



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE AGRONOMIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS EN LA PROPAGACION DEL
GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*) CON TRES TIPOS DE SUSTRATOS
EN EL VIVERO DEL CAMPUS SALACHE, DEL CANTÓN
LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2023”.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma

Autora:

Pillajo Quiñonez Joanna Lisbeth

Tutor:

Castillo de la Guerra Clever Gilberto

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Pillajo Quiñonez Joanna Lisbeth, con cédula de ciudadanía No. 1724987811, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Evaluación de tres métodos en la propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) con tres tipos de sustratos en el vivero del campus Salache, del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, 2023”, siendo el Ingeniero, Mg Castillo de la Guerra Clever Gilberto, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 15 de febrero del 2023

Joanna Lisbeth Pillajo Quiñonez

Estudiante

CC:1724987811

Ing. Clever Gilberto Castillo de la Guerra, Mg.

Docente Tutor

CC: 0501715494

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 **PILLAJO QUIÑONEZ JOANNA LISBETH**, identificado con cédula de ciudadanía **1724987811** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Doctor Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación de tres métodos en la propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) con tres tipos de sustratos en el vivero del campus Salache, del cantón Latacunga, provincia de 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: marzo 2019 – agosto 2019

Finalización: octubre 2022- marzo 2023

Aprobación en Concejo Directivo: 30 de noviembre del 2023

Tutor: Ingeniero Clever Gilberto Castillo de la Guerra, Mg.

Tema: “Evaluación de tres métodos en la propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) con tres tipos de sustratos en el vivero del campus Salache, del cantón Latacunga, provincia de 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, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) 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 obligado a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

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

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **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 las cláusulas cuartas, 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 de febrero del 2023.

Joanna Lisbeth Pillajo Quiñonez

LA CEDENTE

Dr. Cristian Tinajero Jiménez

LA LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“EVALUACIÓN DE TRES METODOS DE PROPAGACION DEL GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*) CON TRES SUSTRATOS EN EL VIVERO DEL CAMPUS SALACHE, CANTON LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI 2023”, de Pillajo Quiñonez Joanna Lisbeth, de la carrera de Ingeniería Agronómica, 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 2023

Ing. Clever Gilberto Castillo de la Guerra, Mg.

DOCENTE TUTOR

CC: 0501715494

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Pillajo Quiñonez Joanna Lisbeth, con el título de Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DE TRES METODOS DE PROPAGACION DEL GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*) CON TRES SUSTRATOS EN EL VIVERO DEL CAMPUS SALACHE, CANTON LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI 2023”, ha 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 los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Lector 1 (Presidenta)

Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo, Mg.

CC:180190290-7

Lector 2

Ing. Ilbay Yupa Mercy Lucila, Ph.D.

CC: 060414790-0

Lector 3

Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.

CC: 050240972-5

AGRADECIMIENTO

A Dios quien me ha permitido nacer en un hogar unido y lleno de amor y así permitirme culminar mi meta, a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional, sobre todo por la confianza que depositaron en mí ya que fueron el pilar primordial dándome muchas fuerzas.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi que me ha dado la oportunidad de formarme académicamente.

También quiero expresar mi fraterno agradecimiento al Ing. M.Sc. Clever Castillo (Tutor de Proyecto) por el apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en esta última etapa de la carrera, y realmente agradecida a cada uno de los docentes de la carrera de agronomía por sus conocimientos impartidos ya que me brindaron su confianza, paciencia, motivación y el poder tener la amena amistad, realmente agradecida.

Joanna Lisbeth Pillajo Quiñonez

DEDICATORIA

A Dios quién supo guiarme por el buen camino, dándome fuerzas para seguir adelante.

A mis padres Marcelo y Elizabeth, por su amor, trabajo y sacrificio en estos años, gracias por ser mi fortaleza e inspiración por lo cual hemos logrado llegar hasta aquí, es un orgullo y privilegio ser su hija, son los mejores padres.

A mis hermanos Kevin, Adriana y Santiago por el apoyo moral, el amor y cariño que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida, gracias a cada uno de ellos y las personas que han colaborado en este hermoso proyecto de vida compartiendo sus conocimientos. Por estar siempre presentes acompañándome en todo momento para poderme realizar como profesional.

Joanna Lisbeth Pillajo Quiñonez

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS EN LA PROPAGACIÓN DEL GUARANGO (*CAESALPINIA SPINOSA*) CON TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN EL VIVERO DEL CAMPUS SALACHE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2023”

AUTORA: Pillajo Quiñonez Joanna Lisbeth

RESUMEN

En la presente investigación se determinó la evaluación de tres métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) con tres tipos de sustratos en el vivero del campus Salache, del cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi 2023. Se estableció un diseño completamente al azar (DCA), con tres métodos (Choque térmico; Escarificación; Cautín) con tres tipos de sustratos (Turba 100%; Tierra negra 100%; Turba 50% más Tierra negra 50%); con un arreglo factorial de (3x3x3), con un total de 27 unidades experimentales, se aplicó la prueba Tukey al 5%, a los 30 y 60 días, las plantas de guarango a evaluar se seleccionaron al azar. Se concluye que el mejor método de propagación del guarango a los 60 días es el M3 (Método Cautín) el cual presenta una media de 7 plantas germinadas de un total de 10 plantas, además, se determinó que el sustrato para la propagación del guarango para la altura a los 60 días es el s3 (turba 50% más tierra negra 50%) obteniendo una media de 10,9 cm de altura. En la Interacción a los 60 días el T9 (cautín con Turba 50% más Tierra negra 50%), que represento el rango A obtuvo 8 plantas germinadas, y una altura de 11,20 cm, con de 8 hojas compuestas.

Palabras claves: guarango, choque térmico, escarificación, cautín, sustratos.

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

**TITLE: " EVALUATION OF THREE METHODS IN THE PROPAGATION OF
GUARANGO (CAESALPINIA SPINOSA) WITH THREE TYPES OF SUBSTRATES
IN THE NURSERY OF SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI, 2023"**

AUTHOR: Pillajo Quiñonez Joanna Lisbeth

ABSTRACT

In the present research, the evaluation of three methods in the propagation of guarango (*Caesalpinia spinosa*) with three types of substrates in the nursery of Salache, Latacunga, Cotopaxi, 2023. A completely randomized design (DCA) was established, with three methods (Thermal shock; Scarification; Soldering iron) with three types of substrates (100% peat; 100% black earth; 50% peat and 50% black earth); with a factorial arrangement of (3x3x3), with a total of 27 experimental units, the Tukey test was applied at 5%, at 30 and 60 days, the guarango plants to be evaluated were randomly selected. It is concluded that the best method of propagation of guarango at 60 days is the M3 (soldering iron Method) which presents an average of 7 germinated plants out of a total of 10 plants, in addition, it was determined that the substrate for the propagation of guarango for the height at 60 days is S3 (50% peat plus 50% black earth), obtaining an average height of 10.9cm. According to the interaction between methods of propagation of guarango with the substrates in the germination at 60 days we have: T9(M3S3): soldering iron method with substrate (50% peat plus 50% black earth), with an average of 8 germinated plants from a total of 10 seeds, with an average height of 11.20 cm and an average of 8 true leaves.

Keywords: guarango, thermal shock, scarification, soldering iron, substrates.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN	ix
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
INDICE DE GRAFICOS	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCION DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	3
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
6. OBJETIVOS.....	4
6.1 Objetivo General.....	4
6.2 Objetivos Específicos	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA.	6
8.1 Guarango	6
8.2 Clasificación taxonómica.	6
8.3 Descripción botánica	7
8.3.1 Raíz.....	7

8.3.2	Hoja	7
8.3.3	Fruto	7
8.3.4	Semilla	7
8.4	Germinación	8
8.4.1	Factores que afectan a la germinación.....	9
8.4.1.1	Internos	9
8.4.1.2	Externos	10
7.4.	Viveros	11
7.5.	Manejo de plagas y enfermedades en la germinación en el vivero	11
8.6	Propagación del Guarango.....	12
8.7	Métodos de propagación.....	12
8.7.1	Choque térmico.	12
8.7.2	Escarificación.	13
8.7.3	Cautín.	14
8.8	Sustratos	14
	Ventajas del uso de los sustratos	15
8.8.1	Turba.....	16
8.8.2	Tierra Negra.....	16
9.	HIPÓTESIS	18
10.	MARCO METODOLOGICO.	18
10.1	Características del lugar.....	18
	COORDENADAS	18
10.2	Materiales usados en la investigación	19
10.2.1	Material de propagación	19
10.2.2	Materiales de oficina	19
10.2.3	Materiales de campo	19
10.3	Factores de estudio	20
10.3.1	Variables evaluadas	20
	Germinación de semillas	20
	Altura de la planta.....	21

Número de hojas	21
10.4 Diseño Metodológico	21
10.4.1 Periodo de tiempo de investigación.....	21
10.4.2 Tipo de investigación	21
10.5 Métodos y Técnicas	22
10.5.1 Métodos	22
10.5.2 Método Experimental.....	22
Cuantitativa.....	22
10.5.3 Método de Campo.	22
10.5.4 Técnicas	23
10.6 Esquema de Adeva	24
10.7 Análisis estadístico	25
10.8 Diseño Experimental	25
10.9 Unidad Experimental.....	25
10.10 Delimitación del área de ensayo.....	25
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	26
11.1 ANALISIS ESTADISTICO VARIABLE ALTURA EN EL GUARANGO.....	37
11.3 ANALISIS ESTADISTICO VARIABLE HOJAS EN EL GUARANGO	48
12. CONCLUSIONES.....	56
13. RECOMENDACIONES	57
14. BIBLIOGRAFÍA	57
15. ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	5
Tabla 2: Clasificación taxonómica	6
Tabla 3: Coordenadas	19
Tabla 4: Métodos de Propagación	23
Tabla 5: Sustratos	23
Tabla 6: Tratamientos con descripción Tratamientos.....	24
Tabla 8: Adeva de varianza para la variable germinación, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (Caesalpinia spinosa), a los 30 días. Acomodar las líneas de cada unos	26
Tabla 9: Tukey al 5 % para la variable germinación con los métodos de propagación del guarango a los 30 días	27
Tabla 10: Adeva de varianza para la variable germinación, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (Caesalpinia spinosa), a los 60 días..	31
Tabla 11: Tukey al 5 % para la variable germinación con los métodos de propagación del guarango a los 60 días	32
Tabla 12: Tukey al 5 % para la variable germinación con sustratos de propagación del guarango a los 60 días	34
Tabla 13: Adeva de varianza para la variable altura, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (Caesalpinia spinosa), a los 30 días.	37
Tabla 14: Tukey al 5 % para la variable altura con métodos de propagación del guarango a los 30 días.....	38
Tabla 15: Tukey al 5 % para la variable altura con los sustratos a los 30 días	40

Tabla 16:Adeva de varianza para la variable altura, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (Caesalpinia spinosa), a los 60 días	42
Tabla 17:Tukey al 5 % para la variable altura con los sustratos a los 60 días	45
Tabla 18:Adeva de varianza para la variable hojas, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (Caesalpinia spinosa), a los 30 días.	48
Tabla 19:Adeva de varianza para la variable hojas, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (Caesalpinia spinosa), a los 60 días.	52

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1: Ubicación	18
Grafico 2:Variable Germinación con los métodos de propagación del guarango (Caesalpinia spinosa) a los 30 días en porcentajes.	28
Grafico 3:Variable Germinación con los sustratos a los 30 días en porcentajes.	29
Grafico 4:Variable Germinación con Interacción entre métodos de propagación de guarango (Caesalpinia spinosa) con los sustratos a los 30 días en porcentajes.	30
Grafico 5:Variable Germinación con los métodos de propagación del guarango (Caesalpinia spinosa) a los 60 días.	32
Grafico 6:Variable Germinación con los sustratos a los 60 días en porcentajes.	34
Grafico 7:Variable Germinación con Interacción entre métodos de propagación de guarango (Caesalpinia spinosa) con los sustratos a los 60 días	36
Grafico 8:Variable Altura con los métodos de propagación del guarango (Caesalpinia spinosa) a los 30 días.	39
Grafico 9:Variable Altura con los sustratos a los 30 días	40
Grafico 10: Variable altura en la interacción de los métodos de propagación del guarango (Caesalpinia spinosa) con los sustratos a los 30 días.	41
Grafico 11:Variable Altura con los métodos de propagación del guarango (Caesalpinia spinosa) a los 60 días.	44
Grafico 12:Variable Altura con los sustratos a los 60 días.....	45

Grafico 13:Variable altura interacción en los métodos de propagación del guarango (Caesalpinia spinosa) con los sustratos a los 60 días.	46
Grafico 14:Variable Hojas con los métodos de propagación del guarango (Caesalpinia spinosa) a los 30 días.	49
Grafico 15:Variable Hojas con los sustratos a los 30 días	50
Grafico 16:Variable hojas en interacción en los métodos de propagación del guarango (Caesalpinia spinosa) con los sustratos a los 30 días.	51
Grafico 17:Variable Hojas con los métodos de propagación del guarango (Caesalpinia spinosa) a los 60 días.	53
Grafico 18:Variable Hojas con los sustratos a los 60 días	54
Grafico 19:Variable hojas en interacción en los métodos de propagación del guarango (Caesalpinia spinosa) con los sustratos a los 60 días.	55

Tabla de Anexos

Anexo 1:Diseño implementado en campo (DCA).....	61
Anexo 2:Dimisiones del diseño decampo (DCA)	62
Anexo 3: Fotografía de realización de proyecto en campo	63
Anexo 4. Aval del Traductor	68

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título

“EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS EN LA PROPAGACION DEL GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*) CON TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN EL VIVERO DEL CAMPUS SALACHE, DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2023”

Lugar de ejecución.

Universidad técnica de Cotopaxi en el campus Salache, del cantón Latacunga, de la provincia de Cotopaxi.

Institución, unidad académica y carrera que auspicia

Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales.

Nombres de equipo de investigadores

Estudiante: Pillajo Quiñonez Joanna Lisbeth.

Tutor: Ing. Mg. Castillo de la Guerra Clever Gilberto

Lectores:

Lector 1: Ing. Guadalupe López Castillo Mg.

Lector 2: Ing. Ilbay Yupa Mercy Lucila, PhD.

Lector 3: Ing. Chasi Vizuete Wilman Paolo, Mg.

Área de Conocimiento.

Agricultura

Línea de investigación:

Desarrollo y Seguridad Alimentaria

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Producción agrícola sostenible; Tecnologías Aplicadas a la Agricultura.

Línea de vinculación:

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética para el desarrollo.

