



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO SUSTRATOS PARA PILONES EN
AMARANTO (*Amaranthus caudatus* L) VARIEDAD SELENAYA SOSULKA,
SALACHE, LATACUNGA-COTOPAXI, 2023”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero
Agrónomo.

Autor:

Zumba Unapanta Adrian Ismael

Tutora:

López Castillo Guadalupe De Las Mercedes

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Zumba Unapanta Adrian Ismael, con cédula de ciudadanía No. 050391749, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO SUSTRATOS PARA PILONES EN AMARANTO (*Amaranthus caudatus L*) VARIEDAD SELENAYA SOSULKA, SALACHE, LATACUNGA-COTOPAXI, 2023”**, siendo la Ingeniera Mg. Guadalupe De Las Mercedes López Castillo, Tutora 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, 15 de febrero del 2024



Adrian Ismael Zumba Unapanta
C.C:0503917494
ESTUDIANTE

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 **ZUMBA UNAPANTA ADRIAN ISMAEL**, identificado con cédula de ciudadanía **0503917494** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, 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. - **EL 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 CUATRO SUSTRATOS PARA PILONES EN AMARANTO (*Amaranthus caudatus L*) VARIEDAD SELENAYA SOSULKA, SALACHE, LATACUNGA-COTOPAXI, 2023**”, 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: Mayo 2020 – Septiembre 2020

Finalización de la carrera: Octubre 2023 – Marzo 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 28 de noviembre del 2023

Tutor: Ing. Guadalupe De Las Mercedes López Castillo, Mg.

Tema: “**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO SUSTRATOS PARA PILONES EN AMARANTO (*Amaranthus caudatus L*) VARIEDAD SELENAYA SOSULKA, SALACHE, LATACUNGA-COTOPAXI, 2023**”

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, **EL 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 **EL 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.

- 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 **EL 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 **EL 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 **EL 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 15 días del mes de febrero del 2024.



Adrian Ismael Zumba Unapanta
EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación sobre el título:

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO SUSTRATOS PARA PILONES EN AMARANTO (*Amaranthus caudatus* L) VARIEDAD SELENAYA SOSULKA, SALACHE, LATACUNGA-COTOPAXI, 2023”, de Zumba Unapanta Adrian Ismael, 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, 15 de febrero del 2024


Ing. Guadalupe De Las Mercedes López Castillo Mg.

C.C: 1801902907

DOCENTE TUTORA

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

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, el postulante: Zumba Unapanta Adrian Ismael, con el título de Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO SUSTRATOS PARA PILONES EN AMARANTO (*Amaranthus caudatus*/ L) VARIEDAD SELENAYA SOSULKA, SALACHE, LATACUNGA-COTOPAXI, 2023”, 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 grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 15 de febrero del 2024



Ing. Yauli Chicaiza Guido Euclides, Mg.

C.C: 0501604409

LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. Wilman Paolo Chasi Vizúete, Mg.

C.C: 0502409725

LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Karina Marín Quevedo, Mg.

C.C: 0502672934

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento para el personal docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi, quienes con su conocimiento contribuyeron en mi formación académica, a Dios que me dio la salud y vida para seguir de pie siempre.

A mi tutora Ing. Mg. Guadalupe López quien darne su apoyo incondicional al igual que supo tenerme paciencia a lo largo de la investigación y me inculco sus buenos hábitos de estudio, para ser un gran profesional, así como a mi grupo de amigos que fueron un gran soporte en la carrera ya que me brindaron su amistad y confianza en ellos estuvieron en las buenas y en las malas.

Adrian Ismael Zumba Unpanta

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mis padres José Zumba y Kathy Unapanta quienes con su paciencia, amor, apoyo incondicional y su gran esfuerzo me han permitido cumplir con mi sueño, muchas gracias por enseñarme a nunca rendirme e inculcarme buenos valores para ser un hombre de bien, a mis Hermanos Gisela, Emilio y Sebastián, quienes me brindaron su apoyo en todo momento y nunca darme la espalda todo lo que hago es y será para ustedes, gracias a todos ellos me convertiré en un profesional, espero retribuir todo lo que ustedes hicieron por mí, el camino fue muy duro, complicado pero nada es imposible.

Adrian Ismael Zumba Unapanta

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO SUSTRATOS PARA PILONES EN AMARANTO (*Amaranthus caudatus L*) VARIEDAD SELENAYA SOSULKA, SALACHE, LATACUNGA-COTOPAXI, 2023”

Autor:
Zumba Unapanta Adrian Ismael

RESUMEN

En la presente investigación se propuso encontrar un sustrato adecuado en las piloneras, para reducir la pérdida en la germinación de las especies, el ensayo estuvo ubicado en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, invernadero de granos andinos; con el objetivo de evaluar el efecto de cuatro sustratos para pilones en amaranto (*Amaranthus caudatus L*) variedad selenaya sosulka. El enfoque metodológico aplicado en este estudio fue experimental con los siguientes sustratos: Sustrato turba KEKKILA, Baltic Tray Substrate, BM4, BM2, con un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con catorce tratamientos y tres repeticiones, obteniendo 42 unidades experimentales. Los resultados del estudio en relación a las variables, el T11 (Sustrato turba KEKKILA + Baltic Tray Substrate + BM4), en porcentaje de germinación obtuvo una media de 86,13%, altura de la plántula con una media de 1,37 cm, diámetro del tallo con una media de 1,07 mm, número de hojas ocupa el rango A y una media de 4,97 hojas verdaderas, longitud de raíz con una media de 10,65 cm; volumen de raíz con una media de 0,13 ml, pH con una media de 7,37 que fue el segundo en obtener un pH bajo, humedad con una media de 41,23%, temperatura con una media de 24,16°C, recomendado así el tratamiento T11 (Sustrato turba KEKKILA 50% + Baltic Tray Substrate 25% + BM4 25%), para la producción de plántulas de amaranto (*Amaranthus caudatus L*), en pilonera, dado que posee las condiciones físicas óptimas para el crecimiento de esta especie.

Palabras claves: pilones, turba, plántulas, (*Amaranthus caudatus L*)

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

TITLE: "EVALUATION OF THE EFFECT OF FOUR SUBSTRATES FOR PILONES IN AMaranth (*Amaranthus caudatus L*) SELENAYA SOSULKA VARIETY, SALACHE, LATACUNGA-COTOPAXI, 2023".

Author: Zumba Unapanta Adrian Ismael

ABSTRACT

In the present investigation it was proposed to find a suitable substrate in the pylons, to reduce the loss in the germination of the species, the test was located at the Technical University of Cotopaxi, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, greenhouse of Andean grains; with the objective of evaluating the effect of four substrates for pylons in amaranth (*Amaranthus caudatus L*) variety selenaya sosulka. The methodological approach applied in this study was experimental with the following substrates: KEKKILA peat substrate, Baltic Tray Substrate, BM4, BM2, with a completely randomized block experimental design (DBCA), with fourteen treatments and three replications, obtaining 42 experimental units. The results of the study in relation to the variables, T11 (Peat substrate KEKKILA 50% + Baltic Tray Substrate 25% + BM4 25%), in germination percentage obtained a mean of 86.13%, seedling height with a mean of 1.37 cm, stem diameter with a mean of 1.07 mm, number of leaves occupies the A range and a mean of 4.97 true leaves, root length with a mean of 10.65 cm, root volume with a mean of 0.05 cm and root volume with a mean of 0.05 cm; root volume with a mean of 0.13 ml, pH with a mean of 7.37 which was the highest in the A range.

Key words: piles, peat, seedlings, amaranth (*Amaranthus caudatus L*), mixtures.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xi
INDICE DE TABLAS.....	xvi
INDICE DE IMAGENES.....	xvii
INDICE DE FIGURAS	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	3
3.1. Beneficiarios directos	3
3.2. Beneficiarios indirectos	3
4. PROBLEMÁTICA.....	3
5. OBJETIVOS.....	4
5.1. Objetivo General.....	4
5.2. Objetivos Específicos	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	4
7. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
7.1. Amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L).....	5
7.1.1. Origen.....	5
7.1.2. Clasificación taxonómica	6
8. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA	6
8.1. Raíz.....	6

8.2.	Tallo	6
8.3.	Hojas	7
8.4.	Flores	7
9.	PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	7
9.1.	Gusano trazador	7
9.2.	Pulgones.....	7
9.3.	Damping off.....	7
10.	MÉTODOS DE SIEMBRA.....	8
10.1.	Siembra en línea a chorro continuo.....	8
10.2.	Al voleo.....	8
10.3.	Siembra a golpes o de precisión.....	8
10.4.	Pilones	8
10.4.1.	Ventajas	8
10.4.2.	Desventajas	8
11.	SUSTRATOS	9
11.1.	Ventajas del uso de sustratos.....	9
11.2.	Componentes del sustrato.....	9
11.3.	Propiedades físicas de los sustratos.....	9
11.4.	Propiedades químicas de los sustratos.	10
11.5.	Mesclas de sustratos.	10
12.	SUSTRATOS DE LA INVESTIGACIÓN.	10
12.1.	Turba KEKKILA profesional.....	10
12.2.	Baltic Tray Substrate.....	11
12.3.	BM4 Fibra natural	11
12.4.	BM2.....	11
13.	HIPÓTESIS.....	11
13.1.	Hipótesis Alternativa.....	11

13.2.	Hipótesis Nula	11
13.3.	Operación de variables	12
14.	VARIABLES PARA EVALUAR.....	12
14.1.	Porcentaje de germinación.	12
14.2.	Altura de planta.	13
14.3.	Diámetro del tallo.....	13
14.4.	Número de hojas.....	13
14.5.	Humedad, pH, temperatura	13
14.6.	Longitud de raíz	13
14.7.	Volumen raíz	13
15.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	13
15.1.	Ubicación del ensayo	13
15.2.	Metodología	14
15.2.1.	Modalidad básica de investigación	14
16.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	15
16.1.	Cuantitativo	15
16.2.	Explicativa.....	15
16.3.	Libro de campo.....	15
16.4.	Materiales y métodos	15
16.4.1.	Materiales.....	15
16.4.2.	Diseño experimental	16
16.4.3.	Tratamientos en estudio	16
16.4.4.	ADEVA	17
16.4.5.	Análisis funcional	17
16.4.6.	Características del área de ensayo.....	18
16.5.	Manejo específico del ensayo	18
16.5.1.	Establecimiento del ensayo.....	18

16.5.2.	Identificación del área de estudio	18
16.5.3.	Selección de los sustratos	18
16.5.4.	Lavado de bandejas de germinación.....	18
16.5.5.	Preparación de sustrato	19
16.5.6.	Incorporación del sustrato, siembra y tapado.	20
16.5.7.	Toma de datos.....	20
17.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	20
17.1.	Prueba de normalidad para variables de comportamiento agronómico	20
17.2.	Variable porcentaje de germinación.....	21
17.3.	Variable altura de plántula	22
17.4.	Variable diámetro de tallo	24
17.5.	Variable número de hojas.....	25
17.6.	Variable longitud de raíz	27
17.7.	Variable volumen de raíz.	29
17.8.	Variable pH de sustrato.	30
17.9.	Variable humedad del sustrato.	32
17.10.	Variable temperatura de sustrato.....	33
17.11.	Variable de curva de crecimiento.....	35
18.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
18.1.	Conclusiones	36
18.2.	Recomendaciones.....	36
17.	BIBLIOGRAFÍA	37
18.	ANEXOS.....	42
	ANEXO. Fotografías de implementación del proyecto.	42
	ANEXO 1: Desinfección de bandeja.....	42
	ANEXO 2: Preparación de mezclas de sustratos.....	42
	ANEXO 3: Siembra y llenado de bandejas.	43
	ANEXO 4: Tapado de bandejas.	43

ANEXO 5: Monitoreo de germinación.	43
ANEXO 6: Riego	44
ANEXO 7: Toma de datos altura plántula y diámetro tallo	44
ANEXO 8: Monitoreo.	45
ANEXO 9: Toma de datos pH, humedad, temperatura de sustratos.	45
ANEXO 10: LONGITUD Y VOLUMEN DE RAÍZ.....	46
ANEXO 11: Croquis experimental	46
ANEXO 12: Aval del traductor	47

