

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y  
AMBIENTAL**

**EFFECTO DEL ESTRÉS QUÍMICO Y SALINO EN EL  
CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE *Tabebuia Chrysantha*  
(Jacq.) Nicholson EN DOS MEDIOS DE PROPAGACIÓN  
EN EL CASERÍO SAN JERÓNIMO, PROVINCIA DE  
JAÉN**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

**Autores:** Bach. Leny Aracely, Diaz Perez

Bach. Cinty Thopson Yonely, Guevara Alvarado

**Asesores:** Dr. Segundo Sánchez Tello

Mg. Ocaña Zúñiga Candy Lisbeth

**Línea de investigación: Conservación, Manejo y Aprovechamiento de los Recursos  
Naturales**

**JAÉN – PERÚ  
2025**

# Leny A. Díaz Pérez; Cinty T. Y. Guevara Alvarado

## EFFECTO DEL ESTRÉS QUÍMICO Y SALINO EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE *Tabebuia Chrysantha* (Jac...

 Quick Submit Quick Submit Universidad Nacional de Jaen

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3208210104

98 Páginas

Fecha de entrega

7 abr 2025, 10:52 a.m. GMT-5

17.342 Palabras

Fecha de descarga

23 may 2025, 10:14 a.m. GMT-5

80.175 Caracteres

Nombre de archivo

UEVARA.INFORME\_FINAL\_-\_Cinty\_Thopson\_Yonely\_Guevara\_Alvarado.pdf

Tamaño de archivo

4.8 MB



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

*Dr. Alexander Huamán Mera*

Coordinador de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

## 8% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

### Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Small Matches (less than 15 words)

### Top Sources

- 7% Internet sources
- 1% Publications
- 2% Submitted works (Student Papers)

### Integrity Flags

#### 1 Integrity Flag for Review

- Replaced Characters**  
113 suspect characters on 26 pages  
Letters are swapped with similar characters from another alphabet.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
*Dr. Alexander Huamán Mera*  
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



## ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el 22 de abril 2025, siendo las 16.30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado Evaluador designados con Resolución N° 538-2024-UNJ/FI.

Presidente, Dr. Lupo Leonidas Varas Ponce

Secretario, Mg. María Marleni Torres Cruz

Vocal, Dr. Luis Arturo Gil Ramírez

para evaluar la sustentación del Informe Final de Tesis titulado: "EFECTO DEL ESTRÉS QUÍMICO Y SALINO EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE *Tabebuia Chrysantha* (Jacq.) Nicholson EN DOS MEDIOS DE PROPAGACIÓN EN EL CASERÍO SAN JERÓNIMO, PROVINCIA DE JAÉN", cuyos autores son **Leny Aracely Diaz Perez** y **Cinty Thopson Yonely Guevara Alvarado**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, teniendo como asesores a Dr. Segundo Sánchez Tello y Mg. Ocaña Zúñiga Candy Lisbeth;

Después de la sustentación y defensa, el Jurado Evaluador acuerda:

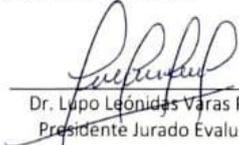
( X ) Aprobar      ( ) Desaprobar      ( X ) Unanimidad      ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

Excelente	18, 19, 20	( )
Muy bueno	16, 17	( )
Bueno	14, 15	( X )
Regular	13	( )
Desaprobado	12 o menos	( )

Siendo las 15:30 horas, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

  
Mg. María Marleni Torres Cruz  
Secretario Jurado Evaluador

  
Dr. Lupo Leonidas Varas Ponce  
Presidente Jurado Evaluador

  
Dr. Luis Arturo Gil Ramírez  
Vocal Jurado Evaluador

## DECLARACIÓN JURADA

Yo, **Leny Aracely Diaz Perez**, con DNI, N° 75566455 y **Cinty Thopson Yonely Guevara Alvarado**, con DNI, N° 75339527, egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Facultad de Ingeniería, declaro bajo juramento que somos autores del trabajo de investigación titulado: **“EFECTO DEL ESTRÉS QUÍMICO Y SALINO EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE *Tabebuia Chrysantha* (Jacq.) Nicholson EN DOS MEDIOS DE PROPAGACIÓN EN EL CASERÍO SAN JERÓNIMO, PROVINCIA DE JAÉN”**, Cuya autoría es el resultado de nuestro esfuerzo, sacrificio y dedicación. El mismo que fue revisado por nuestros asesores, Dr. Segundo Sánchez Tello y Mg. Ocaña Zúñiga Candy Lisbeth, quien dio la conformidad considerando matriz de desarrollo que exige la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental

Dejo constancia que en el supuesto que incurra en el incumplimiento de la originalidad de trabajo de investigación, o en el caso de incurrir en el plagio parcial o total del mismo soy consciente en los efectos que produzcan dicho incumplimiento.

Me ratifico en lo expresado y en señal de conformidad firmo la presente declaración jurada en la provincia de jaén, a los 19 días del mes de marzo del 2025. En forma conjunta con mi asesor.



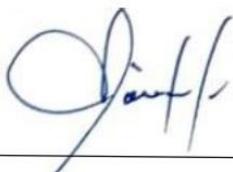
**Bach. Leny Aracely Diaz Perez**

DNI: 75566455



**Bach. Cinty Thopson Yonely Guevara Alvarado**

DNI: 75339527



**Dr. Segundo Sánchez Tello**

DNI:27748121



**Mg. Ocaña Zúñiga Candy Lisbeth**

DNI:44798819

**INDICE**  
**INDICE GENERAL**

INDICE	II
INDICE GENERAL	VI
INDICE DE TABLAS	VIII
INDICE DE FIGURAS	IX
INDICE DE ANEXOS	X
RESUMEN	XIII
ABSTRAC	XIV
I. INTRODUCCIÓN	12
II. MATERIAL Y MÉTODOS	16
2.1. MATERIALES Y EQUIPOS	16
2.2. LOCALIZACIÓN	18
2.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	20
2.3.1. Población.....	20
2.3.2. Muestra.....	20
2.3.3. Muestreo.....	21
2.4. VARIABLES DE ESTUDIO	21
2.4.1. Variable Independiente .....	21
2.4.2. Variable Dependiente .....	21
2.5. TIPO, MÉTODOS, TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	22
2.5.1. Tipo de investigación: .....	22
2.5.2. Método .....	23
2.5.3. Técnicas.....	23
2.5.4. Procedimiento.....	23
2.5.4.1. Vivero	23
2.5.4.2. Obtención de semillas de Guayacán	24
2.5.4.3. Germinación de semillas de Guayacán	25
2.5.4.4. Sustrato para vivero	26

2.5.4.5. Mezcla y embolsado	26
2.5.4.6. Repique	26
2.5.4.7. Aplicación de estrés químico y salino	26
2.5.5. Diseño experimental.....	27
2.5.6. Tratamientos.....	27
2.5.7. Análisis de Datos.....	29
III. RESULTADOS	30
IV. DISCUSION	46
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	51
AGRADECIMIENTO	53
DEDICATORIA	54
ANEXOS	55

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales para emplear en la investigación	16
Tabla 2. Indicadores de las variables de estudio	21
Tabla 3. Número de tratamientos según diseño experimental	27
Tabla 4. Medidas descriptivas de las variables principales	29
Tabla 5. Medidas descriptivas de la altura de la plántula(cm) según tipo de sustrato	30
Tabla 6. Medidas descriptivas del número de hojas según tipo de sustrato	32
Tabla 7. Medidas descriptivas de tamaño de raíz(cm) según tipo de sustrato	33
Tabla 8. Medias descriptivas de la altura de la plántula(cm) según tratamiento.	34
Tabla 9. Medias descriptivas de número de raíz según tratamiento.	36
Tabla 10. Medias descriptivas del tamaño de raíz (cm) según tratamiento	38
Tabla 11. Pruebas de normalidad	40
Tabla 12. Análisis de varianza para la altura de plántula	40
Tabla 13. Análisis de varianza para el número de hojas	42
Tabla 14. Análisis de Varianza para Tamaño de Raíz	44

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de lugar de estudio basado en ecorregiones	19
Figura 2. Esquema de la conformación de la muestra	20
Figura 3. Distribución espacial del diseño experimental (DBCA) en vivero	24
Figura 4. Semillas de Guayacán evaluadas mediante prueba visual	25
Figura 5. Distribución de los tratamientos por bloque	28
Figura 6. Medidas promedio de altura (cm) de la planta según tratamiento	35
Figura 7. Medidas promedio de numero de hojas según tratamiento	37
Figura 8. Medidas promedio del tamaño de la raíz (cm) según tratamiento	39
Figura 9. Medias marginales estimadas de altura de plántula por tratamiento según sustrato	41
Figura 10. Medias marginales estimadas de N° de hojas por tratamiento según sustrato	43
Figura 11. Medias marginales estimadas de tamaño de raíz por tratamiento según sustrato	45

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultado de la prueba visual	55
Anexo 2. Porcentaje de plántulas sobrevivientes en almácigo	56
Anexo 3. Crecimiento de plántulas en fase de germinación	56
Anexo 4. Porcentaje de supervivencia según tratamiento y sustrato	57
Anexo 5. Tabla del bloque N° 1-Sustrato A-Tratamiento 0	57
Anexo 6. Tabla bloque N° 1-Sustrato B-Tratamiento 0	58
Anexo 7. Tabla bloque N°1-Sustrato A-Tratamiento 1	58
Anexo 8. Tabla bloque N° 1-Sustrato B-Tratamiento 1	59
Anexo 9. Tabla bloque 01-Sustrato A-Tratamiento 2	59
Anexo 10. Tabla bloque 1-Sustrato B-Tratamiento 2	60
Anexo 11. Tabla bloque N° 1-Sustrato A-Tratamiento 3	60
Anexo 12. Tabla bloque 1-Sustrato B- Tratamiento 3	61
Anexo 13. Tabla bloque 1-Sustrato A-Tratamiento 4	61
Anexo 14. Tabla bloque N° 1-Sustrato B-Tratamiento 4	62
Anexo 15. Tabla bloque N° 2-Sustrato A-Tratamiento 0	62
Anexo 16. Tabla bloque N° 2-Sustrato B-Tratamiento 0	63
Anexo 17. Tabla bloque N° 2-Sustrato A-Tratamiento 1	63
Anexo 18. Tabla bloque N° 2-Sustrato B-Tratamiento 1	64
Anexo 19. Tabla bloque N° 2-Sustrato A-Tratamiento 2	64
Anexo 20. Tabla bloque N° 2-Sustrato B-Tratamiento 2	65
Anexo 21. Tabla bloque N° 2-Sustrato A-Tratamiento 3	65
Anexo 22. Tabla bloque N° 2-Sustrato B-Tratamiento 3	66
Anexo 23. Tabla bloque N° 2-Sustrato A-Tratamiento 4	66
Anexo 24. Tabla bloque N° 2-Sustrato B-Tratamiento 4	67
Anexo 25. Tabla bloque N° 3-Sustrato A-Tratamiento 0	67
Anexo 26. Tabla bloque N° 3-Sustrato B-Tratamiento 0	68
Anexo 27. Tabla bloque N° 3-Sustrato A-Tratamiento 1	68
Anexo 28. Tabla bloque N° 3-Sustrato B-Tratamiento 1	69
Anexo 29. Tabla bloque N° 3-Sustrato A-Tratamiento 2	69

Anexo 30. Tabla bloque 3-Sustrato B-Tratamiento 2	70
Anexo 31. Tabla bloque N° 3-Sustrato A-Tratamiento 3	70
Anexo 32. Tabla bloque N°3-Sustrato B-Tratamiento 3	71
Anexo 33. Tabla bloque N° 3-Sustrato A-Tratamiento 4	71
Anexo 34. Tabla bloque N° 3-Sustrato B-Tratamiento 4	72
Anexo 35. Tabla bloque N°4-Sustrato A-Tratamiento 0	72
Anexo 36. Tabla bloque N°4-Sustrato B-Tratamientos 0	73
Anexo 37. Tabla bloque N° 4-Sustrato A-Tratamiento 1	73
Anexo 38. Tabla bloque N°4-Sustrato A-Tratamiento 2	74
Anexo 39. Tabla bloque N°4-Sustrato B-Tratamiento 2	74
Anexo 40. Tabla bloque N°4-Sustrato A-Tratamiento 3	75
Anexo 41. Tabla bloque N°4-Sustrato B-Tratamiento 3	75
Anexo 42. Tabla bloque N°4-Sustrato A- Tratamiento 4	76
Anexo 43. Tabla bloque N°4- Sustrato B- Tratamiento 4	76
Anexo 44. Figura Bloque 1, Sustrato A	77
Anexo 45. Figura bloque 1, Sustrato B	77
Anexo 46. Figura bloque 2, Sustrato A	78
Anexo 47. Figura bloque 2, Sustrato B	78
Anexo 48. Figura bloque 3, Sustrato A	79
Anexo 49. Figura bloque 3, Sustrato B	79
Anexo 50. Figura bloque 3, Sustrato B	80
Anexo 51. Figura bloque 4, Sustrato B	80
Anexo 52. Figura diferenciación de tratamientos de aplicación de Na 100 g/l:T1; 200 g/l:T2	81
Anexo 53. Figura diferenciación de tratamientos de aplicación de compomaster 15 g/plántula:T3; 20 g/plántula:T4	81
Anexo 54. Árbol determinado como semillero	82
Anexo 55. Obtención de semillas de árbol seleccionado	82
Anexo 56. Extracción de semillas de vainas	83
Anexo 57. Semillas viables y vanas	83