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El presente trabajo de investigación se enfocó en la evaluación de tres métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) y tres tipos de sustratos en el vivero del campus Salache, del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, se determinó el porcentaje de germinación en los diferentes sustratos y métodos de propagación; lo cual se implementó en el vivero del campus Salache, en el que se utilizó fundas de vivero para la siembra con los sustratos como es la Turba, Tierra Negra, y turba 50% más tierra negra 50% donde se evaluó los sustratos y los métodos de propagación que en este caso es de choque térmico, escarificación y la semilla con cautín, se identificó cual es el mejor método y sustrato para la propagación del guarango.

3. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El desconocimiento de los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*), ya que su semilla está cubierta por una testa muy fuerte lo cual es difícil la germinación de la planta, además, existe carencia de investigaciones sobre el guarango, se ha realizado proyectos en Colombia, Perú y Ecuador hablando sobre métodos de propagación o métodos pre germinativos del guarango poco efectivos. De ahí que esta investigación tiene la finalidad de realizar la evaluación de tres métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*), en tres tipos de sustratos en el vivero del campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi. El Guarango contribuye en la protección de suelos que están erosionados o en proceso de erosión al ser una leguminosa, manteniendo una importancia de valor ecológico ambiental e industrial. Entre algunas de sus características funcionales es su aporte como barreras vivas, protección de laderas, protección de acequias y recursos de agua siendo así un fijador de nitrógeno en el suelo.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Beneficiarios directos

Los beneficiarios indirectos son los Estudiantes, Docentes de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Beneficiarios indirectos

Productores del Guarango: 27 comunidades y organizaciones campesinas de las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo.

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Ecuador el guarango (*Caesalpinia spinosa*), ha sido una especie que no ha tenido el manejo adecuado y constante desde la producción en vivero hasta su correcto aprovechamiento, debido a esto algunos de sus ejemplares han sido talados, tanto por el desconocimiento de su potencial y usos como, principalmente, por la carencia de un mercado local. Actualmente los árboles que han sobrevivido en estado silvestre se encuentran en lugares alejados, de difícil acceso y de topografía irregular. La reproducción en vivero de esta especie suele verse limitada debido al bajo porcentaje de germinación que presenta bajo un método tradicional de propagación sexual con un valor máximo de germinación de 10% (Lara, 2019). Su semilla está cubierta superficialmente por una testa dura que impide el acceso de agua y oxígeno al embrión, lo que dificulta lograr eficiencia y homogeneidad en su germinación. Ante lo expuesto se evidencia la necesidad de generar metodologías que permitan mejorar la producción de plantas a nivel de vivero a partir de semillas e integrar más investigaciones en propagación, evaluación, conservación, uso y manejo de esta especie. Con este trabajo se pretende dar una alternativa de propagación del guarango.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

- Evaluar tres métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) con tres tipos de sustratos en el vivero del campus Salache, del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

6.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el mejor método para la propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) en el vivero del campus Salache.
- Determinar el tipo de sustrato para la propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) en el vivero del campus Salache.
- Analizar la interacción de métodos con sustratos en la germinación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) para en el vivero del campus Salache.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1: *Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.*

Objetivo 1	Actividades (Tareas)	Resultado de la Actividad	Medio de Verificación
Evaluar el mejor método para la propagación del Guarango en el vivero del campus Salache.	* Choque térmico * Escarificación mecánica *Cautín Aplicación de cada uno de los métodos y sustratos.	* 135 semillas de guarango con el método de choque térmico * 135 semillas de guarango con el método de escarificación mecánica *135 semillas de guarango con el método de cautín	Fotos de cada método realizado.
Objetivo 2	Actividades (Tareas)	Resultado de la Actividad	Medio de Verificación
Determinar el tipo de sustrato para la propagación del Guarango en el vivero del campus Salache.	* Turba *Tierra negra *(turba 50% más tierra negra 50%). *Aplicación de los sustratos en las fundas en cada tratamiento.	*Elaboración de 135 fundas de Turba *Elaboración de 135 fundas de Tierra negra *Elaboración de 135 fundas de (turba 50% más tierra negra 50%).	Fotos de la elaboración de fundas con cada uno de los sustratos.
Objetivo 3	Actividades (Tareas)	Resultado de la Actividad	Medio de Verificación
Analizar la interacción de métodos con sustratos en la germinación del Guarango para en el vivero del campus Salache.	*Toma de datos a los 30 y 60 días *Cuantificación de número de plantas en cada uno de los tratamientos.	*Siembra *Cuadro de tratamientos. * Base de datos de germinación	* Registro de datos *Cuadros y gráficos comparativos de la germinación del guarango

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA.

8.1 Guarango

El guarango (*Caesalpinia spinosa*), es un arbusto que se adapta bien a condiciones semiáridas, a suelos degradados y a terrenos laderosos, que necesita de poco cuidado y cuyo rango geográfico se extiende por todos los Andes, desde Venezuela hasta Chile. En Ecuador se encuentra en el Callejón Interandino, principalmente en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo y Loja, aunque con mayor concentración en Imbabura, se encuentra en entre los 1,500 a 3,100 m.s.n.m, también se la observa en cercos o linderos, como árbol de sombra para los animales dentro de cultivos de secano, y también como un árbol ornamental (ECUADOR FORESTAL, 2012, pág. 20), además ha estado a punto de desaparecer en nuestro país. Como podemos imaginar, no ha sido su fragilidad la causa, sino el poco interés que despertaba para el uso humano; esta indiferencia lo desterró a eriales y quebrada (Dammer & Anhalzer, 2008).

8.2 Clasificación taxonómica.

Tabla 2: Clasificación taxonómica

REINO:	Plantae
DIVISIÓN:	Magnoliophyta
CLASE:	Magnoliopsida
ORDEN:	Fabales
FAMILIA:	Fabaceae
GÉNERO:	Caesalpinia
ESPECIE:	Spinosa
NOMBRES COMUNES:	Ecuador: Guarango; Perú: Taya, tara, divi divi de tierra fría; Colombia: Vinillo.

Fuente: (FAO, 1994)

8.3 Descripción botánica

8.3.1 Raíz

La raíz es axonomorfa, tiene la facilidad de profundizarse y buscar la capa freática, esta característica es importante, por ello, encontramos a esta especie en lugares con poca humedad edáfica, en lugares áridos, las raíces secundarias crecen cercanas a la superficie del terreno, originan yemas adventicias que posteriormente generan nuevas plantas cuando están descubiertas y la 12 ramificación de la raíz es muy abundante, de varios órdenes y finalmente terminan en una red de raicillas densas y frágiles (Castillo, 2020, págs. 11-16).

8.3.2 Hoja

Son compuestas, bipinnadas, alteras en espiral, con 6 a 8 pares de lóbulos ovalados y brillantes de 3 cm de largo y 2 cm de ancho. Pierde parcial o totalmente sus hojas en la estación muy seca. (Cabello, 2010, p.9) • Flores Son compuestas, bipinnadas, alteras en espiral, con 6 a 8 pares de lóbulos ovalados y brillantes de 3 cm de largo y 2 cm de ancho. Pierde parcial o totalmente sus hojas en la estación muy seca (Cabello, 2010, pág. 9).

8.3.3 Fruto

Son unas vainas aplanadas y curvas, e indehiscentes de color naranja, legumbres rojizas, oblongas, ligeramente comprimidas de 6-11 cm de longitud, indehiscentes de color rosado, con el mesocarpio arenoso, esponjoso, y 9- 12 semillas de unos 1 x 0,5 x 0,3 cm, reniformes, de color marrón pardo con la superficie lustrosa dura, y con uno de los dos lados más grande (Cabello, 2010).

8.3.4 Semilla

Cada vaina contiene de 5 a 10 semillas poco aplanadas, de color calé negruzcas. La semilla de tara tiene tres partes fundamentales: tegumento, endospermo y embrión. Su tegumento posee dos capas, una externa (testa); y una interna (tegmen). El embrión está conformado por el eje

embrionario y los cotiledones, donde el eje embrionario a la vez está conformado por la radícula, hipocotíleo y la plúmula. La plúmula en su origen es bipinnada y al desarrollar forman los protofitos (hojas primarias) de la joven planta. La especie al ser dicotiledónea posee dos cotiledones (excepcionalmente hasta tres) oblongos, aplanados, y en la superficie interna presenta nervaduras; ambos cotiledones encierran al eje embrionario, y la radícula sobresale en uno de los bordes externos (Castillo, 2020, págs. 11-16).

8.4 Germinación

La germinación es el proceso que se inicia con la entrada de agua a la semilla (imbibición) y termina con la elongación del eje embrionario, generalmente la radícula, a través de la cubierta seminal. Incluye numerosos eventos como son la hidratación de proteínas y otras moléculas, cambios estructurales, respiración, síntesis de macromoléculas y crecimiento celular. Se considera que los principales eventos que conducen a la germinación se llevan a cabo en tres fases: a) imbibición, b) activación del metabolismo activo y c) germinación (protrusión de la raíz a través de la cubierta). Esta fase continúa con el crecimiento de la plántula. La imbibición es un proceso físico que no es afectado por la temperatura (de 0 a 40°C). Durante la imbibición se recupera la integridad de las membranas que se había modificado con la deshidratación de la semilla. El proceso de imbibición es reversible durante la primera fase, la cual se caracteriza por un incremento en la toma de agua y oxígeno. En esta etapa la semilla embebida puede ser deshidratada y rehidratada sin perder su viabilidad. Una vez que el crecimiento de la radícula y desarrollo de la plántula han comenzado, el proceso de germinación no puede revertirse por deshidratación sin provocar la muerte de la plántula. La absorción de agua ocurre rápidamente en un lapso de una a dos horas (en semillas con cubierta permeable), independientemente de que la semilla esté latente o no y de estar viable o no (Castillo, 2020).

8.4.1 Factores que afectan a la germinación

8.4.1.1 Internos

➤ Madurez de la semilla

Cuando ha alcanzado su completo desarrollo tanto desde el punto de vista morfológico como fisiológico. La madurez morfológica se consigue cuando las distintas estructuras de las semillas se han completado, dándose por finalizada cuando el embrión ha alcanzado su máximo desarrollo (Doria, 2010, págs. 75-77).

La madurez se suele lograr sobre la misma planta; sin embargo, existen algunas especies que diseminan sus semillas antes de que se alcancen, como ocurre en las de muchas orquídeas, que presentan embriones muy rudimentarios, apenas diferenciados. Aunque la semilla sea morfológicamente madura, muchas de ellas pueden seguir siendo incapaces de germinar, porque necesitan experimentar aún una serie de transformaciones fisiológicas (Doria, 2010, págs. 75-77).

➤ Viabilidad de la semilla

Es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un período variable y depende del tipo de semilla y las condiciones de almacenamiento. Atendiendo a la longevidad de las semillas, es decir, el tiempo que estas permanecen viables, puede haber semillas que germinan todavía después de decenas o centenas de años, con una cubierta seminal dura, como es el caso de las leguminosas (Doria, 2010, págs. 75-77).

Una semilla será más longeva cuando menos activo sea su metabolismo. Esto a su vez origina una serie de productos tóxicos, que al acumularse en las semillas produce efectos letales para el embrión (Doria, 2010, págs. 75-77).

7.5.2.2. Externos

➤ Humedad

La absorción de agua es el primer paso y el más importante que tiene lugar durante la germinación, porque para que la semilla recupere su metabolismo es necesaria la rehidratación de sus tejidos. La entrada de agua en el interior de la semilla se debe exclusivamente a una diferencia de potencial hídrico entre la semilla y el medio que le rodea. En condiciones normales, este potencial hídrico es menor en las semillas secas que en el medio exterior. Por ello, hasta que emerge la radícula, el agua llega al embrión a través de las paredes celulares de la cubierta seminal, siempre a favor de un gradiente de potencial hídrico (Doria, 2010, págs. 75-77).

Las semillas, atendiendo a la posición de los cotiledones respecto a la superficie del sustrato, pueden diferenciarse en la forma de germinar. Así, se distinguen dos tipos diferentes de germinación: epigea e hipogea (Doria, 2010, págs. 75-77).

➤ Epigea

Los cotiledones emergen del suelo debido a un considerable crecimiento del hipocotíleo (porción comprendida entre la radícula y el punto de inserción de los cotiledones).

Posteriormente, en los cotiledones se diferencian los cloroplastos, transformándolos en órganos fotosintéticos y actuando como si fueran hojas. Finalmente, comienza el desarrollo del epicótilo (porción del eje comprendida entre el punto de inserción de los cotiledones y las primeras hojas). Entre los cultivos que presentan este tipo de germinación están la cebolla y el tomate (Doria, 2010, págs. 75-77).

➤ **Hipogea**

Los cotiledones permanecen enterrados, únicamente la plúmula atraviesa el suelo. El hipocotíleo es muy corto, prácticamente nulo. A continuación, el epicótilo se alarga, apareciendo las primeras hojas verdaderas, que son los primeros órganos fotosintetizadores de la plántula (Doria, 2010, págs. 75-77).

7.4. Viveros

El vivero es un conjunto de instalaciones que tiene como propósito fundamental la producción de plantas para abastecer las demandas de los programas de reforestación. Los viveros pueden ser temporales o permanentes de acuerdo con su finalidad (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2022).

7.5. Manejo de plagas y enfermedades en la germinación en el vivero

En la primera etapa de germinación y crecimiento, el principal problema es la susceptibilidad a la chupadera o “dumping off” (un hongo), que se presenta cuando hay abundancia de agua (charcos en el almacigo o en el hoyo de la plantación). La mejor forma de controlarla es

reduciendo la frecuencia de riego y aplicando el riego de forma superficial, rápida y en menor volumen. En el vivero y hoyos se pueden aplicar cualquier fungicida comercial que controle al hongo de la chupadera; anteriormente se usaba BENLATE (MANCERO, 2008, págs. 9-32).

8.6 Propagación del Guarango

El guarango es una semilla con una superficie que tiene una capa gruesa en su exterior, por lo tanto, protege al embrión, por eso se realiza métodos de propagación por semillas, siendo este uno de los métodos de reproducción de plantas más usados en la naturaleza y además uno de los más eficientes, pues se encarga de mantener las características genéticas que les confieren a las plantas la resistencia necesaria para su supervivencia.

El éxito con el cual este nuevo individuo se establece (tiempo, lugar y vigor de la plántula), está en gran medida determinado por las características fisiológicas y bioquímicas de la semilla. La diversidad genética de las semillas provee los genes a partir de los cuales las plantas cubren la mayor parte de la superficie terrestre con sus variaciones ambientales. Las respuestas de las semillas al ambiente y las sustancias de reserva que contiene (carbohidratos, lípidos, proteínas), son de gran importancia para el éxito del establecimiento de la plántula hasta que ésta sea capaz de utilizar la luz y hacerse autótrofa (Castillo, 2020).