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados	4
Tabla 2. Clasificación taxonómica del amaranto.....	6
Tabla 3. Operación de variables	12
Tabla 4. Ubicación del lugar.....	14
Tabla 5: Tratamientos de la investigación	16
Tabla 6. Esquema de ADEVA.....	17
Tabla 7. Características del área de ensayo	18
Tabla 8. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.....	20
Tabla 9. Cuadro de promedios de la variable emergencia porcentaje de germinación a los 8 días	21
Tabla 10. Cuadro de promedios de la variable altura plántula	22
Tabla 11 . Cuadro de promedios de la variable diámetro del tallo	24
Tabla 13 Análisis de varianza (ADEVA) variable número de hojas.....	25
Tabla 14 Prueba de Turkey al 5% en la variable de número de hojas.....	26
Tabla 14 Cuadro de promedios de la variable longitud de raíz	27
Tabla 15 Cuadro de promedios de la variable volumen de raíz	29
Tabla 16 Cuadro de promedios de la variable pH de sustrato.	30
Tabla 17 Cuadro de promedios de la variable humedad del sustrato.	32
Tabla 18 Cuadro de promedios de la variable temperatura de sustrato	33

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1	14
----------------	----

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Media de porcentaje de germinación a los 8 días.....	22
Figura 2 Media de promedio variable altura.....	23
Figura 3 Media de promedio diámetro de tallo	24
Figura 4 Media de promedio número de hojas	26
Figura 5 Media de promedio longitud de raíz	28
Figura 6 Media de promedio volumen de raíz.....	29
Figura 7 Media de promedio pH sustrato	31
Figura 8 Media de promedio humedad sustrato	32
Figura 9 Media de promedio temperatura sustrato	34
Figura 10 Curva de crecimiento altura de plántula (8, 15, 22, 29) días.....	35

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Evaluación del efecto de cuatro sustratos para pilones en amaranto (*Amaranthus caudatus L*) variedad selenaya sosulka, Salache, Latacunga-Cotopaxi, 2023”.

Fecha de inicio:

Octubre 2023

Fecha de finalización:

Marzo 2024

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Ingeniería Agronómica.

Proyecto de investigación vinculado:

Sustento Andino: Preservación y Fortalecimiento de la Diversidad de semillas locales.

Equipo de Trabajo:

Responsable del Proyecto: Adrian Ismael Zumba Unapanta

Tutor: Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo Mg.

Lector 1: Ing Mg. Yauli Chicaiza, Guido Euclides

Lector 2: Ing Mg. Chasi Vizuete Wilman Paolo

Lector 3: Ing Mg. Marin Quevedo Karina Paola

Coordinador del Proyecto:

Nombre: Adrian Ismael Zumba Unapanta

Teléfonos: 0987432873

Correo electrónico: adrian.zumba7494@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Agricultura - Agricultura, Silvicultura y Pesca - Producción Agropecuaria

Línea de investigación:

Línea 1: Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

La biodiversidad forma parte intangible del patrimonio nacional: en la agricultura, en la medicina, en actividades pecuarias, incluso en ritos, costumbres y tradiciones culturales. Esta línea está enfocada en la generación de conocimiento para un mejor aprovechamiento de la biodiversidad y los recursos naturales, basado en la caracterización agronómica, morfológica, genómica, física, usos ancestrales de los recursos naturales, la adecuada atención al cambio climático y los ecosistemas frágiles, permitiendo el desarrollo de planes de manejo, producción, equidad social y conservación del patrimonio natural, así como el uso racional de los recursos naturales para reducir y mitigar riesgos naturales.

Línea de vinculación:

Gestión de recursos naturales, biotecnología, biodiversidad y gestión para el desarrollo humano y social

2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Debido a la pérdida que se presenta por problemas de plagas como el mal de semillero que causa pérdida en campo de un 40%, roedores, aves; cambios climáticos bruscos y dada la importancia del amaranto (*Amaranthus caudatus L.*), (García Díaz et al., 2017), ya que ha desempeñado un papel fundamental como fuente esencial de alimento en las dietas humanas. De igual manera es un producto de origen vegetal más completo ya que es una de las fuentes más importantes de proteínas, minerales y vitaminas naturales como son: A, B, C, B1, B2, B3, además de ácido fólico, niacina, calcio, hierro y fósforo, contienen una cantidad altísima de aminoácidos como la lisina. (Peralta, 2009) Con esta investigación que se plantea se va a minimizar la pérdida de semilla en el campo en la siembra y se va a garantizar una mejor productividad al agricultor: por esta razón se investigó cuál de los cuatro sustratos a utilizar será el adecuado para poder realizar la siembra en piloneras, para garantizar un buen rendimiento a la hora de germinar el amaranto (*Amaranthus caudatus L.*).

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

3.1. Beneficiarios directos

La Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC) con sus estudiantes de la carrera de Agronomía (434) estudiantes, esta investigación contribuirá al conocimiento para futuros proyectos en la facultad de CAREN que consta con (2440) estudiantes en la enseñanza formativa y aprendizaje de los alumnos.

3.2. Beneficiarios indirectos

Productores de amaranto (*Amaranthus caudatus L*), de las parroquias Canchagua y Cochapamba del cantón Saquisilí, así también como en las parroquias Pastocalle y Juan Montalvo del cantón Latacunga.

4. PROBLEMÁTICA

En la provincia de Cotopaxi, las parroquias Canchagua y Cochapamba del cantón Saquisilí, así también como en las parroquias Pastocalle y Juan Montalvo del cantón Latacunga, existen pequeños productores de amaranto, ya que este es un tipo de cultivo que se adapta a condiciones climáticas y de suelo por lo que se necesita tener un buen rendimiento del cultivo y se busca métodos para obtener mayor aprovechamiento del cultivo. (Instituto Nacional, 2016)

La enfermedad de la secadora en especies vegetales en los viveros es causada principalmente por especies de fusarium. Esta enfermedad reduce la calidad de las plantas y puede resultar en pérdida de producción de hasta el 40% ya que se manifiesta tanto en la fase de pre germinación donde el hongo daña el embrión antes de la germinación, provocando necrosis en el hipocótilo y cotiledones al igual que en la post emergencia, donde estrangula el tallo a nivel del suelo llevando a la muerte de la planta. (García Díaz et al., 2017)

La pérdida de amaranto en campo se puede dar a una combinación de factores que incluyen condiciones climáticas desfavorables problemas relacionados con plagas y enfermedades, como se manifestó anteriormente, estas derivan de la germinación no deseada de los granos así también ser ocasionadas por presencia de aves y roedores, estas pérdidas oscilan entre el 5% y el 10%.(Jiménez-Esparza et al., 2018a)

Al sembrar por golpe existe una pérdida en el cultivo de amaranto la cual se debe principalmente a la competencia intraespecífica es decir a la lucha entre las plantas por recursos limitados como luz solar, agua y nutrientes. Por otra parte, al sembrar por chorro continuo, la pérdida se da por

la falta de control que se tiene en la dispersión de la semilla, lo que esto resulta en una distribución desigual de las plantas.(Jiménez-Esparza et al., 2018b)

Las bandejas de germinación permiten sembrar y cultivar en un espacio más seguro que la manera tradicional, esto permite el cuidado del cultivo en malas condiciones climatológicas y con la presencia de plagas, al igual que nos brindara un mayor porcentaje de germinación por lo que se obtiene un aprovechamiento del cultivo.(Ordoñez & Santiago, 2022)

5. OBJETIVOS

5.1.Objetivo General

- Evaluar el efecto de cuatro sustratos para pilones en amaranto (*Amaranthus caudatus L*) variedad selenaya sosulka, Salache, Latacunga-Cotopaxi, 2023.

5.2.Objetivos Específicos

- Determinar el mejor sustrato o mezcla de los sustratos en el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus L*) variedad selenaya sosulka, en pilonera.
- Establecer el comportamiento de amaranto mediante curvas de crecimiento.

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

Tabla 1

Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

OBJETIVO 1	ACTIVIDADES	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Determinar la mejor mezcla de los sustratos en el cultivo de amaranto (<i>Amaranthus caudatus L</i>)	Mescla de sustratos. Diseño experimental de la investigación Siembra de semillas. Toma de datos: porcentaje de germinación, altura de plántula, diámetro de	- Se obtuvo 14 mezclas. - Tratamientos implementados en 42 bandejas, según el diseño experimental.	- Libreta de campo. - Fotografías

variedad selenaya sosulka.	tallo, numero de hojas, diámetro de raíz, volumen de raíz, pH, humedad, temperatura de cada mezcla.	<ul style="list-style-type: none"> - Siembra d semillas de amaranto. - Se tomo datos en la libreta de campo 	
OBJETIVO 2	ACTIVIDADES	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Establecer el comportamiento de amaranto mediante curvas de crecimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Se registro los datos de crecimiento de la especie sembrada cada 8 días. - Se realizaron comparaciones entre cada tratamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se hicieron comparaciones estadísticas de cada tratamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Curva de crecimiento. - Comparaciones estadísticas.

7. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

7.1.Amaranto (*Amaranthus caudatus* L)

7.1.1. Origen

El cultivo de amaranto data de más de 4.000 años en el continente americano. Los principales granos que encontraron los españoles fueron maíz, frejol, quinua y amaranto, este último aparte que se lo utilizaba como alimento los aztecas realizaban ritos religiosos al igual que servían como pago de impuestos por el uso en actos religiosos los españoles lo prohibieron desde ese entonces fue ignorado tanto el cultivo como su valor alimenticio en América latina, actualmente está volviendo a su explotación en algunos países latinos ya que este cultivo tiene una alta calidad nutritiva y una gran adaptación a ambientes no tan favorables para otros cultivos.(Mapes, 2015)

7.1.2. Clasificación taxonómica

Tabla 2.

Clasificación taxonómica del amaranto

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógama
Tipo:	Embryophytasiphonogama
Subtipo:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledoneae
Subclase:	Archyclamidaeae
Orden:	Centrospermales
Familia:	Amaranthaceae
Género:	Amaranthus
Sección:	Amaranthus
Especies:	caudatus, cruentus e hypochondriacus

Fuente: FAO, 2010

8. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA

8.1. Raíz

Poseen una raíz pivotante con abundante ramificación, múltiples raicillas delgadas que rápidamente se pueden extender cuando el tallo comienza a ramificarse, por lo tanto, facilita la absorción de agua y nutrientes, la raíz principal sirve como sostén a la planta. Las raíces primarias pueden llegar a tomar una textura leñosa que anclan a la planta para que pueda estar firme y cuando crecen algo separadas una de otras alcanzan dimensiones muy grandes. (Tapia Núñez et al., 2007)

8.2. Tallo

El tallo es de una forma cilíndrica y angular con notables estrías gruesas que hacen notar una apariencia acanalada, la longitud va de 0.4 y 3 metro con un diámetro que crece desde la base hacia el ápice. Su tonalidad es variada generalmente en sintonía con el color de las hojas, aunque las estrías presentan colores diversos, presentan ramificaciones que van desde la base a media altura, originándose en las axilas de las hojas. (Hernández, 2012)

8.3.Hojas

Las hojas generalmente son compuestas, tienen peciolo, siendo alternas y con formas que varían entre romboides, ovaladas o elípticas, poseen nervaduras prominentes en el envés, son lisas o ligeramente pubescentes sus colores van del verde al púrpura. El tamaño decrece de la base al ápice presenta bordes enteros y oscilan en dimensiones de 6.5 y 15 centímetros.(Mapes, 2015)

8.4.Flores

El amaranto presenta flores pequeñas y unisexuales, presentan flores estaminadas en el extremo del glomérulo, mientras que las flores pistiladas completan el conjunto. El androceo consta de cinco estambres de color morado sosteniendo las anteras cerca de la base. El gineceo contiene un ovario esférico súpero coronado por tres estigmas filiformes y peludos, estos albergan una única semilla.(Tapia Núñez et al., 2007)