Anexo 58. Selección de semillas vanas y viables por visualización de cotiledones	84
Anexo 59. Pesado de semillas	84
Anexo 60. Aplicación de tratamiento pre-germinativo a semillas de Guayacán	85
Anexo 61. Preparación de terreno para almácigo	85
Anexo 62. Estructura externa de cama de almácigo	86
Anexo 63. Aplicación de Clorox para desinfección de sustrato de cama de almácigo	86
Anexo 64. Dispersión de semillas en cama de almácigo	87
Anexo 65. Cobertura de almácigo con maya rashell	87
Anexo 66. Zarandeado de sustratos	88
Anexo 67. Homogeneización de sustratos	88
Anexo 68. Embolsado con sustrato homogenizado	89
Anexo 69. Enfilado de bolsas	89
Anexo 70. Control de crecimiento inicial de plántulas en cama de almácigo	90
Anexo 71. Visualización de proceso de germinación de plántulas	91
Anexo 72. Medición y toma de apuntes de crecimiento de plántulas	92
Anexo 73. Extracción de plántulas de cama de almácigo	93
Anexo 74. Repicado de plántulas con palito repicador	94
Anexo 75. Aplicación de estrés tanto químico como salino a las plántulas	95
Anexo 76. Toma de apuntes y medición de parámetros finales (cantidad de hojas y altura).	96
Anexo 77. Medición de tamaño de raíces de plántulas.	97
Anexo 78. Toma de apuntes final y retirado de rotulado de tratamientos por bloques	97
Anexo 79. Plantón de Guayacán en campo definitivo por venta posterior al proyecto	98

## RESUMEN

El *Tabebuia Chrysantha* (Jacq.) Nicholson es una especie nativa de los bosques secos, clasificado como una especie en estado vulnerable según la RED LIST de la UICN. El presente estudio evaluó el efecto del estrés químico y salino en el crecimiento de plántulas de esta especie en dos medios de propagación en el Caserío San Jerónimo, Provincia de Jaén. Se emplearon 2400 semillas, de las cuales el 36% fue viable. La investigación se centró en analizar la germinación, crecimiento en altura, número de hojas y desarrollo radicular en 600 plántulas, sometidas a cinco tratamientos: un control (T0) y cuatro tratamientos de estrés químico y salino (T1, T2, T3, T4). Los resultados estadísticos mostraron diferencias significativas en altura de las plántulas entre los tratamientos ( $F = 6.441, p < 0.05$ ), destacando que los tratamientos de estrés reducen significativamente el crecimiento en comparación con el grupo control (T0), presentando una altura promedio de 11.4725 cm. En cuanto al número de hojas, los tratamientos también tuvieron un efecto significativo ( $p < 0.05$ ), evidenciando una disminución conforme a la intensificación de los niveles de estrés. El tamaño de la raíz también fue afectado significativamente por los tratamientos ( $p < 0.05$ ), siendo el tratamiento control el que mostró el mayor desarrollo radicular (6.060833 cm). El análisis no mostró diferencias significativas en las variables morfológicas (altura, número de hojas, tamaño de la raíz) entre los bloques experimentales o entre los dos tipos de sustrato utilizados ( $p > 0.05$ ). Sin embargo, el sustrato TA (Tierra Agrícola: Arena: Guano de Vaca en proporciones 2:1:1/3) se identificó como el más adecuado para el crecimiento en ausencia de estrés. Los resultados resaltan la importancia de los tratamientos aplicados sobre el crecimiento de las plántulas y proporcionan una base sólida para futuros estudios en el manejo de *Tabebuia Chrysantha* bajo condiciones de estrés.

**Palabras clave:** estrés químico, estrés salino, *Tabebuia Chrysantha*

## ABSTRAC

*Tabebuia Chrysantha* (Jacq.) Nicholson is a species native to dry forests, classified as a vulnerable species according to the IUCN RED LIST. The present study evaluated the effect of chemical and saline stress on the growth of seedlings of this species in two propagation media in the Caserío San Jerónimo, Province of Jaén. 2400 seeds were used, of which 36% were viable. The research focused on analyzing germination, growth in height, number of leaves and root development in 600 seedlings, subjected to five treatments: a control (T0) and four chemical and salt stress treatments (T1, T2, T3, T4). The statistical results showed significant differences in seedling height between treatments ( $F = 6.441$ ,  $p < 0.05$ ), highlighting that stress treatments significantly reduce growth compared to the control group (T0), presenting an average height of 11.4725 cm. Regarding the number of leaves, the treatments also had a significant effect ( $p < 0.05$ ), evidencing a decrease according to the intensification of stress levels. Root size was also significantly affected by the treatments ( $p < 0.05$ ), with the control treatment showing the greatest root development (6.060833 cm). The analysis did not show significant differences in the morphological variables (height, number of leaves, root size) between the experimental blocks or between the two types of substrate used ( $p > 0.05$ ). However, the TA substrate (Agricultural Soil: Sand: Cow Guano in proportions 2:1:1/3) was identified as the most suitable for growth in the absence of stress. The results highlight the importance of the treatments applied on the growth of seedlings and provide a solid basis for future studies in the management of *Tabebuia Chrysantha* under stress conditions.

**Keywords:** chemical stress, saline stress, *Tabebuia Chrysantha*

## I. INTRODUCCIÓN

*Tabebuia Chrysantha* (Jacq.) Nicholson también conocido comúnmente como Huayacán, Guayacán, está clasificado como una especie en estado vulnerable según la RED LIST de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), a su vez conocido por su uso medicinal, maderero y ornamental. Marcelo-Peña *et al.*, (2010) indica que el guayacán es un árbol que pertenece al bosque seco, data de pocos estudios en cuanto al empleo de semillas, considerada una especie de crecimiento lento y se adapta a diferentes tipos de suelo (franca a franca arenosa), prefiere regiones con clima templado-cálido, soporta temperaturas de entre 18°C a 32°C, se desconoce totalmente el porcentaje de sobrevivencia de sus plántulas en su fase de vivero y en campo abierto se pueden encontrar hasta seis árboles en 0.1 ha.

Según el Departamento técnico Vencol S.A., (2022), el estrés es la presencia de un factor externo a la planta provocado por el medio ambiente cambiante, estos ocasionan cambios en todos los niveles funcionales de los organismos, ejerciendo una influencia negativa sobre su desarrollo óptimo; así mismo, Jiménez y García, (2019) definen al estrés salino como las cantidades excesivas de sal en el suelo, los cuales afectan de manera adversa el crecimiento y desarrollo de las plantas, afectando a su vez procesos biológicos como: la germinación de la semilla y vigor, crecimiento vegetativo, floración y desarrollo del fruto, los cuales son considerablemente afectados por las altas concentraciones de sales.

En relación a estudios desarrollados a nivel internacional, se seleccionó el estudio de Munns y Mark, (2008) quienes informan que los macronutrientes principales como el N (nitrógeno), P (fósforo), K (potasio) son esenciales en ciertas cantidades, pero las desviaciones de estos resultan en desordenes nutricionales que se manifiestan en excesos o déficit; definiendo así al estrés químico como el resultado de las cantidades excesiva de macronutrientes en los suelos, los cuales afectan las funciones de la planta como su floración, formación o coagulación de frutos y defensa contra insectos y enfermedades, esto también se debe a los niveles elevados de metales pesados en el suelo.

También en el ámbito internacional se seleccionó el estudio de Meloni *et al.*, (2015), quien evaluó la tolerancia al estrés salino del vinal (*Prosopis Ruscifolia*), obteniendo como resultado que las plántulas lograron desarrollarse en soluciones de NaCl hasta -1,5 MPa. El propósito de esta investigación fue evaluar el estrés químico y salino en el crecimiento de plantas para ellos se utilizó semillas vanas y viables, evaluar el porcentaje de semillas vanas y viables encontradas en 500gr mediante una prueba de

visualización de cotiledones bien formados, además evaluar el crecimiento y a su vez evaluar el porcentaje de supervivencia de las plántulas en cama de almácigo, evaluar el porcentaje de supervivencia, por otra parte comparar el sustrato más adecuado para el desarrollo de plántulas, en este caso estos sustratos son 2:1:1/3 (TA) y 3:2:1 (TB), cuya composición es TA (Tierra Agrícola):Arena(A): GV(Guano de Vaca) respectivamente; también evaluar el crecimiento y porcentaje de supervivencia de las plántulas sometidas a estrés químico y salino en los dos medios de propagación en este caso los dos tipos de sustratos. Se tuvo como objetivo específico evaluar el efecto del estrés químico y salino en el crecimiento de plántulas de Guayacán, para ello se determinó evaluar el porcentaje de germinación, crecimiento en altura y porcentaje de supervivencia de plántulas comparando con que sustrato desarrolla mejor la plántula.

Otra investigación en el mismo ámbito seleccionado fue el estudio de Márquez, (2023), cuyo objetivo de investigación fue evaluar el efecto del estrés osmótico con NaCl y PEG 6000 en vitroplantas de las variedades CP 72-2086 y Mex 69-290. Dicho estudio concluye que la respuesta fisiológica y bioquímica de las variedades de caña de azúcar (CP 72-2086 y Mex 69-290) es diferente frente al estrés osmótico. Las vitroplantas de la variedad de caña de azúcar CP 72-2086 y Mex 69-290 presentaron una mayor tolerancia al estrés salino que al estrés hídrico. La acumulación de prolina se observa como una respuesta adaptativa ante el estrés osmótico en las variedades (CP 72-2086 y Mex 69-290). Así mismo manifiesta que la absorción de nutrimentos in vitro fue afectada significativamente en ambas variedades de caña de azúcar (CP 72-2086 y Mex 69-290) bajo estrés osmótico.

También se seleccionó el estudio de Pugachi, (2022) cuyo objetivo fue analizar la calidad de semillas de Guayacán (*Tabebuia Chrysantha* (Jacq.) en la Parroquia Dayuma, provincia de Orellana; determinando su calidad y porcentaje de germinación. Se estableció un diseño experimental bifactorial con los ejemplares (A1, A2, A3) y sustratos: S1: Tierra 65% + arena 35%, S2: Tierra 75%+ cascarilla de arroz 25%, S3: Tierra 50% + tierra de palo 50%, y S4: Testigo (Tierra), que se distribuyó en 12 tratamientos. Se concluye que entre las semillas de *Tabebuia Chrysantha* existió gran cantidad de impurezas, son recalcitrantes por su cantidad de humedad y se recomienda realizar estudios complementarios con las normas ISTA para semillas.

También se seleccionó el estudio de Vázquez-Luna *et al.*, (2020) cuyo objetivo fue evaluar el crecimiento y acumulación de biomasa en plántulas de tres especies forestales (*Cedrela Odorata*, *Tabebuia Chrysantha* y *T. Rosea*), bajo fertilización de base

biológica y sintética, así como su efecto sobre la rizosfera. Se estableció un diseño completamente al azar con cuatro réplicas y se evaluaron tres tratamientos para cada especie forestal: T1, biofertilizante a base de micorrizas; T2, biofertilizante a base de *Azospirillum sp.*; T3, fertilizante sintético de liberación lenta, utilizando de la semana uno a la cuatro la fórmula comercial Starter® 10-15-5, aplicando 50 ppm/planta; mientras que de la semana 10 a la 12 se utilizaron 100 ppm/planta de Nitro® 30-0-0, con su testigo correspondiente. Se concluye que la biofertilización puede ser una alternativa para el crecimiento de especies forestales comerciales como *Cedrela Odorata* y *Tabebuia Rosea*.

