



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA

TESIS

**EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS PARA MEJORAR
EL PROCESO DE GERMINACIÓN EN ARAZÁ (*Eugenia
stipitata*) BAJO CONDICIONES DE VIVERO**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del
título de

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR
CASTRO ANCHUNDIA JEAN CARLOS

TUTOR
ING. CARRERA MARIDUEÑA BRAULIO JAVIER, M.Sc.

EL TRIUNFO – ECUADOR

2023



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, CARRERA MARIDUEÑA BRAULIO, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS PARA MEJORAR EL PROCESO DE GERMINACIÓN EN ARAZÁ (*Eugenia stipitata*) BAJO CONDICIONES DE VIVERO”**, realizado por el estudiante **CASTRO ANCHUNDIA JEAN CARLOS**; con cédula de identidad N° **0940608631** de la carrera **INGENIERÍA EN AGRONOMÍA**, Programa Regional de Enseñanza Dr. Jacobo Bucaram Ortiz Campus El Triunfo, ha sido orientado y revisado durante su ejecución y; cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Carrera Maridueña Braulio, M.Sc.

El Triunfo, 18 de abril de 2023



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTÍZ
CARRERA DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS PARA MEJORAR EL PROCESO DE GERMINACIÓN EN ARAZÁ (*Eugenia stipitata*) BAJO CONDICIONES DE VIVERO”**, realizado por el estudiante **CASTRO ANCHUNDIA JEAN CARLOS**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Martillo García Juan, M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. Morán Bajaña Joaquín, PhD.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Pilaloa David Wilmer, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Carrera Maridueña Braulio, M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Milagro, 18 de abril de 2023

Dedicatoria

El presente proyecto va dedicado a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera universitaria.

A mi abuelita Mariana Anchundia el cual fue un pilar esencial a lo largo de este recorrido, a mi madre Nuri Castro Anchundia, a mi hermano y a mi tía por creer en mis capacidades y por su afecto incondicional.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme fortaleza, sabiduría y cuidarme durante toda la carrera universitaria, autoridades que conforman la Universidad Agraria del Ecuador, el Dr. Jacobo Bucaram Ortiz Rector fundador de la Universidad Agraria del Ecuador y la Dra. Martha Bucaram Rectora de la misma, a los docentes el cual me otorgaron sus conocimientos para ser un buen profesional.

A mi tutor de tesis, por dedicar su tiempo, conocimientos y guiarme durante el transcurso de la tesis, a mi familia por enseñarme valores y por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, **CASTRO ANCHUNDIA JEAN CARLOS**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS PARA MEJORAR EL PROCESO DE GERMINACIÓN EN ARAZÁ (*Eugenia stipitata*) BAJO CONDICIONES DE VIVERO”** para optar el título de **INGENIERÍA AGRONÓMICA**, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

El Triunfo, 18 de abril de 2023

CASTRO ANCHUNDIA JEAN CARLOS
C.I. 0940608631

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice general.....	7
Índice de tablas	11
Índice de figuras	12
Resumen.....	14
Abstract	15
1. Introducción	16
1.1 Antecedentes del problema.....	16
1.2 Planteamiento y formulación del problema	17
1.2.1 Planteamiento del problema	17
1.2.2 Formulación del problema	18
1.3 Justificación de la investigación.....	18
1.4 Delimitación de la investigación	19
1.5 Objetivo general	19
1.6 Objetivos específicos	20
1.7 Hipótesis.....	20
2. Marco teórico	21
2.1 Estado de arte	21
2.2 Bases teóricas.....	23

2.2.1	Importancia del cultivo de arazá	23
2.2.2	Taxonomía del cultivo	23
2.2.3	Descripción botánica.....	24
2.2.3.1	Tallo	24
2.2.3.2	Hojas	24
2.2.3.3	Flores	25
2.2.3.4	Fruto.....	25
2.2.4	Requerimientos edafoclimáticos	25
2.2.4.1	Clima.....	26
2.2.4.2	Suelo.....	26
2.2.5	Métodos de propagación del arazá (<i>Eugenia stipitata</i>).....	26
2.2.5.1	Propagación sexual	26
2.2.5.2	Propagación asexual	27
2.2.6	Propagación bajo condiciones de vivero	27
2.2.7	Sustrato	28
2.2.7.1	Descripción de sustrato	28
2.2.7.2	Componentes de los sustratos	29
2.2.7.3	Características de los sustratos	30
2.3	Marco legal	30
3.	Materiales y métodos.....	32
3.1.1	Tipo de investigación	32
3.1.2	Diseño de investigación	32
3.2	Metodología.....	32
3.2.1	Variables.....	32
3.2.1.1	Variable independiente	32

3.2.1.2 Variable dependiente	32
3.2.1.2.1 Porcentaje de germinación.....	33
3.2.1.2.2 Número de hojas	33
3.2.1.2.3 Altura de la planta	33
3.2.1.2.4 Longitud del sistema radicular (cm)	33
3.2.1.2.5 Relación beneficio - costo.....	33
3.2.2 Tratamientos	33
3.2.2.1 Descripción de los sustratos a evaluarse	34
3.2.2.1.1 Gallinaza	34
3.2.2.1.2 Humus.....	35
3.2.2.1.3 Compost	35
3.2.2.1.4 Arena de rio	36
3.2.2.1.5 Cascarilla de arroz	36
3.2.3 Diseño experimental	37
3.2.4 Recolección de datos	38
3.2.4.1 Recursos	38
3.2.4.2 Métodos y técnicas	39
3.2.4.2.1 Métodos	39
3.2.4.2.2 Técnicas.....	39
3.2.5 Análisis estadístico.....	41
4. Resultados.....	42
4.1 Evaluación del efecto de los tres sustratos sobre el comportamiento agronómico del cultivo de arazá, mediante condiciones de vivero	42
4.1.1 Número de hojas	42
4.1.2 Altura de la planta.....	43

4.1.3 Longitud del sistema radicular (cm).....	44
4.2 Identificación del sustrato más apropiado para la germinación del arazá, mediante la toma de datos en campo.....	45
4.2.1 Porcentaje de germinación	45
4.3 Relación beneficio – costo de los tratamientos en estudio	46
5. Discusión.....	48
6. Conclusiones	50
7. Recomendaciones	51
8. Bibliografía	52
9. Anexos	62

Índice de tablas

Tabla 1. Tratamiento en estudio	34
Tabla 2. Característica de la Delimitación experimental	38
Tabla 3. Esquema de análisis de varianza	41
Tabla 4. Número de hojas	42
Tabla 5. Altura de la planta	43
Tabla 6. Longitud del sistema radicular (cm)	45
Tabla 7. Porcentaje de germinación	46
Tabla 8. Relación beneficio – costo incluyendo los tratamientos y el rendimiento.	47
Tabla 9 A. Datos de campo del porcentaje de germinación	62
Tabla 9 B. Análisis de la varianza porcentaje de germinación	62
Tabla 10 A. Datos de campo número de hojas (70 días).....	63
Tabla 10 B. Análisis de la varianza número de hojas (70 días)	63
Tabla 11 A. Datos de campo número de hojas (90 días).....	64
Tabla 11 B. Análisis de la varianza número de hojas (90 días)	64
Tabla 12 A. Datos de campo altura de la planta (70 días).....	65
Tabla 12 B. Análisis de la varianza altura de la planta (70 días)	65
Tabla 13 A. Datos de campo altura de la planta (90 días).....	66
Tabla 13 B. Análisis de la varianza altura de la planta (90 días)	66
Tabla 14 A. Datos de campo longitud del sistema radicular (cm)	67
Tabla 14 B. Análisis de la varianza longitud del sistema radicular (cm).....	67
Tabla 15. Costo de producción de 6000 plántulas de arazá sin considerar los tratamientos.	68

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del diseño experimental	69
Figura 2. Croquis de campo	70
Figura 3. Croquis de parcela	71
Figura 4. A, B, C: Sustratos (Arena de río 40% + Tamo 20% + Gallinaza 40%) ...	72
Figura 5. A, B, C: Sustratos (Arena de río 40% + Tamo 20% + Humus 40%).....	72
Figura 6. A, B, C: Sustratos (Arena de río 40% + Tamo 20% + Compost 40%)....	73
Figura 7. A, B: Sustratos testigo convencional (Arena de río 50% + 50% Tamo) .	73
Figura 8. Limpieza del área de estudio	74
Figura 9. Efectuando los huecos con el cava hoyo para la instalación del vivero.	74
Figura 10. Colocación del zaran.....	75
Figura 11. Extracción de las semillas	75
Figura 12. A, B: Remoción de la pulpa adherida en la semilla utilizando arena....	76
Figura 13. Tratamiento pre-germinativo de las semillas	76
Figura 14. Preparación de las mezclas de los sustratos.....	77
Figura 15. Llenado de las fundas con los diferentes sustratos	77
Figura 16. Siembra del arazá	78
Figura 17. Tratamientos en estudio	78
Figura 18. Riego del vivero de manera manual	79
Figura 19. Control de malezas de manera manual	79
Figura 20. A, B: Toma de datos de la germinación del arazá	80
Figura 21. A, B: Tratamiento 1 Arena de río + tamo + gallinaza (40%+20%+40%), no ocurrió el proceso de germinación	80
Figura 22. Visita del tutor	81
Figura 23. A, B: Recopilación de datos 70 días después de la siembra	81

Figura 24. A, B, C, D: Recopilación de datos 90 días después de la siembra	82
Figura 25. A, B: Longitud del sistema radicular (cm)	83
Figura 26. Finalización del experimento	83

Resumen

El arazá (*Eugenia estipitata*) pertenece a la familia myrtaceae es oriundo de la región amazónica, es un fruto muy delicado pero de importantes propiedades nutricionales consumirlo ayuda a la prevención de enfermedades infecciosas y respiratorias, la producción a nivel nacional es baja y constituye un mínimo consumo. Se propaga por semillas y germinan alrededor de 40 a 60 días después de la siembra. Este trabajo analiza el comportamiento de la germinación de arazá mediante la evaluación de tres 3 sustratos orgánicos: arena de río 40%, tamo 20% y gallinaza 40% (T1), arena de río 40%, tamo 20% y humus 40% (T2), arena de río 40% tamo 20% y compost 40% (T3) y posteriormente se incluyó un testigo con tratamiento convencional arena de río 50% y tamo 50% (T4), con porciones establecidas en el diseño completo al azar (DCA). El mejor resultado en los tratamientos se da en (T2) obteniendo un 92% de germinación, presentando un mayor crecimiento de raíz y brotes de tallos, en comparación con el (T3) que obtuvo un 11% de germinación. Sin embargo, en el (T1) el sustrato quemo las semillas y por lo tanto no ocurrió el proceso de germinación, no obstante, en el tratamiento del testigo convencional (T4) dio un 20% de germinación. La pérdida de germinación en los viveros se da por el uso incorrecto del sustrato.

Palabras claves: Abonos orgánicos, germinación, sustratos, vivero.

Abstract

The arazá (*Eugenia estipitata*) belongs to the myrtaceae family, it is native to the Amazon region, it is a very delicate fruit but with important nutritional properties. Consuming it helps prevent infectious and respiratory diseases. National production is low and constitutes a minimum consumption. It is propagated by seeds and germinates around 40 to 60 days after sowing. This work analyzes the germination behavior of arazá by evaluating three organic substrates: 40% river sand, 20% chaff and 40% chicken manure (T1), 40% river sand, 20% chaff and 40% humus (T2), river sand 40% chaff 20% and compost 40% (T3) and later a control with conventional treatment river sand 50% and chaff 50% (T4) was included, with portions established in the complete random design (DCA). The best result in the treatments occurs in (T2) obtaining 92% germination, presenting greater root growth and stem shoots, compared to (T3) which obtained 11% germination. However, in (T1) the substrate burned the seeds and therefore the germination process did not occur, however, in the conventional control treatment (T4) it gave 20% germination. The loss of germination in the nurseries occurs due to the incorrect use of the substrate.

Key words: Organic fertilizers, germination, substrates, nursery.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

El arazá (*Eugenia stipitata*) es un árbol originario de la región amazónica occidental que produce una fruta exótica su cultivo se ha desarrollado en Ecuador, Venezuela, Colombia, Brasil y Perú. En el cual se encuentra la mayor variedad genética de la especie ya que se adaptan a suelo ácidos y con falta de nutrientes (Cuellar, Ariza y Anzola, 2013).

En Ecuador el arazá es una fruta cultivada en toda la región ecuatoriana pero su producción es pequeña y constituye un mínimo consumo de las personas de Ecuador, esto se da por la falta de conocimiento del cultivo de arazá y los nutrientes que puede aportar para la salud (Falconí, Valdiviezo y Ramírez, 2022).

Incluso a sus inicios el arazá era utilizado como aromatizante ya que tiene una atractiva fragancia. Por lo indicado el arazá es un cultivo no tradicional que puede aplicar a la producción nacional con expansión al mercado internacional por su calidad nutricional (Loaiza, Ponce y Fiallos, 2018).

El uso de sustratos orgánicos de manera apropiada es fundamental para lograr excelentes resultados en la germinación de especies agrícolas bajo condiciones de vivero, ya que los sustratos suministran retención de agua, aportan nutrientes, también sirven como anclaje para desarrollo radicular el cual se consigue excelentes características de la plántula tanto físicas, químicas y biológicas a través de la absorción de nutrientes a partir de la materia orgánica del sustrato (Falcon, Cobas, Bonilla y Rodríguez, 2021).

La pérdida de germinación en los viveros se da por el uso incorrecto del sustrato, la indebida profundidad en el momento de la siembra y el uso de semillas de baja calidad, por eso la elección de un sustrato es de mucha importancia porque se

conservará su estabilidad y estructura en el desarrollo de la plántula (Benítez, Equihua y Pulido, 2002).