9. PLAGAS Y ENFERMEDADES.

9.1.Gusano trazador

Estos insectos muestran preferencia por alimentarse durante la noche, durante el día suelen encontrarse enterrados en el suelo cerca de las plantas. Esta plaga exhibe hábitos solitarios, se alimentan de las plantas de semilleros a nivel del suelo, cortando el tallo, en algunas ocasiones las larvas también se alimentan de las raíces. (García, González, & Cortez, 2012)

9.2.Pulgones

Son insectos que se alimentan de la savia de las plantas. Su actividad puede causar decoloración, dañando las hojas y amarillamiento en las plantas, estos insectos tienen un aparato bucal adaptado para perforar y succionar, se reproducen tanto de forma sexual como asexual. Por esta razón se considera que los pulgones representan una plaga potencial para los cultivos.(Estrada et al., 2009)

9.3.Damping off

También conocida como mal del talluelo es una enfermedad común que ataca diversos cultivos en las fases iniciales de la siembra precisamente durante el proceso de germinación. No existe un solo agente causal, pues puede ser uno o varios microorganismos, principalmente hongos de los géneros *Rhizoctonia* spp., *Pythium* spp. y *Fusarium* spp. El damping off también puede ocurrir si las plántulas se riegan en exceso y el cultivo permanece húmedo por mucho tiempo.(Arámbula, 2023)

10. MÉTODOS DE SIEMBRA

La siembra del amaranto puede llevarse a cabo mediante los siguientes métodos de siembra:

10.1. Siembra en línea a chorro continuo.

Se lleva a cabo abriendo surcos en el suelo y colocando las semillas a lo largo de ellos, con la posibilidad de realizar esta tarea manualmente en parcelas pequeñas, aunque lo más común es utilizar maquinaria para esta labor.(Chiluisa, 2020)

10.2. Al voleo.

La siembra se efectúa manualmente o con maquinaria, esparciendo las semillas sobre el suelo previamente arado y luego cubriéndolas con un pase de grada o de cultivador (Chiluisa, 2020).

10.3. Siembra a golpes o de precisión.

La siembra se lleva a cabo de forma manual, donde se realiza un corte en el suelo con una azada y se colocan una o varias semillas en el mismo. Sin embargo, debido a lo laborioso y costoso que resulta este método manual, su aplicación se ve restringida a áreas pequeñas como huertos, invernadero, semilleros y viveros en cultivos hortícolas (Chiluisa, 2020).

10.4. Pilonos

Son áreas destinadas a la germinación de plantas de forma controlada, creando condiciones óptimas para la fase inicial de germinación sin generar estrés ya que esto favorece al desarrollo óptimo facilitando el crecimiento y minimizando la pérdida antes del trasplante.(Cabrera, 2019)

10.4.1. Ventajas

- Las plántulas son uniformes al momento de trasplante.
- Optimización del uso de la semilla.
- Disminución de pérdida de plántulas.
- Mejor manejo de las plántulas al momento del trasplante.

10.4.2. Desventajas

- Costo de la tecnología y los pilones.
- El crecimiento de las raíces se interrumpe de inmediato al entrar en contacto con la superficie interna de la bandeja.

11. SUSTRATOS

En la agricultura la palabra sustrato engloba cualquier tipo de material ya sea de origen sintético o natural, mineral u orgánico, combinado o en estado puro. La función primordial radica en proporcionar un respaldo estructural a la planta a lo largo de su proceso de desarrollo y crecimiento, facilitando la fijación de las raíces y promoviendo el suministro adecuado de agua oxígeno y nutrientes. Cuando empleamos materiales orgánicos es importante analizar las características biológicas de dicho material ya que se puede experimentar un proceso de descomposición antes de su utilización o durante su almacenamiento ya sea en bolsas o en bandejas de viveros, esto incluye la evaluación de la población microbiana y el seguimiento de la evaluación del dióxido de carbono, estos aspectos ayudaran significativamente a tener una buena calidad del sustrato. (Carvallo, 2008)

11.1. Ventajas del uso de sustratos

El uso de sustratos presenta una ventaja notable al reducir la necesidad de poder controla plagas y enfermedades en las raíces de diversas plantas. Situaciones que son más frecuentes cuando se implementan en el suelo como medio de cultivo, al igual que cuando colocamos en bandejas de germinación la mayor ventaja es que nos dará una buena germinación y tendremos un mayor aprovechamiento del cultivo ya que no se corre el riesgo de alguna plaga como puede ser en campo.(Bernau, 2020)

11.2. Componentes del sustrato.

Los sustratos se clasifican en orgánicos e inorgánicos. Los elementos orgánicos se componen de materiales como turba de musgo, corteza de árboles, entre otros. Por otro lado, los elementos inorgánicos incluyen perlita, piedra pómez, vermiculita, arena, hidrogel entre otro. Ciertos compuestos tienen la capacidad de retener agua en sus superficies, algunos la retienen dentro de sus estructuras, mientras que otros como la perlita, retienen mínimas cantidades de agua en comparación con otros elementos.(Ed Bloodnick, 2020)

11.3. Propiedades físicas de los sustratos

Las propiedades físicas fundamentales en los diversos sustratos incluyen la distribución de tamaño de partículas, la porosidad y la capacidad de retención de agua, para evaluar algunas de estas propiedades, es importante e imprescindible tener información previa sobre otras características físicas, como la densidad aparente, densidad real y contenido de humedad entre otras. (Quintero et al., 2011)

- Capacidad de retención de agua.
- Suficiente suministro de agua.
- Distribución del tamaño de las partículas.
- Baja densidad aparente.
- Estructura estable.
- Elevada porosidad

11.4. Propiedades químicas de los sustratos.

Las propiedades químicas se derivan de la composición elemental de los materiales que configuran el sustrato y del modo de estar los elementos fijados a estos y su relación con el medio. Entre las propiedades químicas de importancia podemos citar: pH, capacidad tampón, contenido de sales (salinidad, conductividad eléctrica) y contenido de elementos nutritivos totales o libres en la solución del sustrato.(Búres, 2002)

11.5. Mezclas de sustratos.

La combinación de la mayoría de los materiales inertes con materiales orgánico desempeña un papel crucial en la mejora de las propiedades físicas y químicas del sustrato, al combinar diferentes materiales como turba, perlita, vermiculita, entre otros, esto favorece al aumento del espacio poroso, así como la retención de humedad y la capacidad de intercambio catiónico.(Elia et al., 2010)

Un sustrato puede estar compuesto por diversos elementos que conforman diferentes porcentajes del volumen total del contenedor. La parte principal que constituye aproximadamente el 60-70% está compuesta por materiales que pueden ser turba subtropical, corteza de pio compostada, residuos de poda entre otros, al igual que materiales complementarios con una proporción del 20-30% como perlita vermiculita y aditivos que son opcionales que se incluyen pequeñas cantidades alrededor de 10% del volumen total del contenedor pueden ser fertilizantes, controladores de crecimiento, agentes humectantes, correctores de pH.(Svartz & Raimondo, 2022)

12. SUSTRATOS DE LA INVESTIGACIÓN.

12.1. Turba KEKKILA profesional

Sustrato especial para semillero hortícola, se elabora a partir de una selección de las mejores turbas pardas ubicadas en el norte de Europa, pH 5-5 – 5-9, contiene aditivos como la Carbonato cálcico (Ca, Mg) y agentes humectantes.(Garden, 2010)

12.2. Baltic Tray Substrate

Es un sustrato especialmente diseñado para la propagación de hortalizas y plantas ornamentales, ya que su estructura es fina, es especialmente adecuado para su uso en bandejas y otros sistemas de propagación, su origen es de Austria, contiene turba negra 30%/turba rubia 70%, el pH va de 5,5 - 6,0, composición química es de fertilizante NPK, Oligoelementos, AquaFlow.(Sauensiek et al., 2020)

12.3. BM4 Fibra natural

Es un sustrato para producción de esquejes que contiene 12% de fibras naturales, 87, 5% de turba gruesa, al igual que contiene cal dolomítica, cal calcítica, humectante no iónico, pH 5,5-6,2 promueve una rápida y uniforme germinación, así como el desarrollo de raíces.(Berger, 2021)

12.4. BM2

Este sustrato para germinación es a base de turba esfagnacea canadiense 80%, consiste en una mezcla de vermiculita fina 10% y perlita fina 10%, pH 5,41, es diseñada para para semilleros y bandejas convencionales unicelulares, promueve un rápida y uniforme germinación, así como desarrollo de raíces, contiene cal dolomítica, cal calcítica, humectante no iónico.(Vademécum Agrícola, 2016)

13. HIPÓTESIS.

13.1. Hipótesis Alternativa

Los sustratos individuales y/o las mezcla para germinación en el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus L*) en pilonera, demuestran mejor rendimiento del cultivo.

13.2. Hipótesis Nula

Los sustratos individuales y/o las mezcla para germinación en el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus L*) en pilonera, no demuestran mejor rendimiento del cultivo.

13.3. Operación de variables

Tabla 3.

Operación de variables

Hipótesis	Variables	Indicadores	Índices
Los sustratos individuales y/o las mezcla para germinación en el cultivo de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L) en pilonera, demuestran mejor rendimiento del cultivo.	Variable dependiente: Sustratos (germinación)	Porcentaje de germinación.	%
		Altura de la plántula.	cm
		Numero de hojas.	N°
		Diámetro del tallo (plántula)	mm
	Variable independiente: El cultivo de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L)	Longitud de raíz.	cm
		Volumen de raíz	ml
		PH (sustrato)	N°
		Humedad (sustrato)	%
		Temperatura (sustrato)	°C

Elaborado por: Zumba, A. (2024)

14. VARIABLES PARA EVALUAR

14.1. Porcentaje de germinación.

Esta variable se tomó a los 15 días después de la siembra en pilones, se contabilizo los hoyos sembrados y luego los hoyos germinados, con una regla de tres simple se calculará el porcentaje de germinación.

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número de semillas sembradas}} \times 100$$

14.2. Altura de planta.

Se eligió al azar 10 plantas (parcela neta) de la zona media de la bandeja de germinación de cada uno de los tratamientos, se midieron en centímetros con una regla desde el cuello de la plántula hasta el ápice, dicho dato se tomará cada 7 días hasta que la plántula esta lista para salir a campo (29 días).

14.3. Diámetro del tallo

Se tomó la medida del diámetro del tallo con la ayuda de un calibrador en milímetros, se tomó las 10 plantas elegidas de cada tratamiento (parcela neta) este dato se tomó cada 7 días hasta que la planta se trasplante (29 días).

14.4. Número de hojas

A los 29 días antes del trasplante se realizó el conteo del número de hojas de las 10 plantas elegidas de cada tratamiento y se contabilizo manualmente las hojas verdaderas de cada tratamiento.

14.5. Humedad, pH, temperatura

Al día 21 días se tomó datos de humedad, pH, temperatura, de cada uno de las repeticiones en cada tratamiento, con un medidor de pH para suelo 3 en 1, se eligió 3 alveolos aleatoriamente, se realizó 8 días seguidos antes del riego de la mañana, hasta que la planta sea trasplantada

14.6. Longitud de raíz

Con la ayuda de una regla se tomó datos de longitud de la raíz de las plantas que corresponden a la parcela neta desde el cuello hasta el ápice terminal de la raíz, dicho dato se tomó un día antes del trasplante a campo.

14.7. Volumen raíz

De cada una de las plantas de la parcela neta se procedió a medir el volumen de raíz, lavar bien y con cuidado la raíz para después de ello proceder a introducirla en un vaso de precipitación el cual contiene 100ml de agua, se tomará en cuenta el agua que se eleve al introducirla la raíz ese será el dato del volumen de raíz, se tomara un día antes del trasplante a campo.

15. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

15.1. Ubicación del ensayo

Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, invernadero de granos andinos.

Imagen 1

Ubicación



Fuente: Google Earth.

Tabla 4.

