



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES
SUSTRATOS Y DOS TIPOS DE AMBIENTES EN EL
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE *Cannabis sativa*, EN
EL CAMPUS SALACHE – UTC, CANTÓN LATACUNGA,
PROVINCIA DE COTOPAXI, 2022.”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieras
Agrónomas

Autoras:
Curicho Yasig Kety Carolina
Toaquiza Nasimba Katerie Elizabeth

Tutor:
Chasi Vizquete Wilman Paolo

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Curicho Yasig Kety Carolina, con cédula de ciudadanía No. 0504184037 y Toaquiza Nasimba Katerine Elizabeth, con cédula de ciudadanía No. 1727643189, declaramos ser autoras del presente proyecto de investigación: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS Y DOS TIPOS DE AMBIENTES EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE *Cannabis sativa*, EN EL CAMPUS SALACHE – UTC, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI 2022”, siendo el Ingeniero Wilman Paolo Chasi Vizuete, Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 25 de agosto del 2022

Katerine Elizabeth Toaquiza Nasimba
Estudiante
CC: 1727643189

Kety Carolina Curicho Yasig
Estudiante
CC: 0504184037

Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete
Docente Tutor
CC: 0502409725

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CURICHO YASIG KETY CAROLINA**, identificada con cédula de ciudadanía **0504184037** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. – **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación del efecto de diferentes sustratos y dos tipos de ambientes en el comportamiento agronómico de Cannabis sativa, en el Campus Salache – UTC, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi 2022”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2018 - Marzo 2019

Finalización de la carrera: Abril 2022 – Agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 03 de junio del 2022

Tutor: Ingeniero Mg. Wilman Paolo Chasi Vizuete.

Tema: “Evaluación del efecto de diferentes sustratos y dos tipos de ambientes en el comportamiento agronómico de Cannabis sativa, en el Campus Salache – UTC, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi 2022”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.

- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 31 días del mes de agosto del 2022.

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **TOAQUIZA NASIMBA KATERINE ELIZABETH**, identificada con cédula de ciudadanía **1727643189** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. – **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación del efecto de diferentes sustratos y dos tipos de ambientes en el comportamiento agronómico de Cannabis sativa, en el Campus Salache – UTC, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi 2022”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2018 - Marzo 2019

Finalización de la carrera: Abril 2022 – Agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 03 de junio del 2022

Tutor: Ingeniero Mg. Wilman Paolo Chasi Vizuete.

Tema: “Evaluación del efecto de diferentes sustratos y dos tipos de ambientes en el comportamiento agronómico de Cannabis sativa, en el Campus Salache – UTC, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi 2022”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- f) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- g) La publicación del trabajo de grado.

- h) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- i) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- j) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 31 días del mes de agosto del 2022.

Mauricio Joel Abata Lema

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, Ph.D.

LA CEDENTE

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS Y DOS TIPOS DE AMBIENTES EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CANNABIS SATIVA, EN EL CAMPUS SALACHE – UTC, CANTÓN LATAACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI 2022”, de Curicho Yasig Kety Carolina y Toaquiza Nasimba Katerine Elizabeth, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 25 de agosto del 2022

Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.

DOCENTE TUTOR

CC: 0502409725

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Curicho Yasig Kety Carolina y Toaquiza Nasimba Katerine Elizabeth, con el título del Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS Y DOS TIPOS DE AMBIENTES EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CANNABIS SATIVA, EN EL CAMPUS SALACHE – UTC, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI 2022”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 25 de agosto del 2022

Lector 1 (Presidente)

Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome, Mg.

CC: 0501946263

Lector 2

Ing. Francisco Hernan Chancusig, Mg.

CC: 0501883920

Lector 3

Ing. Clever Castillo De La Guerra, MSc.

CC: 0501715494

AGRADECIMIENTO

De manera especial quiero agradecer a Dios por haberme brindado sabiduría e inteligencia en cada instante que se realizó este trabajo de investigación, a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas en el proceso académico, a todos y cada uno de mis docentes que me han acompañado en el trascurso de la carrera por ser más que profesores amigos, quienes me transmitieron sus conocimientos para mi formación profesional, a mis padres y hermanos quienes han sido los que me apoyaron durante toda mi carrera, gracias a sus buenos consejos he podido superar todos los altibajos presentado en el proceso.

Kety Carolina Curicho Yasig

DEDICATORIA

Esta investigación dedico a Dios por permitirme ver cada día la luz del día, darme fuerzas necesarias para no rendirme y sobre todo por darme la dicha de poseer una gran familia digna de admirar, a mis hermanos Giovanni, Roberto y Patricio por su gran apoyo, a mis sobrinos Melany, Dylan, Jesus, Valentina, Mayte y Josué, porque sé que con un triunfo yo poder compartir con ellos mucho amor, felicidad y brindarles mis experiencias, y como no dedicarles a mis pilares fundamentales como son mis padres, Jaime Curicho y Teresa Yasig que me criaron con buenos valores y me guiaron por el camino del bien, para seguir hacia adelante y cumplir mis metas, mediante de su ejemplo de amor, compañía, esfuerzo, lucha, dedicación y sobre todos sus consejos, me han ayudado a cumplir cada una de las metas propuestas.

Kety Carolina Curicho Yasig

AGRADECIMIENTO

Primeramente, le agradezco a Dios por ser el motor principal en mi vida, por acompañarme y permitirme confiarle mis anhelos con la certeza de que estos se materialicen. Agradezco a mis padres Favian y Rosario quienes día a día me impulsaban a seguir con mi educación, a mis hermanos Belén, Josua y Julián quienes me brindaron apoyo y acompañamiento en este largo camino.

Agradezco profundamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme abierto las puertas para así culminar mi carrera, a mi tutor el Ingeniero Wilman Paolo Chasi Vizuite por haberme guiado durante el desarrollo de la tesis. Y por último y no menos importante agradezco a Kety mi amiga compañera de tesis quien desde el primer momento que decidimos realizar este trabajo me brindo todo su apoyo incondicional.

Katerine Elizabeth Toaquiza Nasimba

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado con todo mi amor y cariño a mis hermanos y a mis padres quienes han estado conmigo en todo momento, por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, aun que hemos pasado por momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor. A mis abuelitos quienes nunca se olvidaron de brindarnos su apoyo y su bendición a mis hermanos y a mí. A mi tía Esperanza a quien quiero como a una madre, por estar dispuesta a escucharme y ayudarme en los momentos difíciles.

Toaquiza Nasimba Katerine Elizabeth

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS Y DOS TIPOS DE AMBIENTES EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE *Cannabis sativa*, EN EL CAMPUS SALACHE – UTC, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2022”

AUTORES:

Curicho Yasig Kety Carolina
Toaquiza Nasimba Katerine Elizabeth

RESUMEN

La presente investigación se ejecutó en la Universidad Técnica de Cotopaxi, tuvo como objetivo principal evaluar el efecto de diferentes sustratos y dos tipos de ambientes en el comportamiento agronómico de *Cannabis sativa*, en el campus Salache – UTC, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, 2022, se determinó el sustrato óptimo para el crecimiento y desarrollo de *Cannabis sativa* por lo tanto se recopiló información bibliográfica referente a la investigación. De igual manera se identificó el ambiente más adecuado para el crecimiento y desarrollo de la misma. Al respecto se realizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 8 repeticiones en dos ambientes, por lo tanto se tomó las siguientes variables: altura, número de hojas y número de ramas, se utilizó una prueba de significancia Tukey test al 0,05% con lo cual se determinó el tratamiento y el ambiente óptimo para el desarrollo de *Cannabis sativa*, lo cual se obtuvo como resultado, ambiente 1 + T1 (cascajo 30%, vermiculita 25%, compost 25% y tierra negra al 20%) con una altura de 55,5 cm a los 120 días, seguido del ambiente 1 + T3 (perlita 30%, turba de pantano 25%, trichoderma 25% y tierra negra 20%) con una altura de 53, 63cm a los 120 días. De igual manera se recomienda implementar el cultivo de *Cannabis sativa* a campo abierto debido a que el cultivo tuvo un desarrollo óptimo, y se adaptó a la variabilidad climática existente en la provincia de Cotopaxi.

Palabras clave: Ambientes, cannabis sativa y sustratos.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

TITLE: “ASSESSMENT OF THE EFFECT OF DIFFERENT SUBSTRATES AND TWO TYPES OF ENVIRONMENTS ON THE AGRONOMIC BEHAVIOR OF *Cannabis sativa*, AT THE SALACHE CAMPUS – UTC, LATACUNGA CANTON, COTOPAXI PROVINCE, 2022”

AUTORS:

Curicho Yasig Kety Carolina
Toaquiza Nasimba Katerine Elizabeth

SUMMARY

The present investigation was carried out at the Technical University of Cotopaxi, its main objective was to evaluate the effect of different substrates and two types of environments on the agronomic behavior of *Cannabis sativa*, at the Salache - UTC campus, Latacunga canton, Cotopaxi province, 2022, the optimal substrate for the growth and development of *Cannabis sativa* was determined, therefore, bibliographic information regarding the research was collected. In the same way, the most suitable environment for the growth and development of the same was identified. In this regard, a completely randomized block design (DBCA) was carried out, with 8 repetitions in two environments, therefore the following variables were taken: height, number of leaves and number of branches, a Tukey test of significance was used. 0.05% with which the treatment and the optimal environment for the development of *Cannabis sativa* were determined, which was obtained as a result, environment 1 + T1 (gravel 30%, vermiculite 25%, compost 25% and black earth at 20 %) with a height of 55.5 cm at 120 days, followed by environment 1 + T3 (perlite 30%, swamp peat 25%, trichoderma 25% and black earth 20%) with a height of 53.63cm at 120 days. In the same way, it is recommended to implement the cultivation of *Cannabis sativa* in the open field because the cultivation had an optimal development, and it adapted to the existing climatic variability in the province of Cotopaxi.

Keywords: Environments, *cannabis sativa* and substrates.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	viii
AGRADECIMIENTO	ix
DEDICATORIA	x
AGRADECIMIENTO	xi
DEDICATORIA	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY	xiv
ÍNDICE DE IMAGEN	xx
ÍNDICE DE TABLAS.....	xxi
ÍNDICE DE GRAFICOS.....	xxii
INDICE DE ANEXOS	xxiii
2.INTRODUCCIÓN.....	3
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	4
4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	5
5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	6
5.1. Beneficiarios directos.	6
5.2. Beneficiarios indirectos.	6
6. PROBLEMÁTICA.....	7
7. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	7
8. OBJETIVOS.....	8
8.1. Objetivo General.	8
8.2. Objetivos Específicos.	8
9.ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS PLANTEADOS.....	9
10. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	11

10.1.	Centro de origen.	11
10.2.	Cannabis sativa.	11
10.3.	Taxonomía.	11
10.4.	Características botánicas.	12
10.4.1.	Raíz.	12
10.4.2.	Tallo.	12
10.4.3.	Flores.	12
10.4.4.	Hojas.	12
10.4.5.	Semillas.	12
10.5.	Fases fenológicas.	13
10.5.1.	Germinación.	13
10.5.2.	Estado vegetativo.	14
10.5.3.	Floración.	14
10.6.	Femeninas.	15
10.7.	Masculinas.	15
10.8.	Hermafroditas.	16
10.9.	Condiciones agronómicas.	16
10.9.1.	Temperatura.	16
10.9.2.	Humedad relativa.	17
10.10.	Interactuación de la humedad con la temperatura.	17
10.11.	Los valores óptimos de humedad y temperatura en función de sus etapas. .	17
10.11.1.	Etapa de plántula.	17
10.11.2.	Etapa vegetativa.	17
10.11.3.	Etapa de floración.	18
10.12.	Heliofanía.	18
10.13.	Horas de luz.	18
10.14.	Fotoperiodo	19

10.15.	Altitud.....	19
10.16.	Capacidad de campo	19
10.17.	Requerimiento hídrico.....	19
10.18.	Conductividad eléctrica.....	20
10.19.	Medidas optimas de pH.....	20
10.20.	Textura.....	20
10.21.	Manejo agronómico	20
10.22.	Trasplante.....	21
10.23.	Sustrato.....	21
10.24.	Drenaje.....	22
10.24.1.	Perlita	22
10.24.2.	Cascarilla de arroz.....	23
10.24.3.	Cascajo.....	24
10.25.	Materia orgánica	24
10.25.1.	Vermicompos	25
10.25.2.	Compost	25
10.25.3.	Biocontroladores.....	25
10.25.4.	Biocontroladores.....	26
10.26.	Tierra negra	27
10.27.	Retenedores de agua.....	27
10.27.1.	Vermiculita.....	28
10.27.2.	Turba de pantano.....	28
10.28.	Cultivo a campo libre.....	28
10.29.	Cultivo interior	29
10.30.	Plagas en Cannabis sativa.....	30
10.31.	Enfermedades en Cannabis sativa	31
11.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	33

Ubicación del ensayo.....	33
11.1. Materiales experimentales	33
11.2. Procedimiento.....	34
11.2.1. Adquisición de semillas.....	34
11.2.2. Ruptura de grados de dormancia.....	35
11.2.3. Germinación.....	35
11.2.4. Elaboración de los diferentes sustratos	36
11.2.5. Siembra.....	39
11.2.6. Emergencia de plantas.....	39
11.2.7. Trasplante.....	40
11.2.8. Implementación de los instrumentos tecnológicos en los dos tipos de ambientes.....	40
11.2.9. Fase de laboratorio.....	41
11.3. Tipo de investigación	42
11.4. Modalidad básica de la investigación.....	42
11.5. Bibliografía Documental	43
11.6. Descriptiva	43
11.7. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	43
11.8. Análisis estadístico.....	43
11.8.1. Porcentaje de germinación.....	43
11.9. Variables a evaluar.....	44
11.9.1. Altura	44
11.9.2. Número de hojas	44
11.9.3. Número de ramas	44
11.10. Unidad experimental	44
11.11. Diseño experimental	45
11.12. Esquema ADEVA.....	45

11.13.	Factores en estudio.....	45
11.14.	Repeticiones en estudio	45
11.15.	Análisis funcional	46
11.16.	Diseño del ensayo	46
12.	HIPOTESIS.....	48
13.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	49
13.1.	Temperatura	49
13.2.	Humedad relativa.....	50
13.3.	Materia orgánica.	51
13.4.	pH.....	52
13.5.	Altura de Cannabis sativa.....	53
13.6.	Número de hojas Cannabis sativa	54
13.7.	Número de ramas de Cannabis sativa.....	55
14.	CONCLUSIONES.....	57
15.	RECOMENDACIONES	58
16.	BIBLIOGRAFÍAS	59
17.	ANEXOS.....	64

ÍNDICE DE IMAGEN

Imagen 1. Etapas fenológicas.....	13
Imagen 2. Germinación.....	14
Imagen 3. Estado vegetativo.	14
Imagen 4. Floración.....	15
Imagen 5. Cannabis hembra.	15
Imagen 6. Flores masculinas.	16
Imagen 7. Flor hermafrodita.....	16
Imagen 8. Perlita.	23
Imagen 9. Vermiculita.	28
Imagen 10. Ubicación del ensayo (Google maps, 2022).....	33
Imagen 11. Semilla de <i>Cannabis sativa</i>	34
Imagen 12. Proceso de ruptura de grados de dormancia.	35
Imagen 13. Germinación de las semillas de <i>Cannabis sativa</i>	35
Imagen 14. Sustrato 1	36
Imagen 15. Sustrato 2.....	37
Imagen 16. <i>Sustrato 3</i>	38
Imagen 17. Sustrato 4 (testigo).....	38
Imagen 18. Siembra en los semilleros.	39
Imagen 19. Emergencia total de las plantas.	39
Imagen 20. Trasplante del semillero a vasos	40
Imagen 21. Implementación del timer en los dos ambientes.	40
Imagen 22. Implementación del higrómetro en los dos ambientes.	41
Imagen 23. Muestras de diferentes sustratos en los diferentes ambientes.	41
Imagen 24. Llevar a cabo cada los pasos de laboratorio.	42
Imagen 25. Distribución (bajo cubierta).	47
Imagen 26. Campo abierto.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos específicos planteados.....	9
Tabla 2. Taxonomía.....	11
Tabla 3. Requerimiento de horas luz.	18
Tabla 4. Sustrato 1.....	36
Tabla 5. Sustrato 2.....	37
Tabla 6. Sustrato 3.....	37
Tabla 7. Testigo.....	38
Tabla 8. Combinación de factores.	46
Tabla 9. Variables a evaluar.....	46
Tabla 10. Tabla de comparación de las etapas fenológicas de Cannabis.	47
Tabla 11. Tabla de comparación de las etapas fenológicas de Cannabis.	48
Tabla 12: Cuadro de Análisis de la Varianza de altura a los 120 días.....	53
Tabla 13: Cuadro de Análisis de Varianza de número de hojas a los 120 días.	54
Tabla 14: Cuadro de Análisis de Varianza de número de ramas a los 120 días.	55
Tabla 15. Análisis económico.	64

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Fluctuación de temperatura (°C).	49
Gráfico 2. Humedad relativa (%)	50
Gráfico 3. Determinación de materia orgánica.	51
Gráfico 4. Determinación del p H.....	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Adquisición de los materiales para la investigación.	65
Anexo 2. Elaboración de los sustratos	66
Anexo 3. Ruptura de grados de dormancia	67
Anexo 4. Germinación	67
Anexo 5. Siembra	68
Anexo 6. Emergencia	68
Anexo 7. Trasplantes.....	69
Anexo 8. Plantin	70
Anexo 9. Vegetativo	70
Anexo 10. Floración.....	71
Anexo 11. Fase de laboratorio	71

1. INFORMACIÓN GENERAL.

Título

Evaluación del efecto de diferentes sustratos y dos tipos de ambiente en el comportamiento agronómico de *Cannabis sativa*, en el Campus Salache – UTC, catón Latacunga, provincia de Cotopaxi, 2022”.