En la actualidad el uso de viveros tiene bastante demanda y es fundamental elegir un buen sustrato ya que proporciona el anclaje y desarrollo de la planta. Posteriormente, el uso sustratos varía según la especie vegetal y el método de propagación, también interviene el lapso de siembra, los costos y las características de los sustratos (Velalcazar, 2019).

El vivero de la finca San Jacobo para el manejo adecuado de 1,767 plantas en producción, se ejecuta renovaciones anuales, en el cual se desechan plantas de la familia botánica Myrtaceae en mal estado. La finca escoge las semillas obtenidas de los mejores frutos para realizar el proceso de reproducción por el cual se debe tener las plántulas bajo condiciones de vivero (Traña, 2020).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El desconocimiento del porcentaje de elementos que conforman un sustrato orgánico hace que el agricultor tome decisiones equivocadas al instante de preparar la composición del sustrato de acuerdo a las necesidades que requiere el vivero. Sin embargo, un buen sustrato consigue comportarse de forma muy deficiente sino se manipula apropiadamente. Considerando que el agricultor debe conocer cuidadosamente las características físicas, químicas y biológicas de los sustratos si se pretende perfeccionar su manejo (Ortega, Sánchez, Díaz y Ocampo, 2010).

Por otro lado, la problemática es la falta de conocimiento de los agricultores sobre el uso de sustratos orgánicos en los viveros y en plantaciones establecidas, en donde la germinación en vivero se utiliza con el propósito de obtener plantas de buena calidad, por lo tanto, se selecciona semillas con alto vigor de germinación,

que estén libres de patógenos o enfermedades, se considera necesario utilizar sistemas alternativos que contengan sustratos. Con el fin de evitar los riesgos al manipular semillas que no poseen la capacidad de producir plantas, frutos y cosechas de calidad y así evitar pérdidas económicas en los viveros (Masaguer, Cruz y Navas, 2005).

Considerando que la propagación de plantas mediante condiciones de vivero, antes de hacer la siembra directa en el suelo, tiene varios beneficios porque se puede prevenir y controlar de manera eficiente los insectos plagas, malezas y enfermedades, también se evita la acumulación de agua y así prevenir ataque de patógenos por abundancia de humedad. Sin embargo, en el momento que las semillas son introducidas de manera directa en el suelo, están expuestas a diferentes factores ambientales entre las cuales se menciona, la falta de agua o exceso de la misma, competencia de nutrientes con plantas no deseadas, bajo porcentaje de germinación, presencia de insectos y enfermedades (Noguera, Reyes y Mendieta, 2018).

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál es el efecto del uso de tres sustratos para mejorar el proceso de germinación de arazá (*Eugenia stipitata*) bajo condiciones de vivero?

1.3 Justificación de la investigación

La ejecución de este trabajo se enfocó en la evaluación de diferentes sustratos para la germinación de arazá, con el propósito de evaluar cuál de los tres tratamientos presentan mayor rendimiento de germinación, crecimiento y desarrollo apropiado de las plántulas.

El uso de sustratos orgánicos de manera apropiada es fundamental para lograr excelentes resultados en la propagación bajo condiciones de vivero, ya que sirve

como anclaje para desarrollo radicular el cual aporta excelentes características de la plántula tanto físicas, químicas y biológicas a través de la absorción de nutrientes a partir de la materia orgánica del sustrato. Los sustratos orgánicos por su calidad nutricional y facilidad de conseguir a bajo costo, es una elección favorable para los agricultores, considerando que las plántulas absorben los nutrientes de manera natural, disminuyendo gastos económicos en productos químicos.

En vista de que la germinación de las semillas de arazá es lenta y no uniforme se puede demorar mes y medio en iniciar el proceso de germinación, es por eso que se implementa el uso de sustratos orgánicos para mejorar el proceso germinación. Cabe señalar que los resultados obtenidos de este trabajo servirán, como base, para que puedan ser utilizados en programas de propagación y conservación de especies.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Cantón El Triunfo, Provincia del Guayas, coordenadas geográficas $2^{\circ}20'14''S79^{\circ}24'28''W$ (**Figura 1**)
- **Tiempo:** Seis meses
- **Población:** En el trabajo de experimental, se contará con el aporte del estudiante, docente guía, expertos referenciales, y sobre todo la comunidad, a la cual se proveerá de información pertinente en función de los resultados obtenidos.

1.5 Objetivo general

Evaluar tres sustratos para mejorar el proceso de germinación en arazá mediante diseño experimental bajo condiciones de vivero.

1.6 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de los tres sustratos sobre el comportamiento agronómico del cultivo de arazá, mediante condiciones de vivero.
- Identificar el sustrato más apropiado para la germinación del arazá, mediante la toma de datos en campo.
- Establecer la relación beneficio – costo de los tratamientos en estudio.

1.7 Hipótesis

Al menos uno de los tres sustratos mejora el proceso de germinación en arazá bajo condiciones de vivero.

2. Marco teórico

2.1 Estado de arte

El vivero cedeagro realizó el proyecto ambiental los primeros meses del año 2019, en el que se programó la reproducción sexual de varias plantas entre las cuales también incluía plantas de la familia botánica Myrtaceae, el cual incorporaron camas para fortificar el vivero bajo condiciones de sombra para el manejo adecuado de las plántulas. Observando las características de los sustratos, el semillero con arena demostró una germinación más rápida esto se da por el motivo que la arena tiene espacios porosos el cual permite un mejor drenaje en comparación con los otros sustratos que contienen materia orgánica y limo. Es decir, en la arena las plantas tienen un mejor desarrollo del sistema radicular y crece más que las demás, cuando la bolsa del sustrato comienza a apretarse por el crecimiento de la raíz el desarrollo de la planta va de manera lenta (Ramírez, 2020).

Un estudio realizado en la Amazonía ecuatoriana en la parroquia Tarqui, Pastaza, Ecuador; situada a una altura de 983 msnm, menciona que después de la extracción de las semillas de arazá, se las introduce en agua limpia entre 48 a 72 horas y se procede a cambiar el agua cada 24 horas, para evitar la fermentación que pudiera perjudicar el proceso, luego lavaron las semillas para quitar los restos de pulpa. Consecutivamente se procede a secar las semillas bajo sombra por 72 horas.

A continuación, procedieron por la desinfección de las semillas con carboxamida en polvo al 85%, polvoreándolas con una dosis de 1 g /kg de semilla seca, posteriormente para verificar las particularidades de la germinación realizaron la siembra de 25 semillas en bandeja de germinación, analizaron las variables días de germinación y días de emergencia de radícula, plantearon un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones, los datos se

comenzaron a tomar desde el momento de la siembra de la semilla el cual obtuvieron resultado de germinación a los 45 días después de la siembra (Saltos, Vásquez, Lazo y Murillo, 2017).

Una investigación realizada por Bedoya de Muñoz y Mejía (2018), indica que las semillas que se utilizaron para la reproducción de arazá tenían las siguientes medidas: de largo 2.0 a 2.4 cm., una anchura promedio de 1.0 a 1.5 cm, pesaban alrededor de 2.9 gramos por semilla y su forma era achatada y oblonga. Posteriormente para calcular la pureza se procedieron a la cosecha de los frutos de excelente calidad, el cual se recogieron 446 semillas y se seleccionaron 1 kg. (Alrededor de 335 semillas), el resto de semillas eran infértiles no idóneas para la siembra ya que su embrión no estaba desarrollado adecuadamente.

A continuación, luego del transcurso de 24 horas de inhibición de las semillas, dando el 100% de ser adecuadas para la germinación, posteriormente al haber sido sumergidas en Trifeniltetrazolium al 1%. Donde se pudo presenciar vida en el embrión. Las variables que evaluaron fue el porcentaje de semillas germinadas y el porcentaje de germinación acumulado, la germinación de las semillas se manifiesta con la emergencia de la radícula, asumiendo la técnica manejada para la estimación de la germinación, no se puede determinar el tiempo preciso de la germinación ya que los datos fueron tomados de forma aleatoria. Cabe recalcar que el tratamiento de escarificación mecánica a los 15 días dio el 75% de germinación del porcentaje acumulado después de la siembra, sin embargo, en los tratamientos de escarificación química y el testigo los resultados fueron de 0.0 y 0.0 individualmente. En la comparación de los tratamientos existe bastante diferencia, 50 días después de la siembra se consiguieron el 93.8% de germinación en la escarificación mecánica, en comparación con los otros tratamientos en donde el

resultado de porcentaje acumulado fue de 34.0% y 23.6% individualmente (Bedoya de Muñoz y Mejía, 2018).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Importancia del cultivo de arazá

La importancia del cultivo de arazá es porque al consumirlo favorece la salud del consumidor, además es una fruta rica en minerales y vitaminas, incluso ayuda a la prevención de enfermedades infecciosas y respiratorias. Cabe señalar que el contenido de vitamina C de la fruta de arazá es el doble del que tiene la naranja, no obstante, al ser una fruta que contiene el 90% de humedad es muy perecible (Falconí, Valdiviezo y Ramírez, 2021).

También se puede elaborar varios productos utilizando la fruta entre los cuales están los jugos, jaleas, helados, vinos, licores, mermeladas, sorbetes, frutos deshidratados, entre otros (Pino y Quijano, 2007).

Estudios ejecutados en la Universidad Nacional de Colombia señalan que el arazá tiene bastantes cantidades de luteína y carotenoide el cual no permite la pérdida macular de la retina de ojo humano (Niño y Otálvaro, 2013).

El fruto del arará tiene compuestos antioxidantes de manera natural y sus características organolépticas que ayudan a prevenir y eliminar sustancias contenidamente nocivas y causantes de enfermedades en el ser humano (Vargas, Rivera y Narváez, 2005).

2.2.2 Taxonomía del cultivo

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Myrtales

Familia: Myrtaceae

Subfamilia: Myrtoideae

Tribu: Myrteae

Género: *Eugenia*

Especie: *E. stipitata* (Esmeralda y Nazareno, 2018).

2.2.3 Descripción botánica

El arazá es un árbol que mide alrededor de 3 metros de altura, el cual muestra una ramificación a partir de la base y presenta un follaje denso (Abril, Ruiz, Jatnel, Cabrera y Olivier, 2018).

Las plantas inician su etapa productiva alrededor de los 14 a 18 meses después de la siembra, la productividad se da durante todo el año, el cual va aumentando durante los primeros los 5 años (Hernández, Arjona, Coba, Gerhard y Orlando, 2002).

2.2.3.1 Tallo

El arazá es una planta que ramifica cerca del suelo, el tallo mide alrededor de 10 a 30 cm de altura y está protegido de una cascara delicada de color marrón (Nieto y Viñamahua, 2020).

2.2.3.2 Hojas

Habitualmente el color de las hojas en el haz es de verde oscuro y en el envés un tono verde claro, tiene un ápice acuminado, sus hojas son elípticas y opuestas que miden de 3 a 6 cm de ancho y de 8 a 12 cm de largo. Cada lamina posee 6 a 8 pares de nervadura y con bases redondeadas (Erazo, 2014).

2.2.3.3 Flores

El proceso del desarrollo de la flor a partir de la fase botón hasta el periodo de antesis dura alrededor de 29 días, desde ese instante las flores tienen una longitud de 9.25 mm de largo y un diámetro de 6.5 mm aproximadamente. Sin embargo, alrededor de las 3:00 y 4:00 am, se da la apertura de las flores cuando el día que la antecede hubo mayor cantidad de sol, posteriormente cuando los botones inician abrirse a las 12:30 am es cuando el día que la antecede estuvo nublado y con bajas temperaturas, en la apertura de la flor después de 30 minutos, el estigma se concibe receptivo (Sarmiento, 2013).

Posee florecencias muy pequeñas con disposición racimosa axilar, que contiene de 1 a 10 flores pediculadas, sin flor terminal, la flor es heteroclamídea, hermafrodita con autofecundación, con pedúnculo largo de 10 a 20 mm, los sépalos son redondeados de 4 a 6 mm de ancho y 4 a 5 mm de largo, los pétalos son ovalados, blancos, miden 4 mm de ancho y 10 mm largo (Zambrano, 2014).

2.2.3.4 Fruto

La forma del fruto es una baya redonda que en su estado de madurez es de color amarillo dorado, mide alrededor de 8 a 12 cm de diámetro, pesa entre 200 a 500 g. Su pulpa es de color amarilla y ácida, contiene cerca de 5 a 15 semillas (Hernández, Barrera, Fernández, Carrillo y Bardales, 2007).

2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos

Los factores climáticos en el cultivo de arazá varían en diversos aspectos ya que es una planta fotoperiódica es decir que requiere menos de 12 horas luz, el arazá cuando adquiere una alta saturación de agua aproximadamente al 100%. Aumenta la floración y fructificación, incrementando la producción en los meses de abril, octubre y noviembre. Las condiciones hídricas son muy importantes sin embargo la falta de agua lleva a la planta a un stress por lo tanto afectaría su floración y fructificación (Quevedo, 1995).

2.2.4.1 Clima

Las plantas con una temperatura media es decir, 18°C mínimo y de 30°C máximo obtienen un desarrollo apropiado, sin embargo la predominación de la temperatura en el proceso vegetativo de la planta, no se ha estudiado menudamente, el arazá es una planta de clima tropical, tiene la característica de adaptarse a zonas húmedas y calientes. La precipitación es de 2900mm al año con una humedad relativa del 84%, requiere de 1650 horas de luz solar al año es decir, 4.5 horas al día, se cultiva a una altitud de 340 a 400 metro sobre el nivel del mar (Hernández, Barrera y Carrillo, 2006).

2.2.4.2 Suelo

Las plantas de arazá se desarrollan adecuadamente en suelos franco arenoso, sin embargo también demuestran un apropiado desarrollo en suelos con bastante porcentaje de arcilla, con un pH mayor de 4, que tengan un buen drenaje y baja fertilidad, el cultivo se puede implementar en áreas planas o inclinadas (Escobar, Zuluzaga y Martínez, 1996).