8.7 Métodos de propagación.

8.7.1 Choque térmico.

Las semillas se sometieron a los efectos de choques térmicos, lo cual se basa a la ruptura de la cobertura de la semilla, al sufrir un cambio drástico de temperatura. En este caso será expuesta

a 70 °C, durante tiempos de exposición de 1 minutos para después pasarle al agua fría a una temperatura de - 2 °C (Martinat, 2012) .

La germinación mediante el método de choque térmico es del 37 % bajo choques térmicos de 70 °C, ya que las semillas sin tratamiento o métodos de propagación alcanzaron porcentajes de germinación de un 38,80 % (Achipiz-Fajardo, Gálvez-Campo, Morales-Velasco, & Vivas-Quila, 2014).

En la etapa de emergencia, se observó una tendencia determinada hacia el tratamiento de 60°C por un tiempo de exposición de 60 segundos, el cual mejoró significativamente las características de vigor. Sin embargo, no fue así para el tratamiento de 70°C, el cual provocó disminución en la germinación (Mirella Romero, Alejandra Nieto, & Luis Guillermo Hernández, 2016).

8.7.2 Escarificación.

Se aplica a especies con testa dura y/o impermeable que impiden la imbibición de agua o el intercambio de gases, modifican la cubierta de la semilla, activan procesos que se hallan en estados de reposo. Abarcan la escarificación física con lija o elementos raspante o cortantes (Lara, 2019).

Implica romper la testa de la semilla, raspar o ablandar la cubierta para que el agua pueda ingresar y comenzar el proceso de emergencia, existen varios métodos para escarificar semillas como: método es mecánico, aquí las semillas se liman o lijan para debilitar la capa de la semilla (Souza, 2019).

Lijado de punta: este tratamiento consiste en desgastar la punta de la semilla usando una lija o una piedra de superficie rugosa, tratando de hacer más delgada la cubierta. El tratamiento se realiza semilla por semilla cuando el tamaño lo permite (Lara, 2019).

(Orozco, 2010) quien realizó un estudio con el fin de evaluar la efectividad del método Escarificación en la germinación de guarango tuvo un resultado de 6 plantas germinada a los 60 días de germinación.

8.7.3 Cautín.

El cautín es una herramienta que genera suficiente calor en su punta como para quemar madera o coberturas de semillas. Las puntas que se calientan suelen ser de cobre, un material que permite que el calor esté unificado en toda la superficie de contacto. Es importante que tengamos en cuenta el material sobre el que trabajamos. No es lo mismo usar la máquina sobre plástico que sobre una madera o semilla (SARA, 2022).

Se realiza con cautín (utensilio de soldadura), aplicándolo en un punto de la testa diferente al lugar de ubicación del embrión. La quemadura facilita el intercambio de agua y oxígeno (Lara, 2019).

Para la germinación de semillas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) en el método físico de cauterización con un punto de color (cautín) a los 20 días presento un valor máximo de germinación de 5 plantas germinadas (Lara, 2019).

8.8 Sustratos

Los sustratos representan un componente importante en la agricultura moderna, específicamente en la agricultura. Es necesario que los componentes del sustrato tengan un

tamaño deseable de partículas. Además, los componentes orgánicos deberán ser estables con respecto a su descomposición, es decir, deberán pasar por un proceso de composteo con añejamiento, para eliminar fijaciones de nitrógeno por microorganismos encargados de la descomposición, fenómeno que típicamente origina reducciones en la disponibilidad de este nutrimento para las plantas.

Las adiciones de componentes orgánicos a sustratos ayudan a mejorar sus propiedades físicas y químicas, tales como su capacidad de retención de agua, porosidad de aire, disminución de peso húmedo y mejora en su capacidad de intercambio catiónico (Deere, 2018).

Ventajas del uso de los sustratos

- Se obtiene una menor presencia de plagas y enfermedades de la raíz, las cuales son comunes cuando se utiliza el suelo como medio de crecimiento, evitando así el uso de agroquímicos.
- Ofrecen la posibilidad de producir en regiones donde los suelos no son apropiados para la agricultura.
- Se pueden realizar mezclas de acuerdo a las necesidades de cada cultivo con el objetivo de lograr un mejor desarrollo de la raíz y por consiguiente mejores rendimientos y calidad en las cosechas.
- Se pueden reciclar los desechos de origen orgánico, aprovechándolos como sustratos.
- Evitan el uso de ciertos productos a base de moléculas químicas complejas y tóxicas para la desinfección de suelos, tal como el bromuro de metilo, metam sodio, entre otros (Deere, 2018).

8.8.1 Turba

La turba es un material orgánico constituido por elementos procedentes de la descomposición de vegetales. Es uno de los materiales más usados como sustrato, tanto en jardinería como en agricultura. Todos hemos oído hablar alguna vez de este tipo de sustrato tan utilizado en jardines, huertos y cultivos (Arnedo, 2022).

Lo plateado por (García Ramos, 2018) dio a conocer que la turba es un excelente sustrato para el guarango porque tenía alturas de 9,6cm.

Beneficios del uso de turba para la formulación de sustratos:

1. Gran capacidad de absorción y retención de agua, que permite hacer más eficiente el uso de agua en los cultivos.
2. Elevada porosidad, llegando a superar el 90%, con una relación entre poros de agua y aire ideal para los cultivos.
3. Su bajo pH y contenido de nutrientes, permite ajustar de manera precisa la dosis de fertilizantes específicos para cada cultivo.
4. Libre de patógenos, sustancia fitotóxicas y malezas.
5. Es penetrada fácilmente por las raíces jóvenes de semillas y plantas, por lo que facilita el trasplante de almácigos.
6. Fácil de manejar, procesar y mezclar (Miceli, 2020).

8.8.2 Tierra Negra

Generalmente es la capa o tierra superficial del bosque, cuyo espesor varía entre 10 a 20 cm. de profundidad, esta capa es la que contiene mayor cantidad de nutrientes en el suelo, ya que en ella se descomponen los diversos materiales orgánicos (Oliva, 2014, págs. 7-11).

(Maciàs, 2015), menciona que la tierra negra es un sustrato que, si permite la germinación del guarango teniendo alturas de 8,3cm.

Propiedades de la tierra negra

La tierra recibirá los mejores nutrientes para que obtenga un resultado excelente en cuanto al crecimiento de la planta. Las propiedades de la Tierra negra son:

- Mejora la textura, dándole la capacidad de retener suficiente agua
- Proporciona una buena circulación entre las raíces de la planta, siendo fundamental para un desarrollo de la planta, ya que mejora las condiciones para la supervivencia de insectos provechosos y gusanos que también ayudan al flujo de aire, evitando un suelo compacto.
- Se vuelve abundante de nutrientes, ya que algunas bacterias son capaces de absorber el nitrógeno del aire y lo depositan en el suelo, lo que lo lleva a estar disponible para la planta.
- Posee un alto nivel de fertilidad, por lo que se considera una opción ideal para las plantas.
- Aporta textura al suelo, al descomponer la superficie va a permitir el drenaje del agua lo que a su vez va a proporcionar la capacidad de incorporar propiedades de retención de agua en los suelos con mucha arena (YENTZEN-S.A, 2019).

9. HIPÓTESIS

Los métodos de propagación y los sustratos inciden en la germinación del guarango (*Caesalpinia spinosa*)

10. MARCO METODOLOGICO.

10.1 Características del lugar

La presente investigación se realizó en el vivero experimental del Campus Salache CEASA–UTC, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi

Ilustración 1: Ubicación



PARROQUIA: Salache.

CANTÓN: Latacunga.

PROVINCIA: Cotacachi.

COORDENADAS

Tabla 3: Coordenadas

Longitud: 0°59'57"
Latitud: 78°37'23"
Altura: 2727 msnm

Elaborado por: (Pillajo,2023)

10.2 Materiales usados en la investigación

10.2.1 Material de propagación

(Semillas de *Caesalpinia spinosa*)

10.2.2 Materiales de oficina

- Impresora
- Computador
- Hojas de papel bond
- Programa informático: Word y Excel.

10.2.3 Materiales de campo

- Cámara fotográfica
- Flexómetro
- Fundas plásticas de polietileno
- Lápiz

- Libreta de campo
- Lija para madera número 80
- Cautín
- Olla
- Agua
- Manguera
- Pala
- Rastrillo
- Turba
- Tierra negra.

10.3 Factores de estudio

Se estudió tres métodos de propagación para estimular la germinación de la semilla de guarango con tres sustratos.

10.3.1 Variables evaluadas

Germinación de semillas

Se evaluó la germinación de semillas de (*Caesalpinia spinosa*) se contabilizo cada una de las semillas germinadas de cada uno de los tratamientos después de la siembra (11 de noviembre), realizó el registro a los 30 días (11 de diciembre) y 60 días (10 de enero) después de la siembra.

Altura de la planta

Se midió la altura desde la base del tallo (cuello del tallo) hasta el ápice se utilizó el flexómetro, el valor se expresó en centímetros. Se realizó dos registros de datos a los 30 y 60 días después de la siembra.

Número de hojas

Para el número de hojas de las plántulas se realizó dos registros de datos a los 30y 60 días después de la siembra con el fin de que ya existan la aparición de hojas verdaderas.

10.4 Diseño Metodológico

10.4.1 Periodo de tiempo de investigación

El proyecto de investigación inicio en noviembre y culmino en enero del 2023.

10.4.2 Tipo de investigación

Cuantitativa: Se evaluó la germinación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) con tres métodos de propagación con tres sustratos así establecido en la investigación de campo la cual se fundamentó en la toma de datos por medio de la tabulación de las variables y así se determinó los resultados obtenidos.

Experimental: En este tipo de investigación tuvo dos variables independientes, que ejerció el máximo control del diseño experimental, ose observo los cambios y efectos que este provoco ya que se manejó las variables experimentales y se identificó la germinación del guarango (*Caesalpinia spinosa*).

Exploratoria: Se consideró como un acercamiento científico al problema, se utilizó cuando éste aún no ha sido abordado o no ha sido suficientemente estudiado y las condiciones existentes no son aún precisos.

10.5 Métodos y Técnicas

10.5.1 Métodos

En la presente investigación se designó el método experimental y método de campo.

10.5.2 Método Experimental.

Cuantitativa

Este método tiene la aplicación en el control del tratamiento, este es sometido a modificaciones y es utilizado para comprobar los cambios que se producen, se utilizó el diseño completamente al azar.

10.5.3 Método de Campo.

Este método se utilizó para determinar la germinación de la especie a estudiada. Los resultados del experimento son descritos en tablas, gráficos de tal manera se puede analizar con facilidad.

10.5.4 Técnicas

Tabulación de datos.

Se analizó los datos obtenidos mediante el programa estadístico, INFOSTAT para el análisis de los resultados obtenidos.

Factor 1: Métodos de propagación (Lara, 2019).

Tabla 4:Métodos de Propagación

Métodos de propagación (Factor m)	
Métodos	Descripción
M 1	Choque Térmico
M2	Escarificación Mecánica
M3	Cautín

Elaborado por: (Pillajo,2023)

Factor 2: Sustratos (Deere, 2018).

Tabla 5:Sustratos

Sustratos (factor s)	
Sustratos	Descripción
s1	Turba 100%
s2	Tierra negra 100%
s3	Turba 50% mas 50% tierra negra

Elaborado por: (Pillajo,2023)

Tabla 6: Tratamientos con descripción Tratamientos

Tratamientos	Simbología	Descripción
T1	M1s1	Choque térmico con turba al 100 %
T2	M1s2	Choque térmico con tierra negra al 100 %
T3	M1s3	Choque térmico con turba al 50 % más tierra negra 50%
T4	M2s1	Escarificación con turba al 100 %
T5	M2s2	Escarificación con tierra negra al 100 %
T6	M2s3	Escarificación con turba al 50 % más tierra negra 50%
T7	M3S1	Cautín con turba al 100 %
T8	M3s2	Cautín con tierra negra al 100 %
T9	M3s3	Cautín con turba al 50 % más tierra negra 50%

Elaborado por: (Pillajo, 2023)

10.6 Esquema de Adeva

FUENTE VARIACION	DE	GRADOS DE LIBERTAD
Total		$(t*r)-1$ 26
Factor a		$(a-1)$ 2
Factor b		$(b-1)$ 2
Factor a * Factor b		$(a-1) *(b-1)$ 4
Error		$(t-1) *(r-1)$ 16

Elaborado por: (Pillajo, 2023)

10.7 Análisis estadístico

En la investigación se utilizó el programa de Excel que es una herramienta de gran utilidad que permite facilitar los análisis de resultados de acuerdo a las necesidades de la investigación. Se utilizó también el programa software estadístico INFOSTAT que ayudó a la obtención de resultados de estadísticas descriptivas, análisis de varianza (ADEVA) para los experimentos diseñados y permite la obtención de figuras respectivamente.

Se aplicó las pruebas de Tukey con el nivel de confianza al 0,05%, en las variables que tengan significación o la significancia estadística.

10.8 Diseño Experimental

En la presente investigación se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con tres métodos (Choque térmico; Escarificación mecánica; Cautín pirógrafo) y tres tipos de sustratos (Turba 100%; Tierra negra100%; Turba 50% y 50% Tierra negra).

10.9 Unidad Experimental

El diseño experimental estuvo formado por de 27 unidades experimentales y cada una consto de 15 semillas que fueron evaluadas 10 semillas considerando el margen de error (Anexo.1)

10.10 Delimitación del área de ensayo

Se delimito el lugar necesario para cada tratamiento, con ayuda de estacas y piola de acuerdo con el diseño experimental establecido. (Anexo 2)

Colocación de fundas

Se ordenó 15 fundas para cada tratamiento en la platabanda, teniendo como parcela total un total de 405 fundas.

Llenado y ubicación de las fundas

Se colocó el sustrato en fundas plásticas de polietileno de 10 x16 cm de acuerdo a cada tratamiento, compactándolas bien para no dejar cámaras de aire, se ubicó de acuerdo con el croquis del diseño propuesto, luego se ubicarán las semillas en cada funda de acuerdo con cada tratamiento.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

Análisis de varianza para la variable germinación, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 30 días.