Ubicación del lugar

Provincia	Cotopaxi
Cantón	Latacunga
Parroquia	Eloy Alfaro
Barrio	Salache
Latitud	0°59'56.31"S
Longitud	78°37'32.37"O
Altitud	2.751 msnm

Elaborado: Zumba, A. (2024)

15.2. Metodología

15.2.1. Modalidad básica de investigación

15.2.1.1. Experimental

Esta investigación adoptó un enfoque experimental al basarse en los principios del método científico, se llevó a cabo la manipulación de variables con el propósito de recopilar datos, los cuales fueron posteriormente analizados estadísticamente, cumpliendo así con los objetivos establecidos.

15.2.1.2. Bibliografía documental

El respaldo de esta investigación se sustentó en la revisión de bibliografía, la consulta de documento en línea de investigaciones previas y la revisión de artículos científico relevantes para la temática estudiada. Estos elementos proporcionaron la base necesaria para contextualizar el marco teórico y fundamentar los resultados obtenidos.

16. TIPO DE INVESTIGACIÓN

16.1. Cuantitativo

La investigación es cuantitativa ya que aporta al problema central, mediante la comprensión de los procesos y la evaluación del nivel de eficacia alcanzado en la aplicación del diseño experimental, se detallaron acontecimientos complejos en el entorno natural, junto con la cuantificación de datos tomados durante el proceso de germinación y producción de plantas en pilonera.

16.2. Explicativa

Aporto al problema central, evaluando los procesos y el porcentaje de efectividad que se pudo obtener en la aplicación del diseño experimental.

16.3. Libro de campo

Aporto al problema central, con información que previamente fue tomada y anotada para poder llevar datos exactos y precisos.

16.4. Materiales y métodos

16.4.1. Materiales

Materiales Naturales

- Sustrato turba KEKKILA
- Baltic Tray Substrate
- BM4
- BM2

Pilonera

- Bandejas
- Sustratos
- Semillas de amaranto (*Amaranthus caudatus L*)
- Regadera

- Tacho de 20 litros
- Plástico

Campo

- Calibrador
- Regla de 30cm
- Medidor de pH, temperatura, humedad

Oficina

- Libreta de campo
- Esferos
- Calculadora
- Computadora
- Cámara fotográfica

16.4.2. Diseño experimental

Se realizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 14 tratamientos y 3 repeticiones, con 42 unidades experimentales en total. En este análisis se aplicó la prueba de tukey al 5% de probabilidad.

16.4.3. Tratamientos en estudio

Tabla 5:

Tratamientos de la investigación

TRATAMIENTOS	CODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
T1	S1	Sustrato turba KEKKILA 100 %
T2	S2	Baltic Tray Substrate 100%
T3	S3	BM4 100%
T4	S4	BM2 100%
T5	S1S2	Sustrato turba KEKKILA 50% + Baltic Tray Substrate 50%
T6	S1S3	Sustrato turba KEKKILA 50% + BM4 50%
T7	S1S4	Sustrato turba KEKKILA 50 %+ BM2 50%
T8	S2S3	Baltic Tray Substrate 50% + BM4 50%

T9	S2S4	Baltic Tray Substrate 50% + BM2 50%
T10	S3S4	BM4 50% + BM2 50%
T11	S1S2S3	Sustrato turba KEKKILA 50% + Baltic Tray Substrate 25%+ BM4 25%
T12	S1S2S4	Sustrato turba KEKKILA 50 %+ Baltic Tray Substrate 25%+ BM2 25%
T13	S2S3S4	Baltic Tray Substrate 50% + BM4 25% + BM2 25%
T14	S1S2S3S4	Sustrato turba KEKKILA 55 % + Baltic Tray Substrate 15%+ BM4 15% + BM2 15%

Elaborado por: (Zumba, A. 2023)

16.4.4. ADEVA

Tabla 6.

Esquema de ADEVA

FUENTES DE VARIACIÓN	FORMULAS	SIMBOLOGÍA
Total	$(t.r)-1$	41
Repeticiones	$(r-1)$	2
Tratamientos	$(t-1)$	13
Error Experimental	$(t-1) *(r-1)$	26

Elaborado por: (Zumba, A. 2023)

16.4.5. Análisis funcional

Se llevó a cabo pruebas de Tukey con un nivel de confianza del 5% como parte del análisis estadístico. Durante este proceso, se identificó el tratamiento más eficaz con respecto a las variables evaluadas, observando significancia estadística o alta significación.

Se utilizó de igual manera el programa software estadístico INFOSTAT misma que ayudó a tener resultados de estadística descriptiva, análisis de varianza (ADEVA) que ayuda a la obtención de figuras.

16.4.6. Características del área de ensayo

Tabla 7.

Características del área de ensayo

NUMERO DE ALVEOLOS	220 alveolos
DIAMETRO SUPERIOR DE ALVEOLO	23,6 mm
DIAMETRO INTERIOR DE ALVEOLO	13,5 mm
PROFUNDIDAD ALVEOLO	60 mm
VOLUMEN DE SUSTRTAO POR ALVEOLO	16,9 cc

Elaborado por: (Zumba, A. 2023)

16.5. Manejo específico del ensayo

16.5.1. Establecimiento del ensayo

El proyecto de investigación se realizó en el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus L*), en 3 repeticiones con 14 diferentes combinaciones de sustratos obteniendo 42 tratamientos, en etapa de pilonera.

16.5.2. Identificación del área de estudio

Para el área de estudio se utilizó el invernadero localizado en el área de granos andinos, perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

16.5.3. Selección de los sustratos

Se seleccionó los sustratos a evaluar Sustrato turba KEKKILA, Baltic Tray Substrate, BM4, BM2, teniendo en cuentas las diferentes características tanto físicas como químicas en cada uno de dichos sustratos para lograr una homogeneidad entre los sustratos.

16.5.4. Lavado de bandejas de germinación.

En un tanque de 20 litros (l) se realizó una solución de agua con amonio cuaternario para la desinfección y lavado d las bandejas. Se procedió a sumergir cada uno de ellas en dicha solución para posteriormente secarlas y dejarlas reposar en un área limpia hasta que puedan secarse.

16.5.5. Preparación de sustrato

Para realizar la preparación del sustrato para la posterior siembra se tomó en cuenta que la base será 50% de Sustrato turba KEKKILA y 50% de unos de los componentes ya que la preparación se enlista a continuación, se colocó agua y se mezcló hasta obtener una estructura homogénea.

- Sustrato turba KEKKILA 100%
- Baltic Tray Substrate 100%
- BM4 100%
- BM2 100%
- Sustrato turba KEKKILA 50% + Baltic Tray Substrate 50%
- Sustrato turba KEKKILA 50% + BM4 50%
- Sustrato turba KEKKILA 50 %+ BM2 50%
- Baltic Tray Substrate 50% + BM4 50%
- Baltic Tray Substrate 50% + BM2 50%
- BM4 50% + BM2 50%
- Sustrato turba KEKKILA 50% + Baltic Tray Substrate 25%+ BM4 25%
- Sustrato turba KEKKILA 50 %+ Baltic Tray Substrate 25%+ BM2 25%
- Baltic Tray Substrate 50% + BM4 25% + BM2 25%
- Sustrato turba KEKKILA 55 % + Baltic Tray Substrate 15%+ BM4 15% + BM2 15%

En un plástico se preparó los primeros tratamientos que fueron Sustrato turba KEKKILA, Baltic Tray Substrate, BM4, BM2 al 100%, se colocó agua y luego se procedió a mullir y mezclar el sustrato con agua hasta tener una estructura homogénea.

En los siguientes tratamientos se tomó en cuenta el Sustrato turba KEKKILA 50% + Baltic Tray Substrate 50%, Sustrato turba KEKKILA 50% + BM4 50%, Sustrato turba KEKKILA 50 %+ BM2 50%, Baltic Tray Substrate 50% + BM4 50%, Baltic Tray Substrate 50% + BM2 50%, BM4 50% + BM2 50%, se agregó agua y luego se procedió a mezclar cada una de las mezclas hasta obtener 6 tratamientos homogéneas.

Para los siguientes tratamientos se tomó el Sustrato turba KEKKILA 50% + Baltic Tray Substrate 25%+ BM4 25%, Sustrato turba KEKKILA 50 % + Baltic Tray Substrate 25%+ BM2 25%, Baltic Tray Substrate 50% + BM4 25% + BM2 25%, se colocó agua y luego se procedió a mezclar cada una de las mezclas hasta obtener 3 tratamientos homogéneos.

En el último tratamiento se tomó en cuenta Sustrato turba KEKKILA 55 % + Baltic Tray Substrate 15%+ BM4 15% + BM2 15%, se agregó agua y se procedió a mezclar el sustrato hasta obtener una estructura homogénea.

16.5.6. Incorporación del sustrato, siembra y tapado.

Se procede a llenar cada bandeja con el sustrato preparado realizando un llenado homogéneo, para evitar espacios de aire en medio del alveolo. Las bandejas fueron ubicadas en estructuras de banca metálica en cada alveolo con sustrato se realizó un hoyo y se procedió a sembrar una semilla al centro del alveolo, para un desarrollo radicular más distribuido y permitiendo que las plantas tengan el espacio necesario para su crecimiento (Lardizábal, 2007), luego se realizó el tapado con el sustrato, se colocó en el invernadero y se tapó las bandejas con un plástico negro, esto se realiza ya que las semillas en proceso de germinación necesitan 3 importantes aspectos: Alta humedad, alta temperatura y baja luminosidad. El plástico se quitó cuando la semilla haya germinado (8 días).

16.5.7. Toma de datos.

En la pilonera se contabilizó el porcentaje de germinación a los 8 días, la altura de plántula, diámetro del tallo a los 8, 15, 22, 29 días, número de hojas antes del trasplante, a los 29 días se tomó longitud de raíces y volumen de raíz, 8 días antes del trasplante se tomó los datos de pH, humedad y temperatura de cada uno de los tratamientos realizados.

17. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

17.1. Prueba de normalidad para variables de comportamiento agronómico

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (Tabla 4) para las variables porcentaje de germinación, altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de raíz, volumen de raíz, pH, humedad y temperatura de sustrato, indicaron un p valor superior a 0,05, esto significa que deberemos aplicar una estadística paramétrica.

Tabla 8.

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
GERMINACION	42	82,19	10,03	0,75	0,8038
ALTURA PLÁNTUALA	42	1,33	0,35	0,96	0,4602
DIAMETRO TALLO	42	1,02	0,12	0,83	0,7598
NÚMERO HOJAS	42	4,29	0,35	0,75	0,0001

LONGITUD DE RAIZ	42	8,55	1,87	0,95	0,296
VOLUMEN DE RAIZ	42	0,11	0,03	0,34	0,4786
PH SUSTRATO	42	7,44	0,1	0,91	0,0082
HUMEDAD SUSTRATO	42	37,97	4,32	0,94	0,1376
TEMPERATURA SUSTRATO	42	23,61	1,51	0,94	0,1067

17.2. Variable porcentaje de germinación

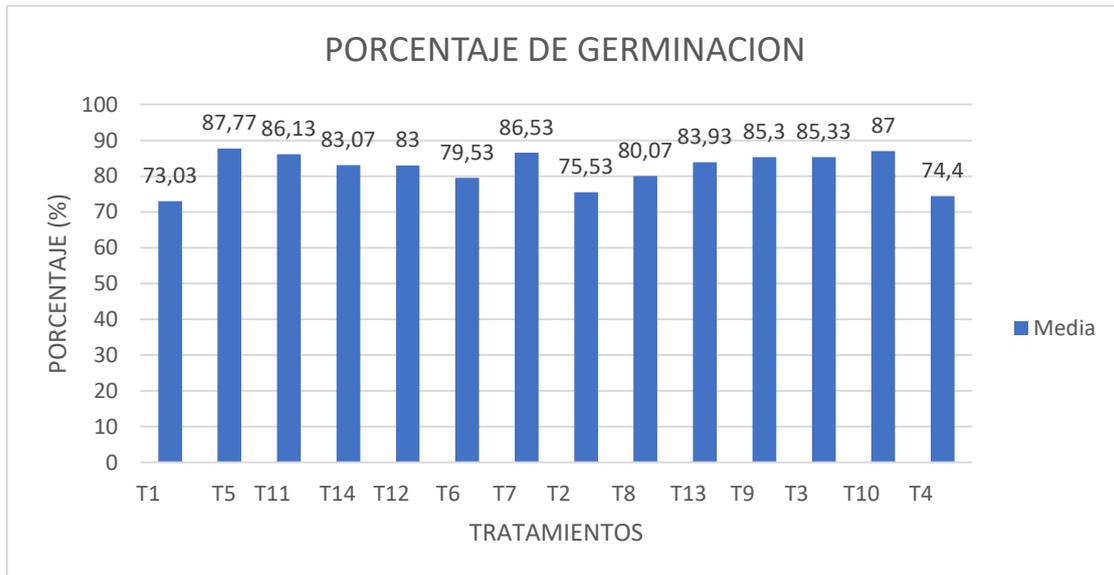
Tabla 9.