En cuanto a los antecedentes nacionales se seleccionó al estudio de Llacsá, (2016) cuyo objetivo fue conocer la caracterización del microbioma nativo y la domesticación subsecuente de cepas microbianas benéficas para los árboles a través del empleo de tecnologías clásicas de microbiología dependientes del cultivo y de nuevas tecnologías de biología molecular. Se concluye que mediante el uso de técnicas moleculares ha sido posible la identificación de microorganismos asociados a la rizósfera y filósfera de especies forestales como *T. Chrysantha* y *T. Billbergii*, dos árboles maderables de los bosques estacionalmente secos de la región Tumbes que son extraídos de manera irracional por su preciada madera. Los microorganismos aislados en diversos medios de cultivo corresponden a grupos de endófitos fúngicos y bacterianos importantes por contribuir a múltiples efectos benéficos para la planta en cuanto a salud y promoción del crecimiento vegetal. Un análisis metagenómico, el cual es un enfoque independiente del cultivo de microorganismos, permitió conocer la estructura de la comunidad existente en la rizósfera de ambas especies.

También se seleccionó la investigación de Rodríguez *et al.*, (2019) el objetivo de dicha investigación fue determinar efecto del estrés salino sobre la Tasa Absoluta de Crecimiento (TCA) y el Contenido Relativo de Agua (CRA) de las variedades IR-43 y amazonas de arroz. Las plántulas homogéneas fueron sometidas en solución hidropónica La Molina y dispuestas en un diseño factorial. El estrés salino afectó de forma significativa las variables evaluadas. La variedad amazonas mostró mayor tolerancia a estrés salino, con TCA de 21,25 mm/día en vástago y 22,54 mm/día en raíz, bajo 200 mM de NaCl. Se concluye que la disminución en el crecimiento podría deberse a cambios en el estado hídrico celular y a disturbios en la toma y translocación de nutrientes causados por el estrés osmótico. Las diferencias en la respuesta al estrés salino de ambas variedades de arroz, muestran ventajas en el reajuste osmótico y regulación restablecer y mantener la homeostasis celular de la var. Amazonas.

En cuanto a los antecedentes regionales o locales se seleccionó el estudio de Asenjo, (2023) cuyo objetivo fue determinar el efecto del ácido giberélico y el nitrato de potasio en la germinación de guayacán *Tabebuia Chrysantha (Jacq.) G. Nicholson*. Se seleccionaron 1500 semillas las cuales fueron divididas en 15 grupos de 100 semillas cada uno, las semillas fueron sometidas a 4 tratamientos: Acido giberélico a 1000 ppm y 2000 ppm, nitrato de potasio a 1000 ppm y 2000 ppm empleando 1200 semillas a las 300 semillas restantes fueron los testigos sin ningún tratamiento. Los resultados muestran que el mayor número de semillas germinadas fueron las sometidas al tratamiento con ácido giberélico de 2000 ppm con un total de 97 %, seguido de ácido giberélico a 1000 ppm con un total de 96,67 % lo cual hace indicar que no presentan diferencia estadísticamente significativa entre sí, a diferencia de las semillas sometidas a nitrato de potasio donde la solución de Nitrato de potasio a 2000 ppm germinó 83.67 %. Se concluye que las semillas de *Tabebuia Chrysantha Jacq. G. Nicholson* germinan mejor cuando son tratadas con Ácido giberélico a 2000 ppm y germinan en menor cantidad cuando son tratadas con nitrato de potasio a 1000 y 2000 ppm.

Otra investigación seleccionada fue la de Meza, (2017) cuyo objetivo fue evaluar el efecto del ácido giberélico y las variaciones de temperatura como tratamientos pregerminativos en la propagación sexual y obtener un mayor porcentaje de germinación de la semilla botánica de *Tabebuia Chrysantha (Jacq.) G. Nicholson* 'guayacán'. Para el ensayo de germinación se aplicó un diseño estadístico factorial con arreglo combinatorio, de dos factores: inmersión de semillas de guayacán en agua a diferentes temperaturas (25 °C, 30°C y 40 °C), y la de dosis de ácido giberélico (100ppm, 200ppm, 300ppm y 0ppm) con cuatro repeticiones y 20 semillas por cada unidad experimental. Se concluye que las semillas de *Tabebuia Chrysantha (Jacq.) G. Nicholson* "Guayacán", sometidas al tratamiento con Ácido Giberélico a niveles de 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm y 0 ppm, y a la Inmersión de semillas en agua a diferentes Temperaturas a niveles de 25 °C, 30 °C y 40 °C, reportaron efectos igual estadísticamente según análisis estadístico del ensayo.

Por esta razón urge la necesidad en estos tiempos de planearse el siguiente objetivo general: Evaluar el efecto del estrés químico y salino en el crecimiento de plántulas de *Tabebuia Chrysantha (Jacq.) Nicholson* en dos medios de propagación en el Caserío San Jerónimo, Provincia de Jaén.

Así como los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el porcentaje de viabilidad de las semillas de *Tabebuia Chrysantha* en condiciones de estrés químico y salino.
- Analizar los patrones de germinación, crecimiento y supervivencia de las plántulas de *Tabebuia Chrysantha* en cama de almácigo bajo diferentes tratamientos de estrés.
- Evaluar las características morfológicas de las plántulas de *Tabebuia Chrysantha* en respuesta al estrés químico y salino en los dos tipos de sustrato estudiados.
- Comparar el porcentaje de supervivencia de las plántulas de *Tabebuia Chrysantha* en los diferentes tratamientos de estrés y sustratos.
- Identificar el sustrato más adecuado para el crecimiento de plántulas de *Tabebuia Chrysantha* en condiciones de estrés químico y salino.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Materiales y equipos

La Tabla 1, presenta el material de estudio utilizado:

**Tabla 1**

*Materiales para emplear en la investigación*

Nº	Descripción	Unidad	Cantidad	Utilidad
<b>1.00 Materiales</b>				
1.01	Bolsas de polietileno 5" x 8"	Paquete	5	Para almacenar la tierra agrícola
1.02	Lápiz	Unidad	2	Escritura
1.04	Memoria USB (16GB)	Unidad	1	Almacenamiento de información secundaria
<b>2.00 Equipos</b>				
2.01	Laptop (Marca LENOVO, Modelo G40, Corei3)	Unidad	2	Registro de datos y elaboración de reporte técnico
2.02	Impresora	Unidad	1	Impresiones de fichas de campo
2.03	Cámara Fotográfica Digital	Unidad	1	Toma de fotografías como medio de prueba del trabajo de campo

	Sistema de				
2.04	Posicionamiento Global (GPS)	Unidad	1		Ubicación de Coordenada UTM
2.05	Calculadora científica	Unidad	1		Cálculos requeridos
<b>3.00</b>	<b>Herramientas</b>	Unidad			
3.01	Tablas	Unidad	6		Para cama de almácigo y separación de tratamientos según bloque
3.02	Wincha	Unidad	1		Tomar medidas de la instalación del vivero
3.03	Maya Rashell	Metros	6		Protección de lluvia y sol de las plántulas, techo de vivero
3.04	Tabla de apoyo	Unidad	1		Apoyo para escritura de datos
3.05	Pico	Unidad	1		Picar la tierra
3.06	Pala	Unidad	1		Mezcla de tierra, arena y guano
3.07	Zaranda	Unidad	1		Colar la tierra para sacar piedras y material no deseado
3.08	Repicador de Madera	Unidad	2		Repicar plántulas
3.09	Balanza	Unidad	1		Para pesar las sustancias a emplear en los tratamientos de estrés.
3.10	Triplay	Unidad	1		Para separar las plántulas por bloque
4.11	Plástico	Metros	6		Para evitar que los sustratos se contaminen con suelos ajenos
<b>4.00</b>	<b>Insumos</b>				
4.01	Semillas de Guayacán	Gramos	500		Para obtención de plántulas
4.02	Plántulas de Guayacán	Unidad	600		Para ser objeto de estudio
4.03	Guano vacuno descompuesto	Balde	1		Para composición de sustrato
4.04	Arena	Balde	1.5		Para composición de sustrato
4.05	Tierra Agrícola	Balde	1.5		Para composición de sustrato

4.06	Lejía Clorox	Botella	1	Para eliminar mohos o hongos no deseados
<b>5.00 Recurso Humano</b>				
5.01	Transporte	Pasaje	6	Para llegar al lugar de estudio
5.02	Hospedaje	Habitación	6	Descanso y aseo personal después del arduo trabajo de campo
5.03	Alimentación	3	12	Para el buen estado físico de investigadores y asesor
<b>6.00 Logística</b>				
6.01	Papel Bond	Millar	1	Para imprimir información necesaria
6.02	Microsoft Office Profesional Plus 2019			Para la realización del proyecto he informe final (Word), Para elaboración de tabla de materiales, presupuesto y cronograma de actividades (Excel).
6.03	R-Studio versión 4.32			Para la elaboración de cuadros estadísticos de los datos obtenidos

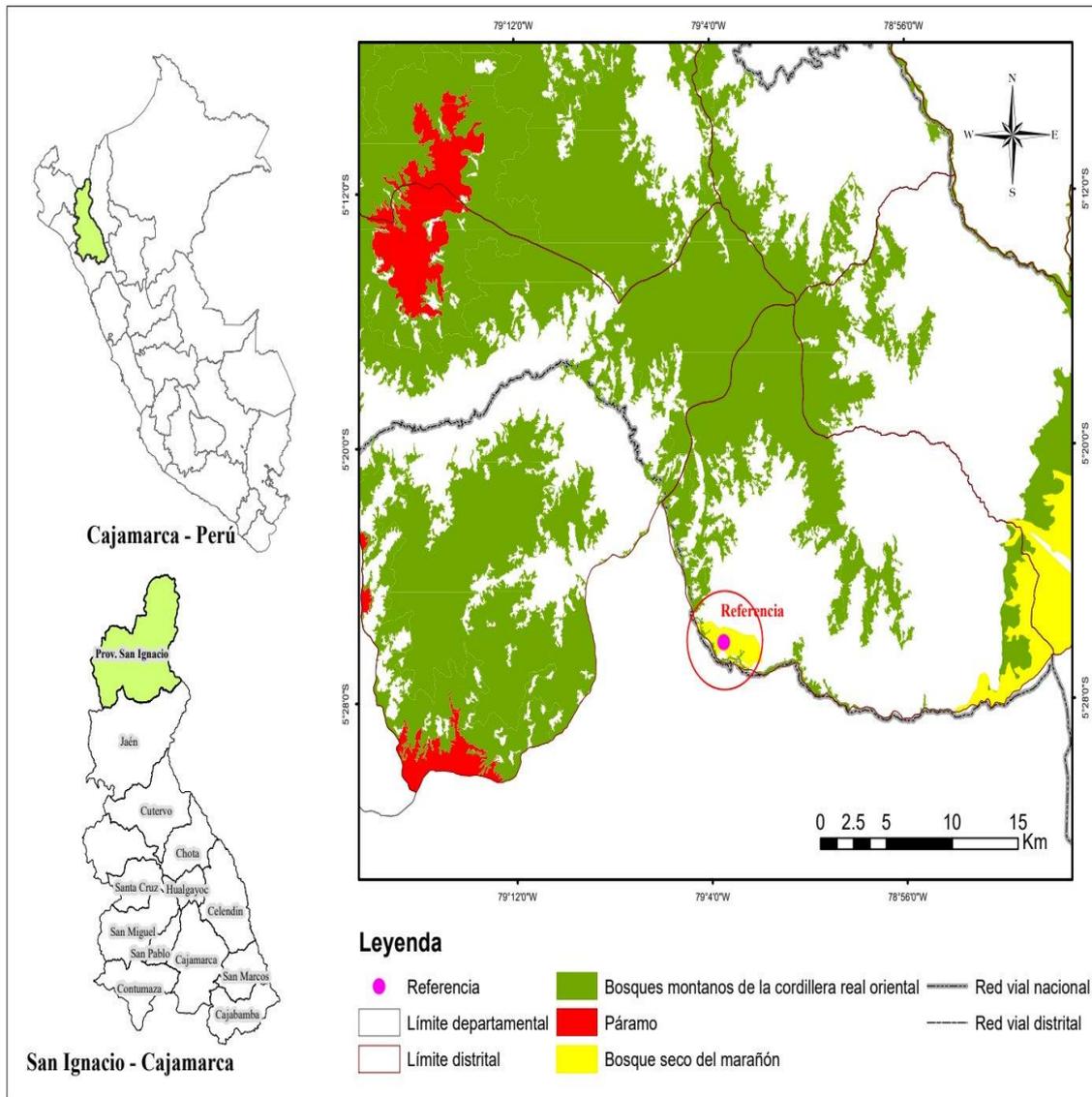
---

## 2.2. Localización

La investigación se realizó en el Sector “Che-Guevara”, Caserío San Jerónimo, Provincia de Jaén, en el que se instaló un vivero con fines de desarrollo del presente proyecto. La localidad se encuentra a una altitud de 941 m.s.n.m., con coordenadas UTM 17M 714089E, 9398364N, la temperatura oscila entre los 18°C mínimo y los 31°C máximo.