2.2.5 Métodos de propagación del arazá (*Eugenia stipitata*)

2.2.5.1 Propagación sexual

La reproducción del arazá se ejecuta a través de semillas, se recolecta los frutos maduros de las plantas con excelentes características de producción y formación de la planta, logrando hasta un 90% de germinación. Cuando el fruto es cosechado para la propagación y después de la extracción de las semillas se puede almacenar durante 5 días en temperatura ambiente, después de ese tiempo pierde ligeramente su poder germinativo (Mendoza y Pinedo, 1992).

Las semillas extraídas son colocadas en agua alrededor de 10 días, después se procede a lavarlas quitándole la pulpa con agua fría o frotándole con arena y se

deja secar en sombra alrededor de 24 horas, posteriormente se siembran de inmediato. Según investigaciones, el método pregerminativo de las semillas es sumergirlas en agua durante 6 días, asegurando una germinación entre los 60 a 80 días después de la siembra (Escobar, Zuluzaga y Martínez, 1996).

Utilizando la escarificación mecánica, es decir, con una navaja se procede a la remoción del tegumento, dando un 100% de germinación, la escarificación se debe realizar cuidadosamente de no dañar la almendra (Pinedo, Ramírez y Blasco, 1981).

Las semillas de arazá pierden su poder germinativo alrededor de 5 a 10 días, en investigaciones realizadas en Perú y Colombia, mencionan que poner las semillas en agua por 40 días y cambiar el agua cada 2 días, se conserva la semilla hasta 60 días permitiendo una germinación del 40% a 50% (Quevedo, 1995).

2.2.5.2 Propagación asexual

En la multiplicación por semillas o sexual se presenta una segregación de los caracteres de la planta seleccionada o planta madre y en la propagación asexual, los caracteres se conservan inalterables y este medio puede ser aprovechado con fines comerciales. Por esto, la propagación vegetativa es recomendable, puesto que, por medio de ella se conservan los caracteres de la planta madre. Sin embargo, a pesar de que el arazá se puede propagar por vía asexual. Los métodos de este tipo de propagación que se han probado, como injertación y enraizamiento de estacas, no han aportado resultados significativos (Quevedo, 1995).

2.2.6 Propagación bajo condiciones de vivero

Habitualmente se ponen las semillas en un germinador que contenga sustrato húmedo, para obtener una apropiada germinación de manera más rápida, consecutivamente se hace el almacigado donde después de la germinación se trasplantan a bolsas de polietileno en el momento que las plántulas alcancen de 7 a 10 cm de altura y muestren de 6 a 10 hojas, las plantas perduran seis a nueve meses bajo condiciones de vivero o cuando su altura es de 7 a 10 cm, y

aproximadamente de 6 a 10 hojas, en ocasiones pueden estar hasta 12 meses, teniendo una altura de 35 a 50 cm. La inspección ambiental del arazá bajo condiciones de vivero es fundamental controlar la luminosidad, principalmente en el período de germinación y en el progreso del desarrollo de las plántulas en el semillero, el control de luminosidad debe ser entre 50 a 75% y en el periodo de aclimatación, es decir antes de iniciar el trasplante la temperatura optima debe ser entre 15 a 25% (Hernández, Barrera y Carrillo, 2006).

2.2.7 Sustrato

2.2.7.1 Descripción de sustrato

Los sustratos de uso agrícola para la producción de plantas son el medio apropiado, sirve como anclaje permitiendo un mejor desarrollo radicular, poseen grandes cantidades de materia orgánica, por lo tanto es unos de los componentes principales que tiene como propósito aumentar el volumen de retención de agua, oxígeno y nutrientes que son aprovechados en el desarrollo de las plantas, ofreciendo un pH factible y ausencia de toxicidad por elementos químicos, proporcionando una correcta conductividad eléctrica. Sin embargo, en el momento de optar por la elección de un buen sustrato se debe tener en cuenta comprender la composición, las funciones y el uso previsto puede facilitar el proceso de selección. (Abanto et al., 2016).

En efecto, un sustrato es cualquier componente distinto al suelo, puede ser de forma natural, orgánico o mineral que puesto un contenedor para la propagación de plantas incorporándolo de manera pura o en mezclas, simboliza una opción amigable con el ambiente, es importante considerar que el sustrato tenga una excelente capacidad de intercambio catiónico, un adecuado anclaje para el vigor

de las plantas, capacidad de retención de agua y un apropiado drenaje (Araméndiz, Cardona y Correa, 2013).

Asimismo, para que las funciones mencionadas se efectúen, se tiene que manejar de forma apropiada los materiales adecuados, por ello deben ser escogidos asumiendo una variedad de propiedades físicas, químicas y biológicas que van establecidas por el método del cultivo, no obstante, al cultivar en invernadero o directamente en el suelo, se debe tener en cuenta el volumen, la altura y la representación del recipiente, los requerimientos de las plantas, estabilidad del período en que la planta se desarrollaran en el sustrato (Bábaro, Karlanian, Rizzo y Riera, 2019).

La implementación del uso de sustratos es considerada unas de las prácticas agronómicas favorables para el medio ambiente y amigable con el ser humano, por su bajo porcentaje de contaminación, utilizando técnicas de cultivo sin suelo, se puede conseguir excelentes rendimientos de las plantas y productos de mejor calidad (Cruz et al., 2012).

Teniendo en cuenta que se puede encontrar mucha variedad de sustratos en el mercado, ofreciendo productos de alta calidad en propiedades químicas, físicas y biológicas para un desarrollo apropiado de las plantas. Posteriormente, los precios, la productividad, el manejo de los sustratos al momento de su composición, es una opción beneficiosa para los agricultores, sin embargo, el uso de varias mezclas de sustratos son causas determinadas en el éxito o fracaso en la implementación del mismo (Pastor, 1999).

2.2.7.2 Componentes de los sustratos

Existen muchos componentes y sus mezclas, cada productor trata de crear su propio sustrato haciendo de este a veces un uso innecesario o inadecuado de los componentes. La tierra es el componente más común o utilizado, pero existen muchos más, algunos componentes son orgánicos y otros inorgánicos. De los

orgánicos se podrían resaltar: estiércol de fuente animal, humus, residuos de madera como aserrín, corteza y brucha; así también residuos de cosechas como cascarilla de arroz, paja, olotes, brozas de café etc. Entre los inorgánicos encontramos la grava, la arena, la perlita, pumita, vermiculita, lana de roca, hojuelas de poliestireno, espuma de 32 poliestireno entre otros (Moreno, 2020).

2.2.7.3 Características de los sustratos

Entre las características físicas del sustrato se puede mencionar la densidad aparente, una elevada porosidad, mejor capacidad de retención de agua, estabilidad estructural, densidad aparente y un buen suministro aireación (Pire y Pereira, 2003).

Posteriormente, las características químicas se destaca la capacidad de intercambio catiónico, nivel de nutrientes asimilables, baja o nula salinidad y la capacidad de conservar un pH firme (Hernández, 2012).

En efecto, las características biológicas de los sustratos se destaca en la velocidad de descomposición, generalmente se da en los sustratos orgánicos, su actividad reguladora del crecimiento son explícitas, proporcionadas por las sustancias que están en los sustratos, el cual provoca un mejor crecimiento de las plantulas libres de malezas y patógenos, cabe señalar que los sustratos orgánicos no tienen sustancias tóxicas (Munzón, 2013).

2.3 Marco legal

El presente trabajo se relaciona con la ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria con los siguientes artículos:

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria Principios generales Artículo 1. Finalidad. - Esta Ley tiene por objeto establecer los mecanismos mediante los cuales el Estado cumpla con su obligación y objetivo estratégico de garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente.

El régimen de la soberanía alimentaria se constituye por el conjunto de normas conexas, destinadas a establecer en forma soberana las políticas públicas

agroalimentarias para fomentar la producción suficiente y la adecuada conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de alimentos sanos, nutritivos, preferentemente provenientes de la pequeña, la micro, pequeña y mediana producción campesina, de las organizaciones económicas populares y de la pesca artesanal así como microempresa y artesanía; respetando y protegiendo la agro biodiversidad, los conocimientos y formas de producción tradicionales y ancestrales, bajo los principios de equidad, solidaridad, inclusión, sustentabilidad social y ambiental.

El Estado a través de los niveles de gobierno nacional y subnacionales implementará las políticas públicas referentes al régimen de soberanía alimentaria en función del Sistema Nacional de Competencias establecidas en la Constitución de la República y la Ley (Badillo, 2009).

Artículo 3. Deberes del Estado. - Para el ejercicio de la soberanía alimentaria, además de las responsabilidades establecidas en el Art. 281 de la Constitución el Estado, deberá:

a) Fomentar la producción sostenible y sustentable de alimentos, reorientando el modelo de desarrollo agroalimentario, que en el enfoque multisectorial de esta ley hace referencia a los recursos alimentarios provenientes de la agricultura, actividad pecuaria, pesca, acuicultura y de la recolección de productos de medios ecológicos naturales;

b) Establecer incentivos a la utilización productiva de la tierra, desincentivos para la falta de aprovechamiento o acaparamiento de tierras productivas y otros mecanismos de redistribución de la tierra;

c) Impulsar, en el marco de la economía social y solidaria, la asociación de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores para su participación en mejores condiciones en el proceso de producción, almacenamiento, transformación, conservación y comercialización de alimentos;

d) Incentivar el consumo de alimentos sanos, nutritivos de origen agroecológico y orgánico, evitando en lo posible la expansión del monocultivo y la utilización de cultivos agroalimentarios en la producción de biocombustibles, priorizando siempre el consumo alimenticio nacional;

e) Adoptar políticas fiscales, tributarias, arancelarias y otras que protejan al sector agroalimentario nacional para evitar la dependencia en la provisión alimentaria; y,

f) Promover la participación social y la deliberación pública en forma paritaria entre hombres y mujeres en la elaboración de leyes y en la formulación e implementación de políticas relativas a la soberanía alimentaria (Badillo, 2009).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Investigación experimental: Consiste en determinar el comportamiento de los tratamientos en estudio para la germinación del cultivo de arazá bajo condiciones de vivero.

Investigación documental: Se investigó en libros, documentos, revistas, publicaciones científicas, relacionadas con las técnicas de germinación de arazá bajo condiciones de vivero.

El tipo de investigación fue explicativa porque se estableció en investigar el porqué de los hechos a través de la relación causa y efecto de la investigación experimental.

3.1.2 Diseño de investigación

Experimental: El diseño de la investigación se ejecutó de manera experimental porque se realizó en el campo para obtener la recopilación de datos sobre la germinación de arazá (*Eugenia stipitata*) bajo condiciones de vivero.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1 Variable independiente

Evaluación de tres sustratos (arena de río 40% + tamo 20% + gallinaza 40%), (arena de río 40% + tamo 20% + humus 40%), (arena de río 40% + tamo 20% + compost 40%). También se incluye un tratamiento testigo a base de sustrato convencional (arena de río 50% + 50% tamo). **(Figura 4, 5, 6, 7)**

3.2.1.2 Variable dependiente

Germinación de arazá (*Eugenia stipitata*) bajo condiciones de vivero.

3.2.1.2.1 Porcentaje de germinación

Se determinó el porcentaje de germinación de las semillas considerando la cantidad de semillas germinadas para el estudio, 45 días después de la siembra, tomando datos de 20 semillas del área útil de cada bloque. **(Figura 20, 21)**

3.2.1.2.2 Número de hojas

Se realizó el conteo de las primeras hojas a los 70 y 90 días después de la siembra, tomando datos de 20 plántulas del área útil de cada bloque. **(Figura 23)**

3.2.1.2.3 Altura de la planta

Se recopiló datos de altura de las plántulas utilizando cinta métrica, esta actividad se realizó a los 70 y 90 días después de la siembra tomando datos de 20 plántulas del área útil de cada bloque. **(Figura 24)**

3.2.1.2.4 Longitud del sistema radicular (cm)

Cuando la planta alcanzó la edad de 90 días, se procedió a medir la longitud de la raíz. Donde se obtuvo los datos desde el cuello de la raíz hasta la última parte de la raíz pivotante de 20 plántulas del área útil de cada bloque. **(Figura 25)**

3.2.1.2.5 Relación beneficio - costo

Se determinó la respectiva relación beneficio-costo de cada uno de los tratamientos evaluados. Mediante el uso de la siguiente fórmula.

$$RBC = \frac{\text{Ingresos totales} - 1}{\text{Costos totales}}$$

3.2.2 Tratamientos

En este proyecto los tratamientos se han determinado mediante el uso de sustratos, el cual se ha definido la mezcla de arena de río, tamo y abonos orgánicos. Sin embargo, los detalles de las mezclas se describen en la tabla 1, posteriormente se incluye un tratamiento testigo a base de sustrato convencional. **(Figura 17)**

Tabla 1. Tratamiento en estudio

Nº	Tratamiento / Sustrato	Peso / Bolsas 4x8	Peso / Bloque	Frecuencia
T1	Arena de rio + tamo + gallinaza 40% (40%+20%+40%)	1kg	42kg/Blq	1
T2	Arena de rio + tamo + humus (40%+20%+40%)	1kg	42kg/Blq	1
T3	Arena de rio + tamo + compost (40%+20%+40%)	1kg	42kg/Blq	1
T4	Testigo convencional Tamo + arena de rio (50%+50%)	1kg	42kg/Blq	1

Descripción de los tratamientos de estudio.
Castro, 2023

3.2.2.1 Descripción de los sustratos a evaluarse

3.2.2.1.1 Gallinaza

Estudios de la gallinaza indican que es un abono orgánico derivado de la producción avícola, posee un alto contenido de materia orgánica y elementos entre los cuales están los macros y micro nutrientes, debe ser aplicada después de su respectivo procesamiento. Sin embargo, la gallinaza con un inapropiado proceso puede ser perjudicial llegando a contaminar fuentes de agua, suelos y aire (Arce, Campos y Brenes, 2020).