Tabla 7: Adeva de varianza para la variable germinación, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 30 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
METODOS	3,19	2	1,59	21,5	0,0001	**
SUSTRATOS	0,52	2	0,26	3,5	0,052	ns
METODOS*SUSTRATOS	0,59	4	0,15	2	0,1377	ns
Error	1,33	18	0,07			
Total	5,63	26				
CV	10,07					

Elaborado por: (Pillajo, 2023)

En la tabla 8 el análisis de varianza para la variable germinación de los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 30 días, hubo una significancia estadística en la fuente de variación métodos y en caso de los sustratos y métodos por sustratos no presentan significancia, el coeficiente de variación es de 10,07.

Tukey al 5 % para la variable germinación con los métodos de propagación el guarango a los 30 días.

Tabla 8: Tukey al 5 % para la variable germinación con los métodos de propagación del guarango a los 30 días.

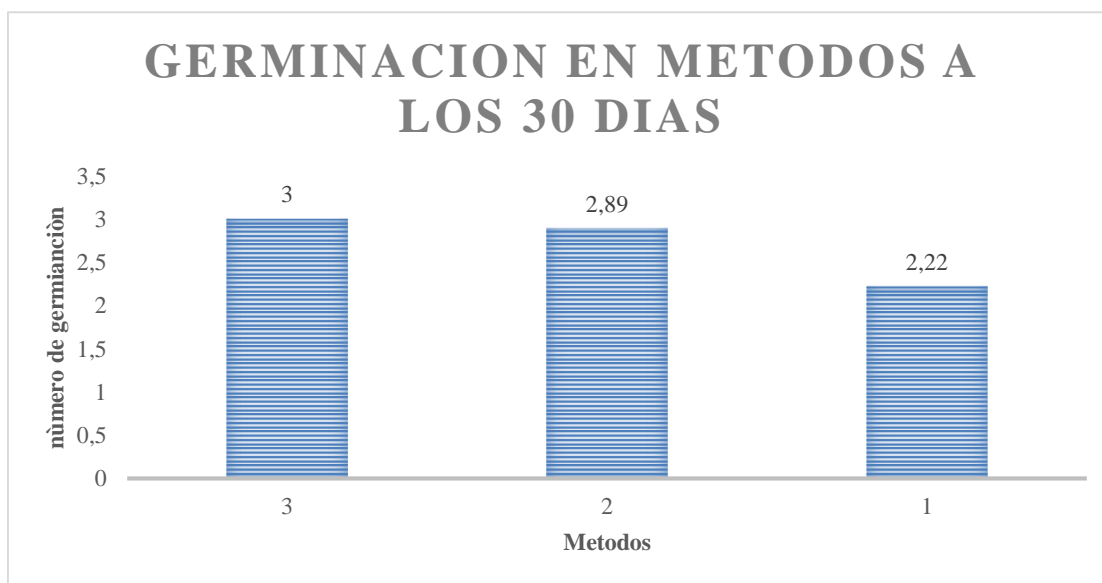
METODOS	medias	
M3	3	A
M2	3	A
M1	2,22	B

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

El análisis de medias mediante la prueba de Tukey al 5 % obtuvo 2 rangos: Primer rango A: M3 (cautín) y M2 (Escarificación) con una media de las 3 plantas germinadas; Segundo rango: M1 (Choque térmico) con una media de las 2 plantas germinadas.

Análisis de variable Germinación con los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 30 días.

Gráfico 2: Variable Germinación con los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 30 días.



Elaborado por: (Pillajo,2023)

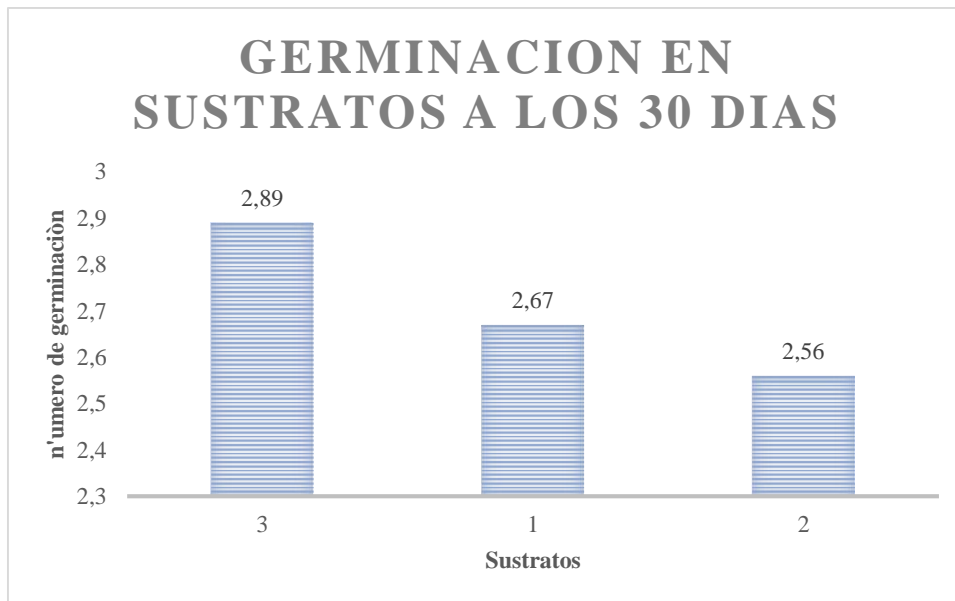
Según los resultados obtenidos en el Gráfico 1, en la germinación por métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 30 días en los diferentes métodos tenemos: que el **M3** (Método Cautín) presenta una media de 3 semillas germinadas, en cambio el **M2** (Método Escarificación) alcanzó una media de 3 semillas germinadas, seguido por el **M1** (Método Choque Térmico) con una media de 2 semillas germinadas, en cuanto a la variable germinación, siendo así se considera que esta investigación el **M3** (Método Cautín) resulto el método con mayor número de semillas germinadas a los 30 días después de su siembra lo cual es factible para su aplicación en campo.

Estos resultados afirman lo planteado según (Lara, 2019), lo que podemos manifestar que el método cautín es una alternativa más eficaz para aumentar porcentaje de germinación en Guarango (testa impermeable) ya que al someter a una cauterización con un punto de calor

rompe la testa, permitiendo el intercambio directo de oxígeno, y facilitando el ingreso del agua, lo que permitió la germinación de semillas.

Media de la variable germinación con los sustratos a los 30 días

Gráfico 3: Variable Germinación con los sustratos a los 30 días.



Elaborado por: (Pillajo,2023)

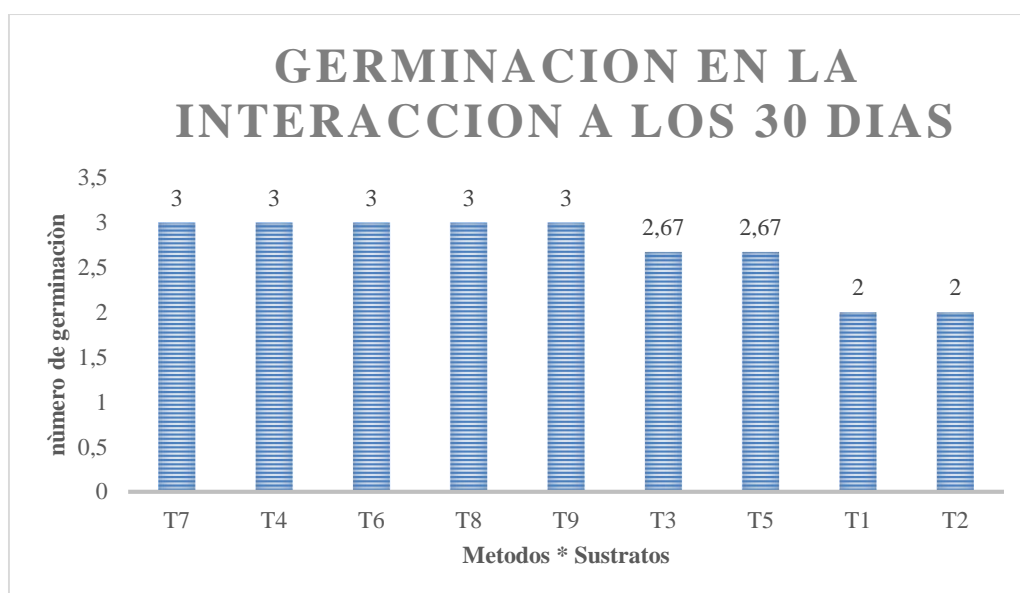
Según los resultados obtenidos en el Gráfico 3. Variable Germinación con los sustratos a los 30 días en los diferentes sustratos tenemos: que el **s3** (Turba 50% más Tierra negra 50%) presenta una media de germinación de 3 semillas germinadas, en cambio el **s1** (Turba100%) alcanzó una media de 3 semillas germinadas, seguido por el **s2** (Tierra negra100%) con una media de 2 semillas germinadas, en cuanto a la variable germinación, siendo así se considera que esta investigación el **s3** (Turba 50% más Tierra negra 50%) resulto el sustrato con mayor porcentaje de factibilidad para su aplicación.

Estos resultados se contradicen con lo planteado por el **s3** (Turba 50% más Tierra negra 50%) es una alternativa más eficaz para la germinación en Guarango ya que al presenciar esta

combinación proveen un buen ambiente con buena retención de agua, contenido de nutrientes y aireación para el crecimiento y desarrollo de la planta, en la investigación de García 2018 nos manifiesta que el mejor sustrato fue turba con una germinación de 2,57 a los 30 días de germinación.

Media de la variable Germinación con Interacción entre métodos de propagación de guarango (*Caesalpinia spinosa*) con los sustratos a los 30 días

Gráfico 4: Variable Germinación con Interacción entre métodos de propagación de guarango (*Caesalpinia spinosa*) con los sustratos a los 30 días en porcentajes.



Elaborado por: (Pillajo,2023)

Según los resultados obtenidos en el Gráfico 5. Variable Germinación con Interacción entre métodos de propagación de guarango (*Caesalpinia spinosa*) con los sustratos a los 30 días se observa que con mayor valor promedio de germinación del guarango tenemos: que el **T7 (M3s1)**: método de cautín con sustrato (Turba 100%) con una media de 3 plantas germinadas; **T3 (M1s3)**: método choque térmico con sustrato (Turba 50% más Tierra negra 50%) con una media de 2,67 plantas germinadas; **T1 (M1s1)**: método de choque térmico con sustrato (Turba 100%) con una media de 2 plantas germinadas; **T2 (M1s2)**: método de choque térmico con sustrato (Turba 50% más Tierra negra 50%) con una media de 2 plantas germinadas.

sustrato (Tierra 100%) con una media de 2 plantas germinadas, en cuanto a la variable germinación.

Siendo así se considera que esta investigación el **T7 (M3s1)**: método de cautín con sustrato (Turba 100%) resulto el método y sustrato con mayor número de germinación.

Estos resultados afirman lo planteado según (Lara, 2019) y (García, 2018), donde nos plantearon que el mejor método y sustrato es cautín y turba 100 %, lo que permitió la germinación de las semillas.

Análisis del Adeva de varianza para la variable germinación, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 60 días.

Tabla 9: Adeva de varianza para la variable germinación, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 60 días.

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
METODOS	68,22	2	34,11	70,85	0,0001	**
SUSTRATOS	8,22	2	4,11	8,54	0,0025	*
METODOS*SUSTRATOS	5,56	4	1,39	2,88	0,0523	ns
Error	8,67	18	0,48			
Total	90,67	26				
CV	14,52					

En la tabla 10 el análisis de varianza para la variable germinación, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 30 días, hubo una significancia en la fuente de variación métodos y en caso de los sustratos y métodos por sustratos no presentan significancia y el coeficiente de variación es de 14,52.

Análisis de la variable Germinación con los métodos de propagación del guarango a los 60 días en el Infostat.

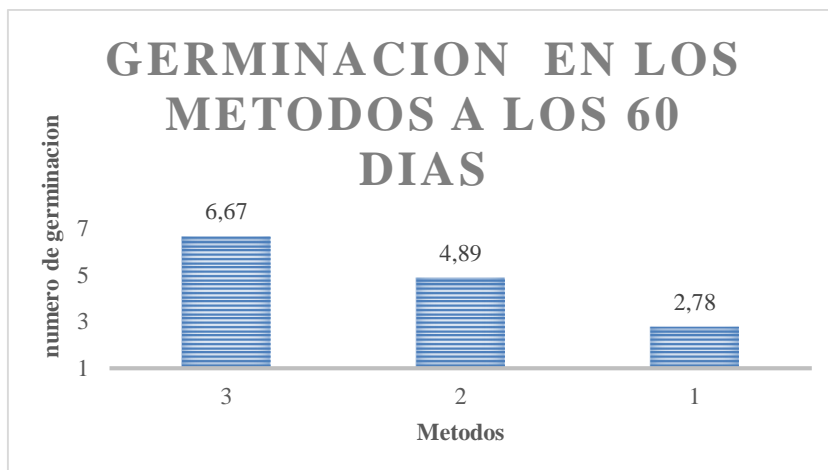
Tabla 10: Tukey al 5 % para la variable germinación con los métodos de propagación del guarango a los 60 días

METODOS	Medias	
3	6,67	A
2	4,89	B
1	2,78	C

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

El análisis de medias mediante la prueba de Tukey al 5 % obtuvo 3 rangos: Primer rango: M3 (cautín) con una media de las 6,67 plantas germinadas; Segundo rango: M2 (Escarificación) con una media de las 4,89 plantas germinadas; Tercer rango: M1 (Choque térmico) con una media de las 2,78 plantas germinadas.

Gráfico 5: Variable Germinación con los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 60 días.



Elaborado por: (Pillajo,2023)

Según los resultados obtenidos en el Gráfico 6. Germinación de los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 60 días en los diferentes métodos tenemos: que el **M3** (Método Cautín) presenta un de 6 plantas germinadas, en cambio el **M2** (Método Escarificación) alcanzó un valor intermedio 4 plantas germinadas, seguido por el **M1** (Método Choque Térmico) con 2 plantas germinadas, en cuanto a la variable germinación, siendo así se considera que esta investigación el **M3** (Método Cautín) resulto el método con mayor número de germinación de factibilidad para su aplicación..

Según (Orozco, 2010) quien realizó un estudio con el fin de evaluar la efectividad del método cautín sobre la germinación de semillas tuvo un resultado de 5 plantas germinadas a los 60 días de germinación, por lo que podemos manifestar que el método de cautín es la alternativa más eficaz para aumentar el número de germinación en Guarango ya que al someter a una cauterización con un punto de calor rompe la testa de manera más profunda permitiendo el intercambio directo de oxígeno y agua facilitando el proceso germinativo.