Fecha de iniciación.

Abril 2022

Fecha de finalización.

Agosto 2022

Lugar de ejecución.

Provincia de Cotopaxi-Cantón Latacunga

Institución, unidad académica y carrera que auspicia.

Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera en Agronomía.

Proyecto de investigación vinculado:

Evaluación de sistemas de propagación y cultivo de *Cannabis (Cannabis sativa)* con fines de investigación para la sierra centro en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Equipo de Trabajo:

Responsable del proyecto:

- **Tutor:** Ing. Wilman Paolo Chasi Vizquete Mg.
- **Lector 1:** Jiménez Jácome Cristian
- **Lector 2:** Francisco Hernán Chancusig
- **Lector 3:** Castillo de la Guerra Klever
- **Coordinadores del proyecto:**

Curicho Yasig Kety Carolina

Toaquiza Nasimba Katerine Elizabeth

- **Teléfonos:** 0997363581 - 0987216429

- **Correo electrónico:**

kety.curicho4037@utc.edu.ec

katerine.toaquiza3189@utc.edu.ec

Área de Conocimiento.

Agricultura. Silvicultura y pesca

Línea de investigación:

Línea 1: Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

Sub líneas de investigación:

- ✓ Tecnologías para la agricultura.

Línea de vinculación:

Desarrollo y seguridad alimentaria.

2. INTRODUCCIÓN.

El cultivo de cannabis o cannabicultivo proviene del Asia Central, en los últimos años se ha utilizado para el uso recreativo o medicinal, es un cultivo que se está extendiendo por todas las partes del mundo, en varios países como Ecuador con la prohibición total del consumo a excepción de las personas con permiso medicinal, en otros países con la legalización del consumo y la regularización de permisos para la producción de cannabis medicinal. Este cultivo se puede adaptar a la producción bajo invernadero como también al aire libre, aunque hay una variación a los días de las etapas fenológicas según estudios las plantas del exterior tardan alrededor de 1 a 2 semanas en diferencia de las plantas al interior, pero tienen los mismos requerimientos como suelos o sustratos que sean ricos en materia orgánica, suelos drenadores, retenedores de agua, con una humedad menor al 60 % y temperaturas alrededor de los 24°C, con un pH de 5,5 a 7,0 y baja velocidad del viento. Se debe tener en cuenta las condiciones ambientales para el cultivo, las más recomendadas son los climas templados o bajo invernadero, pero también se le puede adaptar al cultivo a los climas fríos que ayuda que la planta sea más resistente su única desventaja que se tarda en las etapas fenológicas, se ha realizado un promedio de cuantas cosechas se pueden dar por año y son: 4 cosechas bajo invernadero y 2 a cielo abierto.

El cannabis medicinal necesita de 3 a 6 meses desde la semilla para cumplir su ciclo de vida total y se da más rápido si se trabajó con un clon de semilla auto floreciente, este cultivo puede ser afectado por diferentes plagas y enfermedades como: plagas (araña roja, áfidos, mosca blanca, minador, larvas y gusano cogollero) enfermedades (oidio, botrytis, *Phytophthora infestans* y *Plasmofora vitícola*).

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

En el presente proyecto se realizó la implementación del cultivo de cannabis sativa en diferentes sustratos y en dos condiciones agroecológicas como es al interior y al exterior del campo, en el Campus Salache – UTC, catón Latacunga, provincia de Cotopaxi, 2022”, con el fin de conocer cómo va actuando este cultivo durante sus etapas fenológicas en las diferentes condiciones y sustratos y llegar a conocer más sobre el mismo, con la ayuda de diferentes variables tomadas durante un determinado tiempo.

4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

A través de la historia el crecimiento económico del Ecuador se ha visto sustentado por la producción agrícola, ya que este sector aporta a la balanza comercial con superávit comercial del país, en el área rural del Ecuador el 36% de población, de este gran número de habitantes está conformado por los productores agrícolas, los mismos que habitan en el mismo lugar donde realizan sus actividades agrícolas. (Chuncho Juca, Uriguen Aguirre, & Apolo Vivanco, 2021)

Ecuador está a punto de lograr obtener el reglamento que abrirá oficialmente la puerta a la industria de cannabis y varios puestos de trabajo, una empresa ya realiza ensayos sobre semillas importadas de Estados Unidos, en septiembre se sembraron legalmente las primeras plantas de Cannabis para uso Industrial en Ecuador en dos propiedades de la empresa Barad S.A., en Urcuqui y Tabacundo y en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (Pinasco, 2020).

Se están realizando varios estudios sobre cómo actúa el cultivo de cannabis en dos condiciones climáticas, para determinar en cuál de las condiciones se da mejor el desarrollo del Cannabis sativa. (Pinasco, 2020).

La falta de conocimiento cómo reacciona este cultivo en las condiciones de lugar, donde adquirir semillas, y desconocimiento total sobre el manejo de cannabis es el principal obstáculo que presentan los agricultores, aunque ya se les facilitarían las licencias, debido a esto varias instituciones están realizando investigaciones sobre el cultivo de cannabis, su reacción a diferentes climas, suelos, temperaturas y humedad, para formar profesionales con conocimiento sobre este cultivo ya que hay muchos expertos en el cultivo de flores y casi nada en el cultivo de cannabis. Ya que con el pasar del tiempo este sería un negocio de alta demanda en el país. (Pinasco, 2020)

5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

5.1. Beneficiarios directos.

Los estudiantes autores de la investigación.

5.2. Beneficiarios indirectos.

Los docentes y estudiantes de la carrera de ingeniería agronómica, de igual manera la universidad técnica de Cotopaxi como gestora del proyecto de investigación, ciudadanía en general, profesionales de la medicina y profesionales en la agricultura en especial a los productores de cannabis ya existentes en la provincia.

6. PROBLEMÁTICA.

La degradación y desertificación de grandes extensiones de tierra son un problema que afecta directamente a 250 millones de personas en el mundo y 169 países ya sufren sus efectos. Ecuador no se escapa de esta realidad. En el país, alrededor del 49% de las tierras está degradado y un 22% se encuentra en proceso de desertificación, este es el principal problema que presentan los agricultores y no optan por nuevos cultivos como el *Cannabis sativa*, debido a que este cultivo requiere suelos con un buen porcentaje en materia orgánica, suelos que no se compacten y tengan buena infiltración.

Un sustrato debe sostener física y nutritivamente a la planta, debe tener un buen drenaje, para dejar pasar el agua con facilidad, pero conservando la capacidad de mantenerse húmedo. También debe contener aire. De ser posible, se debe controlar el pH. Para darle un buen soporte a la planta debe ser compacto, con moderación.

Los principales problemas en el proceso se inician desde la siembra de las semillas, debido a que los cultivadores no saben con exactitud qué tipo de cannabis es el idóneo para la ubicación geográfica o demás contextos relacionados directamente con el crecimiento, como el desequilibrio de nutrientes, el exceso de calor o riego y posibles plagas y patógenos que atacan ha dicho cultivo.

Los factores climáticos, son uno de los principales problemas que este cultivo debe superar. Cuando el cannabis se encuentra en condiciones de estrés puede llegar a aparecer hermafroditismo en cualquiera de los dos sexos (López, 2014). Por lo cual, se debe proporcionar lo requerido por la planta según la etapa de crecimiento, ya que la humedad puede generar un crecimiento desordenado de las hojas, la luminosidad interviene en la fotosíntesis (Ugarte, 2020) y la temperatura influye en que las etapas de las plantas sean más rápidas (Ramirez, 2021). Ecuador se encuentra sobre la línea ecuatorial, permitiendo la posibilidad de contar casi todo el año con 12 horas de luz, lo cual es requerido en la etapa de floración del Cannabis (Bovens, 2010). En esta etapa es donde la luminosidad afecta el rendimiento y la calidad de la cosecha, si no se tienen los rangos establecidos.

7. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Se puede evaluar el efecto de diferentes sustratos y dos tipos de ambientes en el comportamiento agronómico de *Cannabis sativa*, en el campus Salache?

8. OBJETIVOS.

8.1. Objetivo General.

Evaluar el efecto de diferentes sustratos y dos tipos de ambientes en el comportamiento agronómico de *Cannabis sativa* en el campus Salache – UTC, catón Latacunga, provincia de Cotopaxi, 2022.

8.2. Objetivos Específicos.

- Determinar el sustrato óptimo para el crecimiento y desarrollo de *Cannabis sativa* en el campus Salache – UTC.
- Identificar el ambiente más adecuado para el crecimiento y desarrollo de *Cannabis sativa* en el campus Salache – UTC

9. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS PLANTEADOS.

Tabla 1: actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos específicos planteados.

OBEJTIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADO	MEDIO DE VERIFICACION
<ul style="list-style-type: none"> Determinar el sustrato óptimo para el crecimiento y desarrollo de <i>Cannabis sativa</i> en el campus Salache – UTC. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración del diseño experimental. Compra de materiales. Recolección de los insumos orgánicos. Adquisición de semillas de <i>Cannabis sativa</i>. Implementación del cultivo de cannabis. Riego. Comparación entre los sustratos a partir de la evaluación de las variables planteadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Obtención de datos de altura, número de hojas y número de ramas en el desarrollo del cultivo de <i>Cannabis sativa</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Libro de campo. Fotos. Datos estadísticos.

<ul style="list-style-type: none"> • Identificar el ambiente más adecuado para el crecimiento y desarrollo de <i>Cannabis sativa</i> en el campus Salache – UTC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de condiciones agroecológicas (temperatura y humedad) • Preparación del lugar para la implementación de las plántulas de <i>Cannabis sativa</i> (Invernadero de la Universidad y terraza del Bloque C). • Tabulación de datos de temperatura y humedad) Compensación de horas con luz artificial (focos led) • Tabulación de datos como actúa la planta con variables antes mencionadas (altura, número de hojas y número de ramas) 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis del desarrollo de las plantas de cannabis con sus diferentes sustratos y sus condiciones agroecológicas correspondientes, para la evolución de los tratamientos más aptos para dichas plantas. • Se obtuvo mejores resultados en la etapa de plántulas y desarrollo, por la compensación de horas luz. 	<ul style="list-style-type: none"> • Libro de Campo. • Fotos.
---	---	--	---

10. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

10.1. Centro de origen.

El cannabis, al contrario de lo que se suponía, proviene de Asia central, y a lo largo de más de 5.000 años ha viajado por todo el mundo con diferentes finalidades, el cannabis es una planta de tamaño de medio a alto, recta, de floración anual, originaria de Mongolia y la zona sur de Siberia. Es una planta dioica, es decir, que hay plantas machos (polen) y plantas hembras (óvulos). (Trujillo, 2019)

10.2. Cannabis sativa.

Cannabis sativa es una planta que puede llegar a medir unos seis metros de altura en las condiciones más favorables, es un vegetal dioico es decir que tiene plantas macho y hembras que crecen por separado. Hábito y forma de vida: Planta herbácea anual, generalmente dioica (es decir que las flores femeninas y las masculinas se encuentran en plantas distintas), con pelos y glándulas. (Hanan Alipi, 2009)

El cultivo es originario de Asia, se utilizó en 4000 a. C, para la producción de fibras y con ello elaborar diferentes productos textiles, en cambio su uso de medicina tradicional en los años 2700 a. C, para analgésicos, relajantes musculares, ansiolíticos, entre otros. (Hanan Alipi, 2009)

10.3. Taxonomía.

Es una planta herbácea, anual, erguida, de 1 a 2 metros de altura, áspera, pubescente, de la familia Cannabaceae, con propiedades psicoactivas, es originaria de Asia. (Hanan Alipi, 2009)

Tabla 2. Taxonomía

	Taxonomía
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Urticales
Familia	Cannabaceae
Género	Cannabis
Especie	C. sativa

Elaborado por. (Curicho y Toaquiza 2022)

10.4. Características botánicas.

Es una planta dicotiledónea anual y dioica. Se pueden encontrar plantas monoicas con flores a la vez masculinas y femeninas. (Renobales, 2001)

10.4.1. Raíz.

Tiene una raíz pivotante, fibrosa y fusiforme, de un grosor considerable en el cuello, que va decreciendo a medida que se profundiza. Las raíces secundarias solo abundan hasta una profundidad de unos 30 centímetros. (Moreno, 1997)

10.4.2. Tallo.

Es robusto, erguido, áspero y cilíndrico. Ramificado cuando la siembra es espaciada o sencillo en siembra densa. Los tallos pueden sobrepasar los 7 metros, pero en circunstancias normales miden alrededor de 2 metros. (Moreno, 1997)

10.4.3. Flores.

Las flores masculinas forman racimos compuestos. Son pequeñas, verdosas y casi sentadas, ya que tienen un corto pedúnculo. La inflorescencia masculina surge en la parte superior de la planta, en las axilas de las hojas. Las flores femeninas, son glomérulos sentados, constan de cinco sépalos soldados y aplicados sobre el pistilo. (Moreno, 1997)

10.4.4. Hojas.

Sus hojas son palmipartidas, opuestas y pecioladas. Tienen 3, 5, 7 y hasta 9 segmentos lanceolados, aserrados y acuminados. El número de segmentos depende de la altura en que se encuentran. En el primer nudo existe una hoja larga, dentada y sin segmentación, en el segundo el limbo presenta tres segmentos cuyo número va creciendo hasta llegar a 11. Las hojas de las plantas pistilo pueden ser más alargadas que de las plantas masculinas. (Julio Bobes, 2000)

10.4.5. Semillas.

El *Cannabis sativa*, es una planta que se reproduce sexualmente mediante la polinización de un macho a una hembra. El resultado es la formación de semillas que contienen la combinación genética de ambos progenitores (González, 2020).