Según Estrada (2005), sugiere que los beneficios de la gallinaza son muy convenientes; por lo tanto, proporciona materia orgánica al suelo, teniendo un mayor rendimiento en retención de agua y diversidad de nutrientes que son asimilables para las plántulas, es una excelente elección como abono, por su bajo costo, asimismo, es amigable con el medio ambiente.

3.2.2.1.2 Humus

Se conoce al humus como la sustancia que proviene a través de un proceso natural de la descomposición de los residuos orgánicos por organismos y microorganismos (Abreu et al., 2018).

Es considerado uno de los abonos orgánicos más completos, tiene una reserva importante de materia orgánica mejora las propiedades físicas, química y biológica del suelo el cual permite obtener plántulas de excelente calidad, posee nutrientes que los va liberando de una manera lenta, proporcionando una agricultura más económica y sustentable (Cruz, Álvarez, Soria y Candelaria, 2016).

En la actualidad el uso de abonos orgánicos trae beneficios que son muy notorios, el humus de lombriz o vermicomposta se caracteriza por ser un excelente mejorador de suelo; por esa razón, al usarlo como sustrato orgánico no provoca contaminación ambiental, proporciona una mejor capacidad de intercambio catiónico, tiene sustancias que ejercen como reguladores de crecimiento, contiene un elevado porcentaje de ácido húmicos, mejorando la retención de agua y una apropiada porosidad que suministra una mejor aireación (Rodríguez et al., 2008).

3.2.2.1.3 Compost

El uso del compost se define a la mezcla de materia orgánica en descomposición bajo condiciones aeróbicas, en la actualidad son considerablemente utilizados como un elemento en la preparación de los sustratos, tiene la capacidad de descomponerse naturalmente en poco tiempo. A parte de eso protege y desarrolla la vida de los microorganismos y mejora la estructura del suelo, este tipo de residuos puede generar un abono lleno de nutrientes para las plantas (Barbaro, Karlanian, Rizzo y Riera, 2019).

Según Román, Martínez y Pantoja (2013), menciona que el compost posee nutrientes que son aprovechados como fertilizantes orgánicos, los beneficios del uso de compost es por su aportación de materia orgánica y en su descomposición, contribuyendo en la adsorción de los nutrientes de manera pausada; por ende, ayudan al crecimiento de las plantas.

Por otro lado, el compostaje es uno de los métodos más utilizados para la utilización de biorresiduos, en efecto una apropiada eficacia del compost es por diferentes factores que interceden en el proceso de preparación. Es decir, la fermentación y maduración del compostaje, dependiendo de la heterogeneidad de los residuos al momento de mezclar (Oviedo, Marmolejo y Torres, 2017).

3.2.2.1.4 Arena de río

El uso de arena de río es un recurso natural más utilizado en la preparación de composiciones para sustratos, dando aportación de peso en las bolsas de polietileno y perfeccionando la estructura del sustrato. Sin embargo, antes de incorporar la arena de río en los sustratos, debe estar libre de elementos perjudiciales entre los cuales están la arcilla, plagas y sales. Posteriormente la arena de construcción no es recomendada por la cantidad de arcilla que contiene y eso provoca una compactación (Oliverio, 2014).

La arena de río es una opción apropiada para la germinación de plántulas en condiciones de vivero, imposibilita el desarrollo de malezas, mejorando la aireación de las raíces al ser incorporada en sustrato, posee una baja capacidad de retención de agua y aumenta la temperatura del sustrato (Valdivieso, 2017).

3.2.2.1.5 Cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz también es conocido como tamo, es un residuo vegetal que tiene componentes lignocelulósicos, el cual es aprovechado para diferentes

usos, tiene un porcentaje bajo en descomposición proporcionado por su elevado contenido de silio, contiene una apropiada inercia química. Sin embargo, puede traer residuos de cosecha principalmente rasgos de herbicidas (Vargas, 2018).

Del mismo modo cascarilla de arroz es un subproducto de las industrias arroceras que se puede conseguir a bajo costo, es el más utilizado en sustratos hidropónicos, proporciona un mejor drenaje y aireación en los sustrato. Sin embargo, tiene una baja capacidad de retención de agua (Monsalve, Hena y Gutiérrez, 2021).

3.2.3 Diseño experimental

Este trabajo de investigación experimental se desarrolló mediante el diseño completo al azar (DCA), posteriormente se evaluaron los tratamientos mencionados en la tabla 1, mediante el uso de los tres sustratos orgánicos y el testigo convencional. La unidad experimental se delimitó un total de 840 plantas, asumiendo 42 plantas por bloque, la delimitación del experimento se manifiesta en la tabla 2.

Tabla 2. Característica de la Delimitación experimental

Tipo de diseño	DCA
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	5
Número de unidades experimentales	20
Longitud de bloque	1m
Ancho de bloque	1m
Área de cada bloque	1m ² (1mx1m)
Espacio entre bloque por hilera	3m (1mx3m)
Número de plantas por bloque	42
Número de plantas por hilera	7
Número de hilera por bloque	6
Número de plantas por área total	840 (42x20)
Número promedio de plántulas a muestrear	20 plántulas
Área total del proyecto	35m ² (7x5m)

Delimitación experimental. (Figura 2, 3)
Castro, 2023

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1 Recursos

Para el desarrollo de la investigación se obtuvo información de fuentes confiables utilizando la biblioteca virtual de la Universidad Agraria del Ecuador, revistas y artículos científicos, tesis, sitios web.

El trabajo de investigación experimental se desarrolló utilizando los siguientes equipos y materiales: Computadora, cámara fotográfica, bolígrafo, calculadora, GPS, impresora, resmas de papel, cuaderno, cava hoyo, caña guadua, semillas de arazá, arena de río, cascarilla de arroz, abonos orgánicos, machete, regadera, clavos, martillo, flexómetro, zaran, lampa y fundas de polietileno.

3.2.4.2 Métodos y técnicas

3.2.4.2.1 Métodos

Según el origen de la recopilación de datos que se estableció en este estudio, se utilizaron las siguientes metodologías: explicativa, descriptiva, cualitativa y cuantitativa. Sin embargo, los métodos que se plantearon en el desarrollo de la investigación experimental fueron: analítico, sintético y deductivo.

3.2.4.2.2 Técnicas

Limpieza del área de ensayo

En el momento de la preparación del terreno se procedió a eliminar las plantas no deseadas o malezas, para evitar la propagación de insectos que puedan perjudicar el vivero. (Figura 8)

Instalación de vivero

Para la construcción del vivero, se implementó el uso de cañas guadua como soporte de base, posteriormente en el techado se utilizó zaran y poli sombra al 50% que servirá de cerramiento para el vivero. (Figura 9, 10)

Limpieza de semillas

En el momento que las semillas son extraídas del fruto, el mucilago se queda pegado en las semillas. Posteriormente se procedió a colocarlas en un recipiente con agua alrededor de 3 a 4 días, cambiándole el agua cada 24 horas para evitar la fermentación de la misma. Posteriormente se limpiaron las semillas utilizando arena con la finalidad de retirar los residuos de mucilago, hasta comprobar que las semillas no queden babosas y después se dejó secar las semillas bajo sombra durante 24 horas. (Figura 11, 12)

Tratamiento pre-germinativo

Se utilizó la escarificación mecánica, que consiste en la eliminación del tegumento de las semillas con una navaja. (Figura 13)

Preparación del sustrato

Se procedió a realizar las mezclas de los sustratos de forma homogénea para los diferentes tratamientos de estudio. (Figura 14)

Llenado de las fundas de polietileno

Esta actividad se realizó de manera manual con el uso de un recipiente de plástico llenar cada una de las fundas (polietileno 4x8), al colocar el sustrato en las fundas es fundamental tener un poco de compactación para que no existan demasiados espacios porosos para impedir que en el momento del riego del sustrato se provoque una compactación total y se descalcen las plántulas. (Figura 15)

Siembra

En el momento de la siembra se procedió a colocar las semillas a 2 cm. De profundidad en cada una de las fundas de polietileno. Posteriormente, se efectuó a realizar las siguientes actividades.

- Se esterilizó la cascarilla de arroz con agua hervida para evitar la propagación de patógenos que afecten a las semillas.
- En el proceso de la siembra se procedió bajo condiciones de sombra, se colocó las semillas, sin descartar que es necesario mantener el sustrato húmedo al momento de la siembra. (Figura 16)

Riego

El riego después de la siembra se lo realizó a menudo para mantener el sustrato húmedo en cada uno de los tratamientos. (Figura 18)

Control de malezas

Se procedió a realizar el control de malezas de manera manual en cada uno de los tratamientos, para evitar el ataque de plagas o patógenos en el área experimental del vivero. (Figura 19)

3.2.5 Análisis estadístico

La investigación experimental se desarrolló mediante el diseño estadístico completo al azar (DCA), el cual está conformado con tres tratamientos y un testigo. Este análisis se efectuará con la versión libre estudiantil Infostat, el esquema de ANOVA se especifica en la tabla 3.

Tabla 3. Esquema de análisis de varianza

Fuente de Variación	Grados de libertad
Tratamientos	3
Error experimental	16
Total	19

La tabla muestra los grads de liibertad usados.

Castro, 2023

4. Resultados

4.1 Evaluación del efecto de los tres sustratos sobre el comportamiento agronómico del cultivo de arazá, mediante condiciones de vivero

4.1.1 Número de hojas

En la tabla se puede observar la descripción del número de hojas que alcanzaron las plantas durante la etapa del experimento.

Tabla 4. Número de hojas

Tratamiento	Descripción	Número de hojas 70 días	Número de hojas 90 días
1	Arena de río 40% Tamo 20% Gallinaza 40%	0 d	0 d
2	Arena de río 40% Tamo 20% Humus 40%	4,82 a	7,15 a
3	Arena de río 40% Tamo 20% Compost 40%	1,58 c	2,59 a c
4	Testigo convencional Arena de río 50% Tamo 50%	2,78 b	5,18 b
cv		22,87 %	18,80 %

Promedios del número de hojas e identificación del tratamiento con mejor promedio.
Castro, 2023

Según los datos recopilados se observa en la tabla 4 que a los 70 días existen diferencias significativas por lo que fue necesario la aplicación de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error indicando que el tratamiento que obtuvo el mayor número de hojas fue el tratamiento 2 (Arena de río 40% + Tamo 20% + Humus 40%) con un valor de 4,82 hojas, mientras que el testigo tratamiento 4

(Arena de río 50% + Tamo 50%) obtuvo 2,78 hojas. Se debe indicar que se obtuvo un coeficiente de variación de 22,87 %.

Según los datos recopilados se observa en la tabla 4 que a los 90 días existen diferencias significativas por lo que fue necesario la aplicación de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error indicando que el tratamiento que obtuvo el mayor número de hojas fue el tratamiento 2 (Arena de río 40% + Tamo 20% + Humus 40%) con un valor de 7,15 hojas, mientras que el testigo tratamiento 4 (Arena de río 50% + Tamo 50%) obtuvo 5,18 hojas. Se debe indicar que se obtuvo un coeficiente de variación de 18,80 %.

4.1.2 Altura de la planta

En la tabla se puede observar la descripción de la altura que alcanzaron las plantas expresada en centímetros durante la fase del experimento.

Tabla 5. Altura de la planta

Tratamiento	Descripción	Altura de la planta 70 días	Altura de la planta 90 días
1	Arena de río 40% Tamo 20% Gallinaza 40%	0 d	0 c
2	Arena de río 40% Tamo 20% Humus 40%	3,47 a	4,44 a
3	Arena de río 40% Tamo 20% Compost 40%	1,08 c	1,89 b
4	Testigo convencional Arena de río 50% Tamo 50%	2,11 b	3,94 a
cv		22,56 %	21,12 %

Promedios de altura de las plantas e identificación del tratamiento con mejor promedio.

Castro, 2023

Según los datos recopilados se observa en la tabla 4 que a los 70 días existen diferencias significativas por lo que fue necesario la aplicación de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error indicando que el tratamiento que obtuvo la mayor altura de la planta fue el tratamiento 2 (Arena de río 40% + Tamo 20% + Humus 40%) con un valor de 3,47 cm de altura, mientras que el testigo tratamiento 4 (Arena de río 50% + Tamo 50%) obtuvo 2,11 cm de altura. Se debe indicar que se obtuvo un coeficiente de variación de 22,56 %.

Según los datos recopilados se observa en la tabla 4 que a los 90 días existen diferencias significativas por lo que fue necesario la aplicación de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error indicando que el tratamiento que obtuvo la mayor altura de la planta fue el tratamiento 2 (Arena de río 40% + Tamo 20% + Humus 40%) con un valor de 4,44 cm de altura, mientras que el testigo tratamiento 4 (Arena de río 50% + Tamo 50%) obtuvo 3,94 cm de altura. Se debe indicar que se obtuvo un coeficiente de variación de 21,12 %.

4.1.3 Longitud del sistema radicular (cm)

En la tabla se puede observar la descripción de la longitud del sistema radicular que alcanzaron las plantas expresada en centímetros durante la fase del experimento.

Tabla 6. Longitud del sistema radicular (cm)

Tratamiento	Descripción	Promedio
1	Arena de río 40% Tamo 20% Gallinaza 40%	0 c
2	Arena de río 40% Tamo 20% Humus 40%	2,54 a
3	Arena de río 40% Tamo 20% Compost 40%	1,24 b
4	Testigo convencional Arena de río 50% Tamo 50%	2,26 a
cv		16,81 %

Promedios de longitud del sistema radicular e identificación del tratamiento con mejor promedio.

Castro, 2023

Según los datos recopilados se observa en la tabla 4 que a los 90 días existen diferencias significativas por lo que fue necesario la aplicación de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error indicando que el tratamiento que obtuvo una mayor longitud del sistema radicular expresada en cm fue el tratamiento 2 (Arena de río 40% + Tamo 20% + Humus 40%) con un valor de 2,54 cm, mientras que el testigo tratamiento 4 (Arena de río 50% + Tamo 50%) obtuvo 2,26 cm. Se debe indicar que se obtuvo un coeficiente de variación de 16,81 %.