Análisis de la variable Germinación con los sustratos a los 60 días

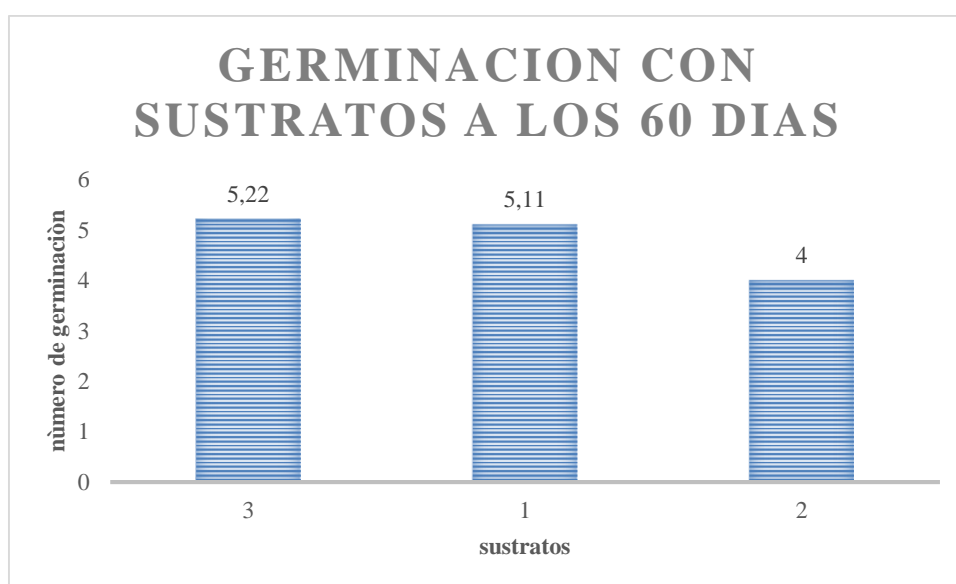
Tabla 11: Tukey al 5 % para la variable germinación con sustratos de propagación del guarango a los 60 días

SUSTRATOS	Medias	
3	5,22	A
1	5,11	A
2	4	B

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

El análisis de medias mediante la prueba de Tukey al 5 % obtuvo 2 rangos: Primer rango: s3 (Turba 50% más Tierra negra 50%) con una media del 5; s1 (Turba100%) con una media de 5; Segundo rango: s2 (Tierra negra100%) con una media del 4.

Gráfico 6: Variable Germinación con los sustratos a los 60 días en porcentajes.



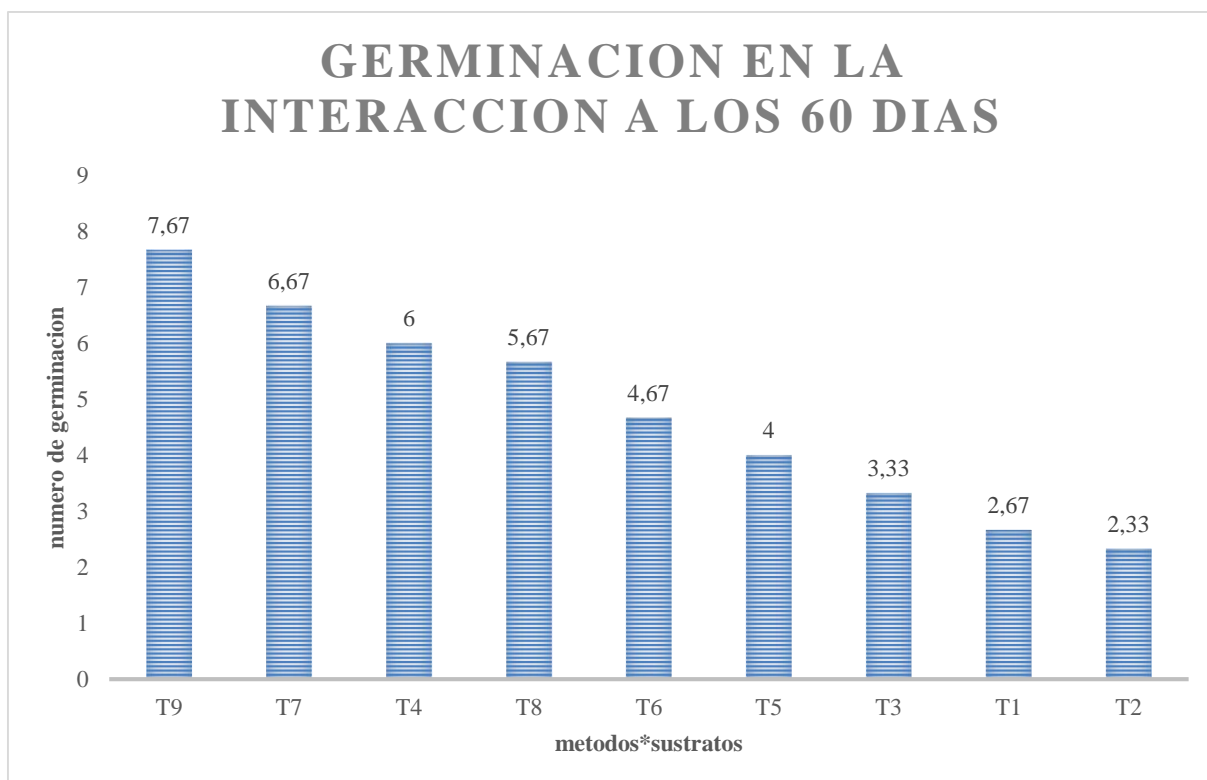
Elaborado por: (Pillajo,2023)

Según los resultados obtenidos en el Grafico 7. Variable Germinación con los sustratos a los 60 días en los diferentes sustratos tenemos: que el **s3** (Turba 50% más Tierra negra 50%) presenta un valor máximo de germinación de 5, en cambio el **s1** (Turba100%) alcanzó un valor intermedio 5, seguido por el **s2** (Tierra negra100%) con el 4, en cuanto a la variable germinación, siendo así se considera que esta investigación el **s3** (Turba 50% más Tierra negra 50%) resulto el sustrato con mayor porcentaje de factibilidad para su aplicación.

Estos resultados se corrobora con lo planteado por (García Ramos, 2018) ya que el porcentaje de germinación en la investigación es de 5 cual es inferior a lo que nos manifiesta que el mejor sustrato fue turba con un porcentaje de germinación de 6 a los 60 días de germinación, lo que podemos manifestar que el **s3** (Turba 50% más Tierra negra 50%) es una alternativa más eficaz para aumentar porcentaje de germinación en Guarango ya que al presenciar esta combinación proveen un buen ambiente con buena retención de agua, contenido de nutrientes y aireación para el crecimiento y desarrollo de la planta.

Análisis de la variable Germinación con Interacción entre métodos de propagación de guarango (*Caesalpinia spinosa*) con los sustratos a los 60 días

Gráfico 7: Variable Germinación con Interacción entre métodos de propagación de guarango (*Caesalpinia spinosa*) con los sustratos a los 60 días



Elaborado por: (Pillajo,2023)

Según los resultados obtenidos en el Gráfico 8. Variable Germinación con Interacción entre métodos de propagación de guarango (*Caesalpinia spinosa*) con los sustratos a los 60 días tenemos: que el **T9(M3s3)**: método de cautín con sustrato (Turba 50% más Tierra negra 50%) con un valor máximo de germinación del 8 plantas germinadas; **T8(M2s3)**: método de escarificación con sustrato (Turba 50% más Tierra negra 50%) con una media de 5 plantas germinadas; **T2(M1s2)**: método de choque térmico con sustrato (Tierra 100%) con una media de 2 plantas germinadas, en cuanto a la variable germinación.

Siendo así se considera que esta investigación el **T9 (M3s3)** método de cautín con sustrato (Turba 50% más Tierra negra 50%) resulto el mejor método y sustrato con mayor número de germinación, esto corrobora con lo planteado por (Lara, 2019) que el método de cautín es la alternativa más eficaz para la propagación del guarango.

11.1 ANALISIS ESTADISTICO VARIABLE ALTURA EN EL GUARANGO

Análisis de la variable altura, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 30 días.

Tabla 12: Adeva de varianza para la variable altura, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 30 días.

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
METODOS	6,02	2	3,01	7,18	0,0051	*
SUSTRATOS	14,1	2	7,05	16,82	0,0001	**
METODOS*SUSTRATOS	0,43	4	0,11	0,26	0,9018	Ns
Error	7,55	18	0,42			
Total	28,1	26				
CV	12,47					

En la tabla 12 el análisis de varianza para la variable altura, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 30 días, hubo una significancia en la fuente de variación Sustrato y en caso de los métodos y métodos por sustratos no presentan significancia y el coeficiente de variación es de 12,47.

Análisis de la variable altura con métodos de propagación del guarango a los 30 días.

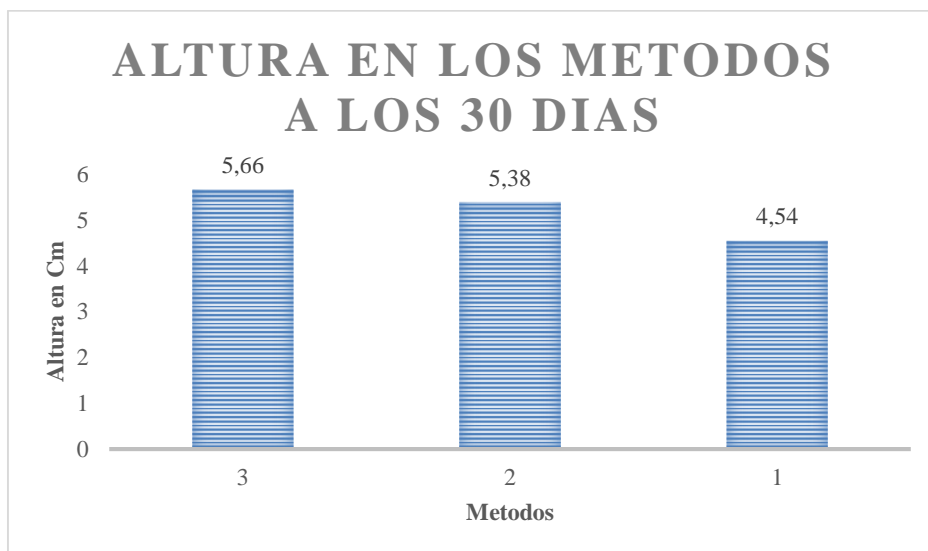
Tabla 13: Tukey al 5 % para la variable altura con métodos de propagación del guarango a los 30 días

METODOS	Medias	
3	5,66	A
2	5,38	A
1	4,54	B

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

El análisis de medias mediante la prueba de Tukey al 5 % obtuvo 2 rangos: Primer rango: s3 (Turba 50% más Tierra negra 50%) con una media del 5,22cm; s1 (Turba100%) con una media de 5,11cm; Segundo rango: s2 (Tierra negra100%) con una media del 4cm.

Gráfico 8: Variable Altura con los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 30 días.



Elaborado por: (Pillajo,2023)

Según los resultados obtenidos en el Gráfico 9. Variable Altura de los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 30 días en los diferentes métodos tenemos: que el **M3** (Método Cautín) presenta un valor máximo de 5,66 cm, en cambio el **M2** (Método Escarificación) alcanzó un valor intermedio 5,38 cm, seguido por el **M1** (Método Choque Térmico) con el 4,54 cm, en cuanto a la variable germinación, siendo así se considera que esta investigación el **M3** (Método Cautín) resulto el método con mayor porcentaje de factibilidad para su aplicación.

Estos resultados se difieren con lo planteado por (Guaman Orozco, 2022) donde nos manifiesta que el método de escarificación estaba en un promedio de 2,56 cm y 1 cm, por lo tanto, una alternativa más eficaz para la altura sería **M3** (método cautín) en guarango ya que al presenciar esta combinación proveen un buen ambiente con buena retención de agua, contenido de nutrientes y aireación para el crecimiento y desarrollo de la planta.

Análisis de la variable Altura con los sustratos a los 30 días en el Infostat.

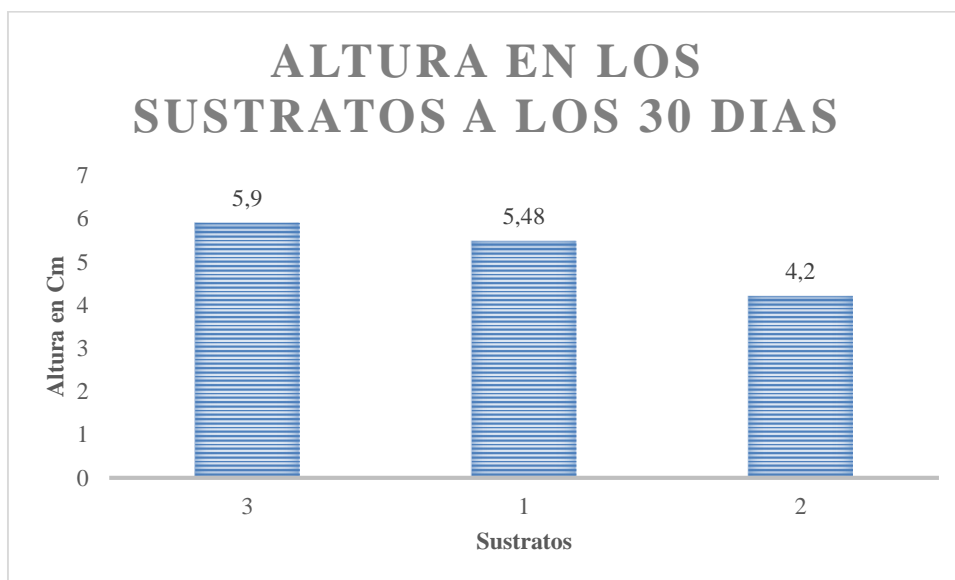
Tabla 14: Tukey al 5 % para la variable altura con los sustratos a los 30 días

SUSTRATOS	Medias	
3	5,9	A
1	5,48	A
2	4,2	B

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

El análisis de medias mediante la prueba de Tukey al 5 % obtuvo 2 rangos: Primer rango: s3 (Turba 50% más Tierra negra 50%) con una media del 5,9cm; Segundo rango: s1 (Turba 100%) con una media del 5,48cm; Tercer rango: s2 (Tierra negra 100%) con una media del 4,2cm.