**Figura 1**

*Mapa de lugar de estudio basado en ecorregiones*



*Nota: Datos obtenidos del MINAM. GPS GARMIN modelo 79S.*

## 2.3. Población, muestra y muestreo

### 2.3.1. Población

Se consideró dos tipos de poblaciones: La primera población fue de 8000 semillas contabilizadas de los 500 gr obtenidas del árbol semillero seleccionado, la segunda población fue de 856 plántulas de *Tabebuia Chrysantha* (Jacq.) Nicholson, obtenidas en el proceso de germinación.

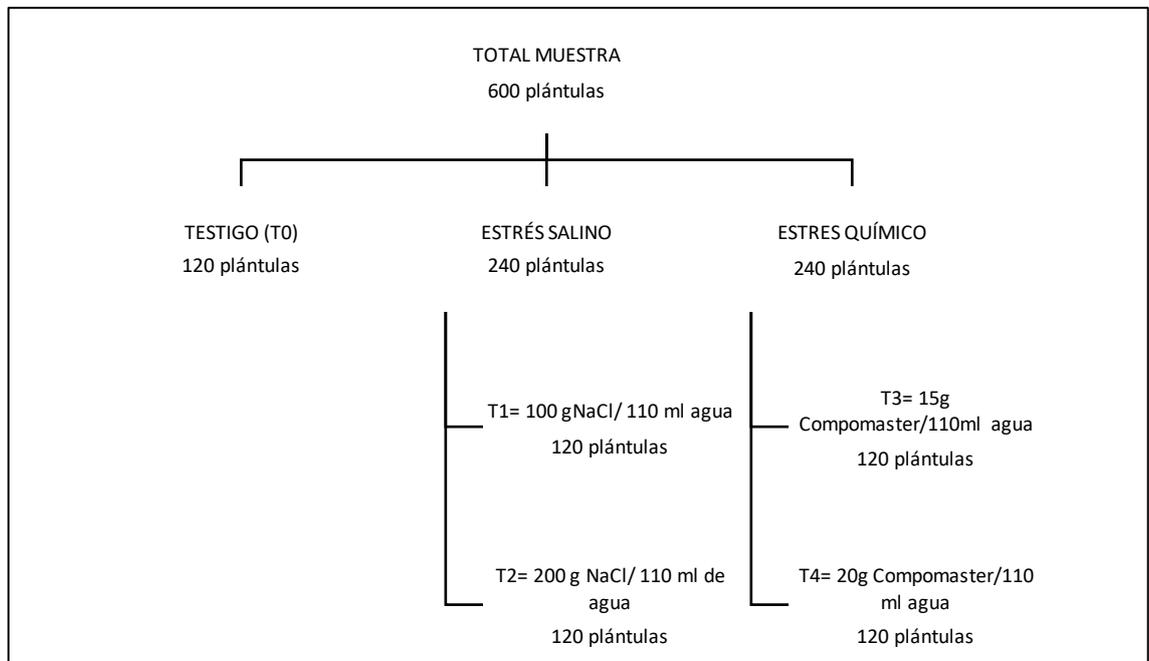
### 2.3.2. Muestra

Las muestras fueron escogidas por conveniencia, se tuvieron en cuenta dos muestras: M1= 2400 semillas viables obtenidas de la prueba visual, M2= 600 plántulas seleccionadas por sus aceptables características morfológicas; en esta última muestra se tuvo en cuenta 4 bloques, y 10 unidades experimentales por cada bloque, teniendo un total de 40 unidades experimentales.

Se tomaron 120 plantas para cada evaluación, en una misma distribución tanto para evaluación de plántulas sin ser sometidas estrés tanto salino como químico, es decir, 120 evaluación natural (testigo), 120 plántulas para ser sometidas a estrés salino y 120 plántulas para ser sometidas a estrés químico, haciendo un total de muestra de 600 plántulas.

### Figura 2

Esquema de la conformación de la muestra



### 2.3.3. Muestreo

De las plántulas que germinaron en la cama de cría se escogió las más vigorosas (altura, cantidad de hojas), para luego ser repicadas en las bolsas.

## 2.4. Variables de estudio

### 2.4.1. Variable Independiente

La variable independiente en este estudio es en función al **tipo de tratamiento de estrés** aplicado a las plántulas de *Tabebuia Chrysantha*. Este tratamiento incluye el estrés químico y salino en diferentes niveles, con cuatro tratamientos específicos (T1, T2, T3, T4) y un tratamiento de control (T0). Los tratamientos consisten en la aplicación de soluciones salinas (NaCl) y químicas (Compomaster) en diversas concentraciones, con el fin de evaluar cómo estas condiciones afectan el crecimiento y desarrollo de las plántulas en los dos tipos de sustrato utilizados.

### 2.4.2. Variable Dependiente

La variable dependiente es el **crecimiento de las plántulas de *Tabebuia Chrysantha***, evaluado a través de tres parámetros específicos: la altura de las plántulas, el número de hojas y el tamaño de la raíz. Estas medidas reflejan el efecto que tienen los diferentes tratamientos de estrés sobre el desarrollo de las plántulas en las condiciones del vivero. Cada uno de estos parámetros fue cuantificado y analizado estadísticamente para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos aplicados.

### 2.4.3. Variable de Control

Bloques experimentales.

**Tabla 2***Indicadores de las variables de estudio de las plántulas en vivero*

<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descripción del indicador</b>
Tipo de tratamiento de estrés (Variable Independiente)	Tratamiento de Estrés	Concentración de NaCl (100 g/250 ml agua y 200 g/L) para el estrés salino y de Compomaster (15 g/250 ml agua/plántula y 20 g/250ml agua/plántula) para el estrés químico.
	Sustrato	Composición del sustrato (Tierra Agrícola: Arena: Guano de Vaca en proporciones 2:1:1/3 y 3:2:1).
Crecimiento de las plántulas de <i>Tabebuia Chrysantha</i> (Variable dependiente).	Altura de las Plántulas	Medida en centímetros desde la base de la plántula hasta el ápice del brote más alto.
	Número de Hojas	Cantidad de hojas presentes en cada plántula en diferentes fases del experimento.
	Tamaño de la Raíz	Longitud de la raíz principal, medida en centímetros, desde el cuello de la planta hasta el extremo de la raíz.
	Porcentaje de Supervivencia	Proporción de plántulas que sobreviven en cada tratamiento con respecto al total inicial.

**2.5. Tipo, Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos****2.5.1. Tipo de investigación:**

La investigación fue de tipo cuantitativa y experimental, se utilizó tablas (anexo 1), y figuras (figura 1) de comparación y se examinaron los resultados de

manera específica con ayuda de herramientas en el campo de la estadística, los resultados fueron obtenidos a través del proceso experimental.

#### 2.5.2. Método

La presente investigación combinó métodos de cultivo, aplicación de estrés controlado, análisis estadístico y comparativo de variables para evaluar el impacto del estrés químico y salino en el crecimiento de las plántulas de *Tabebuia Chrysantha* en diferentes condiciones de sustrato y propagación. Roupael, *et.al.*, (2012) utilizaron este enfoque para evaluar el efecto del estrés salino en el crecimiento y actividad fotosintética de plántulas de melón y pepino injertadas sobre portainjertos de Cucurbita.

#### 2.5.3. Técnicas

En la presente investigación se emplearon varias técnicas para evaluar el impacto de estos estresores en el desarrollo de las plántulas. Esto incluyó la selección meticulosa de semillas de *Tabebuia Chrysantha*, dividiéndolas en semillas vanas y viables para garantizar la uniformidad del estudio. Además, se prepararon dos tipos de sustratos con diferentes proporciones de Tierra Agrícola, Arena y Guano de Vaca, para analizar cómo estas composiciones afectaban el crecimiento de las plántulas. Se realizó una prueba específica de visualización de cotiledones para determinar la viabilidad de las semillas y se aplicó estrés químico y salino en condiciones controladas, monitoreando el crecimiento y supervivencia de las plántulas en cada sustrato y bajo estas condiciones estresantes. Estos métodos combinados permitieron obtener datos precisos sobre cómo el estrés químico y salino afecta el desarrollo de *Tabebuia Chrysantha* en diferentes medios de propagación.

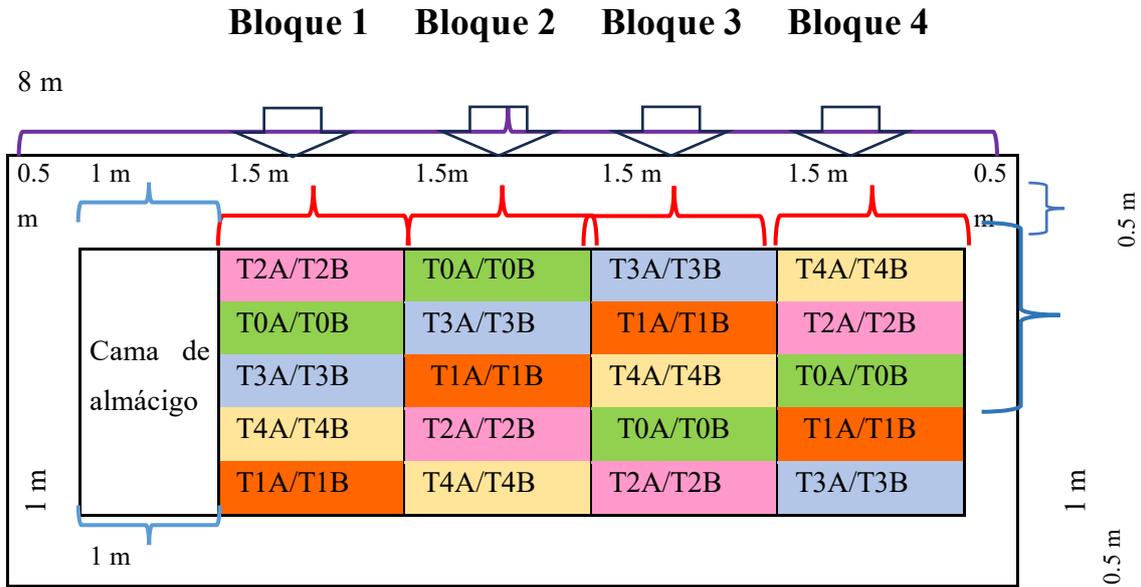
#### 2.5.4. Procedimiento

##### 2.5.4.1. Vivero

El tamaño total del vivero fue de 2 metros de ancho por 8 metros de largo por 1.7 metros de alto y 30 centímetros de alto, el diseño interno se basó en las medidas de vivero de Pinilla Céspedes *et al.*, (2016), contó con una cama de almácigo de 1x1 metros, una cama de repique con medidas de 1 metro de ancho (10 plantas), 6 metros de largo (1.5 metros por bloque) y 1.7 metros de alto; para la construcción del techo se empleó caña brava como sostén y fue cubierto con maya rashell de 70% de sombra, para que así las plantas repicadas no sufran por exceso de agua (lluvias) o radiación solar.

**Figura 3**

*Distribución espacial del diseño experimental (DBCA) en vivero*

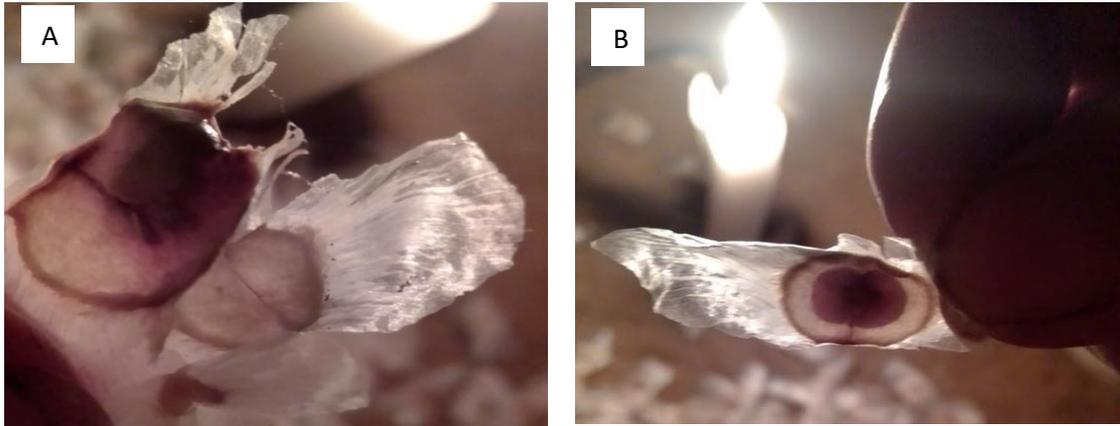


#### 2.5.4.2. Obtención de semillas de Guayacán

Las semillas fueron colectadas de un árbol semillero, para ello se lo seleccionó en base a su DAP que oscila de 54 a 56cm, vigorosidad notoria en la coloración de sus hojas y altura total aproximada de 20 metros; del que se cosecho un total de 500gr de semillas, de la cual se realizó un análisis visual, en el que visualizó los cotiledones mejor formados (figura 4 B), consideradas como el porcentaje de viabilidad de las semillas, mientras que las semillas restantes no cuentan con embriones o son secas (vanas, figura 4 A).