Cuadro de promedios de la variable emergencia porcentaje de germinación a los 8 días

TRATAMIENTO	Media	Mín	Máx
T1	73,03	46,4	89,5
T5	87,77	87	89,3
T11	86,13	79,3	93,6
T14	83,07	77,3	87
T12	83	81,8	84,9
T6	79,53	66	86,7
T7	86,53	85	89,6
T2	75,53	47,3	90,2
T8	80,07	68,9	89,3
T13	83,93	78,4	91,1
T9	85,3	80	89,5
T3	85,33	82,2	87
T10	87	82,3	91,4
T4	74,4	71,4	80
promedio	82,19	73,81	88,51

Figura 1

Media de porcentaje de germinación a los 8 días



En la tabla 9 en función de la prueba de Shapiro-Wilk muestra que no existe una diferencia significativa, pero si numérica, donde el tratamiento que presento mejor porcentaje de germinación es T5 (Sustrato turba KEKKILA 50% + Baltic Tray Substrate 50%) con un 87,77%, mientras T1 (Sustrato turba KEKKILA 100%) fue el que presento menos germinación del 73,03%.

Según (Cyclamen, 2017) nos dice que la turba es reconocida por su buena retención del agua y estructura, por lo que podemos observar que tenemos un buen porcentaje de germinación ya que los dos sustratos utilizados contienen turbas, parda, negra y rubia estas dos últimas tienen características distintas que pueden complementarse entre sí para crear un medio de cultivo equilibrado y nutritivo.

17.3. Variable altura de plántula

Tabla 10.

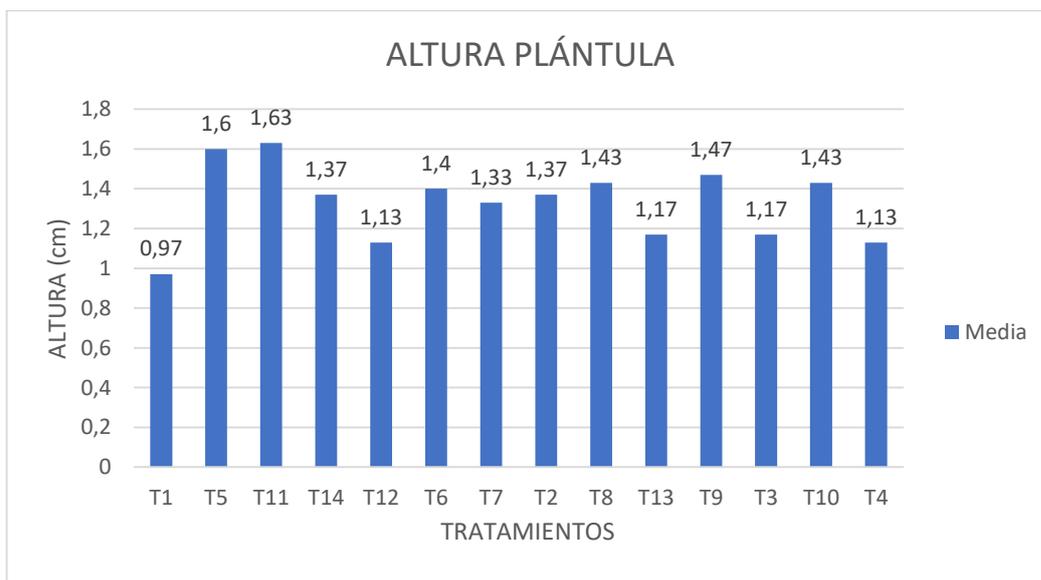
Cuadro de promedios de la variable altura plántula

TRATAMIENTO	Media	Mín	Máx
T1	0,97	0,8	1,1
T5	1,6	1,3	1,9
T11	1,63	1,1	2,1
T14	1,37	0,9	1,9
T12	1,13	1	1,2
T6	1,4	1,2	1,6
T7	1,33	1,2	1,5

T2	1,37	0,5	2,2
T8	1,43	1,1	1,7
T13	1,17	1,1	1,2
T9	1,47	1,2	1,6
T3	1,17	1	1,5
T10	1,43	1,1	1,7
T4	1,13	1,1	1,2
promedio	1,3	1,0	1,6

Figura 2

Media de promedio variable altura



En la tabla 10 se determina que el tratamiento T11 (Sustrato turba KEKKILA 50% + Baltic Tray Substrate 25%+ BM4 25%) presentó un mejor desarrollo de altura de plántula con una media de 1,63, mientras que T1 (Sustrato turba KEKKILA 100%) es el de menor eficiencia en cuanto a la altura con una media de 0,97.

Según (Promix, 2020) la turba es un sustrato ampliamente empleado en la horticultura y la floricultura, pero como sustrato único no presenta todas las características físicas requeridas para las variedades plantadas, por lo tanto, se exploran opciones de mezclas con diversos componentes para obtener un sustrato óptimo.

Por lo tanto en nuestra investigación podemos observar que las diferentes mezclas planteadas no dio un buen resultado ya que aparte del aporte que tienen las turbas según (Agropaxi, 2020) el sustrato bm4 no da diferentes ventajas como mayor eficiencia, difusión acelerada del aire para un crecimiento de la raíz rápido y sano, agua fácilmente disponible para

reducir el estrés de la planta, esto combinado al aporte que da las turbas, se evidencio la eficacia que tuvo en la investigación.

17.4. Variable diámetro de tallo

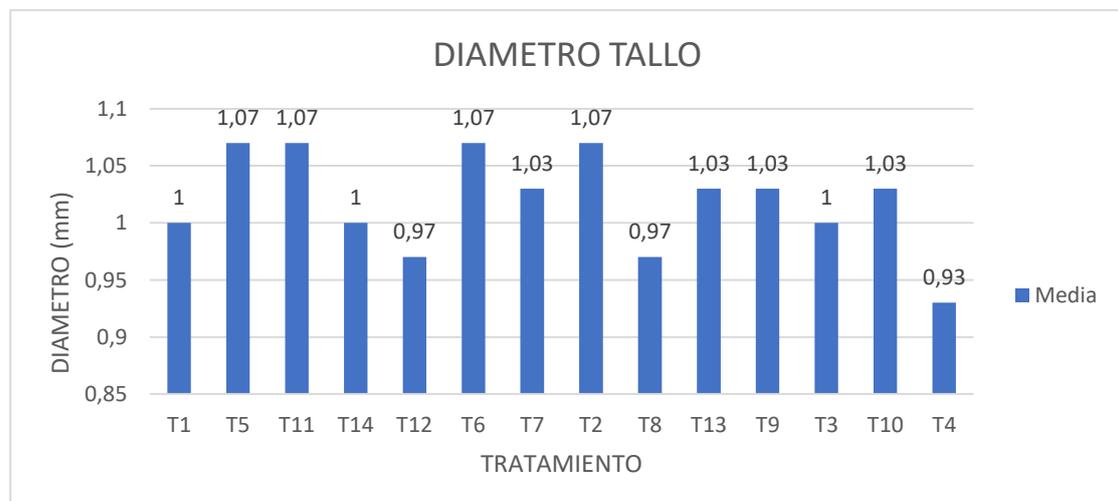
Tabla 11 .

Cuadro de promedios de la variable diámetro del tallo

TRATAMIENTO	Media	Mín	Máx
T1	1	1	1
T5	1,07	1	1,2
T11	1,07	0,9	1,2
T14	1	0,9	1,2
T12	0,97	0,9	1
T6	1,07	0,9	1,2
T7	1,03	0,9	1,2
T2	1,07	1	1,2
T8	0,97	0,8	1,2
T13	1,03	1	1,1
T9	1,03	0,9	1,2
T3	1	0,9	1,1
T10	1,03	0,9	1,2
T4	0,93	0,9	1
promedio	1,0	0,9	1,1

Figura 3

Media de promedio diámetro de tallo



En la tabla 11 se determinó que el tratamiento T5 (Sustrato turba KEKKILA 50% + Baltic Tray Substrate 50%) T11 (Sustrato turba KEKKILA 50% + Baltic Tray Substrate 25%+ BM4 25%) T6 (Sustrato turba KEKKILA 50% + BM4 50%) T2(Baltic Tray Substrate 100%) presentó un mejor desarrollo de diámetro de tallo con una media de 1,07mm, mientras que T1 (Sustrato turba KEKKILA 100%), T3 (BM4 100%), T14 (Sustrato turba KEKKILA 55% + Baltic Tray Substrate 15%+ BM4 15% + BM2 15%) es el de menor eficiencia con una media de 1 mm.

(Alexandra, 2021) Señalo que el escoso desarrollo del tallo podría atribuirse a posibles daños durante el proceso de establecimiento, además, que el incremento en el grosor del tallo en plantas se favorece mediante la siembra directa, mientras que las especies que requieren trasplantas experimentan efectos adversos después de este prendimiento.

(Ortega Martínez et al., 2010) menciona que el grosor del tallo es un signo de salud y vitalidad en una plántula, lo que sugiere su robustez y capacidad de resistencia durante el trasplante. Por lo tanto, las mezclas de sustratos ayudan a mejorar una o más características del material original lo que hace poco probable encontrar un solo material que satisfaga todos los requerimientos para tener un sustrato ideal.

17.5. Variable número de hojas

Tabla 12

Análisis de varianza (ADEVA) variable número de hojas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	2,84	13	0,22	2,77	0,013 *
REPETICIONES	0,15	2	0,07	0,93	0,4055
Error	2,05	26	0,08		
Total	5,03	41			
promedio	4,28				
CV %	6,55				

En el análisis de varianza (ADEVA) de la tabla 13 muestra significancia estadística para la fuente de variación en tratamientos además posee un coeficiente de variación de 6,55 con un promedio general del ensayo de 4,28.

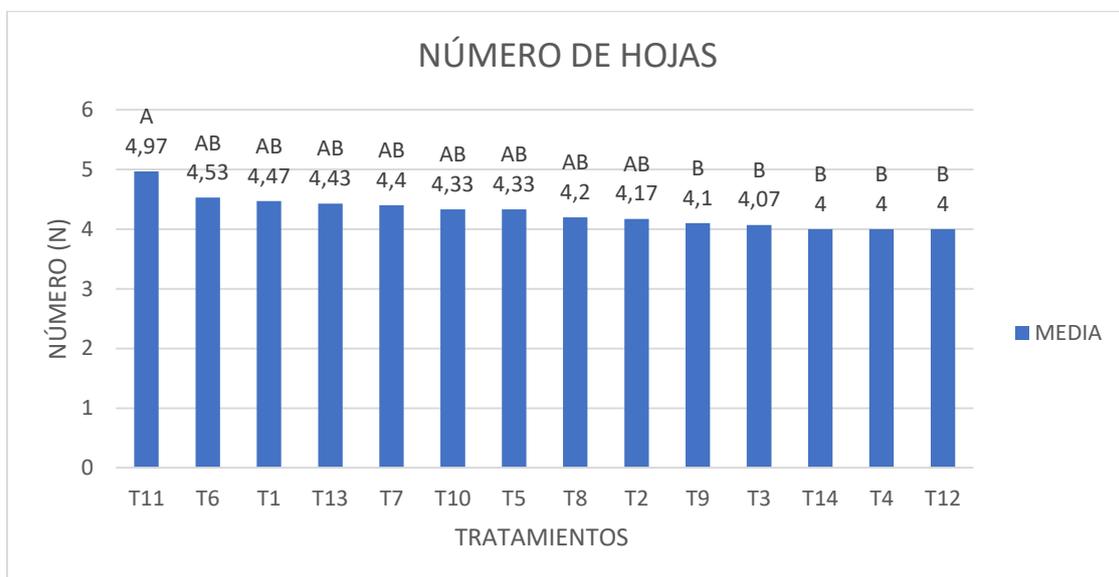
Tabla 13

Prueba de Turkey al 5% en la variable de número de hojas

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGO
T11	4,97	A
T6	4,53	AB
T1	4,47	AB
T13	4,43	AB
T7	4,4	AB
T10	4,33	AB
T5	4,33	AB
T8	4,2	AB
T2	4,17	AB
T9	4,1	B
T3	4,07	B
T14	4	B
T4	4	B
T12	4	B

Figura 4

Media de promedio número de hojas



En la prueba de Tukey al 5% en la variable número de hojas, en la tabla 14, se observó 2 rangos de significación estadística, en la cual la media de número de hojas a los 29 días, se evidencia que el T11 (Sustrato turba KEKKILA + Baltic Tray Substrate + BM4), ocupa el rango A con una medida de 4,97, por lo que los tratamientos T14, T4, T12, ocupan los últimos lugares con un rango de B y una media de 4.

