica poblacional de la investigación a lo largo del ciclo estuvo estrictamente regida por la fenología y maduración morfológica del cultivo; mientras que insectos como *Liriomyza huidobrensis* y *Chrysomelidae* disminuyeron su incidencia hasta desaparecer debido al endurecimiento cuticular y pérdida de palatabilidad del follaje maduro, el barrenador *Helicoverpa* sp. se consolidó como la plaga dominante al encontrar en las estructuras reproductivas un sumidero continuo de nutrientes

5.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el establecimiento de parcelas experimentales a gran escala en la granja "La Pradera" evaluando las variedades Ultra Woman y Ultra Violet de manera totalmente independiente y separada en las condiciones de Chaltura. Al tratarse de semillas comerciales que demostraron características agronómicas de acumulación de biomasa de interés comercial, su siembra en bloques separados permitirá diseñar paquetes tecnológicos especializados para cada genotipo sin interferencias de competencia lumínica o espacial dentro del invernadero.
2. Se sugiere reestructurar el MIPE para que las intervenciones fitosanitarias no se apliquen de forma generalizada, sino que se diseñen y ejecuten de manera diferenciada en función de la morfología, y necesidad floral de cada variedad. Durante el ciclo vegetativo y reproductivo, el monitoreo entomológico demostró que el ataque de los fitófagos responde directamente a las características estructurales del cultivar en el invernadero
3. Se recomienda incorporar análisis de laboratorio al finalizar el ciclo agrícola para cuantificar el perfil y concentración de metabolitos secundarios (THC, CBD) con el fin de determinar si las labores de manejo agronómico y fitosanitario ejercen una influencia directa sobre la calidad química de la flor seca.

4. REFERENCIAS

Araméndiz-Tatis, H., Cardona-Ayala, C., Espitia-Camacho, M., Herrera-Contreras, A., & Villalba-Soto, A. (2023). Agronomic evaluation of Cannabis sativa (L.) cultivars in northern Colombia. *Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas*, *17*(1), e15695. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_horticolas/article/view/15695

Arcos, M., Cartagena , Y., Merino, J., Pérez Guerrero, P., Parra, R., & Moreno, J. (2025). Evaluación de la solución nutritiva Steiner aplicada al cultivo de cáñamo medicinal (Cannabis sativa L.) var. Cherry Oregon, bajo invernadero . *Siembra*, *12*(1), e6777. https://doi.org/10.29166/siembra.v12i1.6777

Backer Rachel , Schwinghamer Timothy , Rosenbaum Phillip , McCarty Vincent , Eichhorn Bilodeau Samuel , Lyu Dongmei , Ahmed Md Bulbul , Robinson George , Lefsrud Mark , Wilkins Olivia & Smith Donald L. (2019). Closing the Yield Gap for Cannabis: A Meta-Analysis of Factors Determining Cannabis Yield. Frontiers in Plant Science, 10(1). https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00495

Barlocco Amorin, S, Lust Álvarez, J y Urioste Panissa, M. (2021.). Desarrollo y rendimiento de cannabiss medicinal CW2a en siembras tardías de día corto. Tesis de grado. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Agronomía. https://hdl.handle.net/20.500.12008/36857

Bayona, C. A. (2024). *Evaluación del manejo integrado de riego y fertilización (MIRFE) en la producción de flor seca de cannabis sativa en ambientes controlados tipo invernadero*. [Pasantía]. Repositorio Institucional UNAD. https://repository.unad.edu.co/handle/10596/60084

Eichhorn Bilodeau, S., Wu, B. S., Rufyikiri, A. S., MacPherson, S., & Lefsrud, M. (2019). An Update on Plant Photobiology and Implications for Cannabis Production. *Frontiers in plant science*, *10*, 296. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00296

Liam Buirs, Samantha Lung & Zamir K. Punja (2025) The epidemiology and management of Botrytis cinerea causing bud rot on greenhouse cultivated cannabis (Cannabis sativa L.), Canadian Journal of Plant Pathology, 47:5, 443-463, https://doi.org/10.1080/07060661.2025.2478250

Harrington, J.F. (1972) Seed Storage and Longevity. In: Kozlowski, T.T., Ed., Seed Biology, Insects, and Seed Collection, Storage, Testing and Certification, Academic Press, New York, 145-245. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-395605-7.50009-0

Cervantes, J. (2007). *Marijuana horticulture: The indoor/outdoor medical grower's bible*. Van Patten Publishing.