## Figura 4

*Semillas de Guayacán evaluadas mediante prueba visual*



A) Muestra las semillas cuyos cotiledones no están correctamente formados denominadas no viables o vanas.

B) Muestra una semilla considerada viables, cuyos cotiledones se visualizan bien formados.

### 2.5.4.3. Germinación de semillas de Guayacán

Las semillas fueron remojadas por 24 horas con agua a temperatura ambiente (Orduz Manrique & Caicedo Ortiz, 2021), el cual consistió en colocar en remojo las semillas durante un día, para luego ser colocadas en la cama de almacigo o cama de cría aplicando el método del voleo.

#### **Desinfección de sustrato**

Se desinfectó la arena de la cama de almacigo o cama de cría con agua con lejía, en este caso se empleó 324mL lejía/20L de agua (162 mL de lejía clorox para 1 balde de 20L), la cual se aplicó mediante aspersion con mochila de fumigar, continuando con la colocación de las semillas en la cama de almacigo, a las cuales se les aplicó mediante el método al Voleo, este consistió en tomar una porción de semillas en la mano y distribuir las en forma lineal a lo largo de la cama de almacigo.

Para evaluar el porcentaje de germinación del total de semillas consideradas viables se tuvo en cuenta cuantas de ellas germinaron en la cama de almacigo, se empleó el modelo de recopilación de datos calculados en la fórmula empleada por Cobar-Carranza *et al.*, (2015):

#### **Fórmula 1**

$$\text{Porcentaje de germinación (PG\%)} = \frac{\text{N}^{\circ}\text{de semillas germinadas}}{\text{N}^{\circ}\text{de semillas sembradas}} \times 100$$

Posterior a ello se registró el crecimiento de las plántulas en fase de germinación según el Anexo 3; el cual solo se aplicó en los primeros 21 días antes que estas sean repicadas.

#### 2.5.4.4. Sustrato para vivero

Se utilizó 3 tipos de materias: tierra agrícola (TA), arena (A) y guano vacuno descompuesto (GV), mezclando estas se obtuvo dos tipos de sustratos con las siguientes características: para A se empleó 2 baldes de TA, 1 balde de A y 1/3 de balde de GV, para el B se tubo 3 baldes de TA, 2 baldes de A y 1 balde de GV en estos sustratos se efectuó una comparación de desarrollo de las plántulas según tratamiento al que se le ha sometido.

#### 2.5.4.5. Mezcla y embolsado

Los sustratos fueron zarandeados según componente, para separar las piedras y/o elementos no deseados del mismo; posterior a ello, se procedió a la mezcla de las proporciones cuya función se basa en la composición del sustrato A y B.

#### 2.5.4.6. Repique

Se realizó cuando la plántula contaba de dos a cuatro primeras hojas, en un día nublado, para el repique se humedeció la cama de almácigo, permitiendo que el sustrato se discierna y las raíces no sufran daños, Pinedo (2021). Con un palito repicador se aflojó el sustrato con mucho cuidado para no causar daño a la raíz de la plántula y proceder a extraerlas depositándole en un recipiente con agua. Las plántulas que murieron en el proceso de adaptación fueron replanteadas. Las plántulas se mantuvieron durante 10 días sin aplicación alguna de estrés (proceso de adaptación).

#### 2.5.4.7. Aplicación de estrés químico y salino

De un total de 600 plántulas 120 seleccionamos como testigos, 240 fueron sometidas a un estrés químico utilizando compomaster de estas 120 fueron regadas con una concentración diluida de 15g/110 mL agua, para las 120 restantes la concentración fue de 20g/110mL agua, las plántulas sometidas al estrés salino fueron 240 en las cuales se empleó NaCl (sal de mesa) teniendo la siguiente concentración, para 120 plántulas se regó con 100g NaCl/110mL agua y a las 120 restantes se empleó 200g NaCl/110mL agua, de la totalidad de plántulas sometidas al estrés químico y salino se aplicó las concentraciones respectivas una vez a la

semana por un periodo de tres meses con una temperatura oscilante entre 28 y 30°C, humedad relativa 70%.

El crecimiento de las plántulas de ambos tipos de estrés y su desarrollo fue comparado con las plántulas testigo (T0), para esto se tuvo en cuenta el % de crecimiento en los sustratos A y B, se evaluó el % de supervivencia según su estrés y posteriormente describir en que características se encontró las plántulas sometidas al estrés químico como salino.

El porcentaje de supervivencia de las plántulas se evaluó según su respectivo tratamiento y sustrato empleado, con estos datos se aplicó la Fórmula 2, empleada por Pinilla Céspedes *et al.*, (2016), los cálculos generales se pueden apreciar en el Anexo 4.

#### **Fórmula 2**

$$\text{Porcentaje de Supervivencia (PS\%)} = \frac{\text{N}^\circ \text{de plántulas sobrevivientes}}{\text{N}^\circ \text{de plántulas de la muestra total}} \times 100$$

#### 2.5.5. Diseño experimental

Se aplicó el Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA), distribuido de la siguiente manera:

Plántulas	600
Unidades experimentales	
Número de Tratamientos	5
Número de bloques	4
Camas de almacigo	1
Iluminación (Malla Rashell)	50%
Ancho de cama de almácigo	1 m
Largo de cama de almácigo	1 m
Cama de repique	1
Ancho de cama	1m
Largo de cama de repique	6m

#### 2.5.6. Tratamientos

Se consideró 4 bloques de cada tratamiento, teniendo como base 5 tratamientos, en vivero, de los cuales 4 tratamientos fueron sometidos a estrés y 1 fue considerado como testigo, Guerrero y Rojas (2017).

**Tabla 3***Número de tratamientos según diseño experimental (DBCA)*

Tratamiento	Nº Repetición de Tratamiento	Especie Forestal	Nº Unidades experimentales/bloque	Nº de Unidades experimentales por sustrato	
				A 2:1:1/3	B 3:2:1
T0 Testigo	4		30	15	15
T1 100 g NaCl / 110 ml agua	4		30	15	15
T2 200 g NaCl / 110ml agua	4	<i>Tabebuia</i>	30	15	15
T3 15 g Compomaster / 110 ml agua	4	<i>Chrysantha</i> (Jacq.) Nicholson	30	15	15
T4 20 g Compomaster / 100ml agua	4		30	15	15
<b>Total</b>			<b>150</b>	<b>75</b>	<b>75</b>

*Nota.* Se ha considerado 5 tipos de tratamiento a los cuales se les aplicó la cantidad de estrés correspondiente, considerando 15 unidades con diversa composición de sustrato.

### Distribución de Tratamientos

**Figura 5***Distribución de los tratamientos por bloque*

BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4
T2 A (15 u) T2B (15 u)	T0 A (15 u) T0B (15 u)	T3A (15 u) T3B (15 u)	T4A (15 u) T4B (15 u)
T0 A (15 u) T0B (15 u)	T3A (15 u) T3B (15 u)	T1A (15 u) T1B (15 u)	T2 A (15 u) T2B (15 u)
T3A (15 u) T3B (15 u)	T1A (15 u) T1B (15 u)	T4A (15 u) T4B (15 u)	T0 A (15 u) T0B (15 u)
T4A (15 u) T4B (15 u)	T2 A (15 u) T2B (15 u)	T0 A (15 u) T0B (15 u)	T1A (15 u) T1B (15 u)
T1A (15 u) T1B (15 u)	T4A (15 u) T4B (15 u)	T2 A (15 u) T2B (15 u)	T3A (15 u) T3B (15 u)

*Nota.* Cada tratamiento tiene 15 unidades con composición del Tratamiento A 2 TA, 1A y 1/3GV y 15 unidades del Tratamiento B 3TA, 2A y 1GV; es decir hay 15 unidades de plántulas en T1A, y 15 unidades de T1B, y así mismo en cada repetición del tratamiento. Diseño experimental del

ensayo. Bloques al azar, 5 tratamientos y 4 repeticiones, basado en Guerrero y Rojas (2017), (Gráfico 1, página 25).

#### 2.5.7. Análisis de Datos

Se realizó un análisis de varianza de los tratamientos en estudio y pruebas de significancia estadística a un nivel de significancia de 0.05 mediante el Modelo de Tukey.

### III. RESULTADOS

#### Análisis Descriptivo

**Tabla 4**

*Medidas descriptivas de las variables principales*

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar	Varianza
Altura de plántula	600	.00	15.00	8.879299	6.727645	45.093
Nº de Hojas	600	.00	4.00	2.2683	1.754459	3.078127
Tamaño de raíz	600	.00	9.00	4.705167	3.558337	12.66176

La altura de las plántulas presentó un rango desde no emergencia (0 cm) hasta un máximo de 15 cm, con una media de 8.879299 cm (SD = 6.727645 cm). Esta variabilidad significativa en la altura es evidenciada por una varianza de 45.093 cm<sup>2</sup>, indicando una dispersión considerable en el crecimiento vertical de las plántulas dentro de la muestra evaluada.

El número de hojas por plántula varió entre 0 y 4, con una media de 2.2683 hojas (SD = 1.754459), lo cual refleja una tendencia hacia un estado de crecimiento temprano de las plántulas en la muestra. La varianza en el número de hojas fue de 3.078127, sugiriendo una diversidad moderada en la proliferación foliar entre los especímenes.

Por último, el tamaño de la raíz mostró una amplitud que va de 0 a 9 cm, con una media de 4.705167 cm (SD = 3.558337 cm). La varianza del tamaño de la raíz fue de 12.66176 cm<sup>2</sup>, lo que indica una variabilidad considerable en el desarrollo radicular de las plántulas.

En conjunto, estas medidas descriptivas proporcionan una visión general de las características morfológicas de la población de plántulas y resaltan la variabilidad intrínseca presente en los parámetros de crecimiento estudiados.

**Tabla 5***Medidas descriptivas de la altura de la plántula(cm) según tipo de sustrato*

Medidas	Sustrato									
	A					B				
Media	9.318					8.461				
Mediana	13.45					13.00				
Varianza	43.8946					46.23168				
Desv. estándar	6.625289					6.799389				
Mínimo	0.00					0.00				
Máximo	15.00					15.00				
Rango	0-15					0-15				
Rango intercuartil	0%	25%	50%	75%	100%	0%	25%	50%	75%	100%
	0	0	13.45	14	15	0	0	13	14	15
Asimetría	-0.674249					-0.4282831				
Curtosis	-1.51708					-1.794657				

Se observó que las plantas crecidas en Sustrato A tenían una altura promedio algo mayor (9.318) en comparación con aquellas en Sustrato B (8.461), aunque las diferencias en términos de la dispersión de alturas eran mínimas, con varianzas de 43.8946 y 46.23168, respectivamente. Ambos sustratos produjeron plantas con un rango de crecimiento idéntico, de 0 a 15, y un rango intercuartílico de 14, indicando una distribución similar en la mayoría de las alturas. Adicionalmente, las distribuciones mostraron una leve inclinación hacia valores más bajos, reflejada en la asimetría negativa, y una distribución más aplanada que una curva normal, como lo demuestra la curtosis negativa.