4.2 Identificación del sustrato más apropiado para la germinación del arazá, mediante la toma de datos en campo.

4.2.1 Porcentaje de germinación

En la tabla se puede observar la descripción del porcentaje de germinación que alcanzaron las plantas expresada en centímetros durante la fase del experimento.

Tabla 7. Porcentaje de germinación

Tratamiento	Descripción	Promedio
1	Arena de río 40% Tamo 20% Gallinaza 40%	0 d
2	Arena de río 40% Tamo 20% Humus 40%	92 a
3	Arena de río 40% Tamo 20% Compost 40%	11 c
4	Testigo convencional Arena de río 50% Tamo 50%	20 b
cv		12,85 %

Promedios del porcentaje de germinación e identificación del tratamiento con mejor promedio.
Castro, 2023

Según los datos recopilados se observa en la tabla 4 que a los 90 días existen diferencias significativas por lo que fue necesario la aplicación de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error indicando que el tratamiento que obtuvo un mayor porcentaje de germinación fue el tratamiento 2 (Arena de río 40% + Tamo 20% + Humus 40%) con un valor del 92%, mientras que el testigo tratamiento 4 (Arena de río 50% + Tamo 50%) obtuvo 20%. Se debe indicar que se obtuvo un coeficiente de variación de 12,85 %.

4.3 Relación beneficio – costo de los tratamientos en estudio

En la relación beneficio – costo, se implementó los costos que se llevó a cabo en la construcción del vivero, la ejecución de los sustratos a utilizar, evaluando los beneficios y los riegos que se originaron en la realización de las diferentes etapas del proyecto, sin embargo, se comprobó que el sustrato más favorable para la

germinación del arazá fue el tratamiento 2 (Arena de río 40%+Tamo 20%+ Humus 40%) obteniendo una relación beneficio – costo de \$1,09

Tabla 8. Relación beneficio – costo incluyendo los tratamientos y el rendimiento.

Nº	Tratamiento	Costo sin tratamiento	Costo tratamiento	Costo total	Rendimiento en unidades	Rendimiento en dolares	Beneficio neto	RBC
1	Arena de río 40% Tamo 20% Gallinaza 40%	929,62	133,75	1063,37	0	0	-1063,37	-1,00
2	Arena de río 40% Tamo 20% Humus 40%	929,62	257,5	1187,12	4968	2484	1296,88	1,09
3	Arena de río 40% Tamo 20% compots 40%	929,62	115	1044,62	594	297	-747,62	-0,72
4	Testigo convencional Arena de río 50% Tamo 50%	929,62	47,5	977,12	1080	540	-437,12	-0,45

Relación beneficio – costo del experimento
Castro, 2023

5. Discusión

Según la hipótesis planteada “Al menos uno de los tres sustratos mejora el proceso de germinación en arazá bajo condiciones de vivero” en base a la literatura consultada se obtuvo lo siguiente:

En efecto Hernández, Barrera y Carrillo (2006), mencionan que la germinación de arazá inicia a los 35 días y el máximo porcentaje de germinación es de 62% a los 112 días después de la siembra. A diferencia del tratamiento 2 (Arena de río 40% + Tamo 20% + Humus 40%), utilizando el método de escarificación mecánica se obtuvo el 92% de germinación a los 45 días después de la siembra. Cabe señalar que algo similar ocurre con los reportes hechos por Bedoya de Muñoz y Mejía (2018), indican que utilizando la escarificación mecánica en 100 semillas se obtuvo un porcentaje del 93.8% de germinación al día 50.

Según Saltos, Vásquez, Lazo y Murillo (2017), indican que la germinación del arazá se presentó a los 45 días después de la siembra, utilizando el método de escarificación química, demostró un porcentaje de germinación inferior al 40%. A diferencia de Torres, Correa y Díaz (2008), demuestran que desinfectando 98 semillas de arazá se obtuvo el 11.5% de germinación a los 48 días, cabe señalar que 10 días después de ser extraídas las semillas pierden rápidamente la capacidad de germinar.

Por otro lado, se evaluó el número de hojas en las plántulas de arazá el tratamiento 2 alcanzó un promedio de 7,15 de hojas, seguido por el tratamiento 3 obteniendo un promedio de 2,59 de hojas, de manera que el tratamiento 4 (testigo convencional) obtuvo un promedio de 5,18 de hojas, 90 días después de la siembra. Mientras que Bedoya de Muñoz y Mejía (2018), indican que a los 50 días después

de la siembra el arazá alcanzó un promedio de 9 hojas y el testigo convencional solo quedó en la emergencia de la radícula.

En el tratamiento 2 consiguió una altura promedio de 4,44 cm de las plántulas de arazá, seguido por el tratamiento 3 en donde se consiguió la altura promedio de 1,89 cm, continuando con el tratamiento 4 (testigo convencional) logrando un promedio de 3,98 cm de altura de las plántulas a los 90 días después de la siembra. Cabe indicar que hubo diferencias en los resultados obtenidos por (Diego, 2014), indica que utilizando mezclas de tierra negra con abonos orgánicos las plántulas de arazá obtuvieron una altura máxima de 12,3 cm a los 90 días después de la siembra, en otras palabras el comportamiento descrito en la germinación y desarrollo de las plántulas de arazá (*Eugenia stipitata*) es una especie de crecimiento lento.

6. Conclusiones

Luego de haber ejecutado la presente investigación en base a los objetivos se concluye lo siguiente:

Cabe señalar que el comportamiento agronómico de los tres sustratos en el cultivo de arazá, donde se obtuvo los siguientes promedios 90 días después de la siembra: tratamiento 1 (Arena de río 40%+Tamo 20%+Gallinaza 40%) no ocurrió el proceso de germinación, continuando con el tratamiento 2 (Arena de río 40%+Tamo 20%+Humus 40%) se obtuvo 7,15 hojas, 4,44 cm de altura de la planta y 2,54 cm de longitud del sistema radicular, superando los promedios de los demás tratamientos, el tratamiento 3 (Arena de río 40%+Tamo 20%+Compost 40%) se obtuvo 2,59 hojas, 3,94 cm de altura de la planta y 1,24 cm de longitud del sistema radicular.

Considerando que el sustrato más apropiado para la germinación del arazá se obtuvo el mejor resultado en el tratamiento 2 (Arena de río 40%+Tamo 20%+Humus 40%) dando el 92% de germinación.

Según la relación beneficio – costo de los tratamientos en estudio se obtuvo los mejores resultados en el tratamiento 2 (Arena de río 40%+Tamo 20%+Humus 40%) con una relación beneficio costo de 1,09 por lo tanto, significa que de cada dólar de inversión se recibe \$1,09 respectivamente.

7. Recomendaciones

Luego de haber analizado los resultados y conclusiones en base a la investigación se recomienda lo siguiente:

Se recomienda utilizar la mezcla de sustrato orgánico (Arena de río 40%+Tamo 20%+Humus 40%) para conseguir un apropiado comportamiento agronómico en las plántulas de arazá

Se recomienda utilizar el siguiente sustrato orgánico (Arena de río 40%+Tamo 20%+Humus 40%) para conseguir un mayor porcentaje de germinación de arazá (*Eugenia stipitata*), de manera que demostró ser el mejor tratamiento en las variables desarrolladas de la investigación.

Se recomienda efectuar ensayos modificando el porcentaje de gallinaza al ser incorporados en sustratos orgánicos, de modo que se pueda incrementar el porcentaje de germinación en las semillas de arazá.

Se recomienda realizar investigaciones cambiando el porcentaje de compost al ser utilizado en sustratos orgánicos, de manera que se pueda encontrar la cantidad ideal para germinación de las semillas de arazá

8. Bibliografía

- Abanto, C., García, D., Guerra, W., Murga, H., Saldaña, G., Vázquez, D., y Tadashi, R. (2016). Sustratos orgánicos en la producción de plantas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.). *Scientia Agropecuaria*, 7(3), 341–347, ISSN 2077-9917. doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.23>
- Abreu, E., Araujo, E., Rodríguez, L., Valdivia, A., Fuentes, L., y Pérez, Y. (2018). Efecto de la aplicación combinada de fertilizante químico y humus de lombriz en *Capsicum annuum*. *Centro Agrícola*, 45(1), 52-61, ISSN 0253-5785. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852018000100007&lng=es&tlng=es.
- Abril, R., Ruiz, T., Jatnel, L., Cabrera, G., y Olivier, M. (2018). Crecimiento inicial de *Eugenia stipitata*, *Inga spectabilis* e *Inga edulis* en Napo, Ecuador. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 275-291. doi:<https://doi.org/10.15517/ma.v29i2.28759>
- Araméndiz, H., Cardona, C., y Correa, E. (2013). Efecto de diferentes sustratos en la calidad de plántulas de berenjena (*Solanum melongena* L.). *Revista colombiana de ciencias hortícolas*, 7(1), 5-61, ISSN 2011-2173. doi:<http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2013v7i1.2035>
- Arce, O., Campos, R., y Brenes, L. (2020). Evaluación del manejo y disposición final de la gallinaza de reproductora pesada usada como abono orgánico en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 33(1), 165-177, ISSN 0379-3982. doi:<https://doi.org/10.18845/tm.v33i1.5030>
- Badillo, L. (5 de mayo de 2009). *Ley orgánica del regimen de la soberanía alimentaria: Registro Oficial Suplemento 583*. Quito, Ecuador. Recuperado

- de http://www.ruminahui-faenamiento.gob.ec/lotaip2018/octubre/documentos/ley_o_r_s_a.pdf
- Barbaro, L., Karlanian, M., Rizzo, P., y Riera, N. (2019). Caracterización de diferentes compost para su uso como componente de sustratos. *Chilean Journal Of Agricultural & Animal Sciences*, 35(2), 126-136, ISSN 0719-3890. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000309>
- Bedoya de Muñoz, C., y Mejía, M. (2018). *Estudiar el efecto del tipo de propagación sexual y asexual sobre la germinación de algunas especies promisorias: Arazá, Eugenia stipitata MacVaugh; Copoazú, Theobroma grandiflorum Wild ex Spreng (SHUM) y Camu camu, Myrciaria dubia, (H.B.K.) MacVaugh.* Universidad Nacional de Medellín, Colombia.
- Benítez, G., Equihua, M., y Pulido , M. (2002). Diagnóstico de la situación de los viveros oficiales de Veracruz y su papel para apoyar programas de reforestación y restauración. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 8(1), 5-12, ISSN: 2007-3828. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62980101>
- Cruz, E., Can, A., Sandoval, M., Bugarín, R., Robles, A., y Juárez, P. (2012). Sustratos en la horticultura. *Bio Ciencias*, 2(2), 17-26, ISSN: 2007-3380 . Recuperado de <http://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/31/29>
- Cruz, J., Álvarez, J., Soria, M., y Candelaria, B. (2016). Producción de sustratos orgánicos para ornamentales a menor costo que los importados. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(1), 44-49, ISSN: 1010-2760. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93242698008>

- Cuellar, F., Ariza, E., y Anzola, C. (2013). Estudio De La Capacidad Antioxidante Del Arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh) Durante La Maduración. *Revista Colombiana de Química*, 42(2), ISSN: 0120-2804. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309032109003>
- Diego, L. (2014). *Viabilidad De Propagación A Nivel Sexual De Stachytarpheta cayennensis C. Rich. (Verbena), Inga edulis Mart. (Guaba bejuco), Couroupita guianensis Aubl. (Istundu), Eugenia stipitata Mc Vaugh. (Arazá) En La Provincia De Pastaza Cantón Pastaza*. Universidad Estatal Amazónica, Puyo - Pastaza - Ecuador.
- Erazo, G. (2014). *Proceso tecnológico de producción de jugo de arazá (Eugenia stipitata), aromatizado con esencia de maracuya, en el Cantón Quevedo (tesis pregrado)*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Rios, Ecuador.
- Escobar, C., Zuluzaga, j., & Martínez, A. (1996). *Cultivo de araza (Eugenia stipitata)*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Florencia, Caquetá.
- Esmeralda, J., y Nazareno, J. (2018). *Estudio bromatológico de la especie ecuatoriana arazá (Eugenia stipitata) de diferente origen geográfico (tesis pregrado)*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Estrada, M. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Lasallista de Investigación*, 2(1), 43-48, ISSN: 1794-4449. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520108>
- Falcon, E., Cobas, M., Bonilla, M., y Rodríguez, O. (2021). Efecto del sustrato y la micorriza arbuscular en el sistema radical y estado nutricional de *Swietenia mahagoni* L. Jacq. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 9(3), 395-411,

ISSN 2310-3469. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692021000300395&lng=es&tlng=es.

Falconí, J., Valdiviezo, C., y Ramírez, L. (2021). Predicción del tiempo de liofilización del arazá (*Eugenia stipitata*) mediante modelos matemáticos. *Ecuadorian Science Journal*, 5(4), 89-97, ISSN: 2602-8077. doi:<https://doi.org/10.46480/esj.5.4.172>

Falconí, J., Valdiviezo, C., y Ramírez, L. (2022). Estimación de Propiedades Térmicas mediante Modelos Matemáticos para Determinar el Tiempo de Congelación de Arazá (*Eugenia Stipitata*). *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.*, 2(1), 113-128. doi:[10.18502/epoch.v2i2.11188](https://doi.org/10.18502/epoch.v2i2.11188)

Google Maps. (13 de junio de 2022). *Ubicación del Cantón EL Triunfo*. Recuperado de <https://www.google.com.ec/maps/place/2%C2%B020'14.0%22S+79%C2%B024'28.0%22W/@-2.3372168,-79.4099665,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x0:0x29154a29aa5ac4d6!8m2!3d-2.3372222!4d-79.4077778?hl=es>

Hernández, M., Arjona, H., Coba, B., Gerhard , F., y Orlando , M. (2002). Crecimiento físico y anatómico del fruto de arazá. *Agronomía Colombiana*, 19(1-2), 13-21, ISSN: 2357-3732. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/256487170_Crecimiento_fisico_y_anatomico_del_fruto_de_Araza_Eugenia_stipitata_Mc_Vaugh

Hernández, M., Barrera, J., y Carrillo, M. (2006). Arazá. *Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-Sinch*, 44(5), 27-53, ISBN 958-8317-08-3.