(Tercero Joshelyn, 2023) Menciona que la calidad y cantidad de hojas en una planta influye directamente en su capacidad para adaptarse al sustrato, lo que facilita un crecimiento óptimo durante el desarrollo de las plántulas. El número de hojas puede variar según el tipo de sustratos utilizados ya que un sustrato de calidad proporciona las propiedades físicas necesarias resultara en plántulas de buena calidad.

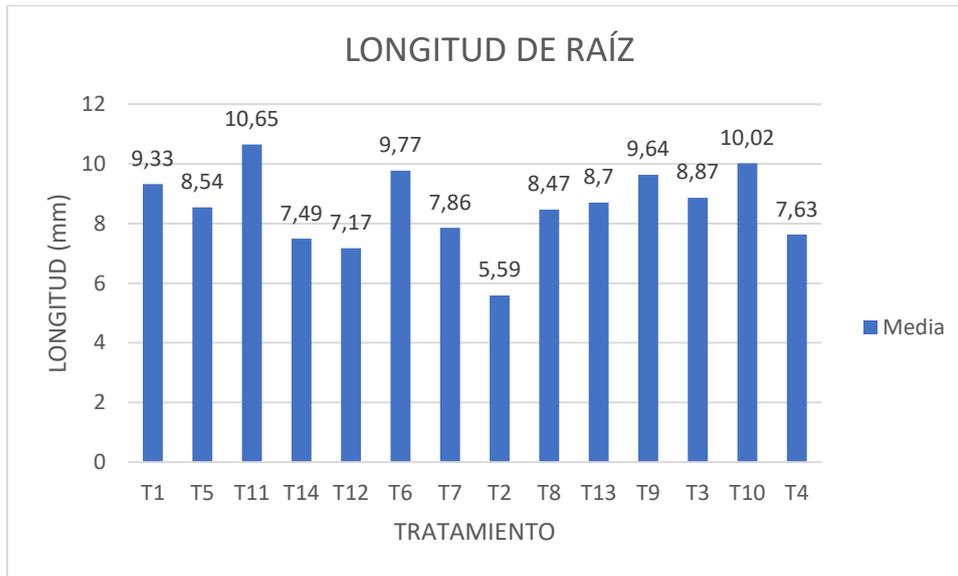
Las hojas de las plántulas también pueden ser afectadas por la aplicación de bioestimulantes con extractos de algas, el tratamiento T11 (Sustrato turba KEKKILA + Baltic Tray Substrate + BM4) fue el tratamiento que mejor se pudo acoplar al amaranto, al igual que se complementó de mejor manera con el bioestimulante aplicado ya que las hojas crecieron adecuadamente por lo que se obtuvo un mejor rendimiento de la plántula.(Cardozo, 2020)

17.6. Variable longitud de raíz

Tabla 14

Cuadro de promedios de la variable longitud de raíz

TRATAMIENTO	Media	Mín	Máx
T1	9,33	7,89	11,53
T5	8,54	6,63	11,12
T11	10,65	10,2	11,02
T14	7,49	6,76	8,66
T12	7,17	6,8	7,7
T6	9,77	9,08	10,96
T7	7,86	6,76	9,34
T2	5,59	3,67	6,65
T8	8,47	5,2	11,66
T13	8,7	6,99	11,24
T9	9,64	8,26	10,91
T3	8,87	8,6	9,27
T10	10,02	8,51	11,84
T4	7,63	6,62	8,43
promedio	8,55	7,28	10,02

Figura 5 Media de promedio longitud de raíz

En la tabla 14 se determina que el tratamiento T11 (Sustrato turba KEKKILA 50% + Baltic Tray Substrate 25%+ BM4 25%) presentó una longitud de raíz sobresaliente a las demás demostrando un mejor desarrollo de raíz con una media de 10,65 cm, mientras que T14 (Sustrato turba KEKKILA 55% + Baltic Tray Substrate 15%+ BM4 15%+ BM2 15%) es el de menor eficiencia en cuanto a la longitud de raíz con una media de 7,49 cm.

(Guayña, 2017) Nos dice que la longitud de las raíces está estrechamente ligada a las características físicas del sustrato, si como a sus propiedades nutricionales, los sustratos orgánicos, como la turba, presentan alta actividad microbiológica que facilita la realización de diversos procesos del suelo, lo que resulta en la disponibilidad de nutrientes para las plantas y promueve un desarrollo de un sistema radicular soluble, por lo tanto podemos observar que el tratamiento T11 (Sustrato turba KEKKILA 50% + Baltic Tray Substrate + BM4 50%) presenta un sistema radicular mejor que el de los demás tratamientos.

17.7. Variable volumen de raíz.

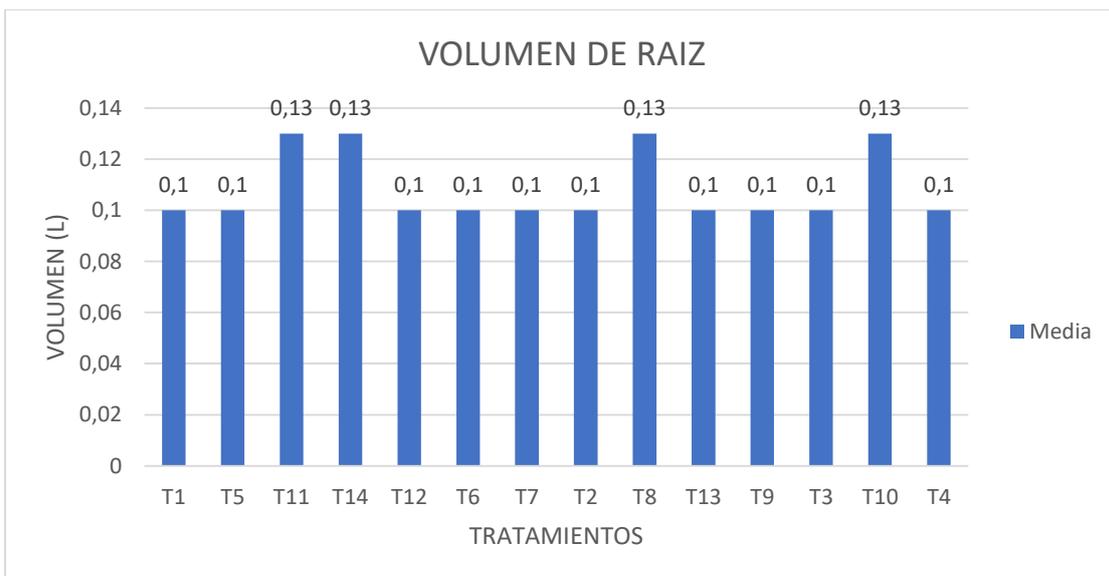
Tabla 15

Cuadro de promedios de la variable volumen de raíz

TRATAMIENTOS	Media	Mín	Máx
T1	0,1	0,1	0,1
T5	0,1	0,1	0,1
T11	0,13	0,1	0,2
T14	0,13	0,1	0,2
T12	0,1	0,1	0,1
T6	0,1	0,1	0,1
T7	0,1	0,1	0,1
T2	0,1	0,1	0,1
T8	0,13	0,1	0,2
T13	0,1	0,1	0,1
T9	0,1	0,1	0,1
T3	0,1	0,1	0,1
T10	0,13	0,1	0,2
T4	0,1	0,1	0,1
promedio	0,11	0,10	0,13

Figura 6

Media de promedio volumen de raíz



En la tabla 15 se determinó que el tratamiento T11(Sustrato turba KEKKILA 50% + Baltic Tray Substrate + BM4 50%) presento un volumen de raíz adecuado y de mejor desarrollo con una media de 0,13 y como último puesto al tratamiento T4 (BM2 100%) con una media de 0.1.

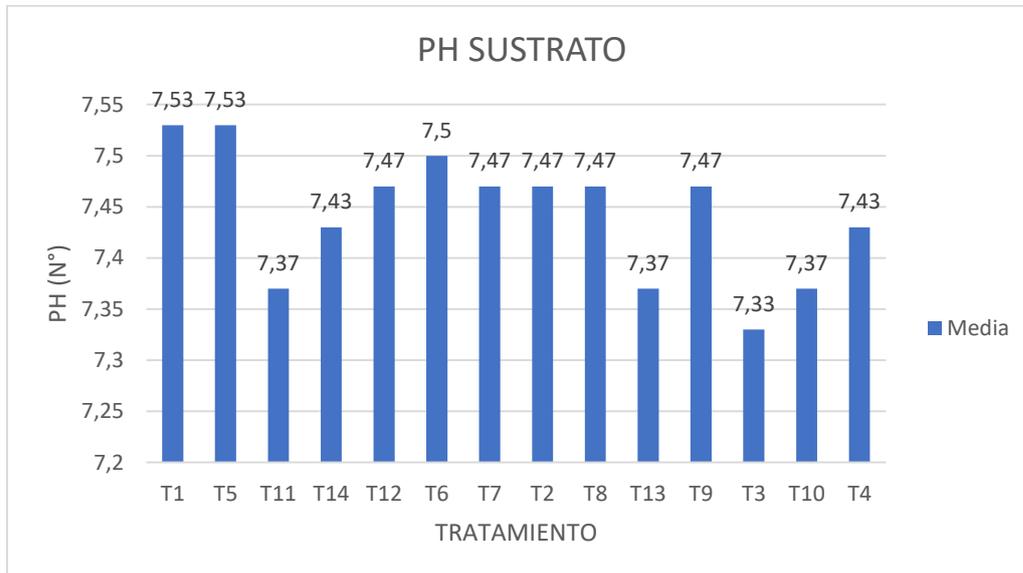
(Villarroel, 2016) Señala que los nutrientes se desplazan hacia donde se requieren o donde hay deficiencia de metabolitos debido a la alta actividad metabólica por lo tanto cuando una planta se someten a una propagación controlada con sustratos específicos, estos estimulan el desarrollo de un sistema radicular extenso que busca aprovechar al máximo la disponibilidad de nutrientes en cada tipo de sustrato, es por eso que podemos observar en la tabla 15 que los sustratos tienen una igualdad en el volumen de raíz por lo que nos muestra que son buenos para un buen desarrollo radicular.

17.8. 1Variable pH de sustrato.

Tabla 16

Cuadro de promedios de la variable pH de sustrato.