**Tabla 6***Medidas descriptivas de número de hojas según tipo de sustrato*

Medidas	Sustrato									
	A					B				
Media	2.4					2.137				
Mediana	3					3				
Varianza	3.0501					3.082				
Desv. estándar	1.746					1.755				
Mínimo	0					0				
Máximo	4					4				
Rango	0-4					0-4				
	0%	25%	50%	75%	100%	0%	25%	50%	75%	100%
Rango intercuartil	0 0 3 4 4					0 0 3 4 4				
Asimetría	-0.547					-0.3004				
Curtosis	-1.526					-1.737				

v

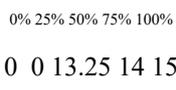
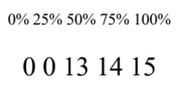
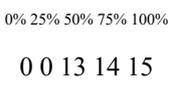
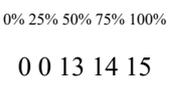
Se observó que las plantas crecidas en Sustrato A tenían una altura promedio algo mayor (2.4) en comparación con aquellas en Sustrato B (2.137), aunque las diferencias en términos de la dispersión de alturas eran mínimas, con varianzas de 3.0501 y 3.082 respectivamente. Ambos sustratos produjeron plantas con un rango de crecimiento idéntico, de 0 a 4, y un rango intercuartilico de 4, indicando una distribución similar en la mayoría de las alturas. Adicionalmente, las distribuciones mostraron una leve inclinación hacia valores más bajos, reflejada en la asimetría negativa, y una distribución curvada que una curva normal, como lo demuestra la curtosis negativa.

**Tabla 7***Medidas descriptivas de tamaño de raíz según tipo de sustrato*

Medidas	Sustrato	
	A	B
Media	4.94	4.47
Mediana	7	7
Varianza	12.355	12.899
Desv. estándar	3.515	3.592
Mínimo	0	0
Máximo	9	8
Rango	0-9	0-8
	0% 25% 50% 75% 100%	0% 25% 50% 75% 100%
Rango intercuartil	0 0 7 7.5 9	0 0 7 7.3 8
Asimetría	-0.674623	-0.42879
Curtosis	-1.507869	-1.793881

Se observó que las plantas crecidas en Sustrato A tenían una altura promedio algo mayor (4.94) en comparación con aquellas en Sustrato B (4.47), aunque las diferencias en términos de la dispersión de alturas eran mínimas, con varianzas de 12.355 y 12.899, respectivamente. Ambos sustratos produjeron plantas con un rango de crecimiento idéntico, de 0 a 9, y un rango intercuartílico de 7.5, indicando una distribución similar en la mayoría de las alturas. Adicionalmente, las distribuciones mostraron una leve inclinación hacia valores más bajos, reflejada en la asimetría negativa, y una distribución más aplanada que una curva normal, como lo demuestra la curtosis negativa.

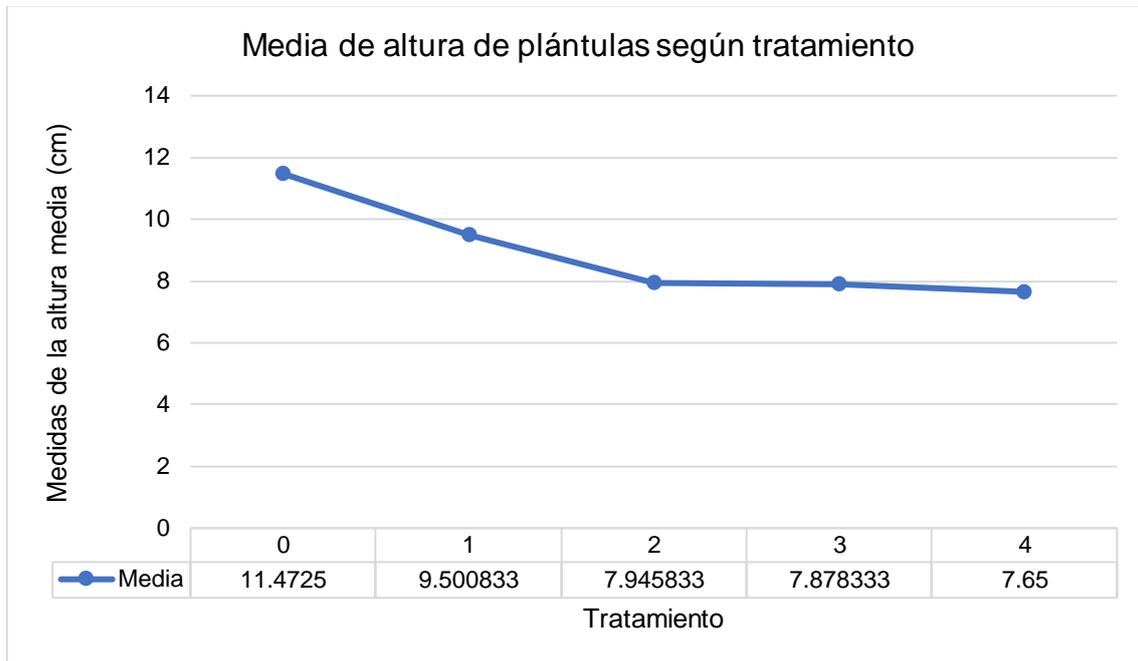
**Tabla 8***Medidas descriptivas de la altura(cm) de la plantula según tratamiento*

Medidas	Tratamiento				
	0	1	2	3	4
Media	11.4725	9.500833	7.945833	7.878333	7.65
Mediana	13.6	13.25	13	13	13
Varianza	28.56537	42.54546	48.95763	48.15549	48.57008
Desv. estándar	5.344658	6.522688	6.996973	6.939416	6.969224
Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximo	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Rango	0-15	0-15	0-15	0-15	0-15
Rango intercuartil	 0 13 13.6 14.4 15	 0 0 13.25 14 15	 0 0 13 14 15	 0 0 13 14 15	 0 0 13 14 15
Asimetría	-1.633127	-0.7511129	-0.2492171	-0.2475193	-0.180992
Curtosis	0.7694722	-1.408904	-1.932179	-1.930566	-1.960371

Se observa una disminución gradual en la media de altura desde el Tratamiento 0 (11.4725) hasta el Tratamiento 4 (7.65), sugiriendo una influencia decreciente en la promoción de altura con tratamientos sucesivos. Aunque las medianas son consistentemente altas (alrededor de 13), las varianzas y desviaciones estándar aumentan con los tratamientos, indicando mayor variabilidad en las alturas con tratamientos más altos. La asimetría se vuelve menos negativa y la curtosis se acerca a valores más negativos a medida que avanzamos de Tratamiento 0 a 4, reflejando una distribución más uniforme y aplanada en las alturas para tratamientos más altos.

### Figura 6

Medidas promedio de altura (cm) de la planta según tratamiento



La figura presenta las alturas promedio de las plántulas bajo los distintos tratamientos de estrés, lo que permite observar visualmente cómo cada tratamiento afectó el crecimiento en altura. Esta figura evidencia que el T0 tiene un mayor desarrollo en la altura de las plántulas a diferencia de las plántulas que han sido sometidas a estrés tanto químico como salino, aunque de las plántulas que son sometidas al algún tipo de estrés es el T1, en el cual se evidencia un mayor desarrollo de la altura de las plántulas.

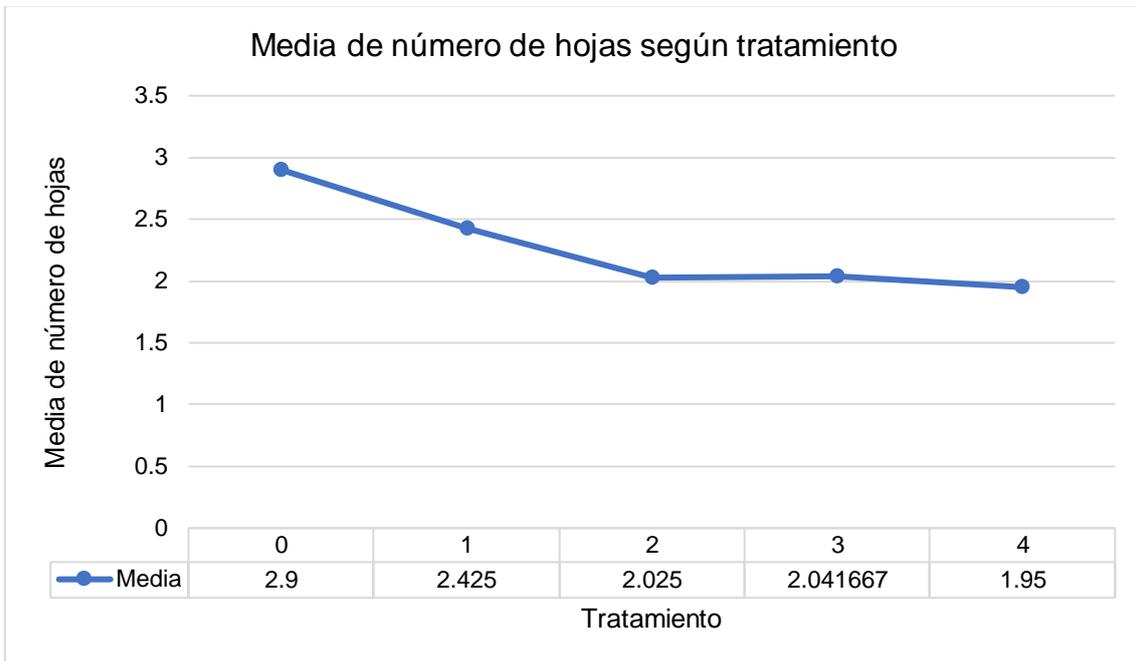
**Tabla 9***Medidas descriptivas del número de hojas según tratamiento*

Medidas	Tratamiento				
	0	1	2	3	4
Media	2.9	2.425	2.025	2.041667	1.95
Mediana	3	3	3	3	3
Varianza	2.006723	2.918697	3.301891	3.35119	3.27479
Desv. estándar	1.416588	1.70842	1.817111	1.830626	1.809638
Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximo	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Rango	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4
Rango intercuartil	<small>0% 25% 50% 75% 100%</small> 0 3 3 4 4	<small>0% 25% 50% 75% 100%</small> 0 0 3 4 4	<small>0% 25% 50% 75% 100%</small> 0 0 3 4 4	<small>0% 25% 50% 75% 100%</small> 0 0 3 4 4	<small>0% 25% 50% 75% 100%</small> 0 0 3 4 4
Asimetría	-1.302283	-1.439667	-0.1451014	-0.1595864	-0.07808566
Curtosis	0.2281864	-0.6000557	-1.858078	-1.8652	-1.870902

Se observa una disminución gradual en la media de número de hojas desde el Tratamiento 0 (2.9) hasta el Tratamiento 4 (1.95), sugiriendo una influencia decreciente en la promoción de altura con tratamientos sucesivos. Aunque las medianas son consistentemente altas (alrededor de 3), las varianzas y desviaciones estándar aumentan con los tratamientos, indicando mayor variabilidad en las alturas con tratamientos más altos. La asimetría se vuelve menos negativa y la curtosis se acerca a valores más negativos a medida que avanzamos de Tratamiento 0 a 4, reflejando una distribución más uniforme y aplanada en las alturas para tratamientos más altos.

### Figura 7

Medidas promedio del número de hojas según tratamiento



La figura presenta el número de hojas promedio de las plántulas bajo los distintos tratamientos de estrés, lo que permite observar visualmente cómo cada tratamiento afectó el número de hojas. La media el cuanto al número de hojas evidencia que el T0 cuenta con un número mayor de hojas, recalando que de las plántulas que han sido sometidas a tratamientos solo en el T1 se muestra que estas plántulas tienen mayor crecimiento.