- Recuperado de https://sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/araza_2web.pdf
- Hernández, M., Barrera, J., Fernández, J., Carrillo, M., y Bardales, X. (2007). Manual de manejo de cosecha y postcosecha de frutos de Arazá (*Eugenia stipitata* Mc. Vaught) en la amazonia colombiana. *Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-Sinchi*, 44(5), 13-15, ISBN: 958-8317-11-3.
- Recuperado de <https://www.sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/arazamanejo.pdf>
- Hernández, R. (2012). *Metodologías de evaluación, caracterización y programación del riego en sustratos (tesis de pregrado)*. Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila.
- Loaiza, E., Ponce, H., y Fiallos, H. (2018). Análisis de Emprendimiento de Yogurt a base de Arazá en la Ciudad de Guayaquil. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 2, 847-876, ISSN: 2588-073X. doi: 10.26820/recimundo/2.esp.2018.847-876
- Masaguer, A., Cruz, M., y Navas, M. (2005). *La solución integral de bioestimulantes exclusivos*. Revista Phytoma, España. Recuperado de <https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/169-mayo-2005/sustratos-de-cultivo-nueva-alternativa-eco-compatible>, de Sustratos de cultivo: nueva alternativa eco-compatible.
- Mendoza, O., y Pinedo, M. (1992). *Veinte Años De Investigación Agrícola Avances y Perspectivas*. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial Estación Experimental Agropecuaria "San Roque", Iquitos, Perú.

- Monsalve, O., Hena, M., y Gutiérrez, J. (2021). Caracterización De Materiales Con Uso Potencial Como Sustratos En Sistemas De Cultivo Sin Suelo. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 22(1), ISSN 2500-5308. doi:10.21930/rcta.vol22_num1_art:1977.
- Moreno, S. (2020). *Evaluación de sustratos, para la germinación y desarrollo vegetativo de las especies (Theobroma cacao L), (Cedrela odorata L) y (Clathrotropis brunnea A), en el municipio de Girón Santander (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia-Unad, Bucaramanga. Obtenido de Universidad Nacional Abierta y a Distancia – Unad.
- Munzón, M. (2013). *Comportamiento de dos híbridos de pimiento capsicum annum l, en diferentes sustrato hidropónicos en el cantón El Triunfo provincia del Guayas (tesis de maestría)*. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
- Nieto, A., y Viñamahua, L. (2020). *“Estudio Del Comportamiento Vitamínico Del Arazá (Eugenia Stipitata) En Diferentes Estados De Maduración” (tesis de pregrado)*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Niño, M., y Otálvaro, M. (2013). *El arazá en Colombia características, producción y potencial exportador (tesis pregrado)*. Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, Bogotá D.C.
- Noguera, Á., Reyes, N., y Mendieta, B. (2018). *Guía de establecimiento vivero moringa*. Universidad Nacional Agraria Promarango, Managua, Nicaragua.
- Oliverio, M. (2014). *Evaluación de cinco sustratos para la producción en vivero de palo blanco (Tabebuia donnell-smithii Rose); Santa Catalina la Tinta, Alta Verapaz (tesis de pregrado)*. Universidad Rafael Landívar, San Juan Chamelco, Alta Verapaz.

- Ortega, L., Sánchez, J., Díaz, R., y Ocampo, J. (2010). Efecto De Diferentes Sustratos En El Crecimiento De Plántulas De Tomate (*Lycopersicon esculentum* MILL). *Revista Ra Ximhai*, 6(3), 365-372, ISSN: 1665-0441. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46116015005>
- Oviedo, E., Marmolejo, L., y Torres, P. (2017). Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. Lecciones desde Colombia. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 18(1), 31-42, ISSN 1405-7743. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432017000100031&lng=es&tlng=es.
- Pastor, J. (1999). Utilizacion de sustratos en viveros. *Terra Latinoamericana*, 17(3), 231-235, ISSN: 2395-8030. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317307.pdf>
- Pinedo, M., Ramírez, F., y Blasco, M. (1981). *Notas preliminares sobre el arazá (Eugenia stipitata) frutal nativo de la amazonia peruana*. Instituto Iberoamericano de Ciencias Agrícolas-OEA Oficinas en Perú, Lima.
- Pino, J., y Quijano, C. (2007). Volatile compounds of arazá fruit (*Eugenia stipitata* McVaught). *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, 38(3), 363-366, ISSN: 1015-8553. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181621616001>
- Pire, R., y Pereira, A. (2003). Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. propuesta metodológica. *Bioagro*, 15(1), 55-64, ISSN 1316-3361. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612003000100007&lng=es&tlng=es.

- Quevedo, E. (1995). Aspectos agronómicos sobre el cultivo del arazá (*Eugenia stipitata* Me Vaugh). *Revista Agronomía Colombiana*, 12(1), 25-67. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/48736/28035-99346-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez, G. (2020). Reproducción de especies forestales nativas por medio del establecimiento de un vivero en Cedeagro – INTEP Municipio DE Roldanillo Valle del Cauca. *Nueva Generacion Revista de Investigación*, 3(7), 81-92, ISSN 2665-4121. Recuperado de https://www.intep.edu.co/Es/Usuarios/Institucional/UADMON/2020_2/Revista/Nueva_Generacion_III_Edicion.pdf
- Rodríguez, N., Cano, P., Figueroa, U., Palomo, A., Favela, E., Álvarez, V. d., . . . Moreno, A. (2008). Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(3), 265-272, ISSN 0187-7380. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61031310>
- Román, P., Martínez, M., y Pantoja, A. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor Experiencias en América Latina (FAO)*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Santiago de Chile.
- Saltos, R., Vásquez, T., Lazo, J., y Murillo, G. (2017). Germinación, diámetro de semilla y tratamientos pregerminativos en especies con diferentes finalidades de uso. *Agronomía Mesoamericana*, 28(3), 703-717, ISSN: 1021-7444. doi:<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15517/ma.v28i3.26205>

- Sarmiento, O. (2013). *Influencia de la deforestación indiscriminada en la desaparición de variedades de cítricos en la comunidad de tashapi (tesis de pregrado)*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
- Torres, c., Correa , N., y Díaz, J. (2008). Caracterización de Microorganismos Fúnicos en Semillas de Arazá (*Eugenia stipitata*). *Orinoquia*, 12(1), 31- 44. ISSN: 0121-3709. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89612104>
- Traña, M. (2020). *Monitoreo del cultivo de guayaba (Psidium guajava L) en la empresa agroindustrial Callejas Sequeira e Hijos (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Valdivieso, O. (2017). *“Comportamiento agronómico del cultivo de tabaco (Nicotiana tabacum) sembrado en cinco clases de sustratos a nivel de invernadero” (tesis de pregrado)*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.
- Vargas, A., Rivera, Á., y Narváez, C. (2005). Capacidad Antioxidante Durante La Maduración De Arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh). *Revista Colombiana de Química*, 34(1), ISSN 2357-3791. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28042005000100005&lng=en&tlng=es.
- Vargas, S. (2018). *Eficacia de la ceniza de cascarilla de arroz en el cultivo de plantones de Citrus reticulata en el Centro de Producción e Investigación Pabloyacu (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Moyobamba, Perú.
- Velalcazar, K. (2019). *Factor sustrato y cobertura en la germinación y desarrollo inicial de patrones de cacao (Theobroma cacao L.) en vivero, finca*

experimental La Represa (tesis de pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

Zambrano, C. (2014). *“Elaboración De Pulpa A Base De Arazá (Eugenia Stipitata), Utilizando Tratamientos Térmicos Para Su Conservación Natural” (tesis de pregrado)*. Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Manabí, Ecuador.

9. Anexos

Tabla 9 A. Datos de campo del porcentaje de germinación

N°	Tratamientos	Bloques					Suma	Promedio
		1	2	3	4	5		
1	Arena de río 40%							
	Tamo 20%							
	Gallinaza 40%	0	0	0	0	0	0	0
2	Arena de río 40%							
	Tamo 20%							
	Humus 40%	90	85	100	90	95	460	92
3	Arena de río 40%							
	Tamo 20%							
	Compost 40%	10	15	5	10	15	55	11
4	Testigo convencional							
	Arena de río 50%	20	25	15	20	20	100	20
	Tamo 50%							

Datos de campo del porcentaje de germinación
Castro, (2023)

Tabla 9 B. Análisis de la varianza porcentaje de germinación

Porcentaje de germinación

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Porcentaje de germinación	20	0,99	0,99	12,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	26013,75	3	8671,25	554,96	<0,0001
Tratamiento	26013,75	3	8671,25	554,96	<0,0001
Error	250,00	16	15,63		
Total	26263,75	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,15255

Error: 15,6250 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
2	92,00	5	1,77	A
4	20,00	5	1,77	B
3	11,00	5	1,77	C
1	0,00	5	1,77	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Castro, 2023

Tabla 10 A. Datos de campo número de hojas (70 días)

N°	Tratamientos	Bloques					Suma	Promedio
		1	2	3	4	5		
1	Arena de río 40% Tamo 20% Gallinaza 40%	0	0	0	0	0	0	0
2	Arena de río 40% Tamo 20% Humus 40%	4,89	4,41	4,46	4,46	5,88	24,11	4,82
3	Arena de río 40% Tamo 20% Compost 40%	1,33	1,50	1,37	2,29	1,40	7,89	1,58
4	Testigo convencional Arena de río 50% Tamo 50%	3	3,4	2	2,1	3,4	13,9	2,78

Datos de campo número de hojas (70 días)
Castro, 2023

Tabla 10 B. Análisis de la varianza número de hojas (70 días)

Número de hojas (70 días)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de hojas (70 días)..	20	0,93	0,92	22,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	62,45	3	20,82	76,67	<0,0001
Tratamiento	62,45	3	20,82	76,67	<0,0001
Error	4,34	16	0,27		
Total	66,79	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,94284

Error: 0,2715 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
2	4,82	5	0,23	A
4	2,78	5	0,23	B
3	1,51	5	0,23	C
1	0,00	5	0,23	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Castro, 2023

Tabla 11 A. Datos de campo número de hojas (90 días)

N°	Tratamientos	Bloques					Suma	Promedio
		1	2	3	4	5		
1	Arena de río 40% Tamo 20% Gallinaza 40%	0	0	0	0	0	0	0
2	Arena de río 40% Tamo 20% Humus 40%	6,50	6,59	7,00	7,00	8,65	35,74	7,15
3	Arena de río 40% Tamo 20% Compost 40%	1,80	2,25	2,07	3,00	3,81	12,93	2,59
4	Testigo convencional Arena de río 50% Tamo 50%	5,83	5,10	5,00	4,00	5,98	25,91	5,18

Datos de campo número de hojas (90 días)
Castro, 2023

Tabla 11 B. Análisis de la varianza número de hojas (90 días)

Número de hojas (90 días)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de hojas (90 días)	20	0,95	0,94	18,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	144,61	3	48,20	97,52	<0,0001
Tratamiento	144,61	3	48,20	97,52	<0,0001
Error	7,91	16	0,49		
Total	152,52	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,27218

Error: 0,4943 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
2	7,15	5	0,31	A
4	5,18	5	0,31	B
3	2,63	5	0,31	C
1	0,00	5	0,31	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Castro, 2023

Tabla 12 A. Datos de campo altura de la planta (70 días)

N°	Tratamientos	Bloques					Suma	Promedio
		1	2	3	4	5		
1	Arena de río 40% Tamo 20% Gallinaza 40%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Arena de río 40% Tamo 20% Humus 40%	3,28	2,79	2,81	4,15	4,32	17,36	3,47
3	Arena de río 40% Tamo 20% Compost 40%	1,02	1,15	1,03	1,08	1,13	5,41	1,08
4	Testigo convencional Arena de río 50% Tamo 50%	2,45	2,06	1,67	2,20	2,15	10,53	2,11

Datos de campo altura de la planta (70 días)

Castro, 2023

Tabla 12 B. Análisis de la varianza altura de la planta (70 días)

Altura de la planta (70 días)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de la planta (70 di..	20	0,93	0,92	23,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32,85	3	10,95	71,31	<0,0001
Tratamiento	32,85	3	10,95	71,31	<0,0001
Error	2,46	16	0,15		
Total	35,30	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,70902

Error: 0,1535 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
2	3,47	5	0,18	A
4	2,11	5	0,18	B
3	1,08	5	0,18	C
1	0,00	5	0,18	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Castro, 2023

Tabla 13 A. Datos de campo altura de la planta (90 días)

N°	Tratamientos	Bloques					Suma	Promedio
		1	2	3	4	5		
1	Arena de rio 40% Tamo 20% Gallinaza 40%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Arena de rio 40% Tamo20% Humus 40%	3,50	4,25	3,91	4,87	5,67	22,19	4,44
3	Arena de rio 40% Tamo 20% Compost 40%	1,80	2,02	1,90	1,67	2,06	9,45	1,89
4	Testigo convencional Arena de rio 50% Tamo 50%	4,42	4,65	3,15	3,35	4,14	19,71	3,94

Datos de campo altura de la planta (90 días)

Castro, 2023

Tabla 13 B. Análisis de la varianza altura de la planta (90 días)

Altura de la planta (90 días)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de la planta (90 di..	20	0,93	0,92	21,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	61,97	3	20,66	69,67	<0,0001
Tratamiento	61,97	3	20,66	69,67	<0,0001
Error	4,74	16	0,30		
Total	66,71	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,98523

Error: 0,2965 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
2	4,44	5	0,24	A
4	3,94	5	0,24	A
3	1,93	5	0,24	B
1	0,00	5	0,24	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Castro, 2023

Tabla 14 A. Datos de campo longitud del sistema radicular (cm)

N°	Tratamientos	Bloques					Suma	Promedio
		1	2	3	4	5		
1	Arena de rio 40% Tamo 20% Gallinaza 40%	0	0	0	0	0	0	0
2	Arena de rio 40% Tamo20% Humus 40%	2,31	2,49	2,06	2,82	3,03	12,7	2,54
3	Arena de rio 40% Tamo 20% Compost 40%	1,02	1,13	1,18	1,15	1,70	6,18	1,24
4	Testigo convencional Arena de rio 50% Tamo 50%	2,12	2,36	2,50	2,26	2,05	11,29	2,26

Datos de campo longitud del sistema radicular (cm)
Castro, 2023

Tabla 14 B. Análisis de la varianza longitud del sistema radicular (cm)

Longitud del sistema radicular (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud del sistema radic..	20	0,95	0,94	16,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19,91	3	6,64	103,27	<0,0001
Tratamiento	19,91	3	6,64	103,27	<0,0001
Error	1,03	16	0,06		
Total	20,94	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,45871

Error: 0,0643 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2	2,54	5	0,11 A
4	2,26	5	0,11 A
3	1,23	5	0,11 B
1	0,00	5	0,11 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Castro, 2023

Tabla 15. Costo de producción de 6000 plántulas de arazá sin considerar los tratamientos.