10.5. Fases fenológicas.

Las plantas de cannabis pasan por una serie de etapas a medida que crecen y maduran, y esas diferentes etapas de crecimiento requieren diferentes etapas de luz, nutrientes y agua.

Imagen 1. Etapas fenológicas.



Fuente: (Amsterdam Genetics, 2021).

10.5.1. Germinación.

La primera etapa del cannabis da inicio con la semilla, una semilla de Cannabis debe sentirse dura y seca, y ser de color marrón claro a oscuro. Si la semilla no está desarrollada correctamente no germinará. Una vez que la semilla ha germinado, está lista para colocarse en un medio de cultivo, este medio de cultivo puede ser el suelo o algún sustrato. La raíz principal bajará mientras que el tallo de la plántula crecerá hacia arriba (Rodríguez, 2013).

Dos hojas redondeadas crecerán desde el tallo a medida que la planta se despliegue desde la cubierta protectora de la semilla estas hojas iniciales llamadas cotiledones son responsables de absorber la luz solar necesaria para que la planta se vuelva sana y estable. A medida que se desarrollan las raíces, el tallo crece comenzará a ver las primeras hojas icónicas en abanico, momento en el cual la planta de cannabis ya es considerada una plántula (Rodríguez, 2013).

Imagen 2. Germinación.

Fuente: (Adam, 2021).

10.5.2. Estado vegetativo.

Este estado se caracteriza por el crecimiento del tallo y las hojas, siendo lento al principio, cuando se forman hasta cinco pares de hojas verdaderas y sus espacios entre nudos son cortos. Más tarde el tallo crece de una manera acelerada, y los espacios entre nudos aumentan. Durante el estado vegetativo, la planta forma entre siete y hasta doce pares de hojas. El primer par de hojas tiene un solo folíolo, el segundo tiene tres, el tercero cinco y así usualmente hasta alcanzar once folíolos. Una hoja se considera desplegada cuando sus folíolos tienen al menos un cm de largo (Ugarte, 2020).

Imagen 3. Estado vegetativo.

Fuente. (Max, 2020).

10.5.3. Floración.

El ciclo de floración puede durar entre cuatro y doce semanas, dependiendo de la variedad y las condiciones ambientales. Los tiempos de floración que indican los comerciantes de semillas corresponden por lo general al período de tiempo comprendido entre la plantación de la semilla y la floración. En los casos de plantas procedentes de cortes, la floración puede retrasarse aproximadamente una semana (Bovens, 2010).

Imagen 4. Floración.

Fuente: (Queen, 2021).

10.6. Femeninas.

Las plantas de cannabis hembra por lo general comienzan a mostrar su sexo con pequeñas pre flores, alrededor de 4 a 6 semanas desde la semilla. Las pre flores femeninas se ven como un par de pelos blancos llamado estigma que sale de un cáliz verde y redondo. Las hojas que lo rodean se llaman brácteas. Esta estructura también se conoce como pistilos. Muchas de estas pequeñas pre flores que crecen juntas se convertirán en cogollos o flores, que contienen la mayor concentración de cannabinoides. Las plantas de cannabis hembra brotar a partir de semillas foto periódicas, automáticas o feminizadas (López, 2014).

Imagen 5. Cannabis hembra.

Fuente:(G. Shop, n.d.)

10.7. Masculinas.

Las plantas de cannabis macho producen flores masculinas que parecen pequeñas bolas. Pueden aparecer alrededor de las semanas 3 a 4 de la semilla. Estos son en realidad sacos de polen que contienen granos de polen. Los machos no son capaces de producir cogollos, pero si pueden polinizar a las hembras, lo que da como resultado más semillas. Las flores masculinas a veces se desarrollan primero y muy rápido. Una vez que estos sacos de polen

estén abiertos, es probable que comiencen a polinizar, estas pueden polinizar hasta 5 km a la redonda (López, 2014).

Imagen 6. Flores masculinas.



Fuente: (Luke, 2019).

10.8. Hermafroditas.

Las plantas de Cannabis pueden ser o volverse hermafroditas. Esto significa que una planta desarrolla flores masculinas y femeninas en el mismo individuo. Las hembras deben eliminarse del cultivo inmediatamente después de detectarlas. Ya que las semillas de estas plantas serán hermafroditas al igual que la planta madre (López, 2014)

Imagen 7. Flor hermafrodita.



Fuente: (Grow, 2018).

10.9. Condiciones agronómicas.

10.9.1. Temperatura.

En general, las plantas de *Cannabis sativa* prosperan mejor a temperaturas entre 20 y 30°C (70 y 85 °F) durante el día. Los productores generalmente están de acuerdo en que la temperatura ideal es de alrededor de 25 °C (o alrededor de 75 °F). Por la noche, a las

plantas de marihuana les gustan las temperaturas ligeramente más frescas, alrededor de los 18 °C (64 °F) (Ramirez, 2021).

10.9.2. Humedad relativa.

Es importante tener en cuenta que la humedad está directamente relacionada con la temperatura, ya que el aire caliente contiene más humedad que el aire frío. Por lo tanto, un acondicionador de aire dehumidifica el aire y lo enfría al mismo tiempo. Esto explica por qué la humedad relativa está estrechamente relacionada con la temperatura. Cuando el nivel de humedad en el aire se acerca al 100%, el aire no puede retener el exceso de humedad, lo que genera condensación en forma de gotas, niebla, rocío o lluvia (T. G. Shop, 2021)

10.10. Interactuación de la humedad con la temperatura.

Dividimos la vida de una planta de cannabis en tres etapas distintas durante las cuales debemos ajustar los niveles de humedad y temperatura para asegurar un crecimiento saludable (T. G. Shop, 2021).

10.11. Los valores óptimos de humedad y temperatura en función de sus etapas.

10.11.1. Etapa de plántula.

Las plántulas y los clones prefieren altos niveles de humedad, del 65 al 70 %, ya que las raíces aún no se han desarrollado. Esta humedad permite que la humedad sea absorbida a través de las hojas. En este sentido, la temperatura debe ser de 20 a 30 °C cuando las luces están encendidas de 4 a 5 °C más frías cuando las luces están apagadas (T. G. Shop, 2021).

10.11.2. Etapa vegetativa.

La capacidad de la planta de Cannabis para soportar condiciones secas y frías tiende a aumentar a medida que se desarrolla. La etapa vegetativa es la etapa de crecimiento y puede tolerar temperaturas más cálidas de 20 a 30 °C. en esta etapa necesita tener 40 – 70% de humedad (T. G. Shop, 2021).

10.11.3. Etapa de floración.

Cuando las plantas de Cannabis comienzan a hacer brotes, es recomendable mantener las temperaturas ligeramente frescas, y reducirlas a un 5% alrededor de 18-26 °C, esto se realiza para garantizar la calidad del brote (T. G. Shop, 2021).

La humedad debe minimizarse a un 40-50%, puedes tenerla a un 55% pero ya a un 60% no sería recomendable, es conveniente reducir la temperatura para una mejor floración (T. G. Shop, 2021).

Tabla 3. Requerimiento de horas luz.

ETAPAS DE CRECIMIENTO	DÍAS	REQUERIMIENTO HORAS LUZ
Germinación	3-10 días	16-18 h. luz
Plantín	2-3 semanas	16-18 h.luz
Vegetativo	3-16 semanas	16-18 h.luz
Floración	8-14 semanas	12 h. luz

Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

10.12. Heliofanía.

La radiación solar es uno de los principales factores ambientales que afectan la vida en nuestro planeta. Esta radiación controla el funcionamiento de los ecosistemas terrestres y acuáticos tanto a través del control de procesos fotobiológicos (fotosíntesis, foto período, fototropismos, etc.) como por medio de su acción sobre otros factores ambientales (temperatura, humedad, etc.) y ciclos naturales (ciclos diarios, anuales, hídricos, etc.) que finalmente inciden en la distribución de los organismos (Libertad, 2013).

10.13. Horas de luz.

Si las horas de luz son demasiadas es probable que no florezcan la plantas o que este proceso sea más rápido, y así consiguiendo una menor producción. Este tipo de plantas no pueden crecer sin luz, ya que entre más luz más peso, cuando existe poca luminosidad, las plantas crecen espigadas, poco frondosas, con cogollos pequeños y alargadas ya que se dirigen a la luz directa (Ramirez, 2021).

Las horas luz en el cultivo de cannabis es muy indispensable, en Ecuador no satisfacen sus necesidades las horas luz de fotoperiodo, con respecto a ello en la mayoría de cultivos de cannabis los productores realizan comprensión de horas luz en las tres etapas

fenológicas del cultivo como son: plantín necesita 12 horas luz, desarrollo 18 horas luz y floración 12 horas luz, estas horas luz se recompensan mediante luces artificiales para que la planta tenga un desarrollo normal (Seeds, 2020).

10.14. Fotoperiodo

Cannabis es una planta que depende principalmente del fotoperiodo para su desarrollo, cuando la duración del día disminuye a medida que el verano llega a su fin, las plantas normalmente dejan de crecer sus hojas y los brotes, y se centran al 100% en la producción de flores, sin embargo, en el Ecuador la duración del día es constantemente alrededor de 12/12 por lo que hay muy poca variación estacional, y en este caso se debería complementar horas luz en este cultivo (Seeds, 2020).

10.15. Altitud.

En el mes de enero es adecuado iniciar la siembra para variedades sativas, no deben sobrepasar los 250cm de altura (Alchimia, 2020).

Requerimiento hídrico

10.16. Capacidad de campo.

Tras estar un suelo saturado, el agua tiende a moverse por gravedad hacia el subsuelo, hasta llegar a un punto en que el drenaje es tan pequeño que el contenido de agua del suelo se estabiliza. Cuando se alcanza este punto se dice que el suelo está a la Capacidad de Campo (C.C.) (Ceretta , 2013)

Una capacidad de campo del 27% significa que 100 g de tierra seca retienen 27 g de agua.

Una marchitez del 12% significa que, cuando se alcanza la marchitez de la planta, el suelo tiene 12 g de agua por 100 g de tierra seca. El agua útil (disponible) por la planta sería, pues, 12 g de agua por 100 g de tierra seca (Ceretta , 2013).

Cuanto más fina es la textura mayor son los porcentajes de agua en el suelo, tanto a la Capacidad de Campo como en el punto de marchitez. Una buena estructura del suelo también aumenta la fracción de agua útil (Ceretta , 2013).

10.17. Requerimiento hídrico.

El 80% del peso de la planta viva es agua. Se necesita esta cantidad de líquido para transportar los nutrientes del suelo a toda la planta y para la regulación de la temperatura

a través de la transpiración. Menos del 1% del agua absorbida se descompone para proporcionar hidrogeno, que se utiliza, junto con el dióxido de carbono, para formar carbohidratos durante la fotosíntesis. El resto del agua se diluye por el follaje, donde tiene lugar la verdadera transpiración. Si este proceso se detiene, las hojas se marchitaran y la planta morirá de forma gradual (Ordoñez, 2021).

10.18. Conductividad eléctrica.

Se trata de una información crucial a través de la cual obtenemos la información sobre la concentración de sales minerales presentes en el sustrato. Este dato nos muestra de forma eficaz el estado de salud de nuestro sustrato y, sobre todo, nos permite conocer la capacidad de asimilación de nuestras plantas. Si el sustrato presenta una saturación de sales, el metabolismo de las plantas se va bloqueando poco a poco y como consecuencia se ocasiona una sobre fertilización (fenómeno de osmosis inversas) que se manifiestan a través de signos visuales en las hojas (quemaduras, hojas en garra, desecación, etc.) Por todo ello, es conveniente medir con regularidad de EC de la solución sobrante recogida del drenaje tras haber pasado por el circuito de riego. (Cannabis, 2018)

10.19. Medidas optimas de pH.

Los nutrientes están más disponibles para las plantas cuando el medio es ligeramente más ácido, pero pueden variar según el medio y la variedad escogida. Hablando de pH, lo ideal está entre 6,0 y 7,0 en cultivos en tierra. Durante la floración, es mejor un pH de 6. (Cannabis, 2018)

10.20. Textura.

El cannabis crece mejor en suelos ligeros y limosos, que drenan bien pero también conservan un grado de humedad. Los suelos limosos son una mezcla de arena, limo y arcilla en una relación aproximada de 40:40:20 (*Cómo Preparar El Suelo Para Un Jardín Con Marihuana En Exterior*, 2021)

10.21. Manejo agronómico

Generalmente se trata de las labores culturales que se realiza en el cultivo buscando un mejoramiento, buena producción, también llamado buenas prácticas agrícolas (BPA) tales como: preparación del sustrato, siembra, trasplantes, riego, poda, prácticas culturales, control de plagas y enfermedades. (Rodríguez et al., 2021)

10.22. Trasplante.

El trasplante consiste en re ubicar una planta aun nuevo sustrato con un contenedor con más volumen, para favorecer el desarrollo del sistema radicular.

1° trasplante: Del medio de germinación a la maceta de 1.6 litros y mantenemos la planta allí entre 10 y 20 días hasta que alcance una altura de 1.5 o dos veces la altura de la maceta. (Nutrientes, 2021)

2° trasplante: Pasamos de 1.6 litros a 6 o 7 litros y la dejamos unos 20 o 30 días hasta que llegue a una altura de unas dos veces la altura del tiesto. (Nutrientes, 2021)

3° trasplante: Pasamos a una maceta de entre 15 y 20 litros y la dejamos durante un mes o mes y medio; hasta mediados de junio, a tiempo para comenzar la floración. (Nutrientes, 2021)

10.23. Sustrato.

La palabra sustrato por lo general se lo conoce a cualquier medio que se utilice para contenedores, recipientes u maceta que estén aptas para la siembra de una planta, por otro lado, es la mezcla a base de turbas y otros materiales que sirve como ambiente para las raíces.

Según (Masaguer & Cruz Lopez, 2005) sustrato es un material sólido, de síntesis, natural mineral, ecológico u orgánico que posee una cierta cantidad de suelo pero es muy distinto de suelo, este permite el anclaje del sistema radicular de la planta actuando como soporte. Además, es un soporte químico y biológico para la planta dando a entender que es un ecosistema completo en el que existen varios tipos de nutrientes, en diferentes formas químicas, físicas, agua y aire.

Los sustratos son compuestos y un medio para cultivar plantas en contenedores macetas e invernaderos, cuyo propósito es brindar y ayudar a la planta como soporte, el sustrato también es conocido como un medio de cultivo, los sustratos especialmente tienen que tener una cierta cantidad de disponibilidad de agua, aire y materia orgánica, que es algo indispensable para las raíces de las plantas.

Por lo general se conoce a residuos vegetales como turbas llamados sustratos orgánicos, pero existe una gran diferencia entre sustratos orgánicos y sustratos elaborados con diferentes componentes como son: drenaje, materia orgánica, tierra negra y retenedora de agua.

Según estudios y experiencias se señala, como mejores sustratos o para mejorar los sustratos se debe permitir la presencia del 15 al 35% de aire, un aproximado de 20 al 60% en relación con el volumen total y un porcentaje promedio de abono orgánico (MOROCHO AUSAY, 2018), por lo general los buenos sustratos deben tener las siguientes características:

- Retención de humedad
- Buena aireación
- Buena estabilidad física
- Materia orgánica
- Inerte químicamente
- Inerte biológicamente
- Buen drenaje
- Buena capilaridad
- Peso liviano

10.24. Drenaje

El drenaje en los sustratos es algo indispensable debido a que ayuda al control de CE Y pH de los suelos o sustratos, para la introducción o ingreso constante de oxígeno y agua en el mismo.

Según (Vence, 2008), las propiedades físicas de los sustratos especialmente están relacionadas con lo indispensable para la planta, como es agua y aire para las raíces, que especialmente es uno de los materiales más usados en los cultivos de contenedores o macetas. Como ejemplos de drenaje tenemos los siguientes: perlita, cascarilla de arroz, cascajo entre otros.