Gráfico 9: Variable Altura con los sustratos a los 30 días



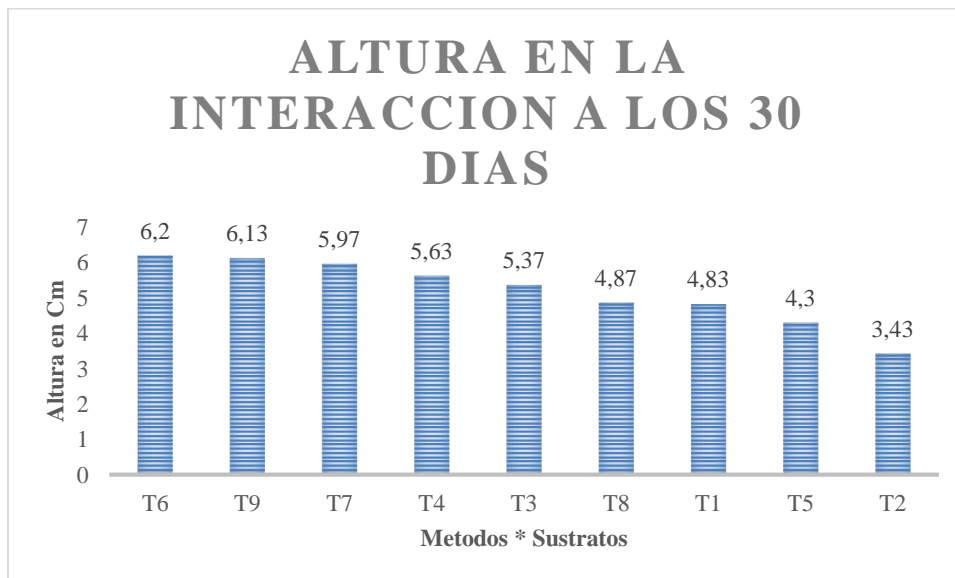
Elaborado por: (Pillajo,2023)

Según los resultados obtenidos en el Grafico 9. Variable Altura con los sustratos a los 30 días en los diferentes sustratos tenemos: que el **s3** (Turba 50% más Tierra negra 50%) presenta un valor máximo de altura de 5,90cm, en cambio el **s1** (Turba100%) alcanzó un valor intermedio

5,48cm, seguido por el s2 (Tierra negra100%) con el 4,20cm, en cuanto a la variable altura, siendo así se considera que esta investigación el s3 (Turba 50% más Tierra negra 50%) resulto el sustrato con mayor altura lo cual es factibilidad para su aplicación.

11.5. Variable altura en la interacción de los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) con los sustratos a los 30 días.

Gráfico 10: Variable altura en la interacción de los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) con los sustratos a los 30 días.



Elaborado por: (Pillajo,2023)

Según los resultados obtenidos en el Grafico 11. Variable Altura con Interacción entre métodos de propagación de guarango (*Caesalpinia spinosa*) con los sustratos a los 30 días tenemos: que el **T6(M2s3)**: método de escarificación con sustrato (Turba 50% más Tierra negra 50%) con un valor máximo de altura de 6,2cm; **T3(M1s3)**: método choque térmico con sustrato (Turba 50% más Tierra negra 50%) con una media de 5,37cm; **T2(M1s2)**:

método de choque térmico con sustrato (Tierra 100%) con una altura de 3,43cm, en cuanto a la variable altura.

Siendo así se considera que esta investigación el **M2s3**: método de escarificación con sustrato (Turba 50% más Tierra negra 50%) resulto el método y sustrato con mayor altura para el crecimiento del guarango.

11.2 Variable Altura del guarango (*Caesalpinia spinosa*)

Análisis del Adeva de varianza para la variable altura, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 60 días

Tabla 15:Adeva de varianza para la variable altura, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 60 días

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	
METODOS	6,02	2	3,01	7,18	0,0051	*
SUSTRATOS	14,1	2	7,05	16,82	0,0001	**
METODOS*SUSTRATOS	0,43	4	0,11	0,26	0,9018	ns
Error	7,55	18	0,42			
Total	28,1	26				
CV	6,35					

En la tabla 16 el análisis de varianza para la variable altura, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 60 días, hubo una significancia en la fuente de variación Sustrato y en caso de los métodos y métodos por sustratos no presentan significancia y el coeficiente de variación es de 6,35.

Análisis para la variable altura con métodos de propagación del guarango a los 60 días.

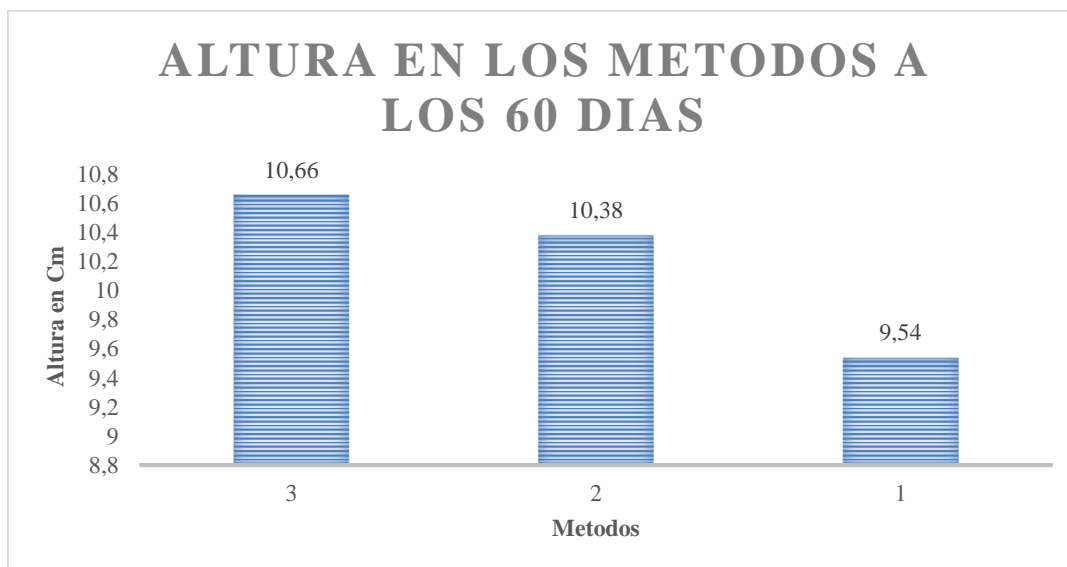
Tabla 17: Tukey al 5 % para la variable altura con métodos de propagación del guarango a los 60 días.

METODOS	Medias		
3	10,66	A	
2	10,38	A	
1	9,54		B

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

El análisis de medias mediante la prueba de Tukey al 5 % obtuvo 2 rangos: Primer rango: M3 (Cautín) con una media del 10,66 cm; M2 (Escarificación) con una media de 10,38 cm; Segundo rango: M1 (Choque térmico) con una media del 9,54 cm.

Gráfico 11: Variable Altura con los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 60 días.



Elaborado por: (Pillajo,2023)

Según los resultados obtenidos en el Gráfico 12. Variable Altura de los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 60 días en los diferentes métodos tenemos: que el **M3** (Método Cautín) presenta un valor máximo de 10,66 cm, en cambio el **M2** (Método Escarificación) alcanzó un valor intermedio 10,38 cm, seguido por el **M1** (Método Choque Térmico) con el 9,54 cm, en cuanto a la variable germinación, siendo así se considera que esta investigación el **M3** (Método Cautín) resulto el método con mayor altura es factible para su aplicación..

Estos resultados se difieren con lo planteado por (Guaman Orozco, 2022) donde nos manifiesta que el método de escarificación estaba en un promedio de 5,2 cm y 4,7 cm, por lo tanto, una alternativa más eficaz para la altura sería **M3** (método cautín) en guarango ya que al presenciar esta combinación proveen un buen ambiente con buena retención de agua, contenido de nutrientes y aireación para el crecimiento y desarrollo de la planta.

Análisis de la variable Altura con los sustratos a los 60 días en el Infostat

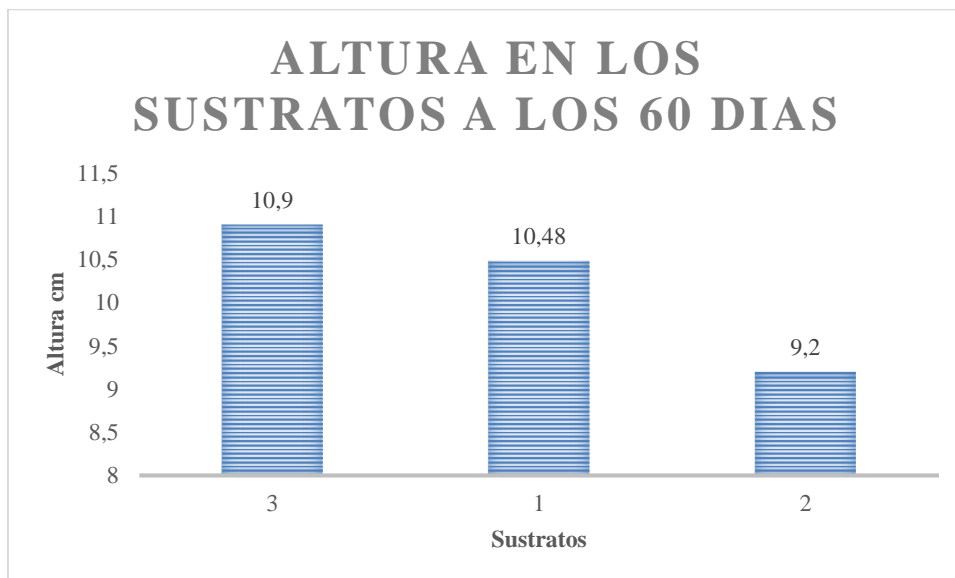
Tabla 18: Tukey al 5 % para la variable altura con los sustratos a los 60 días

SUSTRATOS	Medias	
3	10,9	A
1	10,48	A
2	9,2	B

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

El análisis de medias mediante la prueba de Tukey al 5 % obtuvo 3 rangos: Primer rango: s3 (Turba 50% más Tierra negra 50%) con una media del 10,9cm ; s1 (Turba 100%) con una media del 10,48cm; Segundo rango: s2 (Tierra negra 100%) con una media del 9,2cm.

Gráfico 12: Variable Altura con los sustratos a los 60 días



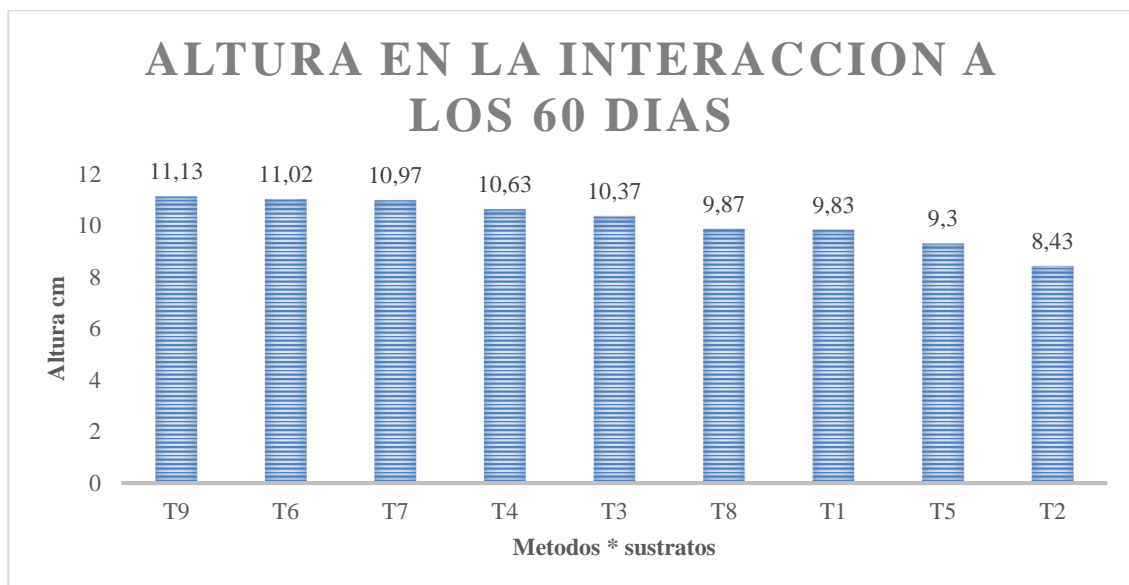
Elaborado por: (Pillajo,2023)

Según los resultados obtenidos en el Grafico 10. Variable Altura con los sustratos a los 60 días en los diferentes sustratos tenemos: que el **s3** (Turba 50% más Tierra negra 50%) presenta un valor máximo de altura de 10,9 cm, en cambio el **s1** (Turba100%) alcanzó un valor intermedio 10,48 cm, seguido por el **s2** (Tierra negra100%) con el 9,20cm, en cuanto a la variable altura, siendo así se considera que esta investigación el **s3** (Turba 50% más Tierra negra 50%) resulto el sustrato con mayor altura lo cual es factibilidad para su aplicación.

García en 2018 manifestó que la turba es un excelente sustrato para la altura en la germinación y Macias en el 2015 nos dice que la tierra es un sustrato que permite una rápida germinación, con los resultados obtenidos en la prueba de Tukey se ratifica lo expresado.

Análisis de la variable altura interacción en los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) con los sustratos a los 60 días.

Gráfico 13:variable altura interacción en los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) con los sustratos a los 60 días.



Elaborado por: (Pillajo,2023)

Según los resultados obtenidos en el Grafico 14. Variable Altura con Interacción entre métodos de propagación de guarango (*Caesalpinia spinosa*) con los sustratos a los 60 días tenemos: que el **T9 (M3s3)**: método de cautín con sustrato (Turba 50% más Tierra negra 50%) con un valor máximo de altura de 11,2 cm; **T3 (M1s3)**: método choque térmico con sustrato (Turba 50% más Tierra negra 50%) con una media de 10,37cm; **T2 (M1s2)**: método de choque térmico con sustrato (Tierra 100%) con una altura de 8,43cm, en cuanto a la variable altura.

Se considera que esta investigación el **T9 (M3s3)**: método de cautín con sustrato (Turba 50% más Tierra negra 50%) y sustrato con mayor altura para el crecimiento del guarango, resulto ser la mejor media matemática, Según (Orozco, 2010) el mejor método es Cautín donde obtuvo alturas de 8,2 cm, por lo que se difiere en la investigación ya que la mejor media matemática fue T9 (método de cautín y 50 % turba más 50 % de tierra negra) con 11,13 cm.

11.3 ANALISIS ESTADISTICO VARIABLE HOJAS EN EL GUARANGO

Análisis de la variable Hojas de los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*)

Tabla 19: Adeva de varianza para la variable hojas, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 30 días.