TRATAMIENTOS	Media	Mín	Máx
T1	7,53	7,4	7,7
T5	7,53	7,5	7,6
T11	7,37	7,3	7,4
T14	7,43	7,4	7,5
T12	7,47	7,4	7,6
T6	7,5	7,5	7,5
T7	7,47	7,4	7,5
T2	7,47	7,4	7,5
T8	7,47	7,4	7,5
T13	7,37	7,3	7,5
T9	7,47	7,4	7,5
T3	7,33	7,1	7,5
T10	7,37	7,3	7,4
T4	7,43	7,3	7,6
promedio	7,4	7,4	7,5

Figura 7*Media de promedio pH sustrato*

En la tabla 16, se observó la media de pH de sustrato, se evidencia que el tratamiento T3(BM4 100%) con una media de 7,33 es que tienen menor porcentaje por lo tanto en este caso el valor es el que mayor rendimiento nos dará ya que un buen sustrato debe tener un pH menor a 7, el tratamiento T1(Sustrato turba KEKKILA 100) con una media de 7,53 es el de mayor porcentaje. (Intagri, 2016) Nos dice que el control del pH es esencial tanto en sustratos inorgánicos como orgánicos para garantizar un crecimiento óptimo del cultivo y obtener altos rendimientos diversos sistemas, especialmente en piloneras, que actualmente es ampliamente utilizada, por lo que el pH del sustrato óptimo va de 5,5 a 6,8, por lo tanto, en la tabla 16, podemos observar que el T3(BM4) es el tratamiento que presenta un pH más bajo de toda la investigación.

17.9. Variable humedad del sustrato.

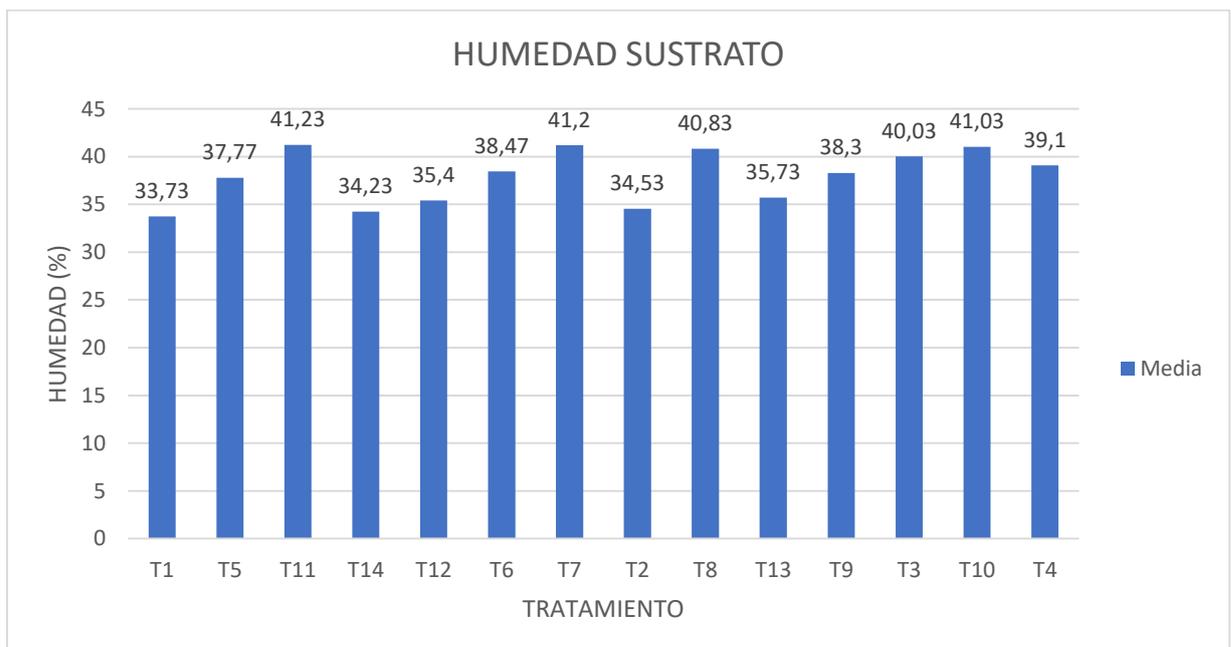
Tabla 17

Cuadro de promedios de la variable humedad del sustrato.

TRATAMIENTOS	Media	Mín	Max
T1	33,73	30,4	36,6
T5	37,77	34,5	41,1
T11	41,23	36,6	44,3
T14	34,23	30,4	37
T12	35,4	27	42,8
T6	38,47	34,9	43,6
T7	41,2	40,2	42,1
T2	34,53	31,8	39,2
T8	40,83	35,8	44,7
T13	35,73	31,2	39,7
T9	38,3	36,6	40
T3	40,03	35	43,7
T10	41,03	37,5	43
T4	39,1	37,1	42,8
promedio	37,97	34,21	41,47

Figura 8

Media de promedio humedad sustrato



En la tabla 17, se observó la media de humedad de sustrato, se evidencia que el tratamiento T11 (Sustrato turba KEKKILA 50% + Baltic Tray Substrate 25% + BM4 25%) tiene una media de 41,23 siendo la más alta de la investigación, el tratamiento T1 (Sustrato turba KEKKILA) con una media de 33,73 tienen menor porcentaje humedad.

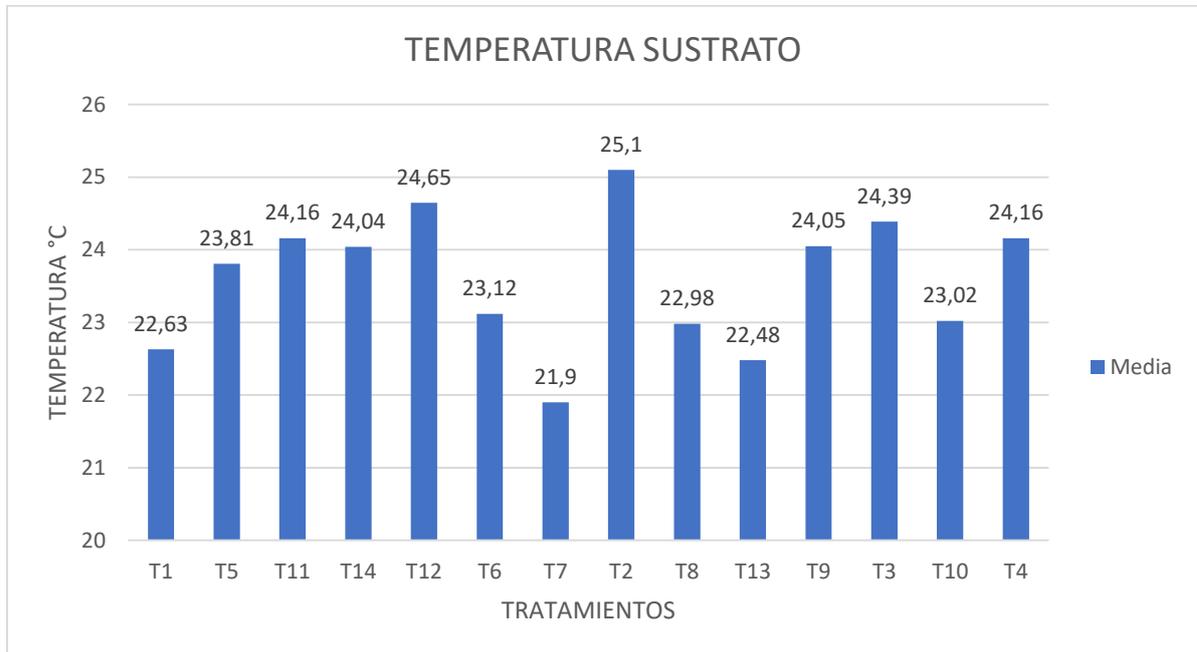
(Terrafertil, 2015) Nos dice que la humedad es un factor crucial para el crecimiento saludable de las plantas ya que esto afecta la disponibilidad de agua y nutrientes para las raíces al igual, el control adecuado de la humedad del sustrato es fundamental para evitar problemas como deshidratación o el encharcamiento es por eso que se debe tomar en cuenta las condiciones de almacenamiento y la época del año, ya que el rango óptimo de humedad esta entre 50-60% por lo tanto en la tabla 17, podemos observar que el tratamiento T11(Sustrato turba KEKKILA + Baltic Tray Substrate + BM4), es el tratamiento que más se acerca al rango optimo y por lo tanto se obtuvo mejor rendimiento en las plántulas.

17.10. Variable temperatura de sustrato.

Tabla 18

Cuadro de promedios de la variable temperatura de sustrato

TRATAMIENTOS	Media	Mín	Máx
T1	22,63	21,15	23,94
T5	23,81	22,62	25,51
T11	24,16	23,43	25,35
T14	24,04	21,3	25,55
T12	24,65	23,51	26,27
T6	23,12	21,14	25
T7	21,9	20,93	23,69
T2	25,1	24,68	25,93
T8	22,98	20,14	24,68
T13	22,48	21,2	23,24
T9	24,05	22,79	25,21
T3	24,39	23,61	24,83
T10	23,02	22,47	23,5
T4	24,16	23,13	25,08
promedio	23,61	22,29	24,84

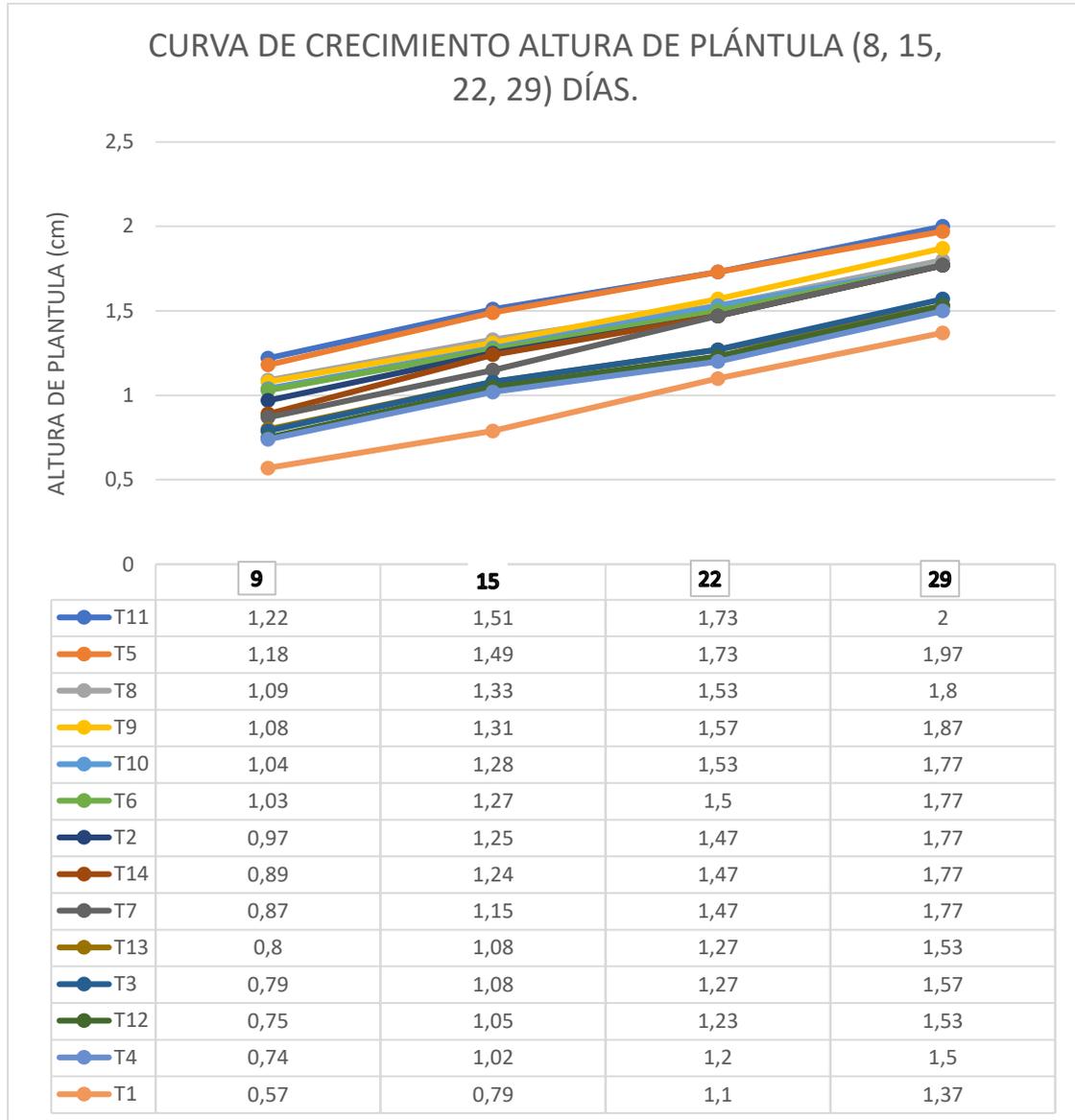
Figura 9*Media de promedio temperatura sustrato*

En la tabla 18, se observó la media de temperatura de sustrato, se evidencia que el tratamiento T2 (Baltic Tray Substrate), tiene una media de 25,1, el tratamiento T7 (Sustrato turba KEKKILA + BM2) con una media de 21,9 tienen menor porcentaje de temperatura en la investigación.