10.24.1. Perlita

La perlita es denominada un vidrio volcánico amorfo, que posee un contenido de 2 a 5% de agua, este es un material para sustratos de plantas con buenos resultados debido a que es un muy ligero, con el pH neutro e inerte, por lo que no reacciona a ningún elemento del suelo, ni altera su equilibrio (Acosta, 2020).

La manera más recomendada de usar la perlita en sustratos, es añadir en producto en pequeñas cantidades en mezclas con retenedores de agua, abonos orgánicos y tierra negra, este producto actuaría como drenador del sustrato, es muy habitual que se realice la

mezcla de estos materiales ya que en conjunto actúan de buena manera y se obtiene buenos resultados.

Según Acosta, (2020) menciona que las características principales se puede definir que tiene una estructura porosa, un peso ligero, favorece a la aireación del suelo, rico en nutrientes y dificulta la compactación del mismo, así facilitando el ingreso de oxígeno y un buen desarrollo a las raíces de las plantas.

El uso de este material también es como acolchado, para proteger los suelos de diferentes factores como son, excesos de calor, proliferación de malas hierbas, retención de humedad, incidencia de plagas y enfermedades.

Imagen 8. Perlita.



Fuente: (Portillo, 2017).

10.24.2. Cascarilla de arroz.

La cascarilla de arroz es un producto que viene de la industria molinera, este material proviene de diferentes países de las grandes zonas arroceras, este producto ofrece buenas propiedades como ser usado para sustratos hidropónicos o también sustratos combinados (MOROCHO AUSAY, 2018).

Como sus principales propiedades físicas químicas tenemos: que es un material orgánico, liviano con un buen drenaje, buena aireación y un bajo costo.

Este material posee varios nutrientes importantes como: fosforo y potasio, una vez que se realiza la mezcla con diferentes materiales como un material retenedor de agua, abonos y tierra negra, ayuda a disminuir la compactación del suelo o macetas ayudando a un buen desarrollo de las raíces, también incrementa la actividad macro y microbiológica de los sustratos (Rojas Marroquin, 2020).

10.24.3. Cascajo

El cascajo es un material que procede de la lava volcánica que es sometida a varios procesos de modificación exponiéndole a temperaturas elevadas. Con ello se consigue que el material tenga una contextura blanda y muy ligera, esto ayuda que el material sea un buen retenedor de agua has 3 o 4 veces su peso, es inerte y carente de elementos nutritivos, que no afecta en intercambiar iones, tampoco influye en el suelo y en sustratos en la alteración su PH (Moreta, 2014).

Este material es muy común en las mezclas de suelos artificiales, para sustratos de diversos cultivos, viveros e invernaderos, estas mezclas pueden ser utilizadas en cultivos exteriores e interiores.

10.25. Materia orgánica

Se define a la materia conformada por compuestos físicos químicos que contienen átomos de carbono, esta está compuesta por restos en estado de descomposición de seres vivos como, plantas, animales y residuos de ellos que brindan diversos nutrientes a los suelos o sustratos. Según Etece, (2019) La materia orgánica que se encuentra en los suelos es resultado de los diversos ciclos de vida de los seres vivientes, estos liberan residuos o sustancias, que al descomponerse, forman una masa homogénea, rica en nutrientes y altamente aprovechable para los organismos autótrofos de las plantas

Según Julca & Meneses, (2006) el uso de la materia orgánica es muy importante y se ha convertido en la base esencial para el desarrollo de la agricultura, sin embargo, es un error considerar que agricultura orgánica es simplemente no usar productos sintéticos.

Según varios actores Mora & Alcalá, (2016) la materia orgánica llega al suelo en forma de desintegración o ya desintegrada de residuos vegetales u eses de los animales, la literatura menciona que el pH sube su acidez en donde la materia orgánica es alta, sin embargo, esto también depende del material de donde se origina y cómo fue su estado de descomposición.

La materia orgánica y pH so los indicadores principales en la fertilidad y salinidad del suelo o sustrato, motivo por el cual es necesario comprender si estas propiedades se encuentran en los niveles adecuados para la planta, ejemplos de abonos: vermicompost, compost, biocontroladores, entre otros.

10.25.1. Vermicompos

Según Ascolani, (2020) el vermicompost proviene de un proceso realizado por las lombrices que es denominado como símbolo de fertilidad de la tierra.

También conocido como humus de lombriz, este abono o producto es obtenido de la técnica denominada vermicompostaje, esta técnica consiste en el proceso de bio oxidación y estabilización de materia orgánica con la ayuda de las lombrices de tierra negra, varios residuos orgánicos y microorganismos. Una vez este el vermicompost ya listo, posee un color oscuro, olor agradable y es suave al tacto, este abono tiene una buena bio estabilidad, que evita la fermentación y putrefacción del material este contiene buenas condiciones físicas químicas y biológicas en los suelos o sustratos preparados (J.G & FERTIBOX, 2019).

10.25.2. Compost

El compost es denominado abono orgánico debido a que proviene de la descomposición controlada de residuos vegetales o materia orgánica, es conocido como el resultado de un proceso biológico. Este producto tiene un olor agradable con un sin número de propiedades beneficiosas para los suelos y plantas, que se realiza el proceso de biodegradación en presencia de oxígeno de los residuos vegetales u orgánicos, conocidos como residuos de cocina y restos de jardines (Mezo & Tierra, n.d.).

El uso de compost principalmente es conocido principalmente para recuperar suelos contaminados o degradados, pero también es muy común utilizar este material principalmente en la agricultura de jardinería o plantas de macetas, para realizar un buen compostaje se utiliza los siguientes materiales:

- Estiércol y purines
- Residuos sólidos urbanos
- Restos forestales o agrícolas
- Residuos de la industria agroalimentaria
- Restos vegetales de cocina

10.25.3. Biocontroladores

Los biocontroladores se definen como organismos vivos como son (hongos, bacterias y virus), que son capaces de repeler inhibir o matar el desarrollo de insectos, ácaros, nematodos, gasterópodos y patógenos. También es conocido como biocontrolador a un

compuesto de origen vegetal o mineral que se puede aplicar de manera eficiente a nematodos, ácaros, insectos, gasterópodos, plagas o patógenos, que afectan a cultivos tanto en campo, invernadero, macetas y sitios donde se almacenan productos agrícolas (Agricultura, 2006).

Según (Mendoza Rodriguez & TALCA, n.d.) Es un control biológico del organismo para controlar a otro, es la utilización de un grupo de hongos o bacterias que presentan efectos antagónicos frente a diferentes organismos patógenos vegetales, de esta manera se puede aplicar cepas seleccionadas de los hongos o bacterias que ya han sido formuladas artesanalmente o industrialmente, para el control de plagas y enfermedades en el suelo o cultivo.

10.25.4. Biocontroladores

Trichoderma es un hongo anaeróbico del suelo, que se caracteriza principalmente por tener un comportamiento saprofito o parásito, entre las especies más comunes están: *T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii* y *T. hamatum*.

Para los agentes de control se separan cepas con mejores cualidades, alta capacidad reproductiva, con habilidades para sobrevivir bajo condiciones ambientales desfavorables, con fuerte agresividad contra hongos patógenos y eficiencia para el crecimiento de la planta e inducción de mecanismos de defensa, por lo general la mayoría de especies de trichoderma se caracterizan por tener un buen crecimiento micelio, rápido, pronta producción de esporas y colonización en suelos y sustratos (Intagri, 2021).

En la práctica existen métodos de aplicación que permitan y estén ligadas a un ambiente favorable (humedad, temperatura, presencia de oxígeno y PH). Para que las cepas de trichoderma puedan actuar.

Este también puede ser inoculado a sustratos o directamente al suelo ya sea en invernadero o a campo libre, este no tiene problemas y combate con normalidad hongos y patógeno, siendo un método muy rápido fácil y económico. (Intagri, 2021)

Según (Sauka & Benintende, 2008) *Bacillus* es una bacteria cosmopolita que está presente en varios hábitats, este resulta ser un excelente controlador biológico para enfermedades para enfermedades que son causadas por hongos y bacterias del suelo. Este se puede aplicar de manera foliar y radicular combatiendo una gran cantidad de espectros

patógenos, son resistentes a temperaturas altas y cambios osmóticos pudiendo sobrevivir en suelos inhóspitos y condiciones de cultivos altamente estresantes.

Para realizar un buen desarrollo de esta bacteria es necesario tener en cuenta las condiciones edafoclimáticas como, un rango de PH 5-8 y una temperatura de 15 a 50°C. El bacillus es una bacteria súper estudiada a nivel mundial debido a que se han realizado varios estudios y se ha comprobado que cumple una actividad muy eficiente como es antifúngica debido a su síntesis de metabolismo peptídicos de acción antibiótica. (Sauka & Benintende, 2008)

10.26. Tierra negra

Esta tierra tiene un color negro oscuro esta se origina de la descomposición de la materia orgánica, ya sea que proviene de restos de animales o residuos de vegetales como hojas que desechan los árboles, estos son absorbidos como nutrientes.

Se puede hablar sobre las propiedades de esta tierra, se puede mencionar que tiene una gran cantidad de materia orgánica que está descompuesta en partículas muy pequeñas, y mejora su textura dándole buena capacidad para retener suficiente agua, además ayuda a una buena circulación de raíces de las plantas que están creciendo en ella.

La tierra negra es conocida por poseer muchas riquezas en textura, es rica en calcio, magnesio, zinc, fósforo y carbono está también ayuda a descomponer las superficies de otras tierras que contengan una gran cantidad de arcilla y su vez permite un buen drenaje de agua. (Bruno, 2016)

10.27. Retenedores de agua

Los retenedores de agua son muy indispensables en todo tipo de sustrato y suelo, y esto no se trata exactamente por falta de riego, sino porque dependiendo del sustrato y sus condiciones, el agua no empapa o moja la tierra completamente, y se cuela a partes inferiores y no llega a punto exacto de las raíces, debido a esto las plantas no logran el grado de humedad que requieren, debido a esto se ha encontrado varias soluciones como son los retenedores de agua en los sustratos y en el suelo (Árboles, n.d.). Como ejemplos de retenedores de agua tenemos: vermiculita, hawita entre otros

10.27.1. Vermiculita

Es un mineral que pertenece al grupo de las micas y están formados por silicatos de hierro o magnesio. Este es un material conocido y comprobado por la capacidad de retener agua, además contiene los siguientes elementos: potasio, magnesio, calcio y amonio los mismos que son necesarios para la planta. (Acosta, 2019)

Este material se caracteriza por ser muy ligero, acuoso y térmico además de eso posee buenas propiedades por su capacidad de expansión para alcanzar determinadas temperaturas, multiplica su volumen entre 8 y 20 veces más. Conocido con un fenómeno raro en minerales, este material posee los siguientes componentes:

- 38-45% de óxido de silicio (SiO₂)
- 9-17% de óxido de aluminio (Al₂O₃)
- 15-35% de óxido de magnesio (MgO)
- 8-15% de agua (H₂O)

Imagen 9. Vermiculita.



Fuente: (Profecional, 2017).

10.27.2. Turba de pantano.

La turba es un material orgánico, de color pardo oscuro y rico en carbono. Está formado por una masa esponjosa y ligera en la que aún se aprecian los componentes vegetales que la originaron. Se emplea como combustible y en la obtención de abonos orgánicos.

10.28. Cultivo a campo libre.

Los cultivos a campo abierto son aquellos que no tienen ningún tipo de resguardo, sobre o protección que reduzca la luz solar, lluvias, granizadas, heladas entre otros factores.

Las plantas y frutos que crecen en el cielo abierto se caracterizan principalmente por ser fuertes y sanas, esto se da generalmente porque los agricultores utilizan semillas mejoradas, que están adaptadas a condiciones adversas, además si estos cultivos llevan

una buena nutrición y buen cuidado son resistentes a varios factores como: plagas, enfermedades, factores ambientales, etc.

De la misma manera tenemos ventajas en los cultivos a campo libre, una gran ventaja de sembrar a cielo abierto es que diversos factores climáticos pueden resultar de gran utilidad para ayudar a crecer a los cultivos, las lluvias pueden ayudar a cumplir los requerimientos hídricos del cultivo de manera adecuada, al igual que la radiación y la luz directa, favorece la sintonización de carbohidratos y por lo tanto el crecimiento de los cultivos. (Agroware, 2020)

La ubicación del cultivo es vital para conseguir buenos resultados, se debe tener en cuenta luz, agua y accesibilidad para así tener un lugar adecuado para nuestras plantas (Planteo, 2021).

Cultivar en exterior a menudo se traduce en más espacio para trabajar, mucho sol, agua de lluvia, mejor ventilación y la satisfacción de cultivar en la naturaleza. No obstante, el cultivo en exterior también presenta varios desafíos. Las plantas son más vulnerables a las plagas, a los depredadores y a las olas de calor y frío (Planteo, 2021).

10.29. Cultivo interior

Los cultivos de interior o indoor consisten en ser controlados de manera artificial, lo que se tiene de ventaja según el cultivo puede ser que da varias cosechas al año, a su vez se puede manejar y controlar las condiciones que recibe y debe recibir dicho cultivo o planta, como desventaja de definiría que se requiere varios equipamientos como (cubierta, focos, ventilación, temporizadores, macetas, sustratos entre otros), que a simple vista proporciona un costo alto, pero de la misma manera se tiene una gran ventaja de un control fundamental. (Cardona, 2019)

Por lo general se da en invernaderos que son una cubierta plástica translúcida con estructura metálica, dentro del invernadero se tendrá condiciones artificiales (microclima) esto ayuda a generar en las plantas o cultivo una mayor productividad, en menos tiempo.

El cultivo bajo cubierta se trata principalmente de proteger el cultivo de inclemencias climáticas, ayuda a desarrollar mejor el cultivo debido a que reciben una buena temperatura y humedad de manera artificial y controlable. (Fasani, 2021)

El cultivo bajo invernadero se da en la mayoría de cultivos, en este caso se tratará sobre el cultivo de cannabis medicinal, que se cultiva de interior y exterior.

Hay diferentes formas de cultivar cannabis medicinal, como en invernaderos de alta o baja tecnología, con más automatización y equipamiento o con baja de las mismas o sin el equipamiento completo.

10.30. Plagas en Cannabis sativa

Las plagas que puede afectar los cultivos son plantas, animales insectos, microbios u otros organismos vivos no deseados en los cultivos, para el control de esto se tiene que llevar estudios de conocimientos sobre la plaga y sus hábitos de vida, el primer paso es identificar correctamente como es su estilo de vida, paso dos evaluar estrategias para el control de la plaga. (CENTER, 2021)

El cultivo de cannabis generalmente es conocido como un cultivo resistente a pesar de eso se ha realizado estudios en donde se puede identificar el ataque de plagas, estas pueden afectar el rendimiento del cultivo que tiene que ser controlado rápidamente. Para evitar estos problemas de plagas se tiene que tomar medidas preventivas y llevar un control químico o biológico, para evitar consecuencias como fuertes daños irreversibles. (INTAGRI, 2020)

Araña roja (*Tetranychus urticae*): se propaga a través del envés de las hojas succionando fluidos vitales, estas aparecen mediante manchas diminutas sin embargo se identifican por los rastros que dejan al alimentarse es un puntado blanco amarillento, es fácil de identificar en la parte superior de las hojas y por las diminutas telarañas que se identifican fácilmente cuando se rocía agua en los tallos y las hojas (Carrion, 2020).

Afidos (*Aphididae*): es un insecto que se presenta de diferentes colores como verdes, rosas y negros, estos succionan la sabia de las hojas haciendo que las mismas presenten un color amarillentos y se marchiten, estos afidos pueden multiplicarse fácilmente si el productos descuida el cultivo y puede llegar a grandes pérdidas, este se encuentra en el envés de las hojas acumulados alrededor de los nudos de las ramas y el los brotes nuevos de otra manera esta plaga es transmisora de bacterias, hongos y virus (INTAGRI, 2020).