Crawford, R. (2022). Caracterización agronómica y contenido de Cannabinoides en 10 cultivares de Cannabis Sativa l. bajo condiciones de invernadero. Universidad del Magdalena. Disponible en: https://hdl.handle.net/20.500.14923/7959

G P Fitt. 1989. The Ecology of Heliothis Species in Relation to Agroecosystems. *Annual Review of Entomology* 34:17-53. https://doi.org/10.1146/annurev.en.34.010189.000313

Lamichhane, J. R., Debaeke, P., Steinberg, C., You, M. P., Barbetti, M. J., & Aubertot, J.-N. (2018). Abiotic and biotic factors affecting crop seed germination and seedling emergence: a conceptual framework. *Plant and Soil*, *432*(1–2), 1–28. https://doi.org/10.1007/s11104-018-3780-9

Langa, S., Magwaza, L. S., Mditshwa, A., & Tesfay, S. Z. (2024). Characterization of cannabis varieties and the intrinsic and extrinsic factors affecting cannabis germination and seedling establishment: A descriptive review. *Industrial Crops and Products*, *208*(117861), 117861. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117861

Ministerio de Agricultura y Ganadería (2025). Gob.ec. Recuperado el 12 de febrero de 2026, de https://servicios.mag.gob.ec/ReporteadorBuscadorLicenciatariosCanamo/

Naranjo Montenegro, D. (2024). Estudio del efecto de tres bioestimulantes sobre los componentes del rendimiento de cannabis medicinal (Cannabis sativa L.), variedad Lemon G bajo invernadero. Universidad Central del Ecuador. https://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/34884

Naciones Unidas. (2015). Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructura. En Objetivos de Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure-industrialization/

Naciones Unidas. (2015). Objetivo 12: Producción y consumo responsables. En Objetivos de Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/

Punja, Z. K. (2021). Epidemiology of Fusarium oxysporum causing root and crown rot of cannabis (Cannabis sativa L., marijuana) plants in commercial greenhouse production. *Canadian Journal of Plant Pathology. Revue Canadienne de Phytopathologie*, *43*(2), 216–235. https://doi.org/10.1080/07060661.2020.1788165

Punja, Z. K., & Ni, L. (2021). The bud rot pathogens infecting cannabis (Cannabis sativa L., marijuana) inflorescences: symptomology, species identification, pathogenicity and biological control. *Canadian Journal of Plant Pathology. Revue Canadienne de Phytopathologie*, *43*(6), 827–854. https://doi.org/10.1080/07060661.2021.1936650

Rahn, B., Pearson, B. J., Trigiano, R. N., & Gray, D. J. (2016). The derivation of modern cannabis varieties. *Critical Reviews in Plant Sciences*, *35*(5–6), 328–348. https://doi.org/10.1080/07352689.2016.1273626

Salami, M. (2024). *Cannabis sátiva: Bótanica y técnicas de cultivo*.

Scott, C., & Punja, Z. K. (2023). Biological control of *Fusarium oxysporum* causing damping-off and *Pythium myriotylum* causing root and crown rot on cannabis (*Cannabis sativa* L.) plants. *Canadian Journal of Plant Pathology. Revue Canadienne de Phytopathologie*, *45*(3), 238–252. https://doi.org/10.1080/07060661.2023.2172082

Strzelczyk, M., Lochynska, M., & Chudy, M. (2022). Systematics and botanical characteristics of industrial hemp *cannabis Sativa* L. *Journal of Natural Fibers*, *19*(13), 5804–5826. https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1889443

Zhang, J., Xiang, S., & Wan, H. (2021). Negative association between seed dormancy and seed longevity in bread wheat. *American Journal of Plant Sciences*, *12*(03), 347–365. https://doi.org/10.4236/ajps.2021.123022