(Royo & Riquelme, 2019) Nos dice que la temperatura óptima durante la germinación dependerá de la especie, pero lo óptimo sería de 18 a 20°C, pero durante el desarrollo de la plántula lo ideal es que no baje de los 18 °C y que no suba de los 25 °C debido a que el calor del sustrato es lo que le brinda a la planta una mejor posibilidad de poder desarrollarse de mejor manera, por lo tanto podemos observar que en la tabla 18 el tratamiento T2 (Baltic Tray Substrate), el que mayor porcentaje de temperatura llegó a tener en el tratamiento.

17.11. Variable de curva de crecimiento

Figura 10 Curva de crecimiento altura de plántula (8, 15, 22, 29) días.



En la figura 10, se observa la curva de crecimiento durante la etapa después de la germinación que fue tomada a los 8 días después se tomó los datos a los 15 días, posteriormente se tomó a los 22 días, el último dato se tomó a los 29 días mismo que fue tomado antes del trasplante.

Se destaca que el T11 (Sustrato turba KEKKILA 50 % + Baltic Tray Substrate 25% + BM4 25%) fue el tratamiento más eficiente en la investigación debido a que este sustrato proporciono mayor retención de humedad y permea habilidad, alcanzando 2 cm en la altura de la plántula a

los 29 días, por el contrario, el T1 (Sustrato turba KEKKILA 100%) fue el tratamiento de menos eficiencia alcanzando una altura de 1,37 cm de altura de la plántula a los 29 días.

Según (Nieto Martín, 2015) la turba es el sustrato preferido desde hace tiempo ya que su excelente combinación de propiedades fisicoquímicas, que incluyen un pH óptimo y una alta capacidad de intercambio catiónico y una porosidad adecuada, en la actualidad se utiliza la turba mezclada con diferentes sustratos en los vivero, por lo tanto en la presente investigación es tratamiento sobresalió de los demás ya que cada uno de los sustratos mezclados contenían turbas como negra, parda, rubia, gruesa más fibra natural, esto componentes garantizan características adecuadas para plántulas, es por eso que se puede evidenciar que el tratamiento T11 (Sustrato turba KEKKILA 50 % + Baltic Tray Substrate 25% + BM4 25%) es el más óptimo en esta investigación.(Bracho & Pierre, 2008)

18. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

18.1. Conclusiones

- Se determinó que la mezcla de mayor eficiencia en cada variable estudiada fue el T11(Sustrato turba KEKKILA 50% + Baltic Tray Substrate 25% + BM4 25%), ya que este tratamiento fue el que obtuvo mejores resultados durante la investigación ya que en cada una de las variables evaluadas fue el primero o se mantuvo siempre en los primeros puestos dando como resultado un mejor aprovechamiento y desarrollo al cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus L.*).
- Al realizar la curva de crecimiento de los 14 sustratos, el T11 (Sustrato turba KEKKILA + Baltic Tray Substrate + BM4), fue el tratamiento que ocupó la media más alta de 2 cm en los 29 días, debido a que presentó un crecimiento y desarrollo óptimo de las plántulas de amaranto.

18.2. Recomendaciones.

- Aplicar el tratamiento T11 (Sustrato turba KEKKILA + Baltic Tray Substrate + BM4), en otra clase de especies, para poder verificar si se obtiene mejores resultados.
- Realizar análisis físicos y químicos de los sustratos antes de realizar las mezclas, para obtener un mejor desarrollo de plántulas.
- Seguir investigando estos sustratos en otras especies vegetales para recomendar a las piloneras este tipo de mezclas para un mayor aprovechamiento.

17. BIBLIOGRAFÍA

- Alexandra, T. M. J. (2021). EVALUACIÓN DE DIFERENTES PROPORCIONES DE SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE UVILLA (*Physalis peruviana*)". 60.
- Arámbula, V. (2023). Damping-off en cultivo de amaranto. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/847732/Ficha_Tecnica_Damping_off_en_amaranto.pdf
- Berger. (2021). Productos y servicios de Berger. https://www.berger.ca/es/wp-content/uploads/sites/3/2021/10/BergerProductCatalog_2021_es_ilf_web-1.pdf
- Bernau, C. (2020). PRODUCCIÓN ORGÁNICA Y SUSTENTABLE DE PLÁNTULAS: una guía para agricultores principiantes de cultivos especializados. Centro de Agroecología y Sistemas Alimentarios Sostenibles (CASFS), Universidad de California, Santa Cruz.
- Bracho, J., & Pierre, F. (2008). Caracterización de componentes de sustratos locales para la producción de plántulas de hortalizas en el estado Lara, Venezuela.
- Búres, S. (2002). Sustratos: Propiedades físicas, químicas y biológicas. Horticultura Revista de Industria Distribución.
- Cabrera, J. (2019). MANUALES DE PILONES. <https://fundacionmundoazul.com/wp-content/uploads/2021/01/Manual-de-pilones-1.1.pdf>

- Cardozo, G. R. S. (2020). INFLUENCIA DE BIOESTIMULANTES SOBRE CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill).
- Carvalho, F. (2008). MATERIALES REGIONALES UTILIZADOS EN LATINOAMÉRICA PARA LA PREPARACIÓN DE SUSTRATOS. . . p.
- Chiluisa, E. I. P. (2020). Estudio fenológico de la línea promisorio de amaranto (*Amaranthus* spp.) UTC 008 en dos localidades, parroquia Tigualo y Laigua De Maldonado provincia de Cotopaxi. 2020. UTC. Latacunga. 70 p.
- Ed Bloodnick. (2020). Principios básicos de los sustratos. Promix.
- Elia, C. C., Manuel, S. V., Víctor, V. H., Víctor, O. C., & Luis, T. T. J. (2010). Generación de mezclas de sustratos mediante un programa de optimización utilizando variables físicas y químicas. *Terra Latinoamericana*, 28(3), 219-229. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792010000300004&lng=es&tlng=es.
- Estrada, R., Gonza, V., & Gutierrez, J. (2009). GUIA PRÁCTICA PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus*). Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/58>
- García Díaz, Silvia E, Aldrete, Arnulfo, Alvarado Rosales, Dionicio, Cibrián Tovar, David, Méndez Montiel, José T, Valdovinos Ponce, Equíhua Martínez, & Armando. (2017). Efecto de *Fusarium circinatum* en la germinación y crecimiento de plántulas de *Pinus greggii* en tres sustratos. *Agrociencia*, 51(8), 895-908. Recuperado en 22 de febrero de 2024. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000800895&lng=es&tlng=es.

- Garden. (2010). Información de producto KEKKILÄ DSM 2 W R0632.
http://www.solucionado.cl/catalogo/productos/archivos/arch_4443-174-DSM-2-W-R0632.pdf
- Guayña, V. A. S. (2017). OBTENCIÓN DE SEMILLA DE UVILLA (*Physalis peruviana* L.) A TRAVÉS DE DOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN Y CUATRO SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS EN VIVERO.
- Hernández, H. (2012). Perfil de expresión a nivel transcripcional en respuesta a estrés salino en dos especies de amaranto (*Amaranthus cruentus* L. y *Amaranthus hypochondriacus* L.).
- Instituto Nacional. (2016). Proyecto: Apoyo a la seguridad alimentaria en comunidades de las provincias Cotopaxi, Chimborazo y Cañar, Ecuador; a través de los cultivos de quinua, chocho y amaranto. Informe de resultados Saquisilí, Cotopaxi. Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Leguminosas y Granos Andinos, 2016.
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3947>
- Intagri. (2016). 26. Los Sustratos Para la Horticultura El Manejo del pH.pdf.
<https://www.intagri.com/articulos/horticultura-prottegida/los-sustratos-para-la-horticultura-el%20manejo-del-ph>
- Jiménez-Esparza, L. O., González-Parra, M. M., Bastidas-Tibanquiza, M. L., & Decker-Campuzano, F. E. (2018a). Evaluación del rendimiento de tres sistemas de siembra y dos variedades de amaranto (*Amaranthus quitensis*) y (*Amaranthus hypochondriacus*). *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 6(2), 65-75. <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2018.060200065>

- Jiménez-Esparza, L. O., González-Parra, M. M., Bastidas-Tibanquiza, M. L., & Decker-Campuzano, F. E. (2018b). Evaluación del rendimiento de tres sistemas de siembra y dos variedades de amaranto (*Amaranthus quitensis*) y (*Amaranthus hypochondriacus*). *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 6(2), 65-75. <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2018.060200065>
- Mapes, E. (2015). Amaranto. https://revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66_3/PDF/Amaranto.pdf
- Nieto Martín, A. (2015). Fabricación, caracterización y utilización de biochar como sustituto de la turba en la preparación de sustratos de cultivo [PhD Thesis, Universidad Politécnica de Madrid]. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.37192>
- Ordoñez, G., & Santiago, M. (2022). Diseño y construcción de un sistema de sembrado automático para semillas de tomate en bandejas de germinación.
- Ortega Martínez, L. D., Sánchez Olarte, J., Díaz Ruiz, R., & Ocampo Mendoza, J. (2010). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* MILL). *Ra Ximhai*, 365-372. <https://doi.org/10.35197/rx.06.03.2010.05.lo>
- Peralta, E. (2009). Amaranto y Ataco: Preguntas y respuestas. Boletín divulgativo No. 359. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP.
- Quintero, M., Gonzales, C., & Guzman, J. (2011). Sustratos para cultivos hortícolas y flores de corte.
- Royo, P. D., & Riquelme, I. (2019). Producción de plantines de hortalizas.
- Sauensiek, W., Emstek, W., Lauterbach, W., & Künzelsau, W. (2020). Peat moss, substrates and more Turbas, sustratos y más. <https://www.hawita->

group.com/wp-content/uploads/2020/09/Hawita-Substrate-EN-ES-2020.pdf

Svartz, H. A., & Raimondo, C. S. (2022). Elección y formulación adecuada de un sustrato y/o sus mezclas: Formulation and selection of an accurate substrate and/or soilless mixes. *South Florida Journal of Environmental and Animal Science*, 2(2), 203-226. <https://doi.org/10.53499/sfjeasv2n2-016>

Tapia Núñez, M. E., Fries, A. M., Mazar, I., & Rosell, C. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos (1. ed). Asociación Nacional de Productores Ecológicos del Perú; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Tercero Joshelyn. (2023). EVALUACIÓN DE CUATRO TIPOS DE SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE LA ESPECIE ORNAMENTAL CELOSIA (*Celosia argentea*) EN EL CAMPUS CEASA UTC 2023.

Terrafertil. (2015). CONSEJOS SOBRE EL USO DE SUSTRATO. https://terrafertil.com/docs/Terrafertil-Consejos_uso_de_Sustrato.pdf

Vademécum Agrícola. (2016). BM2 / BM2 GREEN GIANT. <https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/productos/BM2BM2GREENGIANT-20160808-092259.pdf>

Villarroel, M. R. V. (2016). EVALUACIÓN DE AZOLLA (*Azolla filiculoides*) COMO SUSTRATO EN LA PROPAGACIÓN SEXUAL DE DOS VARIEDADES DE AMARANTO: AMARANTO BLANCO (*Amaranthus hypocondriacus* L.) Y SANGORACHA (*Amaranthus quitensis* L.). 104.