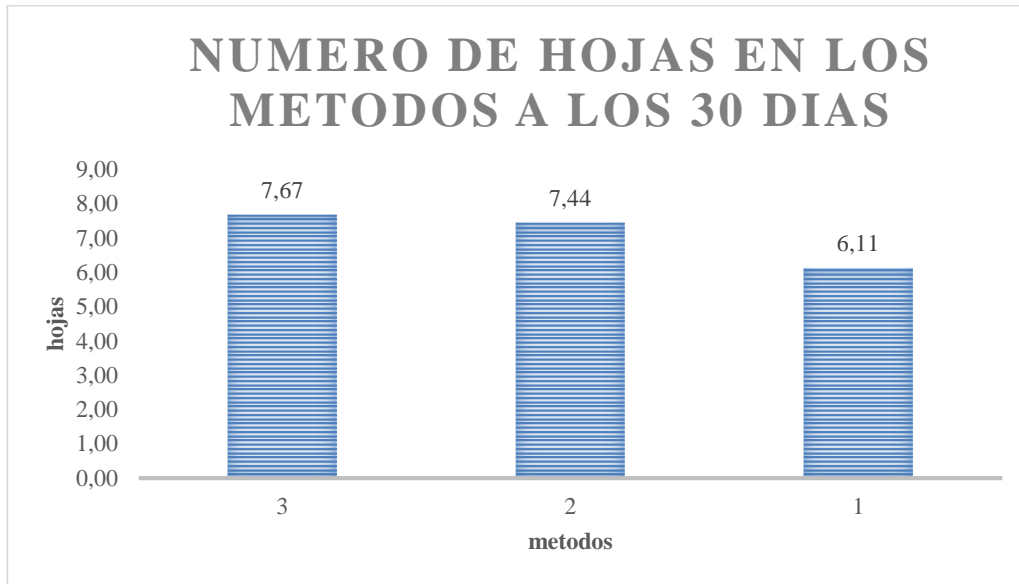
Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	
METODOS	12,74	2	6,37	7,17	0,0591	ns
SUSTRATOS	0,07	2	0,04	0,04	0,9593	ns
METODOS*SUSTRATOS	1,04	4	0,26	0,29	0,8795	ns
Error	16	18	0,89			
Total	29,85	26				
CV	13,33					

En la tabla 19 el análisis de varianza para la variable hoja, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 30 días, no hay significancia en los métodos, sustratos; métodos por sustratos y el coeficiente de variación es de 13,33.

Variable Hojas con los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 30 días.

Gráfico 14: Variable Hojas con los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 30 días.



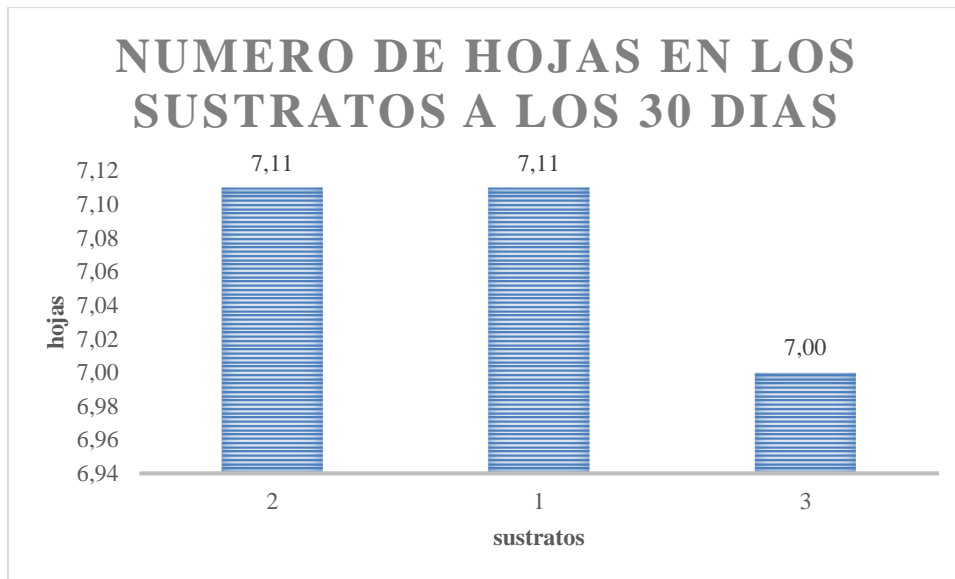
Elaborado por: (Pillajo,2023)

Según los resultados obtenidos en el Gráfico 15. Variable Hojas de los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 30 días en los diferentes métodos tenemos: que el **M3** (Método Cautín) presenta un valor máximo de 8 hojas, en cambio el **M2** (Método Escarificación) alcanzó un valor intermedio de 7 hojas, seguido por el **M1** (Método Choque Térmico) con 6 hojas, en cuanto a la variable germinación, siendo así se considera que esta investigación el **M3** (Método Cautín) resulto el método con mayor número de hojas de factibilidad para su aplicación.

Estos resultados difieren con lo planteado por (Guaman Orozco, 2022) donde manifiesta que las plántulas no presentan hojas verdaderas, por lo tanto, al usar estos métodos de propagación presentaron hojas verdaderas en cada uno de los métodos (Choque térmico, escarificación, cautín) presentando diferente número de hojas.

Análisis de la variable Hojas con los sustratos a los 30 días

Gráfico 15: Variable Hojas con los sustratos a los 30 días



Elaborado por: (Pillajo,2023)

Según los resultados obtenidos en el Gráfico 16. Variable Hojas con los sustratos a los 30 días en los diferentes sustratos tenemos: que el **s2** (Tierra negra 100%) presenta un valor intermedio de 7 hojas, en cambio el **S1** (Turba 100%) alcanzó un valor intermedio 7 hojas, seguido por el **s3** (Turba 50% más Tierra negra 50%) con 7 hojas, en cuanto a la variable hojas.

Se concuerda con (García, 2018) manifestó que el **s1** (turba 100%) es un sustrato óptimo para el desarrollo de la planta, pero al usar tierra negra 100% se obtuvo mayor número de hojas a los 30 días.

Análisis de la variable hoja en la interacción de los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) con los sustratos a los 30 días.

Gráfico 16: Variable hojas en interacción en los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) con los sustratos a los 30 días.



Elaborado por: (Pillajo,2023)

Según los resultados obtenidos en el Gráfico 17. Variable hoja con Interacción entre métodos de propagación de guarango (*Caesalpinia spinosa*) con los sustratos a los 30 días tenemos: que el **T7 (M3s1)**: método de cautín con sustrato (Turba100%) tiene promedio de 8 hojas; **T5 (M2s2)**: método de escarificación con sustrato (Tierra 100%) tiene una media de 7 hojas; **T4 (M2s1)**: método escarificación con sustrato (Turba 100%) tiene 6 hojas.

Siendo así se considera que esta investigación el **T7 (M3s1)**: método de cautín con sustrato (Turba100%) resulto el método y sustrato con mayor número de hojas en el guarango.

Se considera que la interacción entre métodos y sustratos permite que la planta germinada tenga hojas verdaderas a los 30 días de germinación lo cual (Lara,2019) planteo que las plantas germinadas de guarango no presentaban hojas verdaderas a los 30 días después de la germinación.

Análisis de la variable Hojas de los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 60 días.

Tabla 20: Adeva de varianza para la variable hojas, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 60 días.

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
METODOS	13,56	2	6,78	8,71	0,0023	*
SUSTRATOS	0,22	2	0,11	0,14	0,8679	ns
METODOS*SUSTRATOS	0,89	4	0,22	0,29	0,8834	ns
Error	14	18	0,78			
Total	28,67	26				
CV	12,4					

En la tabla 20 el análisis de varianza para la variable hoja, con los métodos de propagación, sustratos e Interacción de métodos y sustratos del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 60 días, no hay significancia en los métodos, sustratos; métodos por sustratos y el coeficiente de variación es de 12,40.

Análisis de la variable hoja con los métodos a los 60 días

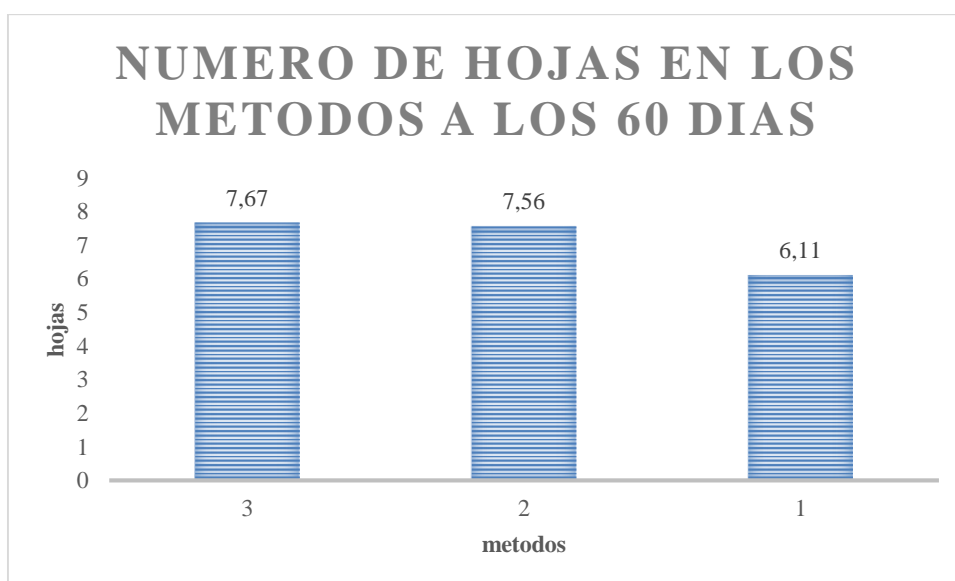
Tabla 21: Tukey al 5 % para la variable *hoja* con los *métodos* a los 60 días

METODOS	Medias	
3	8	A
2	7	A
1	6	B

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

El análisis de medias mediante la prueba de Tukey al 5 % obtuvo 3 rangos: Primer rango: M3 (Cautín) con una media de 8 hojas; M2 (escarificación) con una media de 7 hojas; Segundo rango: M1 (Cautín) con una media de 6 hojas.

Gráfico 17: Variable Hojas con los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 60 días.



Elaborado por: (Pillajo,2023)

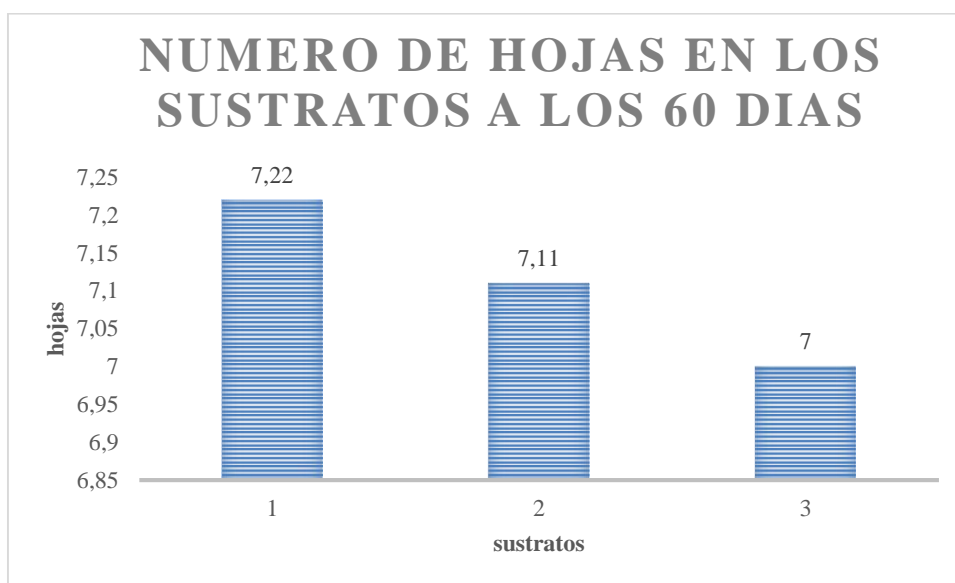
Según los resultados obtenidos en el Gráfico 17. Variable Hojas de los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*), a los 60 días en los diferentes métodos tenemos: que el **M3** (Método Cautín) presenta una media de 8 hojas, en cambio el M2 (Método Escarificación) alcanzó un promedio de 7 hojas, seguido por el **M1** (Método Choque Térmico) con 6 hojas, en cuanto a la variable germinación, siendo así se considera que esta investigación el **M3** (Método Cautín) resulto el método con mayor número de hojas.

Estos resultados difieren con lo planteado por (Guaman Orozco, 2022) donde nos manifiesta que las plántulas a los 60 días presentan valores con una media de 2 hojas, por

lo tanto, al usar estos métodos de propagación si se presentaron mayor número de hojas en cada uno de los métodos (Choque térmico, escarificación, cautín).

Análisis de variable Hojas con los sustratos a los 60 días

Gráfico 18: Variable Hojas con los sustratos a los 60 días



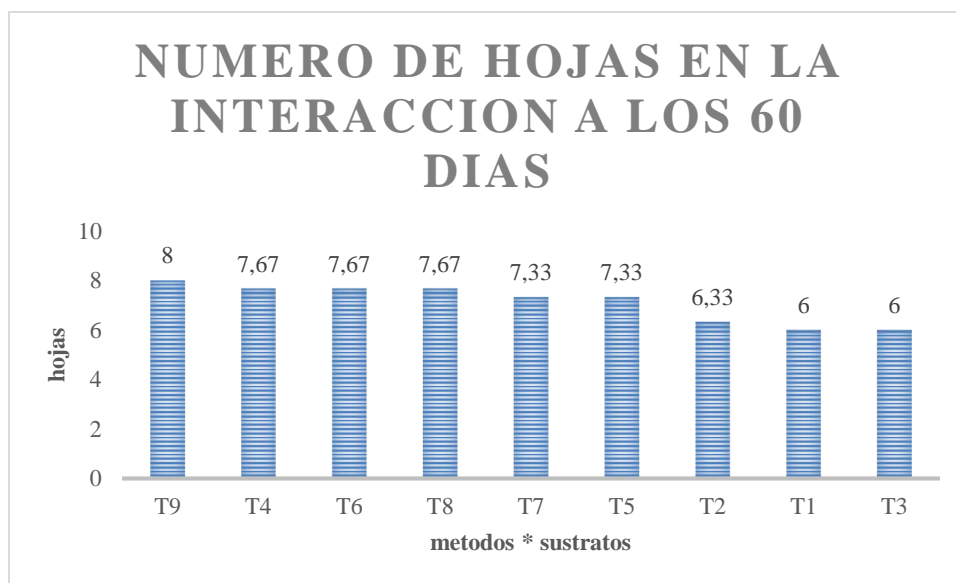
Elaborado por: (Pillajo,2023)

Según los resultados obtenidos en el Gráfico 19. Variable hojas con los sustratos a los 60 días en los diferentes sustratos tenemos: que el **s1** (Turba100%) alcanzó una media 7,22 hojas, en cambio el **s2** (Tierra negra100%) presenta un promedio de 7,11 hojas, seguido por el **s3** (Turba 50% más Tierra negra 50%) con las 7 hojas, en cuanto a la variable hojas, siendo así se considera que esta investigación el **s1** (Turba100%) resulto el sustrato con mayor número de hojas lo cual es factibilidad para su aplicación.