Mosco del sustrato (*sciridae*): el daño por esta plaga es directamente la raíz, se alimentan de las raíces capilares y de la raíz principal, dando la presencia en la plata de perdida de vigor, marchitamiento y que el follaje se presente pálido, este también ayuda a que se dé el ingreso de hongos como *Fusarium* y *Pythium* por las raíces dañadas por el mismo, este insecto se presenta en sustratos con exceso de agua (Carrion, 2020).

Trips (Tisanoptero): esta plaga afecta directamente a las hojas y las flores realizando un tipo raspado en ellas y succionan la savia de la planta para alimentarse, esto disminuye la producción de clorofila dejando marcas blanquecinas y amarillentas sobre el haz de las hojas (INTAGRI, 2020).

Mosca blanca (Aleyrodidae): esta plaga de igual manera que las anteriores es succionadora de la savia dejando marcas o puntos blancos en el haz de las hojas, normalmente esta mosca aparece desde el desarrollo de la planta comenzando por los bordes, también actúa como transmisor de un hongo (negrilla), que cubre las hojas las debilita y debilita el proceso de fotosíntesis (INTAGRI, 2020).

Oruga de cogollo: es una plaga muy común en cultivos exteriores y cultivos de invernadero, principalmente se da en cultivos de invernadero debido que está a gusto en climas cálidos es por ello que en cultivos exteriores se da en temporada de primavera, es una plaga súper resistente debido a esto se debe actuar antes de forma constante, esta plaga se come a mordiscos la planta, los brotes jóvenes y los cogollos (Carrion, 2020).

10.31. Enfermedades en Cannabis sativa

Según (Mondino & Montealegre, 2014) La enfermedad en una planta puede presentarse como cualquier alteración ocasionada por un patógeno que afecta: la síntesis y la utilización de alimentos, los nutrientes minerales y el agua, de tal manera la planta afectada tiene un cambio muy drástico en su apariencia y dará una producción menos que una planta sana de la misma variedad.

Botrytis o Moho gris: este hongo da su comienzo parasitando el cogollo de la planta y es muy difícil identificar al inicio, tiene un aspecto de color blanco-grisáceo y verde-azul, y la zona afectada tiende a secarse y cambian de color de marrón a gris y toman un aspecto seco sin vida (INTAGRI, 2020).

Marchitamiento: es una enfermedad causada por el hongo fusarium, este comienza con la aparición de clorosis entre las nervaduras de las hojas, las puntas se rizan antes del marchitamiento y de secarse, una vez haya sido infectada por el hongo tiende a infectarse hasta la raíz acabando con ella completamente, se debe tener mucho cuidado debido que este hongo puede estar presente en cualquier suelo o tipo de sustrato (INTAGRI, 2020).

Pythium: este es una de las peores enfermedades que pueden presentarse en el cultivo debido a que pudre completamente las plantas iniciando desde la raíz, esto se da por el exceso de humedad tanto interior como exterior (Carrion, 2020).

11. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

Ubicación del ensayo.

El trabajo de investigación se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi (Campus Salache) está dentro del perímetro rural del cantón Latacunga, ubicada al suroeste de la cabecera cantonal, junto a la E35 en el Km 7,53 vía Salache 2870 msnm. Su temperatura media es de 13,6 °C (Google maps, 2022).

Imagen 10. Ubicación del ensayo (Google maps, 2022).



Fuente: (Google maps, 2022).

Para la implementación de la investigación se adquirió los siguientes materiales.

11.1. Materiales experimentales

- Semillas de *Cannabis sativa*
- Semilleros
- Cascajo
- Vermiculita
- Compost
- Tierra negra
- Perlita
- Turba de pantano
- Biocontroladores
- Cascarilla

- Vermicomposts
- Higrómetro
- Taymer
- Cámara digital
- Diferentes tamaños de fundas para plantas
- Insecticida (Difenthiuron)
- Des estresante (Angel)
- Guantes
- Atomizador

11.2. Procedimiento

11.2.1. Adquisición de semillas.

Imagen 11. Semilla de *Cannabis sativa*



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

- Adquisición de los materiales para realizar los sustratos (cascajo, vermiculita, compost, tierra negra, perlita, turba de pantano, biocontroladores, cascarilla y vermicompost)
- Adquisición de aparatos tecnológicos para la investigación (timer, cámara e higrómetro).

11.2.2. Ruptura de grados de dormancia.

Imagen 12. Proceso de ruptura de grados de dormancia.



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

Este procedimiento se realizó con el fin de romper los grados de dormancia debido a que la semilla presenta una cubierta exterior que protege la semilla y no permite la entrada de agua y oxígeno hasta el embrión, debido a esto no puede ser activado y es imposible que la semilla germine.

11.2.3. Germinación.

Imagen 13. Germinación de las semillas de *Cannabis sativa*



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

Materiales para germinar:

- Semilla de *Cannabis sativa*
- Recipiente plástico con tapa

- Toallas absorbentes
- Roseador de agua

Colocar las semillas en una toalla de papel absorbente dentro del recipiente, este recipiente debe permanecer oscuro, tibio y húmedo en todo momento.

Abrir el recipiente cada 4 horas y rociarlo con agua hasta que se abra la semilla, no se debe dejar que se seque el papel absorbente, este debe de permanecer húmedo.

Una vez que ña semilla se habrá y presente la raíz principal, plantarla en un medio de cultivo.

11.2.4. Elaboración de los diferentes sustratos

Tabla de materiales y porcentajes

Tabla 4. Sustrato 1

MATERIALES	PORCENTAJES	CANTIDAD POR PORCENTAJE	CANTIDAD POR FUNDA
Cascajo	30%	4,2 lb	14 lb
Vermiculita	25%	1,25 lb	5 lb
Compost	25%	2,7 lb	11lb
Tierra negra	20%	4 lb	20 lb

Elaborado por. (Curicho y Toaquiza, 2022)

Imagen 14. Sustrato 1



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

Con referencia a la tabla anterior el sustrato 1 se realizó con los diferentes materiales que en si están conformados por (retención de agua, drenaje, materia orgánica y tierra negra) para la obtención de buenos resultados, este sustrato tiene una textura gruesa de color café oscuro, claro y partes blancas debido a sus componentes.

Tabla 5. Sustrato 2.

MATERIALES	PORCENTAJES	CANTIDAD POR PORCENTAJE	CANTIDAD POR FUNDA
Cascarilla	30%	0,9 lb	3 lb
Turba de pantano	25%	1,25 lb	5 lb
Vermicopost	25%	4 lb	16 lb
Tierra negra	20%	4 lb	20 lb

Elaborado por: (Curicho y Toaquiza 2022)

Imagen 15. Sustrato 2

Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022).

Con referencia a la tabla anterior el sustrato 2 con los diferentes materiales que en si están conformados por (retención de agua, drenaje, materia orgánica y tierra negra) para la obtención de buenos resultados, este sustrato tiene una textura fina media y color oscuro debido a sus componentes.

Tabla 6. Sustrato 3

MATERIALES	PORCENTAJES	CANTIDAD POR PORCENTAJE	CANTIDAD POR FUNDA
Perlita	30%	1,2 lb	4 lb
Turba de pantano	25%	1,25 lb	5 lb
Trichoderma	25%		500 g
Tierra negra	20%	4 lb	20 lb

Elaborado por: (Curicho y Toaquiza 2022)

Imagen 16. Sustrato 3

Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

Con referencia a la tabla anterior el sustrato 3 se realizó con diferentes materiales que en sí están conformados por (retención de agua, drenaje, materia orgánica y tierra negra) para la obtención de buenos resultados, este sustrato tiene una textura gruesa y café oscuro y partes blancas debido a sus componentes.

Tabla 7. Testigo.

MATERIALES	PORCENTAJES	CANTIDAD POR PORCENTAJE	CANTIDAD POR FUNDA
Tierra del lugar	70%	10,5 lb	15 lb
Ecoabonanza	30%	3 lb	10 lb

Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

Imagen 17. Sustrato 4 (testigo)

Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

Con referencia a la tabla anterior se realizó el sustrato testigo que en si contenía tierra del lugar con una pequeña cantidad de materia orgánica 30%, este sustrato no contiene material retenedor y drenador de agua, esto le da una textura fina y un color oscuro.

11.2.5. Siembra.

Imagen 18. Siembra en los semilleros.



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

11.2.6. Emergencia de plantas.

Imagen 19. Emergencia total de las plantas.



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

11.2.7. Trasplante.

Imagen 20. Trasplante del semillero a vasos



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

Una vez se haya realizado el primer trasplante de plantín, se toma los datos en un determinado tiempo de las siguientes variables a evaluar (altura, número de hojas y número de ramas) y se realiza el trasplante de la etapa vegetativo a las 3 semanas el trasplante días antes de la floración a las 9 semanas, que nos da un total de 3 trasplantes del cultivo, esto se realiza con la finalidad que las raíces se desarrollen de buena manera y sea un soporte para la planta según su altura.

11.2.8. Implementación de los instrumentos tecnológicos en los dos tipos de ambientes.

Implementación del timer en los dos ambientes.

Imagen 21. Implementación del timer en los dos ambientes.



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

La implementación del timer también conocido como temporizador, este proceso se realizó en los dos ambientes, una vez las plantas entren en la etapa vegetativa, con el objetivo de complementar 6 horas luz faltante para completar las 18 horas luz que necesita el cultivo.

Implementación del higrómetro en los dos ambientes.

Imagen 22. Implementación del higrómetro en los dos ambientes.



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

La implementación del higrómetro se realizó en los dos ambientes, mediante el higrómetro se registraron las temperaturas y humedad relativa a las 8h00, 12h00 y 16h00 durante el ciclo del cultivo de 120 días.

11.2.9. Fase de laboratorio.

Imagen 23. Muestras de diferentes sustratos en los diferentes ambientes.



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

Imagen 24. Llevar a cabo cada uno de los pasos de laboratorio.



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

Se llevó a cabo la fase de laboratorio, para determinar el porcentaje de materia orgánica, pH y conductividad eléctrica que existe en cada uno de los sustratos, para determinar el porqué del desarrollo de plantas en cada uno y principalmente para identificar por qué hubo la mortalidad total de 16 plantas en el sustrato 4 (testigo), esta práctica se realizó con la ayuda de la docente encargada de laboratorio con los siguientes materiales de laboratorio.

11.3. Tipo de investigación

Investigación experimental

El diseño experimental es una técnica estadística, esta consiste en manipular intencionalmente la variable independiente en un modelo para observar y medir sus efectos en la variable dependiente.

Investigación cuantitativa

Cuali-cuantitativa

Es cualitativa ya que describe los sucesos ocurridos durante la investigación.

Cuantitativa

Es cuantitativa por que recoge datos numéricos para lo cual se utiliza un análisis estadístico con el programa INFOSTAT.

11.4. Modalidad básica de la investigación

De campo

La investigación es de campo debido a que es un cultivo que se realizó fuera de laboratorios al interior y al exterior del campo con la finalidad de medir ciertas variables, ubicado en la Universidad Técnica de Cotopaxi campus Salache.

De laboratorio

La investigación tiene un cierto porcentaje de fase de laboratorio debido a que se realizó estudios sobre cada uno de los sustratos, en los cuales se analizó (materia orgánica, conductividad eléctrica y pH, esto se realizó en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi del Campus Salache.

11.5. Bibliografía Documental

La investigación en varios materiales bibliográficos y documental sirvió de base para contextualizar el marco teórico y analizar los resultados obtenidos.

11.6. Descriptiva

Se realizó particularmente del tema a investigar, definirlo y formular hipótesis de acuerdo al tema, ya que con lo misma describimos el porqué, el lugar, y como el cuándo se realizó la investigación al igual que el experimento, la recolección de datos y las diferentes fuentes bibliográficas

11.7. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Observación científica

La toma de datos se llevó a cabo durante un tiempo determinado, cada 15 días una vez haya germinado la planta de *Cannabis Sativa*, las variables a tomar fueron: porcentaje de germinación, altura, numero de hojas y ramificaciones.

Observación estructurada

Se realiza con la ayuda de elementos técnicos apropiados para la recopilación de datos como: libro de campo, cámara, higrómetro y tablas.

11.8. Análisis estadístico

11.8.1. Porcentaje de germinación

Esto tiene como objetivo determinar el grado máximo de germinación, para determinar la viabilidad de semillas

Se contaron 70 semillas y se ubicaron en una bolsa plástica con agua para reducir el grado de dormancia este proceso duro 24 horas, al día siguiente fueron colocadas sobre un papel absorbente humedecido en tarrinas plásticas, se mantuvieron las semillas húmedas, hasta cuando germinaron el total de semillas.

Se porcentaje de germinación se calculó mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{Semilla Germinada}}{\text{Numero total de semillas}} \times 100$$

$$\% \text{ de germinación} = \frac{70 \text{ semillas}}{70 \text{ semillas}} \times 100 = 100\%$$

11.9. Variables a evaluar

11.9.1. Altura

La altura de la planta se tomó a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días de la germinación de las plántulas, midiendo desde la base del sustrato hasta el ápice con la ayuda de una regla graduada, se tomó datos de las plantas tanto del cultivo interior como exterior, dando un total de 64 plantas tomadas.

11.9.2. Número de hojas

El número de hojas por plantas se determinó a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días de la germinación de las plántulas, registrando los datos totales que se tomó de las plantas tanto del cultivo interior como exterior, dando un total de 64 plantas tomadas.

11.9.3. Número de ramas

El número de ramas por planta se tomó en condiciones controladas desde los 60 y en exterior desde los 75 días en adelante registrando los datos totales que se tomó de las plantas tanto del cultivo interior como exterior, dando un total de 64 plantas tomadas.

11.10. Unidad experimental

La unidad experimental se forma de 2 factores en estudio el primer factor sustratos y el segundo sistemas, cada uno conformado por 3 tratamientos y 1 testigo, con 2 repeticiones, el total del factor sistemas (interior y exterior) es de 6 tratamientos, 2 testigos con un total de 64 plantas a evaluar.

11.11. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro tratamientos, dos repeticiones y dos sistemas, este experimento se llevó a cabo en la Universidad Técnica de Cotopaxi campus Salache.

11.12. Esquema ADEVA

Para la evaluación de los tratamientos se utilizó el esquema del ADEVA.

Fuente de variación	Formula	Grados de libertad
Tratamientos	t-1	7
Bloques	r-1	1
Error	(t-1) x (r-1)	7
Total	(t x r)-1	6

11.13. Factores en estudio

FACTOR A: Sistemas

A1: cultivo protegido

A2: a campo libre

FACTOR B: Sustratos

B1: Sustrato 1: cascajo 30%, vermiculita 25%, compost 25% y tierra negra 20%.

B2: Sustrato 2: cascarilla de arroz 30%, turba de pantano 25%, vermicompost 25% y tierra negra 20%.

B3: Sustrato 3: perlita 30%, turba de pantano 25%, thrichoderma 25% y tierra negra 20%

B4: Testigo: 70% tierra del lugar y ecoabonaza a un 30%.

11.14. Repeticiones en estudio

El siguiente ensayo cuenta con 8 tratamientos que es resultado de la combinación de dos factores.

Tabla 8. Combinación de factores.