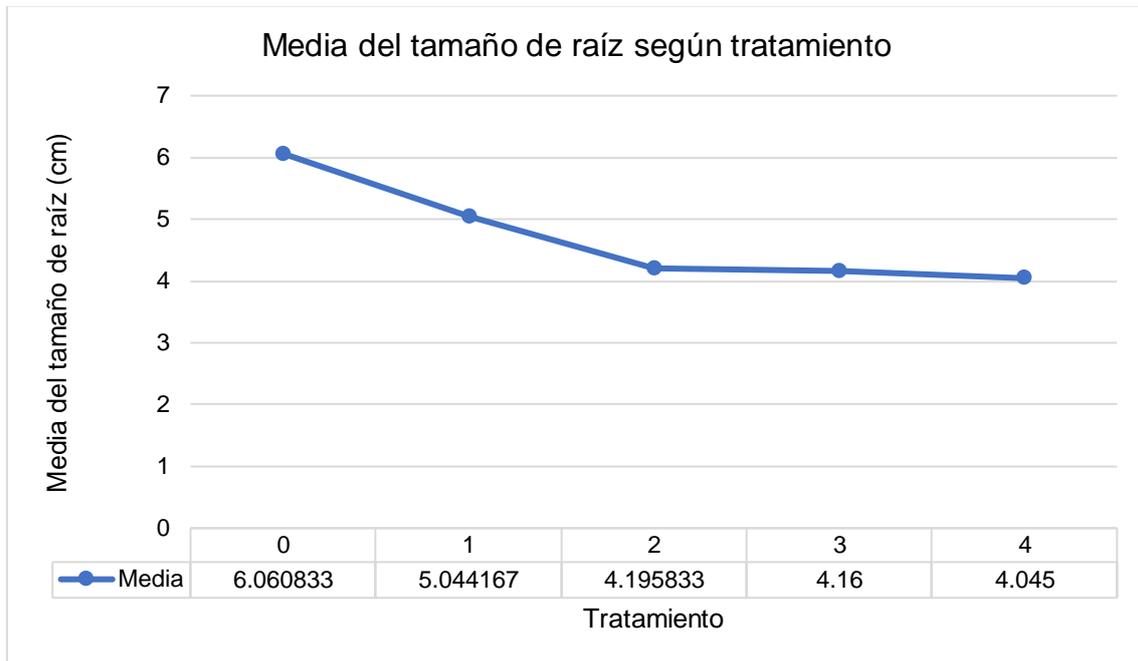
**Tabla 10***Medidas descriptivas del tamaño de Raíz(cm) según tratamiento*

Medidas	Tratamiento				
	0	1	2	3	4
Media	6.060833	5.044167	4.195833	4.16	4.045
Mediana	7	7	7	7	7
Varianza	8.0603386	11.991213	13.65704	13.42225	13.57846
Desv. estándar	2.839082	3.462835	3.65704	3.663639	3.684896
Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximo	9.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Rango	0-9	0-8	0-8	0-8	0-8
Rango Inter cuartil	0% 25% 50% 75% 100% 0 7 7 7.6 9	0% 25% 50% 75% 100% 0 0 7 7.5 8	0% 25% 50% 75% 100% 0 0 7 7.5 8	0% 25% 50% 75% 100% 0 0 7 7.3 8	0% 25% 50% 75% 100% 0 0 7 7.2 8
Asimetría	-1.613941	-0.7511479	-0.2477235	-0.248104	-0.1808647
Curtosis	0.7476259	-1.408067	-1.930239	-1.930154	-1.959315

Según el tratamiento aplicado, se observa una disminución en la media del tamaño de raíz de 6.060833 en el Tratamiento 0 a 4.045 en el Tratamiento 4, lo que sugiere que los tratamientos sucesivos pueden tener un efecto reductor en el tamaño de raíz. La mediana se mantiene constante en 7.000 para todos los tratamientos excepto el 0, indicando un tamaño de raíz medianamente estable en la mayoría de las plantas. Se nota un aumento en la varianza y la desviación estándar con tratamientos más intensivos, reflejando una mayor dispersión en el tamaño de las raíces. Aunque el rango disminuye ligeramente después del Tratamiento 0, se mantiene constante en 8.00 para los tratamientos restantes. La asimetría se hace menos negativa y la curtosis se acerca a valores más negativos a medida que aumenta el número de tratamiento, mostrando una tendencia hacia una distribución más uniforme y aplanada en el tamaño de raíz con tratamientos más altos.

**Figura 8**

*Medidas promedio del tamaño de la raíz(cm) según tratamiento*



El Tratamiento 0 tiene un mayor crecimiento de raíz, con medida promedio de 6.060833 y el tratamiento con menos tamaño de raíz es el tratamiento 4 con una medida promedio de 4.045. En este gráfico se muestra que el T0 tiene un mayor desarrollo radicular, en cuanto a los tratamientos de estrés el T1 es el que cuenta con mayor desarrollo radicular, a diferencia de los otros tratamientos con proporciones diferentes.

## Prueba de Normalidad

**Tabla 11**

*Pruebas de Normalidad*

	Kolgomorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Altura de plántula	.037	600	.456	.017	600	.345
Nº de hojas	.030	600	.345	.017	600	.330
Tamaño de raíz	.037	600	.540	.016	600	.410

a. Correlación de significación de Lilliefors

Según las pruebas paramétricas las variables en estudio siguen una distribución Normal ( $p > 0.05$ )

**Tabla 12**

*Análisis de Varianza para la Altura(cm) de Plántula*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<i>Modelo corregido</i>	1755,341 <sup>a</sup>	39	45,009	,996	,479
<i>Intersección</i>	47062,555	1	47062,555	1041,813	,000
<i>Tratamiento</i>	1163,823	4	290,956	6,441	,000
<i>Sustrato</i>	95,441	1	95,441	2,113	,147
<i>Bloque</i>	146,709	3	48,903	1,083	,356
<i>Tratamiento * Sustrato</i>	14,765	4	3,691	,082	,988
<i>Tratamiento * Bloque</i>	205,838	12	17,153	,380	,971
<i>Sustrato * Bloque</i>	54,399	3	18,133	,401	,752
<i>Tratamiento * Sustrato * Bloque</i>	74,365	12	6,197	,137	1,000
<i>Error</i>	25297,273	560	45,174		
<i>Total</i>	74115,170	600			
<i>Total corregido</i>	27052,615	599			

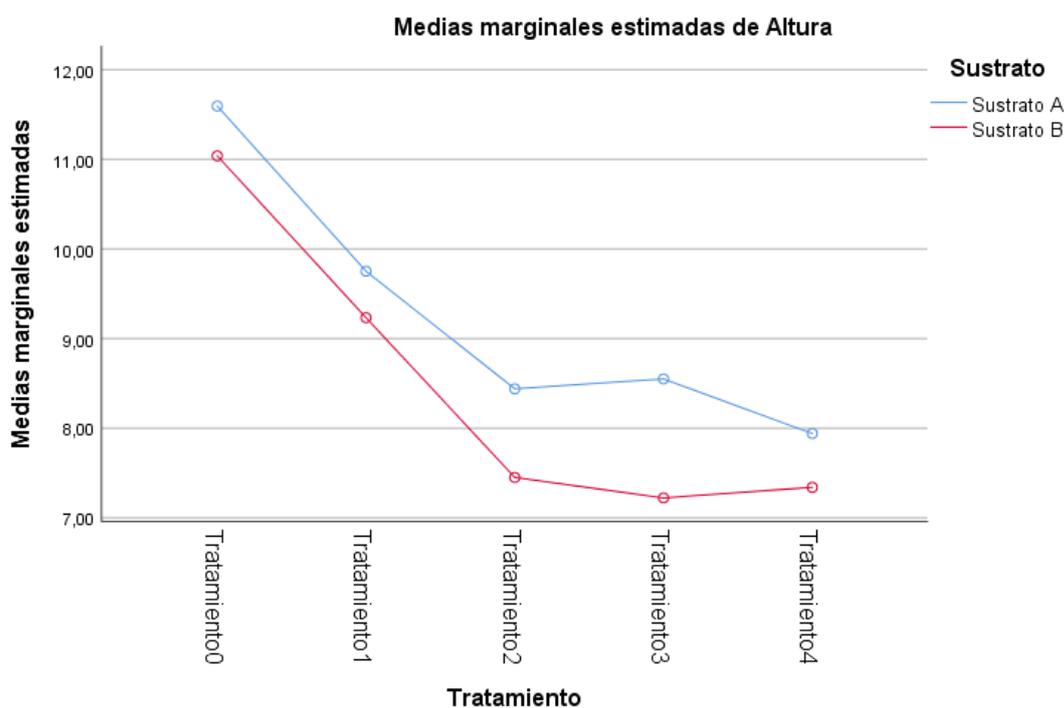
Nota a. R al cuadrado = ,065 (R al cuadrado ajustada = ,000)

El valor de F para los tratamientos fue 6,441, con un valor  $p < 0,05$  (valor  $p = 0,000$ ), lo que indica que los tratamientos tienen un efecto significativo sobre la altura de

las plántulas. El valor de F para el sustrato fue 2,113, con un valor  $p > 0,05$  (valor  $p = 0,147$ ), lo que indica que el sustrato no tiene un efecto significativo sobre la altura de las plántulas. El valor de F para los bloques fue 1,083, con un valor  $p > 0,05$  (valor  $p = 0,356$ ), lo que sugiere que los bloques no tienen un efecto significativo sobre la altura de las plántulas. Las interacciones entre los tratamientos y los otros factores (Tratamiento \* Sustrato, Tratamiento \* Bloque, Sustrato \* Bloque, Tratamiento \* Sustrato \* Bloque) no fueron significativas, lo que indica que las combinaciones de estos factores no afectan significativamente la altura de las plántulas. El factor Tratamiento tiene un impacto significativo sobre la altura de las plántulas, lo que indica que se cumple con el objetivo principal del estudio, mientras que los factores Sustrato y Bloque no muestran efectos significativos, lo que sugiere que no tiene un efecto fuerte por sí mismo en la variable estudiada bajo las condiciones del experimento.

**Figura 9**

*Medias marginales estimadas de altura de plántula por tratamiento según sustrato*



**Tabla 13***Análisis de Varianza para el Número de Hojas*

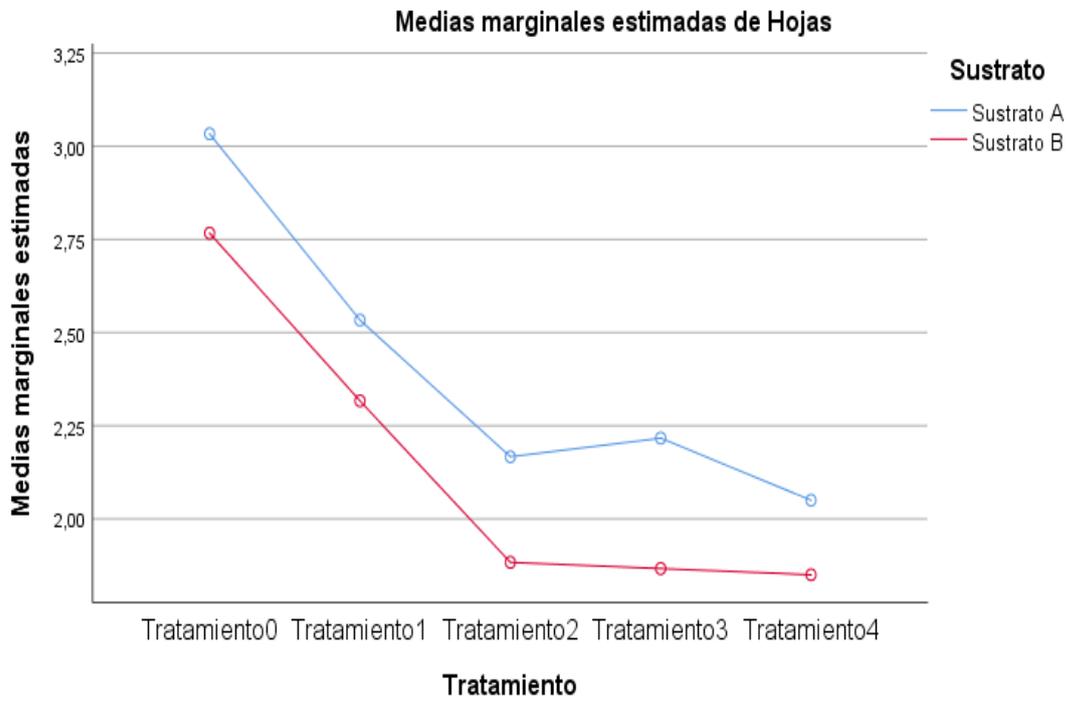
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<i>Modelo corregido</i>	118,732 <sup>a</sup>	39	3,044	,988	,493
<i>Intersección</i>	3087,202	1	3087,202	1002,183	,000
<i>Tratamiento</i>	76,257	4	19,064	6,189	,000
<i>Sustrato</i>	10,402	1	10,402	3,377	,067
<i>Bloque</i>	11,325	3	3,775	1,225	,300
<i>Tratamiento * Sustrato</i>	,423	4	,106	,034	,998
<i>Tratamiento * Bloque</i>	13,650	12	1,137	,369	,974
<i>Sustrato * Bloque</i>	3,325	3	1,108	,360	,782
<i>Tratamiento * Sustrato * Bloque</i>	3,350	12	,279	,091	1,000
<i>Error</i>	1725,067	560	3,080		
<i>Total</i>	4931,000	600			
<i>Total corregido</i>	1843,798	599			

*Nota a.* R al cuadrado = ,064 (R al cuadrado ajustada = -,001)

El valor de F para los tratamientos fue 6,189, con un valor  $p < 0,05$  (valor  $p = 0,000$ ), lo que indica que los tratamientos tienen un efecto significativo sobre el número de hojas. El valor de F para el sustrato fue 3,377, con un valor  $p > 0,05$  (valor  $p = 0,067$ ), lo que significa que el sustrato no tiene un efecto significativo sobre el número de hojas. El valor de F para los bloques fue 1,225, con un valor  $p > 0,05$  (valor  $p = 0,300$ ), indicando que los bloques no tienen un efecto significativo sobre el número de hojas. Las interacciones entre los tratamientos y los otros factores (Tratamiento \* Sustrato, Tratamiento \* Bloque, Sustrato \* Bloque) no fueron significativas, lo que sugiere que estas combinaciones no influyen de manera significativa en el número de hojas. El Tratamiento tiene un efecto significativo en el número de hojas, mientras que el Sustrato y los Bloques no tienen un impacto significativo. Las interacciones no son significativas.