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario \$	Valor Total \$
Materiales				
Semillas	Unidad	6000	0,02	120
Fundas	Unidad	6000	0,01	60
Insumos				
Insecticida	L	1	12	12
Fungicida	Kg	1	22	22
Gasolina y aditivo	Gl	7	21,35	21,35
Mano de obra				
Llenado de fundas	Jornal	6	25	150
Siembra	Jornal	4	25	100
Mantenimiento	Jornal	10	20	200
Adecuación y arriendo del vivero		1	200	200
Subtotal				885,35
				44,27
Total				929,62

Datos del costo de producción sin considerar los tratamientos
Castro, 2023

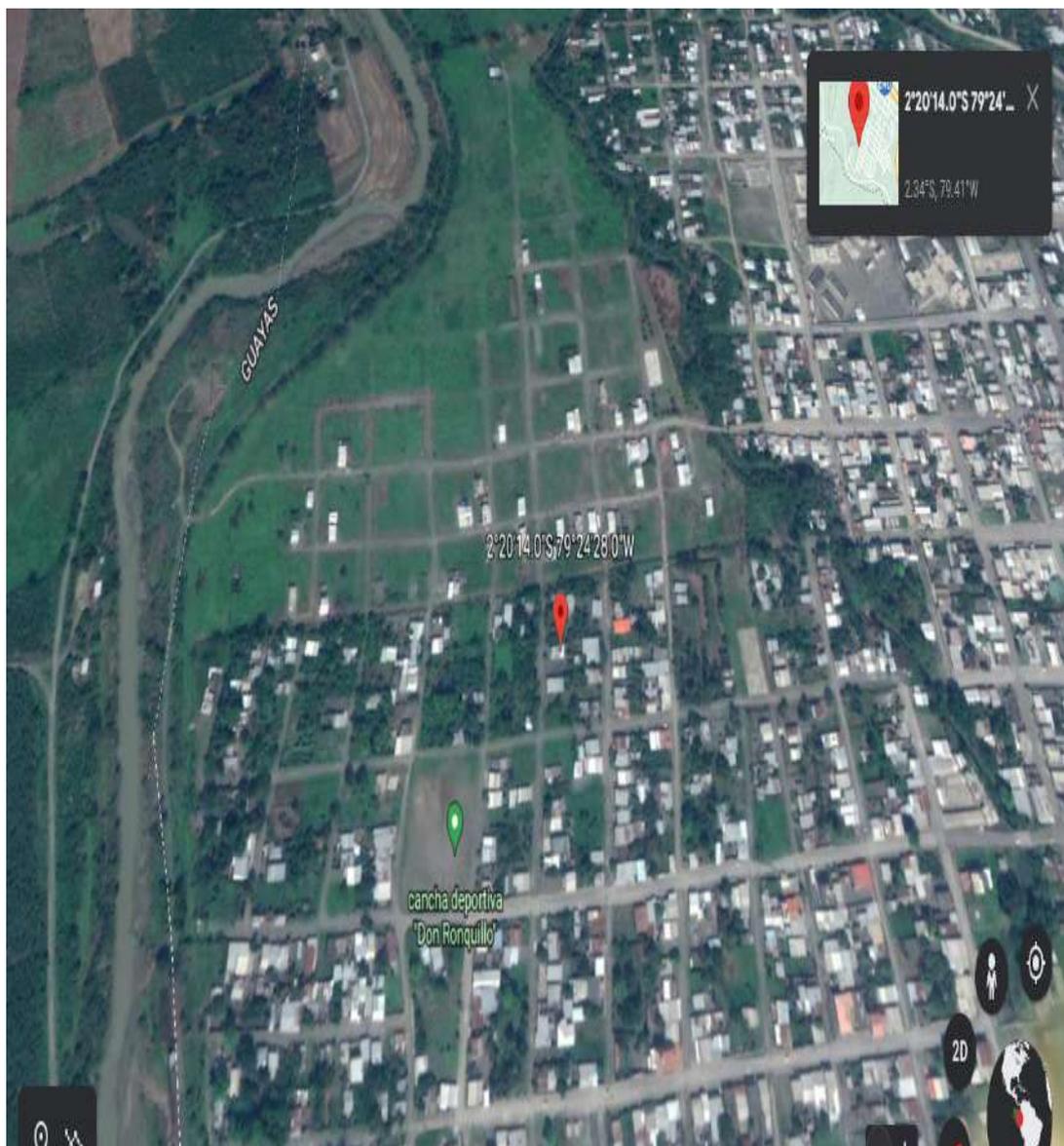


Figura 1. Ubicación del diseño experimental
(Google Maps, 2022).