Tratamiento	Código		Descripción
T1	A1	B1	AMBIENTE 1 * SUSTRATO 1
T2	A1	B2	AMBIENTE 1 * SUSTRATO 2
T1	A1	B3	AMBIENTE 1 * SUSTRATO 3
T2	A1	B4	AMBIENTE 1 * SUSTRATO 4
T1	A2	B1	AMBIENTE 2 * SUSTRATO 1
T2	A2	B2	AMBIENTE 2 * SUSTRATO 2
T1	A2	B3	AMBIENTE 2 * SUSTRATO 3
T2	A2	B4	AMBIENTE 2 * SUSTRATO 4

Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

11.15. Análisis funcional

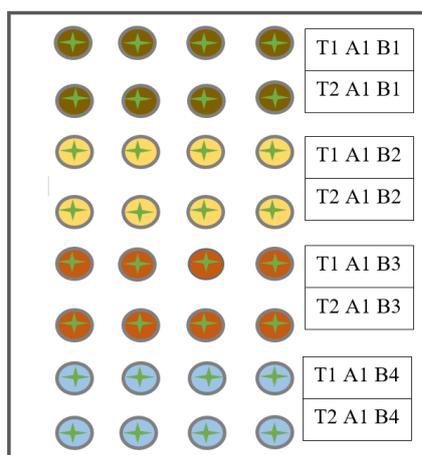
Tabla 9. Variables a evaluar.

Variable independiente	Variable dependiente	Parámetros	Indicadores
Ambientes bajo cubierta campo abierto	Temperatura Humedad	Identificar el ambiente más adecuado para el crecimiento y desarrollo del <i>Cannabis sativa</i> .	Tabulación de datos. Análisis estadístico.
Sustratos	Altura N° Hojas N° Ramas	Determinar el sustrato Óptimo. Realizar un estudio económico de los sustratos.	Análisis estadístico o base de datos. Tabla de costos.

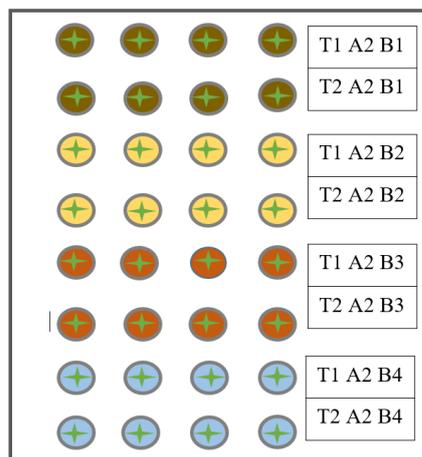
Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

11.16. Diseño del ensayo

El ensayo cuenta de 64 unidades experimentales, ya que se utiliza un DBCA el cual consta de 2 ambiente con 4 sustratos cada uno y dos repeticiones por ambiente.

Imagen 25. Distribución (bajo cubierta).

Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

Imagen 26. Campo abierto.

Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

Tabla 10. Tabla de comparación de las etapas fenológicas de Cannabis.

ETAPAS DE CRECIMIENTO	DÍAS	HORAS LUZ
Germinación	3-10 días	16-18 horas luz
Plantín	2-3 semanas	16-18 horas luz
Vegetativo	3-16 semanas	16-18 horas luz
Floración	8-14 semanas	12 horas luz

Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022).

Tabla 11. Tabla de comparación de las etapas fenológicas de Cannabis.

CULTIVO(Interior)		CULTIVO (Exterior)	
DÍAS	FECHA	DÍAS	FECHA
3 días	4 de abril	3 días	4 de abril
3 semanas	28 de abril	3 semanas	28 de abril
8 semanas	17 de mayo	9 semanas	24 de mayo
9 semanas	26 de mayo	11 semanas	9 de junio

Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

Para establecer el ambiente adecuado para el cultivo de cannabis se tomó los datos diariamente tres veces al día de temperatura y humedad, en el campus Salache, tanto en cultivo protegido y a campo libre.

De la igual manera se registró datos de todas las plantas tanto interior como exterior, en un determinado tiempo, cada 15 días de las siguientes variables

- Porcentaje de germinación
- Altura de planta
- Número de hojas
- Número de ramificaciones

Se determinó como actuó la interacción de cada uno de los factores como temperatura y humedad, mediante datos tomados, registrados y realizados una gráfica de comparación

Con referencia a la tabla anterior se realizó el sustrato testigo que en si contenía tierra del lugar con una cantidad pequeña de materia orgánica, este sustrato no contiene material retenedor y drenador de agua, esto le da una textura súper fina y un color oscuro.

12. HIPOTESIS.

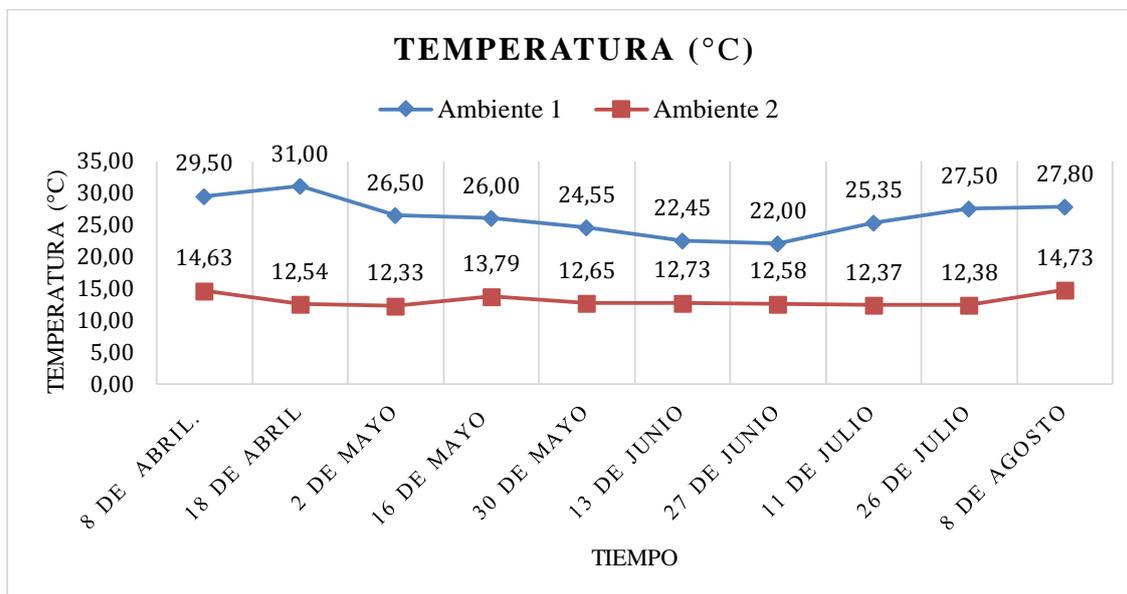
H1 Mediante la aplicación de los diferentes sustratos se puede determinar cuál es el mejor para el comportamiento agronómico bajo cubierta.

H0 Mediante la aplicación de los diferentes sustratos se puede determinar cuál es el mejor para el comportamiento agronómico a campo abierto.

13. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

13.1. Temperatura

Gráfico 1. Fluctuación de temperatura (°C).

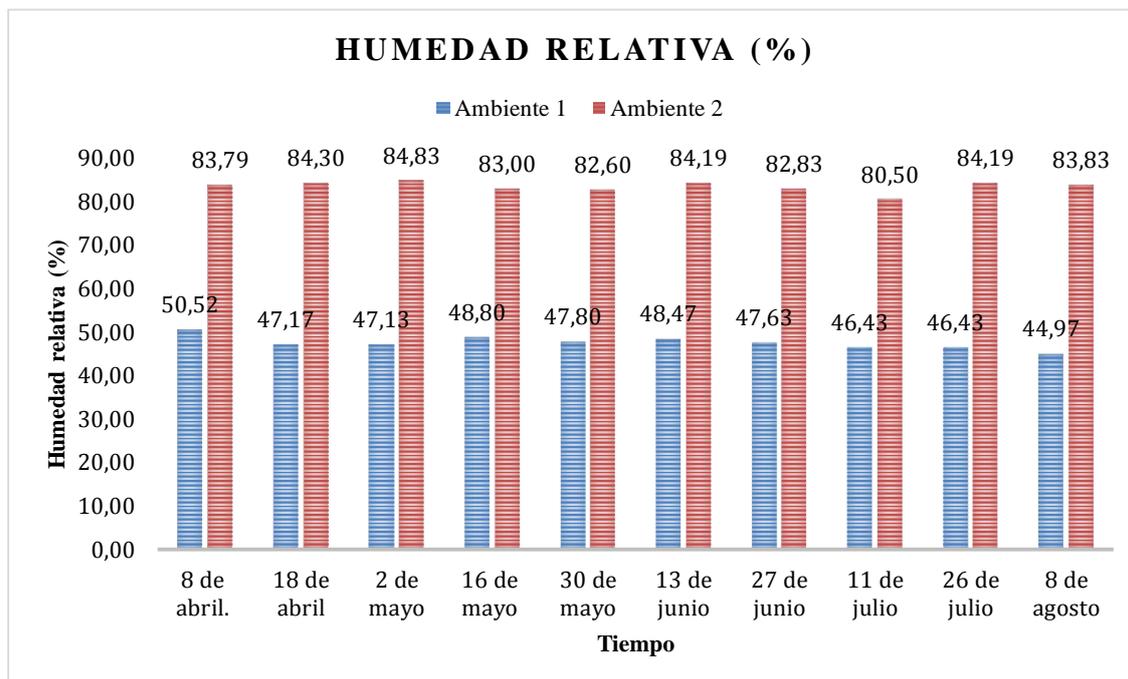


Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

Según el Gráfico 1 muestra las lecturas de temperatura de Cotopaxi - Salache, registrando temperaturas en dos ambientes (campo abierto y bajo cubierta). El comportamiento de temperatura durante el desarrollo del cultivo fue el siguiente: en el mes de abril se registraron temperaturas elevadas, de 31 °C para el ambiente 1, y para el ambiente 2 se registró temperaturas elevadas, de 14,73 °C para el mes de agosto, finalmente se registró temperaturas bajas para los dos ambientes, en el mes junio con una temperatura 22 °C en el mes junio en el ambiente 1, y para el ambiente 2 se registró una temperatura mínima de 12,33 °C. El cultivo de *Cannabis sativa* requiere una temperatura promedio de 20 a 30 °C, por lo anteriormente mencionado si el cultivo de *Cannabis sativa* está expuesto a bajas temperaturas corre el riesgo de que muera. Alchimia (2016), Menciona que las bajas temperaturas afectan al metabolismo de las plantas, si tienen que vivir soportando bajas temperaturas su desarrollo se ira ralentizando de manera gradual, y cuando más baja sea la temperatura, el desarrollo se hace más lento.

13.2. Humedad relativa.

Gráfico 2. Humedad relativa (%)

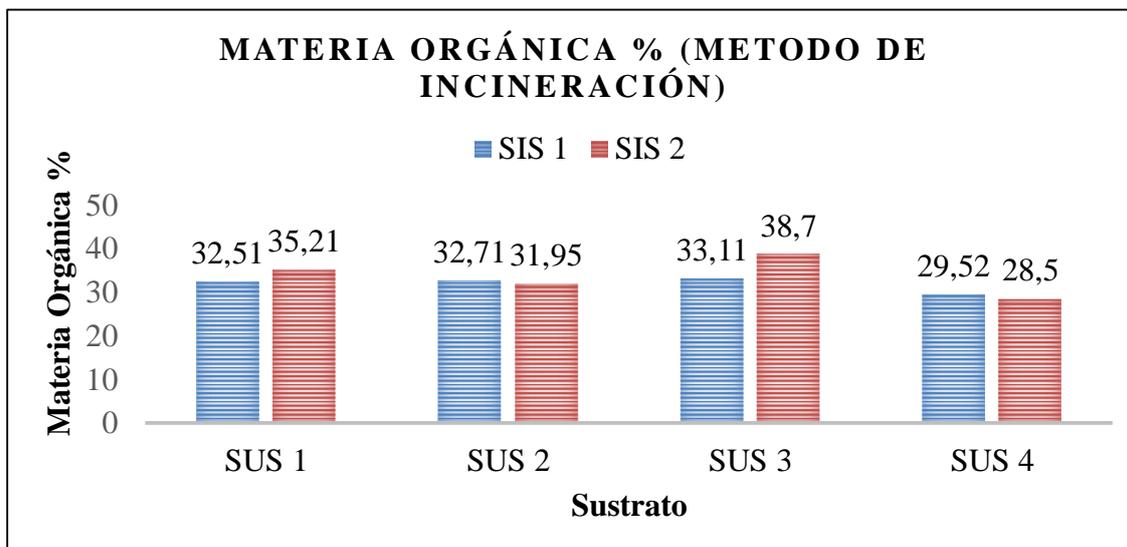


Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

El Gráfico 2 muestra las lecturas de humedad relativa de Cotopaxi - Salache, registrando humedades en 2 ambientes (campo abierto y bajo cubierta). El comportamiento de humedad durante el desarrollo del cultivo fue el siguiente: en el mes de abril se registró humedades elevadas, de 50,52 % para el ambiente 1, y para el ambiente 2 se registró humedades elevadas, de 84,83 % para el mes de mayo, finalmente se registró humedades bajas para los 2 ambientes, en el mes de agosto con una humedad 44,97 % en el ambiente 1, y para el ambiente 2 se registró una humedad mínima de 80,50 %. El cultivo de *Cannabis sativa* requiere una humedad promedio de 50 a 70 %, (Jose Lopez, 2021) menciona que el exceso de humedad reduce la transpiración, lo que disminuye la absorción de nutrientes y afecta al crecimiento de la planta y favorece a la propagación de plagas, y por otro lado déficit de humedad hace que la planta tenga que hacer un sobreesfuerzo por mantener los estomas abiertos, y esto puede ocasionar que se marchite por deshidratación.

13.3. Materia orgánica.

Gráfico 3. Determinación de materia orgánica.

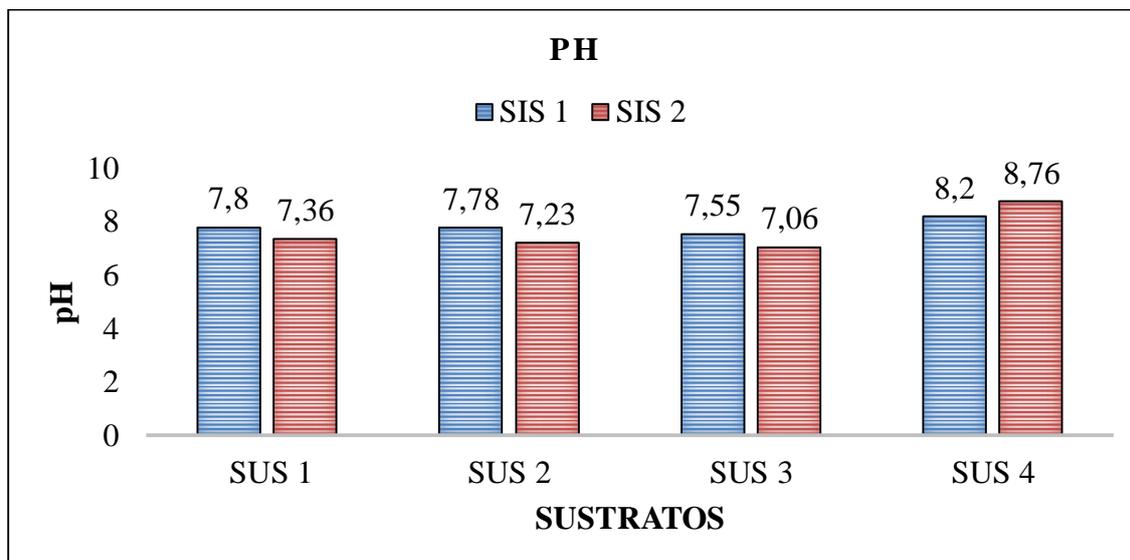


Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

El Gráfico 3 muestra las lecturas de materia orgánica de Cotopaxi - Salache, registrando porcentajes de materia orgánica para 2 ambientes (campo abierto y bajo cubierta). Para la determinación de materia orgánica mediante el método de la incineración en el ambiente 1 (bajo cubierta) el sustrato 3 contiene mayor cantidad de materia orgánica con un porcentaje de 34,37, y en el ambiente 2 (campo abierto) el sustrato 3 contiene mayor porcentaje de materia orgánica con un de 38,7. Para lo antes mencionado se debe tener en cuenta que mientras más disponibilidad de nutrientes presenta el cultivo este cumple sus etapas fisiológicas. Menciona que, Ugarte, (2020), La materia orgánica y pH son los indicadores principales en la fertilidad y salinidad del sustrato, motivo por el cual es necesario comprender si estas propiedades se encuentran en los niveles adecuados para la planta, ejemplos de abonos: vermicompost, compost, biocontroladores, entre otros.