Estos resultados corroboran con lo planteado por (García,2018) donde nos manifiesta que la Turba 100% es uno de los sustratos con mayor número de plantas germinadas, por lo tanto, esto permitió un desarrollo eficiente en las hojas a los 60 días de la germinación.

Variable hoja en la interacción de los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) con los sustratos a los 60 días.

Gráfico 19: Variable hojas en interacción en los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) con los sustratos a los 60 días.



Elaborado por: (Pillajo,2023)

Según los resultados obtenidos en el Gráfico 19. Variable hoja con Interacción entre métodos de propagación de guarango (*Caesalpinia spinosa*) con los sustratos a los 60 días tenemos: que el **T9 (M3s3)**: método de cautín con sustrato (Turba 50% más Tierra negra 50%) tiene un valor máximo de 8 hojas ; **T7 (M3s1)**: método de cautín con sustrato (Turba100%) tiene un valor intermedio de 7 hojas ; **T3(M1s3)**: método choque térmico con sustrato (Turba 50% más Tierra negra 50%) tiene 6 hojas, siendo así se considera que esta investigación el **T9(M3s1)**: método de cautín con sustrato (Turba 50% más Tierra negra 50%) resulto el método y sustrato con mayor número de hojas en el guarango.

Estos resultados se corroboran con lo planteado por (Lara, 2019) donde nos manifiesta que las plantas germinadas con el método de cautín obtuvieron mayor número de hojas a los 60 días ya que por este método se obtuvo mayor germinación de semillas.

12. CONCLUSIONES

- El mejor método para la propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) es el M3 (método de cautín) con promedio de 7 plantas germinadas alcanzo una altura promedio de 10,5 cm con 8 hojas verdaderas de a los 60 días seguido por M2 (método de escarificación) con un promedio de 5 plantas germinadas de un total de 10 semillas, además alcanzo una altura promedio de 9,48 cm con un promedio de 7 hojas verdaderas.
- El sustrato para la propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) es el s3 (turba 50 % más tierra negra 50%) con un promedio de 6 plantas germinadas y en la altura el s3 alcanzó una altura promedio de 11,3 cm con 8 hojas verdaderas, seguido por el sustrato s1 (Turba 100%), con una altura promedio de 10,8cm con un promedio de 6 hojas verdaderas.
- La mejor interacción de métodos con sustratos en la germinación del guarango (*Caesalpinia spinosa*) es el T9 (Método de cautín con sustrato de turba 50% más tierra negra al 50%) con un promedio de 8 plantas germinadas de un total de 10 semillas, con una altura promedio de 11,20 cm y un promedio de 8 hojas verdaderas.

13. RECOMENDACIONES

- Realizar nuevas investigaciones con el método de cautín aplicando a diferentes tiempos, en semillas con testa impermeable.
- Difundir los resultados de los métodos de propagación del guarango (*Caesalpinia spinosa*), con sustrato s3 (turba y tierra negra al 50% respectivamente) para la propagación del guarango.

14. BIBLIOGRAFÍA

Achipiz-Fajardo, J., Gálvez-Campo, G. M., Morales-Velasco, S., & Vivas-Quila, N. J. (2014). GUARANGO (*Mimosa quitensis*) OPCION FORRAJERA. *Scielo*, 2, 71. Recuperado el 15 de febrero de 2023, de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n2/v12n2a08.pdf>

Aguilar, P. (2015). *Mejoramiento del Tawri*. Pastos Colombia.

Arnedo, C. (3 de Noviembre de 2022). *Castillo Arnedo suministro agrícola*. Obtenido de Castillo Arnedo suministro agrícola: <https://www.castilloarnedo.com/blog/general/que-es-la-turba-y-para-que-se-utiliza>

Cabello, L. (2010). Desarrollo de monografías para cinco cultivos peruanos del Proyecto Perubiodiverso. 9. Recuperado el 20 de Enero de 2023, de https://repositorio.promperu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/1373/Monografia_tara_2010_keyword_principal.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Castillo. (2020). MORFOLOGÍA Y BIOMETRÍA DE LA VAINA Y SEMILLA DE LA TARA (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze) DEL VALLE DE CAJAMARCA. (*Trabajo de titulación*), UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS, ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA, Perú, CAJAMARCA, 11-16. Recuperado el 20 de Enero de 2023, de

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3763/MORFOLOG%C3%8DA%20Y%20>

Dammer, F., & Anhalzer. (Julio de 2008). Guarango. *Terra incognita*(54). Obtenido de https://www.terraecuador.net/revista_54/54_guarango.html

DE LA CRUZ, P. (2004). APROVECHAMIENTO INTEGRAL Y RACIONAL DE LA TARA. 7. Recuperado el 20 de ENERO de 2023, de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/733/584>

Deere, J. (24 de Octubre de 2018). *Agroequipos Del Valle*. Obtenido de Agroequipos Del Valle: <https://www.agroequipos.com.mx/node/1687>

ECUADOR FORESTAL. (2012). *Especies forestales del Ecuador*, 2. Recuperado el 20 de Diciembre de 2021, de <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/08/TARA.pdf>.

FAO. (1994). Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/777>

García Ramos, P. A. (2018). EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE PLÁNTULAS DE GUARANGO (CAESALPINIA SPINOSA) PROPAGADAS POR SEMILLAS, CON TRES TIPOS DE SUSTRATOS Y CUATRO TIPOS DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN LAGUACOTO I. Obtenido de https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UEB_a03e04bf04220f86839365b4153cb091

Gómez, L. (Diciembre de 2013). <http://repositorio.uaaan.mx>. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7072/G%C3%93MEZ%20P%C3%89REZ.%20LUCINA%20TESIS.pdf?sequence=1>

Guaman Orozco, B. E. (2022). EVALUACIÓN DE LA GERMINACIÓN DE SEMILLA DE GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*) (Mol.) O. Kuntze APLICANDO DOS MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN EN LA COMUNIDAD ALACAO, GUANO, CHIMBORAZO. 33 -38. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16102/1/33T00340.pdf>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2022). Obtenido de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/21/anexos.html>

Lara, R. M. (2019). “*EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE GUARANGO (Caesalpinia spinosa), EN EL VIVERO EXPERIMENTAL CEASA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, 2019.* LATACUNGA. Obtenido de <file:///D:/joa/guarango%20tesis%20ambiente.pdf>

Macías, M. P. (2015). “*DESECHOS FORESTALES INDUSTRIALES DEL ASERRIÒ UTILIZADOS EN LA PRODUCCIÒN DE GUARANGO EN VIVERO.* Chimborazo. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/101/1/P%C3%81RRAGA%20MAC%C3%8DAS%20MARGOT%20PRICEIDA.pdf>

MANCERO, L. (2008). LA TARA(*Caesalpinia spinosa*) en PERU,BOLIVIA Y ECUADOR: ANALISIS DE LA CADENA PRODUCTIVA. 9-32. Recuperado el 20 de ENERO de 2023, de <http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/bcbe5cf56c6e85153383169ed426f265.pdf>.

Martinat, J. E. (2012). *Efecto del choque térmico simulando la acción del fuego en la germinación* . Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba. Obtenido de <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/2329>

Miceli, J. (11 de Noviembre de 2020). *VIVA LA TIERRA*. Recuperado el 15 de Febrero de 2023, de <https://vivalatierra.com.ar/turba/>

Mirella Romero, B., Alejandra Nieto, G., & Luis Guillermo Hernández, M. (2016). Acondicionamiento térmico de semillas en la germinación y emergencia. *Scielo*. Recuperado el 15 de Febrero de 2023, de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052016000100181

Mujica, A. (2011). *propiedades de los cereales*. CARIBE: FAO.

Oliva, M. (2014). *Vivero forestal para producción de plántones de especies forestales nativas*. IIAP, Peru. Recuperado el 3 de Noviembre de 2022, de <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL1419.pdf>

Orozco, A. (2010). *Evaluación de tres métodos de escarificación en semillas de algarrobo (Hyminea courbaril L.)* Universidad del Quindío. Colombia. Peretti, A. . Colombia.

SARA. (16 de MAYO de 2022). *TOTENART*. Obtenido de <https://totenart.com/tutoriales/puntas-de-pirograbado-cual-escoger/>

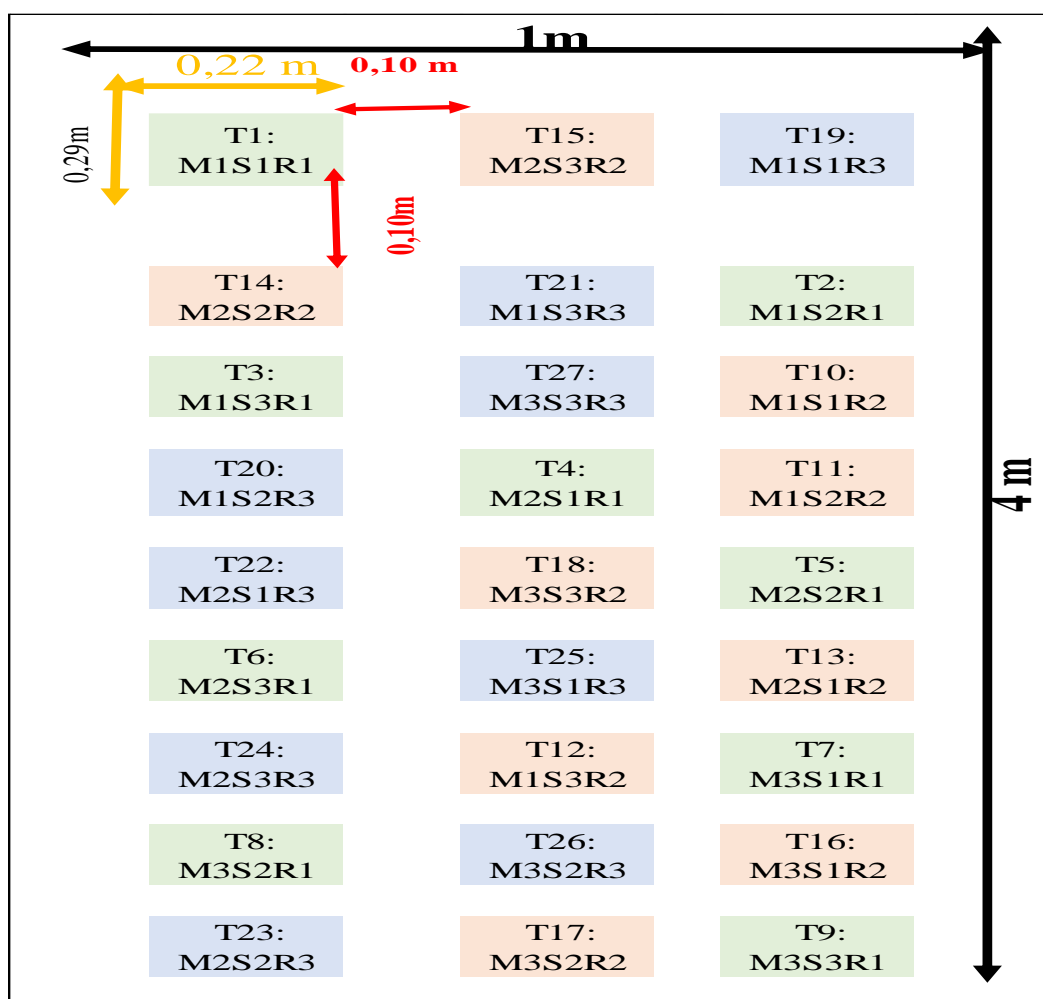
UPR-Mayagüez. (2021). *Germinación de semillas*. Biología Organismal Vegetal, Biología Organismal Vegetal. Biol 3417L. Recuperado el 23 de octubre de 2022, de <https://www.uprm.edu/labs3417/wp-content/uploads/sites/176/2018/08/germinacion-de-semillas-1.pdf>

15. ANEXOS.**Anexo 1: Diseño implementado en campo (DCA)**

T1: M1S1R1	T15: M2S3R2	T19: M1S1R3
T14: M2S2R2	T21: M1S3R3	T2: M1S2R1
T3: M1S3R1	T27: M3S3R3	T10: M1S1R2
T20: M1S2R3	T4: M2S1R1	T11: M1S2R2
T22: M2S1R3	T18: M3S3R2	T5: M2S2R1
T6: M2S3R1	T25: M3S1R3	T13: M2S1R2
T24: M2S3R3	T12: M1S3R2	T7: M3S1R1



Anexo 2: Dimensiones del diseño decampo (DCA)



Anexo 3: Fotografía de realización de proyecto en campo

Fotografía 1: Reconocimiento del lugar



Fotografía 2: Adquisición de la semilla



Fotografía 3: Método Choque térmico



Fotografía 4: Toma de temperatura al agua



Fotografía 5: Bolsas de hielo para bajar temperatura del agua



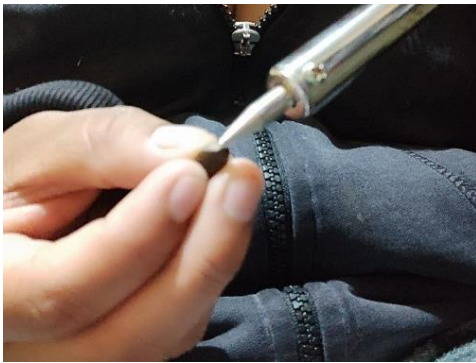
Fotografía 6: Método Escarificación



Fotografía 7: Lija 80



Fotografía 5: Método Cautín



Fotografía: Cautín con descripción



Fotografía 7: Labores Culturales Deshierba y Limpieza



Fotografía 8: Turba 100%



Fotografía 9: Tierra Negra 100%



Fotografía 10: Turba 50% más Tierra negra 50%.



Fotografía 11: Enfundar los Sustratos



Fotografía 12: Implementación DCA



Fotografía 13: Riego



Fotografía 14: Siembra de cada método con sustrato. **Fotografía 15:** Germinación a los 30 días
días



Fotografía 16: Germinación a los 60 días



Fotografía 17: Toma de datos a los 30 días



Fotografía 18: Toma de datos a los 60 días



Anexo 4. Aval del Traductor