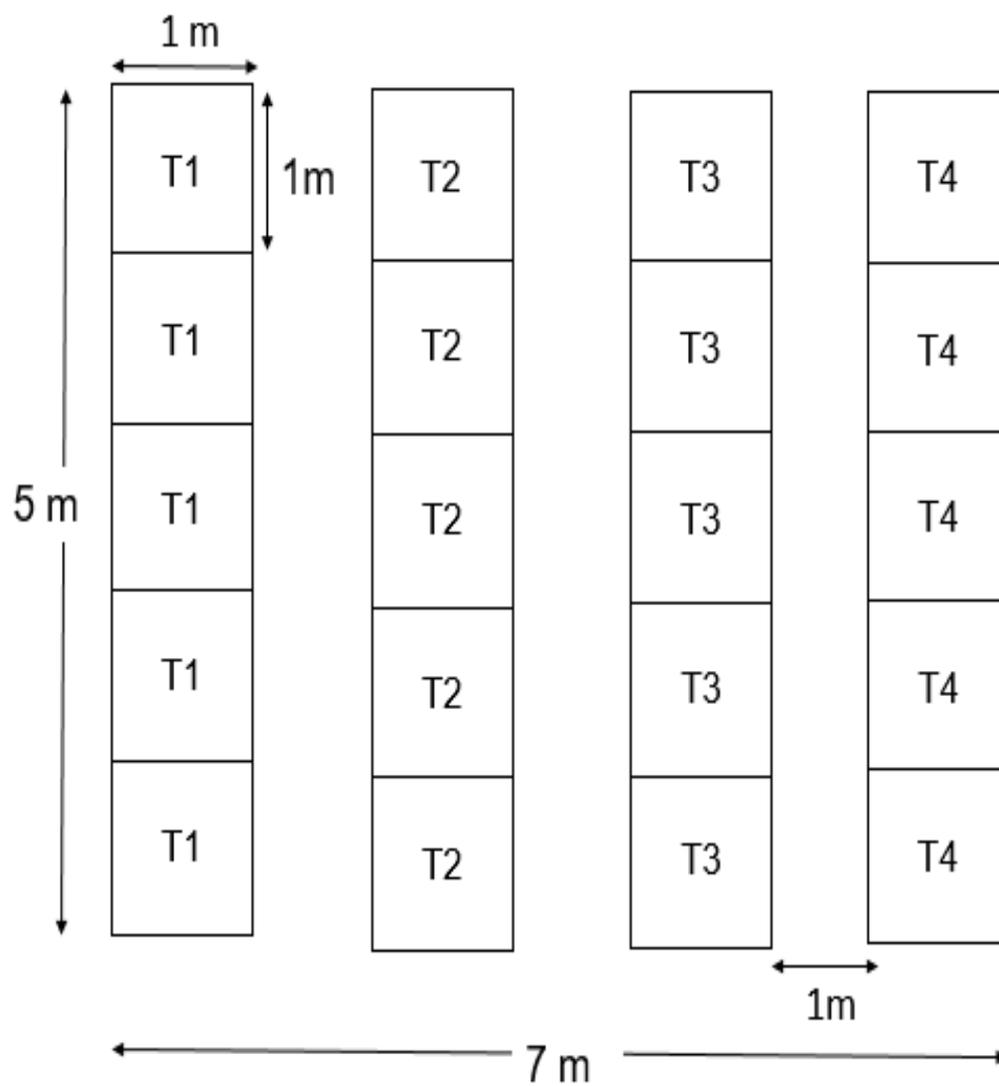


Figura 2. Croquis de campo
Castro, 2023

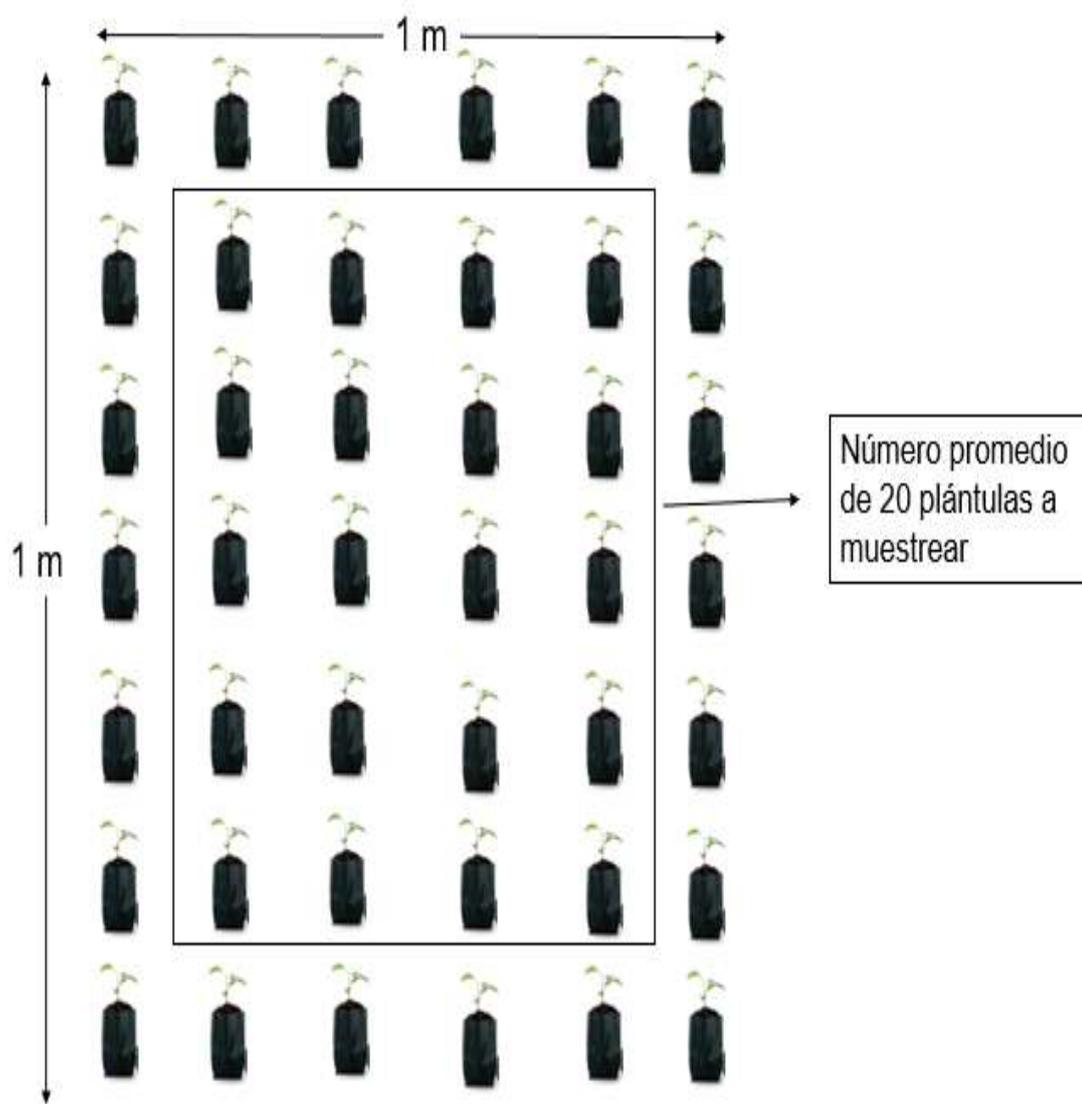


Figura 3. Croquis de parcela
Castro, 2023

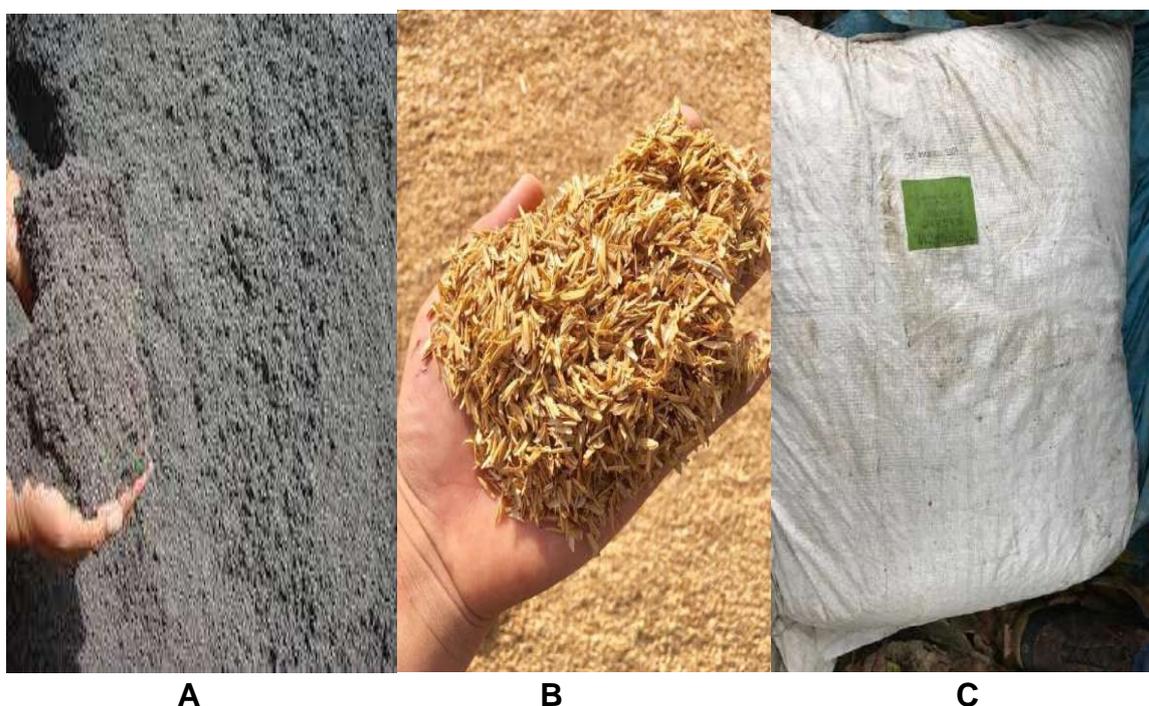


A

B

C

Figura 4. A, B, C: Sustratos (Arena de río 40% + Tamo 20% + Gallinaza 40%)
Castro, 2023



A

B

C

Figura 5. A, B, C: Sustratos (Arena de río 40% + Tamo 20% + Humus 40%)
Castro, 2023



Figura 6. A, B, C: Sustratos (Arena de río 40% + Tamo 20% + Compost 40%)
Castro, 2023

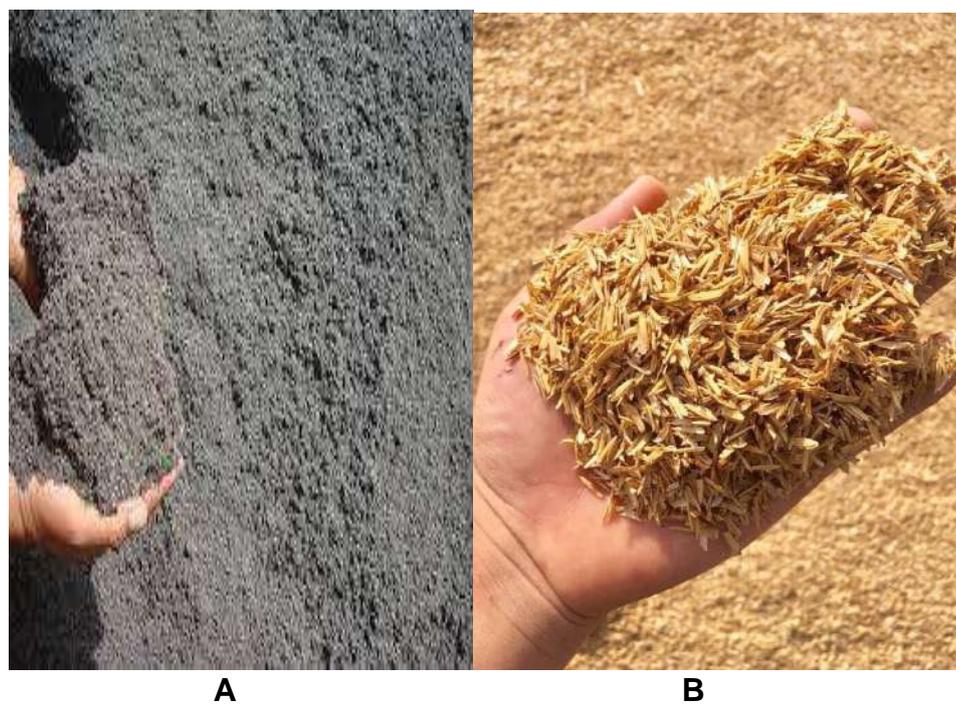


Figura 7. A, B: Sustratos testigo convencional (Arena de río 50% + 50% Tamo)
Castro, 2023



Figura 8. Limpieza del área de estudio
Castro, 2023



Figura 9. Efectuando los huecos con el cava hoyo para la instalación del vivero
Castro, 2023



Figura 10. Colocación del zaran
Castro, 2023



Figura 11. Extracción de las semillas
Castro, 2023

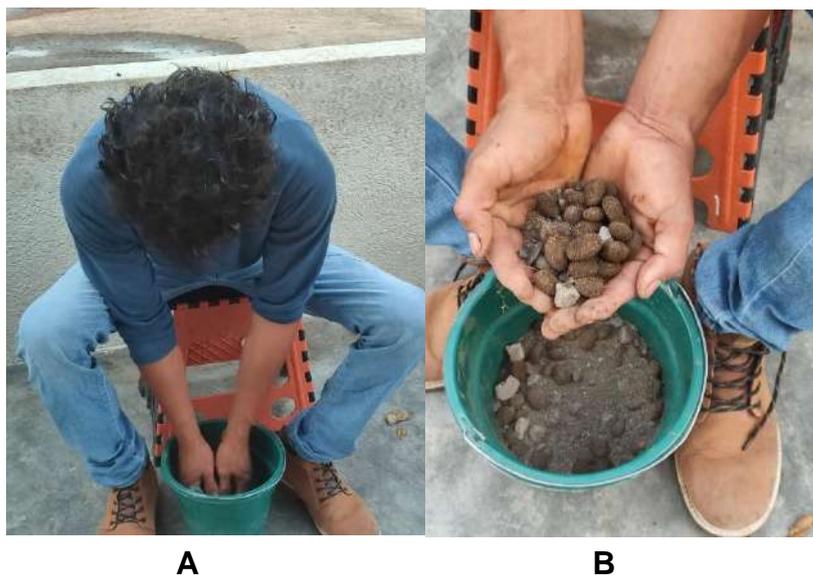


Figura 12. A, B: Remoción de la pulpa adherida en la semilla utilizando arena
Castro, 2023



Figura 13. Tratamiento pre-germinativo de las semillas
Castro, 2023



Figura 14. Preparación de las mezclas de los sustratos
Castro, 2023



Figura 15. Llenado de las fundas con los diferentes sustratos
Castro, 2023



Figura 16. Siembra del arazá
Castro, 2023



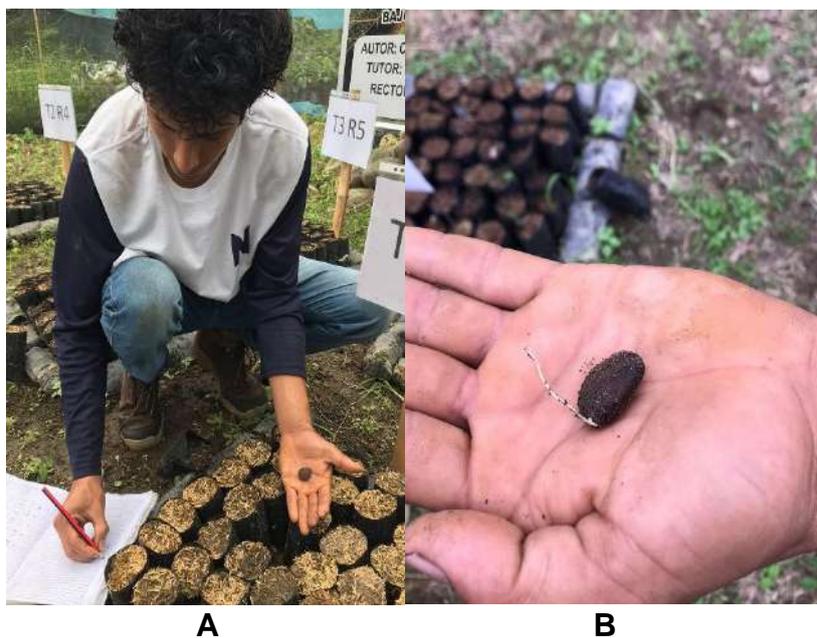
Figura 17. Tratamientos en estudio
Castro, 2023



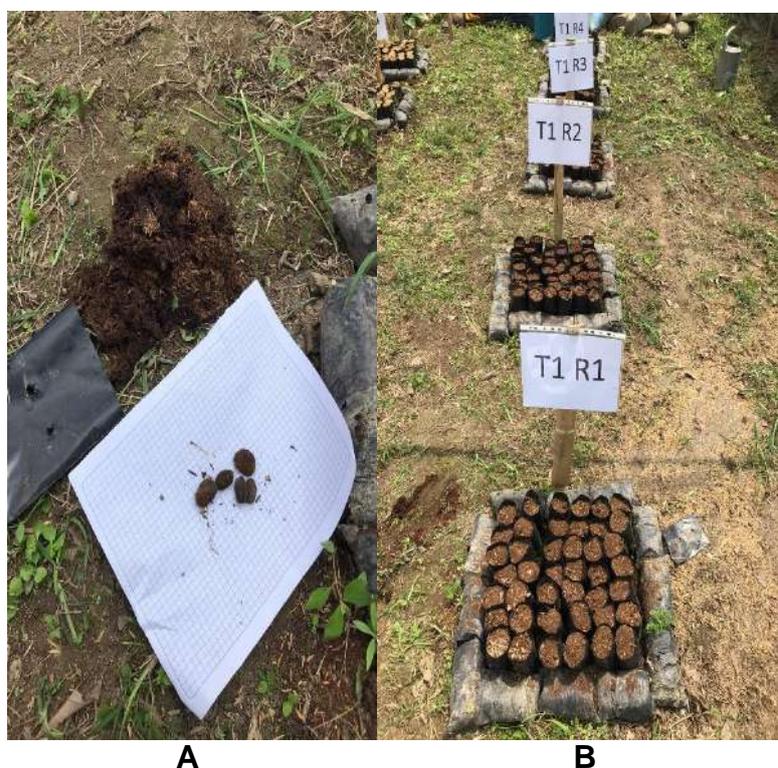
Figura 18. Riego del vivero de manera manual
Castro, 2023



Figura 19. Control de malezas de manera manual
Castro, 2023



**Figura 20. A, B: Toma de datos de la germinación del arazá
Castro, 2023**



**Figura 21. A, B: Tratamiento 1 Arena de río + tamo + gallinaza (40%+20%+40%),
no ocurrió el proceso de germinación
Castro, 2023**



Figura 22. Visita del tutor
Castro, 2023



Figura 23. A, B: Recopilación de datos 70 días después de la siembra
Castro, 2023



**Figura 24. A, B, C, D: Recopilación de datos 90 días después de la siembra
Castro, 2023**

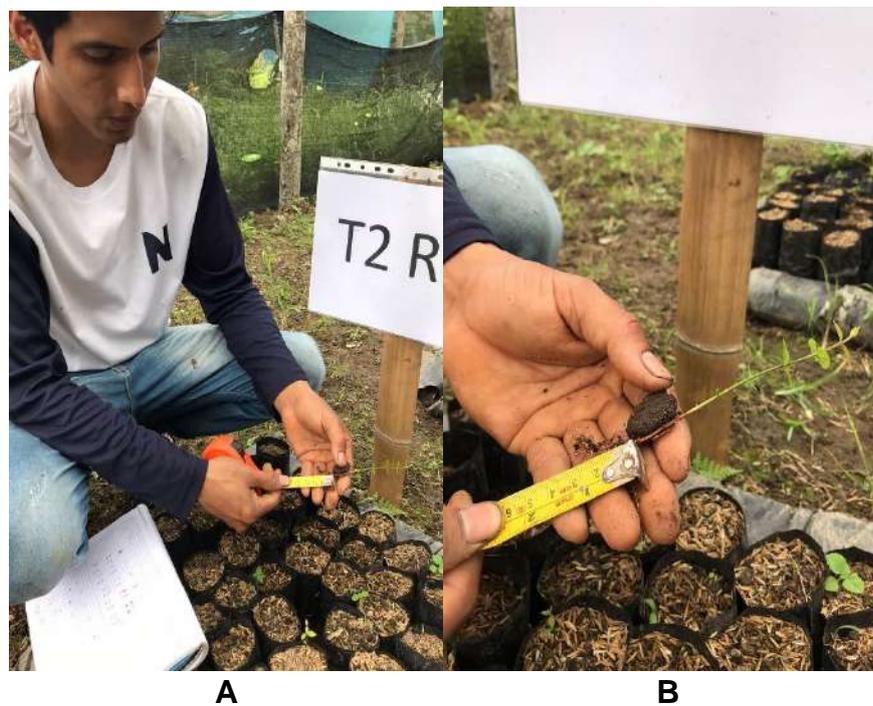


Figura 25. A, B: Longitud del sistema radicular (cm)
Castro, 2023



Figura 26. Finalización del experimento
Castro, 2023