13.4. pH

Gráfico 4. Determinación del p H.



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022).

Como se puede observar en la gráfica, para el ambiente 1 (bajo cubierta) en el sustrato 4 tenemos un pH 8,2 y para el ambiente 2 (campo abierto) en el sustrato 4 tenemos un pH 8,76 lo que nos indica que en este sustrato el pH es alcalino lo que presenta condiciones desfavorables para el crecimiento y desarrollo del cultivo, principalmente por la deficiencia de micronutrientes que existe en este sustrato, los síntomas más comunes de esta baja disponibilidad de micronutrientes es la clorosis del follaje del cultivo seguido de la marchites permanente de la planta. El pH del sustrato debe estar idealmente en un rango de 6,5 a 7,5 para que la planta de cannabis absorba, asimile y procese eficaz y correctamente los nutrientes. Es decir, que el pH es un indicador de la disponibilidad de nutrientes. En este caso el pH en el sistema dos está dentro del rango que requiere la planta para asimilar los nutrientes, mientras que en sistema 1 supera los 7,5 lo que nos indica que es ligeramente alcalino. En este caso Collado, (2021) explica que si el pH no es correcto, las plantas no podrán absorber los nutrientes necesarios, aunque estos estén presentes, un fenómeno conocido como bloqueo de nutrientes. Cuando los niveles de pH del cannabis fluctúan, se restringe la capacidad bioquímica de la planta para utilizar plenamente el nutriente clave esencial para el crecimiento de la planta y tiene dificultad en la etapa de floración, la planta puede parecer descolorida y el crecimiento puede parecer inadecuado.

13.5. Altura de Cannabis sativa.

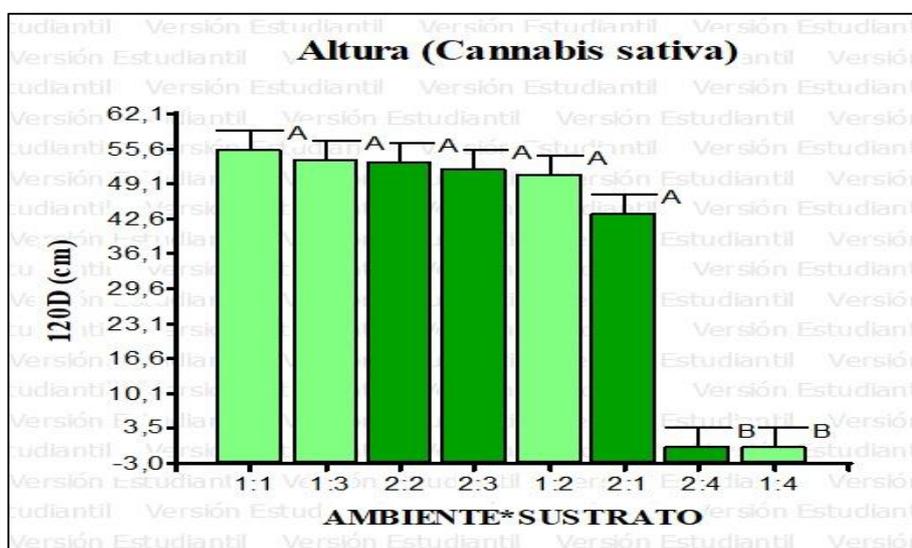
Tabla 12: Cuadro de Análisis de la Varianza de altura a los 120 días

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	8153,27	8	1019,16	38,33	<0,0001
REP	45,56	1	45,56	1,71	0,2318
AMB	32,6	1	32,6	1,23	0,3047
SUS	7956,82	3	2652,27	99,76	<0,0001
AMB*SUS	118,28	3	39,43	1,48	0,2998
Error	186,1	7	26,59		
Total	8339,37	15			
CV%			13,37		

Elaborado por: (Curicho y Toaquiza 2022).

De acuerdo al análisis de varianza realizado para la variable altura se puede evidenciar que existe una diferencia significativa entre ambientes*sustratos debido a que el p-valor es igual a <0,0001 es menor al nivel de significación $\alpha=0,05$; es decir a pesar de existir diferencia, esta no es elevada, Con un CV% de 13,37.

Gráfico 1. Prueba Tukey al 5% para el factor ambientes*sustratos con la variable altura en Cannabis sativa, a los 120 días.



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza 2022).

Los análisis estadísticos demostraron que el ambiente 1 con el sustrato 1 produjo los mejores resultados en la variable altura de la planta a los 120 días con promedio general de 50,55 cm. la diferencia de los cultivos de campo abierto con los cultivos bajo cubierta es que se tiene las plantas en un entorno controlado, es por esto que se obtiene un desarrollo óptimo de la planta, consiguiendo cosechas abundantes a menor tiempo. Al respecto Hernández, (2020) afirma que el pH y la conductividad eléctrica intervienen en

el crecimiento de las plantas ya que son dos parámetros cuya medición es fundamental para tener un cultivo de alto rendimiento. Debido a que estos son indispensables para la movilidad de nutrientes y de acuerdo a los resultados se debe obtener desarrollos adecuados para el cultivo de Cannabis sativa.

13.6. Número de hojas Cannabis sativa

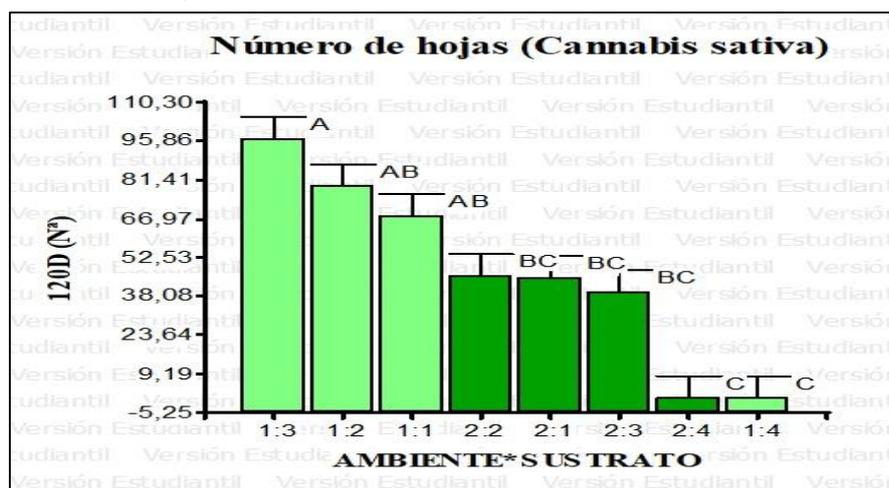
Tabla 13: Cuadro de Análisis de Varianza de número de hojas a los 120 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17153,89	8	2144,24	15,46	0,0008
REP	284,34	1	284,34	2,05	0,1953
AMB	3261,84	1	3261,84	23,52	0,0019
SUS	11917,81	3	3972,6	28,65	0,0003
AMB * SUS	1689,89	3	563,3	4,06	0,0577
Error	970,69	7	138,67		
Total	18124,58	15			
CV%			25,21		

Elaborado por: (Curicho y Toaquiza 2022).

En base a los análisis de varianza se determinó que el factor ambiente, sustrato e interacción Ambiente*Sustrato presentaron significancia en la variable número de hojas de la planta a los 120 días, debido a que el p-valor es menor al nivel de significación $\alpha=0,05$, con un CV% 25,21.

Gráfico 2. Prueba Tukey al 5% para el factor sistema*sustrato con la variable número de hojas en Cannabis sativa, a los 120 días.



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza 2022).

Los análisis estadísticos demostraron que el ambiente 1 con el sustrato 3 produjo los mejores resultados en la variable número de hojas a los 120 días con promedio general de 93,73. En los cultivos de bajo cubierta las plantas se encuentran en un entorno controlado,

a diferencia de los cultivos a campo abierto, por lo que las plantas no se exponen a estrés por frío, es por ello que en el ambiente 1 hay más plantas de *Cannabis sativa* hembras las cuales tienden a ser más frondosas que los *Cannabis sativa* machos es por ello que se tiene un mayor número de hojas, Esto podemos corroborar con () Si las plantas sufren algún tipo de estrés medioambiental durante la floración, pueden aparecer flores macho como respuesta a ese estrés.

13.7. Número de ramas de *Cannabis sativa*

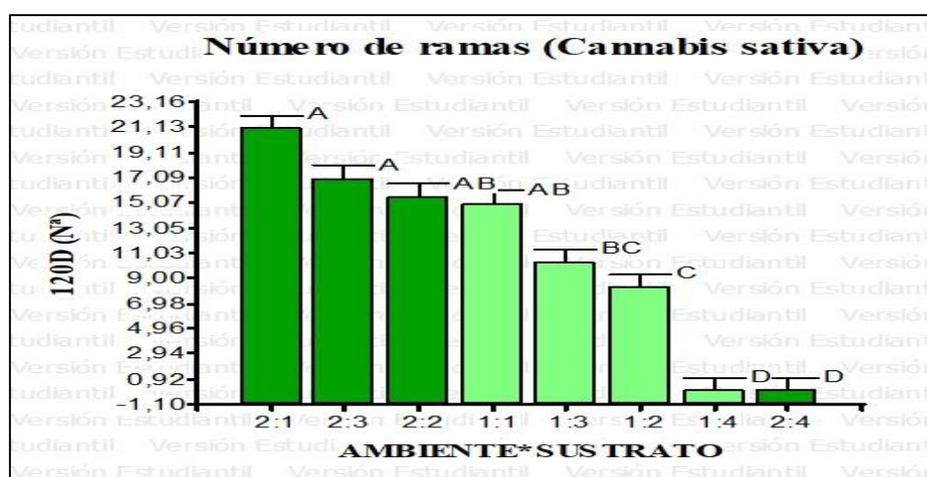
Tabla 14: Cuadro de Análisis de Varianza de número de ramas a los 120 días.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	844,75	8	105,59	47,69	<0,0001
REP	0,25	1	0,25	0,11	0,7467
AMB	100	1	100	45,16	0,0003
SUS	710,38	3	236,79	106,94	<0,0001
AMB*SUS	34,13	3	11,38	5,14	0,0345
Error	15,5	7	2,21		
Total	860,25	15			
CV%					13,68

Elaborado por: (Curicho y Toaquiza 2022).

Al realizar la prueba de significación de Tukey al 0,05 para número de ramas de la planta a los 120 días, mediante el análisis del factor ambientes y sustratos, se reportó tres rangos de significación. Para ambiente, sustrato e interacción ambiente*sustrato. De igual forma en estos resultados se demuestran el CV% de 13,64.

Gráfico 3. Prueba Tukey al 5% para el factor ambiente*sustrato con la variable número de ramas en *Cannabis sativa*, a los 120 días.



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza 2022).

Como observamos en el (Gráfico), estadísticamente los tratamientos 2:1, 2:3 y 2:2 son iguales, también se muestra una diferencia matemática donde el ambiente 2 campo abierto

y sustrato 1 presentó mayor número de ramas con un promedio de 21,00, la intervención de horas de luz directas de la mañana ayuda a que no se provoquen yemas dormidas y exista un mayor número de ramas. Iwannagrowshop, (2018) Plantea que, lo conveniente es empezar el cultivo abril y junio ya que en estos meses los días se van alargando y tenemos la mejor combinación entre iluminación y climatología, por un lado tenemos luz y por otro las temperaturas no suelen bajar de 12 °C, lo cual es perfecto para garantizar que las plantas crezcan fuertes y frondosas.

14. CONCLUSIONES.

Se determinó que existen diferencias significativas en el comportamiento agronómico de *Cannabis*, en campo abierto y bajo cubierta con la utilización de diferentes sustratos.

Se determinó que el tratamiento que presentó mejor altura de planta es T1 (cascajo 30%, vermiculita 25%, compost 25% y tierra negra 20%) con una altura de 55.5 cm de media a los 120 días, seguido de T3 (perlita al 30% turba de pantano al 25%, trichoderma al 25% y tierra negra al 20%), con una altura de 53.63 cm de media, estos fueron los sustratos que dieron mejor resultado para la producción de *Cannabis sativa*, y el ambiente más adecuado es bajo cubierta.

Se determinó que el tratamiento que presentó mayor número de hojas en la planta es T3 (perlita 30%, turba de pantano 25%, trichoderma 25% y tierra negra 20%) con un promedio general de 93,73 en número de hojas a los 120 días, seguido de T2 (cascarilla 30% turba de pantano 25%, vermicompost 25% y tierra negra 20%), con un promedio general de 81.40 en número de hojas, estos fueron los sustratos que dieron mejor resultado para la producción de *Cannabis sativa*, y el ambiente más adecuado es bajo cubierta.

Se determinó que el tratamiento que presentó mayor número de ramas en la planta es T1 (cascajo 30%, vermiculita 25%, compost 25% y tierra negra 20%) con un promedio general de 21 en número de ramas a los 120 días, seguido de T3 (perlita 30% turba de pantano 25%, trichoderma 25% y tierra negra 20%), con un promedio general de 17 en número de ramas, estos fueron los sustratos que dieron mejor resultado para la producción de *Cannabis sativa*, y el ambiente más adecuado es campo abierto.

15. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos se recomienda. Utilizar el sustrato planteado que presento mejor resultado en cultivo protegido y en campo abierto, el T1 (cascajo 30%, vermiculita 25%, compost 25% y tierra negra 20%) seguido del T2 (perlita al 30% turba de pantano al 25%, trichoderma al 25% y tierra negra al 20%) que dio mejor resultado en el desarrollo del cultivo.

De acuerdo a los datos obtenidos se recomienda implementar el cultivo de *Cannabis sativa* en el ambiente 1 (cultivo protegido), ya que nos ayuda que el cultivo alcance su madurez fisiológica en menor tiempo a los 120 días, de igual manera esta brindara mejor rentabilidad a los productores consiguiendo cosechas abundantes en menor tiempo. De igual manera se recomienda el cultivo a campo abierto por los resultados obtenidos

En base a los resultados obtenido en la investigación se recomienda mejorar el T4 (tierra del lugar y 30% materia orgánica) debido a que no se obtuvo buenos resultado y produjo la mortalidad total de las plantas que se implementaron en dicho sustrato.

Se recomienda implementar el cultivo de *Cannabis sativa* en la provincia de Cotopaxi a campo abierto debido a que el cultivo tuvo un desarrollo óptimo, a pesar que en el lugar se presentó cambios climáticos drásticos, y se adaptó a la variabilidad climática existente en la provincia.

16. BIBLIOGRAFÍAS

- Acosta, B. (2019). *Vermiculita: qué es, usos y cómo hacerla*.
- Acosta, B. (2020). *Perlita para plantas: qué es, para qué sirve y cómo se usa*.
- Adam, P. (2021). *Cómo germinar semillas de marihuana*.
<https://www.cannaconnection.com/es/blog/1913-como-germinar-semillas-de-marihuana>
- Agricultura. (2006). *Que son los biocontroladores*.
- Agroware. (2020). *Sembrar en cielo abierto o bajo invernadero?*
- Alchimia. (2020). *Cultivo de marihuana según la latitud*.
<https://www.alchimiaweb.com/blog/cultivo-segun-latitud/#:~:text=El mes de Enero es,los primeros días del mes.>
- Alchimia, J. (2016). *El frío en el cultivo de marihuana*.
<https://www.alchimiaweb.com/blog/frío-cultivo-marihuana/>
- Árboles, R. de agua para plantas y. (n.d.). *Retenedores de agua para plantas y árboles*.
- Ascolani, V. (2020). *Que es vermicompostaje*.
- Bovens, M. (2010). *Métodos recomendados para la identificación y el análisis del cannabis y los productos del cannabis*.
https://www.unodc.org/documents/scientific/Cannabis_manual-Sp.pdf
- Bruno, K. (2016). *Tierra negra india: el legado de agricultura sustentable de la Amazonía*.
- Cannabis, S. de. (2018). *La guía básica para cultivar marihuana*. <https://www.semillas-de-marihuana.com/blog/concurso/guia-basica-cultivar-marihuana-experiencianatural.pdf>
- Cardona, A. O. (2019). *CONOZCA LOS DIFERENTES TIPOS DE CULTIVOS SI QUIERE EMPRENDER EN LA INDUSTRIA CANNÁBICA*.
- Carrion, J. (2020). *Invasión Identifica qué plagas se comen tu marihuana*.
- CENTER, N. P. I. (2021). *Control de plagas*.
- Ceretta*, S. (2013). *Capacidad de campo Suelo saturado Punto de marchitez Agua útil*.
https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/doc_num.php?explnum_id=2348

- Collado, E. (2021). *Comprender cómo afecta el pH a las plantas de cannabis*.
<https://dutch-passion.com/es/blog/comprender-cómo-afecta-el-ph-a-las-plantas-de-cannabis-n1013>
- Cómo preparar el suelo para un jardín con marihuana en exterior*. (2021).
[https://www.pot.cl/blog/214-como-preparar-el-suelo-para-un-jardin-con-marihuana-en-exterior#:~:text=La textura y la composición del suelo&text=El cannabis crece mejor en,de 40%3A40%3A20](https://www.pot.cl/blog/214-como-preparar-el-suelo-para-un-jardin-con-marihuana-en-exterior#:~:text=La%20textura%20y%20la%20composici%C3%B3n%20del%20suelo&text=El%20cannabis%20crece%20mejor%20en%20de%2040%3A40%3A20).
- Etece, E. (2019). *Materia orgánica*.
- Fasani, C. (2021). *Los secretos del cultivo bajo cubierta*.
- González, G. (2020). *Cómo germinar semillas de cannabis*.
<https://growwithjane.com/es/como-germinar-semillas-cannabis/>
- Grow, W. (2018). *Existen las plantas de maría hermafroditas*.
<https://www.iwannagrowshop.com/blog/existen-las-plantas-de-maria-hermafroditas/>
- Hanan Alipi, M. P. (2009). *Cannabaceae Cannabis sativa L. Marihuana, cáñamo*.
[http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/cannabaceae/cannabis-sativa/fichas/ficha.htm#:~:text=Categorías taxonómicas superiores,%3A Hamamelidae%3B Orden%3A Urticales](http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/cannabaceae/cannabis-sativa/fichas/ficha.htm#:~:text=Categorías%20taxonómicas%20superiores,%3A%20Hamamelidae%3B%20Orden%3A%20Urticales).
- Hernández. (2020). *EFFECTO DE LA TEMPERATURA Y LA HUMEDAD RELATIVA PARA LA POLINIZACIÓN EN EL CULTIVO DE TOMATE*.
<https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/efecto-de-la-temperatura-y-la-humedad-relativa-para-la-polinizacion-en-el-cultivo-de-tomate>
- Intagri. (2021). *Trichoderma Control de Hongos Fitopatógenos*.
- INTAGRI. (2020). *Plagas y Enfermedades del Cannabis*.
- Iwannagrowshop. (2018). *cuántas horas de luz necesita una planta de marihuana*.
[https://www.iwannagrowshop.com/blog/cuantas-horas-de-luz-necesita-una-planta-feminizada/#:~:text=Una planta cultivada en exterior,mayor producción y mejor desarrollo](https://www.iwannagrowshop.com/blog/cuantas-horas-de-luz-necesita-una-planta-feminizada/#:~:text=Una%20planta%20cultivada%20en%20exterior,%20mayor%20producci%C3%B3n%20y%20mejor%20desarrollo).
- J.G, A., & FERTIBOX. (2019). *Compost y vermicompost ¿En qué se diferencian?*
- Jose Lopez. (2021). *¿Cómo influye la humedad en la calidad de los cultivos?*

<https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/como-influye-la-humedad-en-la-calidad-de-los-cultivos/>

- Julca, A., & Meneses, L. (2006). *LA MATERIA ORGÁNICA, IMPORTANCIA Y EXPERIENCIA DE SU USO EN LA AGRICULTURA*. 24, 49–61.
- Julio Bobes, A. C. (2000). *MONOGRAFÍA CANNABIS*.
[https://www.uv.es/=cholz/Cannabis \(PND\).pdf](https://www.uv.es/=cholz/Cannabis%20(PND).pdf)
- Libertad, C. (2013). *EFFECTO DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA-B EN PLANTAS*.
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v27n3/art09.pdf>
- López, A. (2014). *Cannabis sativa L., una planta singular*.
<https://www.redalyc.org/pdf/579/57940028004.pdf>
- Luke, S. (2019). *CÓMO IDENTIFICAR EL SEXO DE LAS PLANTAS DE MARIHUANA*.
<https://www.zamnesia.es/cultivar-marihuana/455-sexo-plantas>
- Masaguer, M., & Cruz Lopez, M. (2005). Sustratos de cultivo: nueva alternativa eco-compatible. *2005 Mayo*.
- Max, S. (2020). *El período vegetativo de las plantas de cannabis*.
<https://www.cannaconnection.com/es/blog/1035-periodo-vegetativo-plantas>
- Mendoza Rodriguez, K., & TALCA, U. DE. (n.d.). *No Title*.
- Mezo, B., & Tierra, A. de la. (n.d.). *Manual basico para hacer compost*. 12–16.
- Mondino, P., & Montealegre, J. (2014). *Control Biológico de Enfermedades de Plantas en América Latina y el Caribe*. 404.
- Mora, J., & Alcalá, J. (2016). *COMPORTAMIENTO DE MATERIA ORGÁNICA Y pH CON LA PROFUNDIDAD DEL SUELO* (pp. 1–1).
- Moreno, P. (1997). *ESTUDIO DEL CULTIVO DE CANNABIS SATIVA EN EL RIF MARROQUI: SUS CONDICIONES SOCIOECONOMICAS PARA LA REGION*.
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/4623/tesisUPV818.pdf>
- Moreta, R. (2014). *LA PRODUCCIÓN DE PRÍMULA (Primula acaulis), BAJO INVERNADERO. QUITO, PICHINCHA*.
- MOROCHO AUSAY, L. J. (2018). *EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE APLICACIÓN DE POLYTER EN CULTIVO DE FRESA (Fragaria vesca)*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

- Nutrientes, V. (2021). *Trasplantes De Marihuana: Todo Lo Que Debes Saber*.
<https://vannutrients.com/blog/como-hacer-trasplantes-de-marihuana/>
- Ordoñez, A. (2021). *¿Cuánta Agua Necesitan Las Plantas De Cannabis?*
<https://www.zamnesia.es/blog--cuanta-agua-necesitan-las-plantas-de-cannabis-n255>
- Pinasco, G. (2020). *Grandes o pequeños productores: ¿a quién beneficiará la producción de cannabis en Ecuador?*
- Planteo, E. (2021). *Cómo Cultivar Marihuana En Exterior (Guía 2022)*.
<https://elplanteo.com/guia-practica-cultivo-marihuana-exterior/>
- Portillo, G. (2017). *Características y usos de la perlita*.
<https://www.jardineriaon.com/perlita.html>
- Profecional, B. (2017). *VERMICULITA*. <https://www.burespro.com/product/vermiculita/>
- Queen, S. (2021). *Plantas de marihuana: macho, hembra y hermafroditas*.
<https://www.royalqueenseeds.es/blog-plantas-de-marihuana-macho-hembra-y-hermafrodita-n513>
- Ramirez, L. (2021). *DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE HUMEDAD DE SUSTRATO, TEMPERATURA Y FOTOPERIODO PARA EL CULTIVO DE Cannabis sativa L. var. wild thailand y Cannabis indica Lam. var. hindu kush EN LA EMPRESA GREEN CROSS INTERNATIONAL S.A.S.* file:///C:/Users/Usuario-PC/Downloads/Altamiranda_Ramirez_Jiset_Janelly_2021 (2).pdf
- Renobales, G. (2001). *Cannabis sativa L. subsp. indica (Lam.) Small & Cronqu.*
<https://www.ehu.eus/documents/1686888/3913390/17.+Cannabis+sativa.pdf>
- Rodríguez, G., Patiño, M., & Betancour, M. (2021). *Caracterización fisiológica en plantas de Cannabis medicinal durante distintas etapas fenológicas bajo estrés biótico*. 32.
- Rojas Marroquin, N. (2020). *Los beneficios de la cascarilla de arroz para el cultivo del arándano*.
- Sauka, D., & Benintende, G. (2008). *Bacillus thuringiensis: generalidades. Un acercamiento a su empleo en el biocontrol de insectos lepidópteros que son plagas agrícolas*. 40.

- Seeds, S. (2020). *Variedades Ecuatoriales de Cannabis*.
- Shop, G. (n.d.). *Cómo distinguir marihuana macho y hembra*.
<https://www.lahuertagrowshop.com/blog/como-distinguir-marihuana-macho-y-hembra/>
- Shop, T. G. (2021). *TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA*.
<https://tanegrowshop.com/news/temperatura-y-humedad-relativa>
- Trujillo, S. (2019). *La ciencia descubrió el lugar exacto donde se originó la marihuana*.
- Ugarte, C. P. P. (2020). *ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CANNABIS MEDICINAL CON ALTO PORCENTAJE DE CANNABIDIOL*.
https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/20.500.12590/16204/4/PALMA_UGARTE_CAR_CAN.pdf
- Vence, L. B. (2008). *Disponibilidad de agua-aire en sustratos para plantas*. 26.

17. ANEXOS.

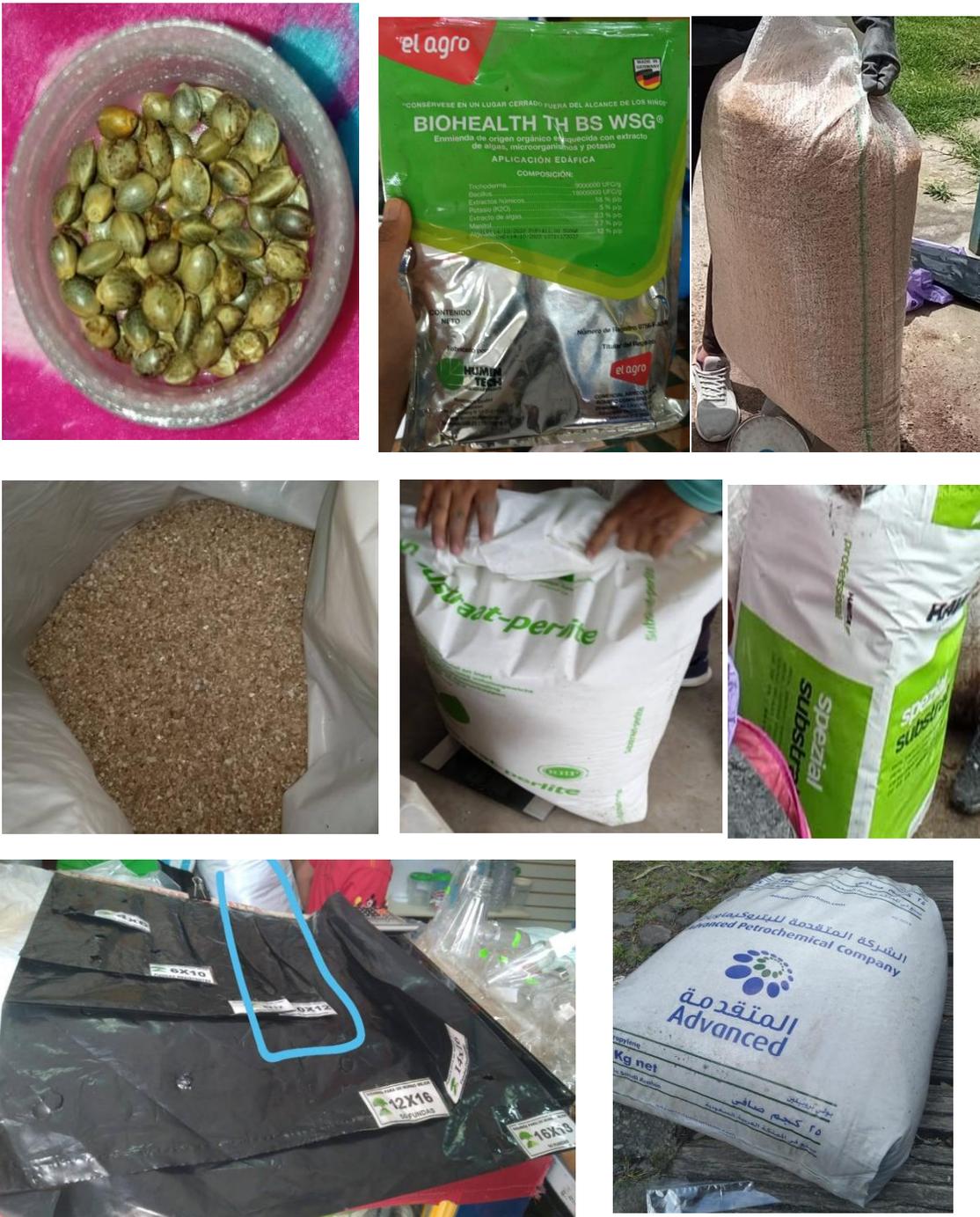
Anexo 1. Análisis económico

Tabla 15. Análisis económico.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNI.	TOTAL
INSTRUMENTOS				
Timer	2		\$9,90	\$19,80
Higrómetro	1		\$25	\$25
Fundas para plantas	2	paquetes	\$4,90	\$9,80
SUBTOTAL				\$55
Transporte				
Carreras para movilizar los materiales	1		\$10	\$10
Carreras para movilizar los materiales	1	1	\$10	\$10
SUBTOTAL				\$20
Material vegetal				
Semilla	70	Semilla	\$3	\$210
SUBTOTAL				\$210
Drenadores				
Perlita	12	Kg	\$6,00	\$72
Cascarilla de arroz	12	kg	\$3,00	\$6
Cascajo	40	kg	\$5,00	\$10
SUBTOTAL				\$88
Retenedores de agua				
Vermiculita	12	Kg	\$6,00	\$72
Turba de pantano(Hawita)	250	kg		\$50
SUBTOTAL				\$122,00
Materia orgánica				
Vermicompost	45	Kg		\$10
Compost	45	Kg		\$10
Biocontroladores	250	G		\$9,50
SUBTOTAL				\$30
RECURSOS HUMANOS				
Trabajadores agrícolas	4	Mes	\$400,00	\$1.600
Trabajadores agrícolas	4	mes	\$400,00	\$1.600
SUBTOTAL				\$3.200
TOTAL				\$3.724

Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

Anexo 2. Adquisición de los materiales para la investigación.



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022).

Anexo 3. Elaboración de los sustratos.



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022).



Anexo 4. Ruptura de grados de dormancia.



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022).

Anexo 5. Germinación.



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022).



Anexo 6. Siembra.

Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022).

Anexo 7. Emergencia.

Anexo 8. *Trasplantes.*



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

Anexo 9. Plantin.

Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022).

Anexo 10. Vegetativo.



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)

Anexo 11. Floración.



Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022).

Anexo 12. Fase de laboratorio.

Elaborado por: (Curicho y Toaquiza, 2022)