**Figura 10**

*Medias Marginales Estimadas de N° de Hojas por Tratamiento según Sustrato*



**Tabla 14***Análisis de Varianza para Tamaño de Raíz*

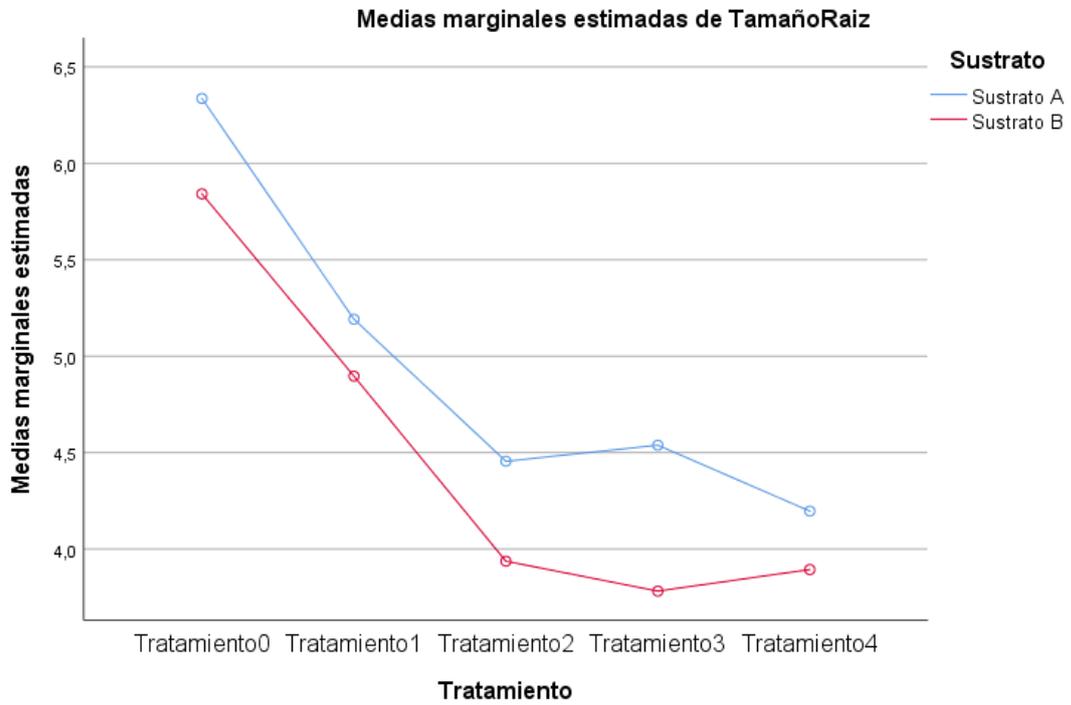
<i>Origen</i>	<i>Tipo III de suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>Modelo corregido</i>	532,214 <sup>a</sup>	39	13,647	1,083	,341
<i>Intersección</i>	13292,568	1	13292,568	1054,701	,000
<i>Tratamiento</i>	362,737	4	90,684	7,195	,000
<i>Sustrato</i>	33,654	1	33,654	2,670	,103
<i>Bloque</i>	40,568	3	13,523	1,073	,360
<i>Tratamiento * Sustrato</i>	4,304	4	1,076	,085	,987
<i>Tratamiento * Bloque</i>	52,165	12	4,347	,345	,980
<i>Sustrato * Bloque</i>	23,646	3	7,882	,625	,599
<i>Tratamiento * Sustrato * Bloque</i>	15,140	12	1,262	,100	1,000
<i>Error</i>	7057,768	560	12,603		
<i>Total</i>	20882,550	600			
<i>Total corregido</i>	7589,982	599			

*Nota a. R al cuadrado = ,070 (R al cuadrado ajustada = ,005)*

El valor de F para los tratamientos fue 7,195, con un valor  $p < 0,05$  (valor  $p = 0,000$ ), lo que indica que los tratamientos tienen un efecto significativo sobre el tamaño de la raíz. El valor de F para el sustrato fue 2,670, con un valor  $p > 0,05$  (valor  $p = 0,103$ ), lo que sugiere que el sustrato no tiene un efecto significativo sobre el tamaño de la raíz. El valor de F para los bloques fue 1,073, con un valor  $p > 0,05$  (valor  $p = 0,360$ ), lo que indica que los bloques no tienen un efecto significativo sobre el tamaño de la raíz. Las interacciones entre los tratamientos y los otros factores (Tratamiento \* Sustrato, Tratamiento \* Bloque, Sustrato \* Bloque) no fueron significativas, lo que sugiere que estas combinaciones no afectan significativamente el tamaño de la raíz. El Tratamiento tiene un efecto significativo sobre el tamaño de la raíz, mientras que el Sustrato y los Bloques no tienen un impacto importante. Las interacciones no son significativas.

**Figura 11**

*Medias Marginales Estimadas de Tamaño de Raíz por Tratamiento según Sustrato*



#### IV. DISCUSION

Las plántulas sometidas a estrés presentaron una disminución considerable en estos indicadores en comparación con las plántulas del tratamiento de control (T0), lo que demuestra que tanto el estrés químico (Compomaster) como el salino (NaCl) interfieren en el desarrollo normal de la especie (ver tabla 8, tabla 9 y tabla 10). Estos resultados coinciden con estudios internacionales como el de Munns y Mark (2008), que identificaron que el exceso de sales y químicos en el sustrato afecta la absorción de nutrientes, causando un impacto negativo en el crecimiento vegetal, resaltaron que la exposición a altos niveles de macronutrientes, como el nitrógeno y el fósforo, provoca desórdenes nutricionales que impactan negativamente en el desarrollo de las plantas, incluyendo su capacidad de germinación. Igualmente, Meloni *et al.* (2015), en su estudio sobre *Prosopis Ruscifolia*, demostraron que el estrés salino afecta la viabilidad de las semillas y el desarrollo inicial de las plántulas, con resultados similares a los obtenidos en esta investigación. Llacsá (2016) también encontró que especies forestales nativas, como *Tabebuia Chrysantha*, presentan una viabilidad limitada en condiciones adversas, lo cual destaca la necesidad de investigar más a fondo las técnicas de mejora en la germinación de estas especies vulnerables. Asenjo (2023), quien logró aumentar la germinación al 97% con el uso de ácido giberílico, nuestros resultados sugieren que la viabilidad de las semillas de *Tabebuia Chrysantha* puede ser mejorada mediante el uso de tratamientos pregerminativos, recomendación que se deriva de las bajas tasas de viabilidad observadas bajo estrés químico y salino.

En términos de medios de propagación, si bien se evaluaron dos tipos de sustrato, el efecto del sustrato en sí no fue significativo bajo condiciones de estrés (ver tabla 5, tabla 6 y tabla 7), lo que sugiere que el tipo de sustrato no es un factor crucial para mitigar los efectos del estrés ambiental, confirmando que el estrés químico y salino tiene un efecto adverso en el crecimiento de las plántulas de *Tabebuia Chrysantha*, independientemente del sustrato utilizado. Estos hallazgos son consistentes con el trabajo de Vázquez-Luna *et al.* (2020), quienes también observaron que las variaciones en el sustrato no contrarrestan los efectos negativos del estrés en especies forestales.

En cuanto a la germinación, los resultados obtenidos en el Anexo 2, al cual se le aplicó la Fórmula 1 muestran que, aunque el 36% de las semillas fue viable. Este porcentaje es indicativo de una afectación considerable en la capacidad de las semillas

para germinar, lo que concuerda con estudios previos que señalan que ello se debe a la cantidad de impurezas y semillas vanas (Pugachi,2022).

La supervivencia de las plántulas bajo estrés disminuyó significativamente en comparación con las plántulas no sometidas a estrés. Esto coincide con lo señalado por Jiménez y García (2019), quienes mencionan que altos niveles de salinidad interfieren en procesos fisiológicos claves, afectando la germinación y el crecimiento vegetativo de las plantas. Además, estudios como el de Rodríguez *et al.* (2019) sobre variedades de arroz sometidas a estrés salino también reportan una disminución en la tasa de crecimiento y supervivencia, lo cual refuerza la idea de que el estrés ambiental impacta adversamente en el desarrollo de especies forestales como *Tabebuia Chrysantha*.

Los resultados obtenidos indicaron que los tratamientos de estrés químico y salino influyen significativamente en estos patrones. El tratamiento de control (T0) mostró los mejores resultados en cuanto a crecimiento en altura (con una media de 11.4725 cm, tabla 5) y en el desarrollo radicular (6.060833 cm, tabla 7), mientras que los tratamientos de estrés redujeron notablemente tanto la altura como el tamaño de las raíces (ver tabla 8, tabla 9 y tabla 10). Esto concuerda con lo señalado por Meloni, *et al.*, (2015), quienes encontraron que el estrés salino afecta negativamente el crecimiento de las plántulas al disminuir la capacidad de absorción de agua y nutrientes, lo que impacta tanto el crecimiento como la supervivencia.

Los resultados muestran que, los tratamientos de estrés químico y salino influyen significativamente en las características morfológicas de las plántulas (altura, número de hojas y tamaño de la raíz), el tipo de sustrato no tuvo un efecto estadísticamente significativo en estos parámetros. Las plántulas sometidas al tratamiento de control (T0) presentaron mayor altura y tamaño de raíz, mientras que los tratamientos de estrés (T1 a T4) redujeron estos valores considerablemente. Estos hallazgos concuerdan con estudios como el de Munns y Mark (2008), quienes reportaron que el exceso de sales y químicos en el sustrato puede afectar negativamente el crecimiento vegetativo de las plantas al interferir en la absorción de nutrientes.

Los resultados muestran que los tratamientos de estrés, tanto químico como salino, disminuyeron significativamente el porcentaje de supervivencia en comparación con el tratamiento control (T0). Las plántulas sometidas a los niveles más altos de estrés (T2 y T4) presentaron las tasas más bajas de supervivencia. Estos hallazgos coinciden con estudios como el de Meloni, *et al.*, (2015), quienes observaron una reducción en la supervivencia de plántulas de *Prosopis Ruscifolia* sometidas a estrés salino, atribuyendo

este fenómeno a la interferencia en la absorción de agua y la toxicidad causada por la sal. Por lo tanto, diremos que los tratamientos de estrés químico y salino tienen un efecto significativo en la reducción del porcentaje de supervivencia de las plántulas de *Tabebuia Chrysantha*, independientemente del sustrato empleado. Estos resultados destacan la importancia de minimizar el estrés en las plántulas para mejorar su supervivencia, sobre todo en el contexto de reforestación o conservación de esta especie.

En relación con el sustrato, aunque el sustrato TA (Tierra Agrícola, Arena, Guano de Vaca) fue ligeramente más favorable en términos de crecimiento en comparación con el sustrato TB, las diferencias no fueron significativas. Esto concuerda con el estudio de Vázquez-Luna, *et al.*, (2020), donde la composición del sustrato no tuvo un impacto considerable en el crecimiento de especies forestales bajo condiciones de estrés, lo que sugiere que el estrés ambiental es un factor más determinante que el sustrato en sí para el desarrollo morfológico de las plántulas.

Por otro lado, aunque se evaluaron dos tipos de sustrato (TA y TB), no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la supervivencia de las plántulas en función del sustrato. Esto sugiere que, bajo condiciones de estrés, el sustrato no es un factor determinante en la supervivencia de las plántulas, un resultado que concuerda con el estudio de Vázquez-Luna, *et al.*, (2020), en el que la supervivencia de diferentes especies forestales no varió significativamente según el sustrato utilizado.

Los resultados mostraron que, aunque se evaluaron dos tipos de sustrato (TA: Tierra Agrícola, Arena, Guano de Vaca en proporción 2:1:1/3 y TB: proporción 3:2:1), no hubo diferencias estadísticamente significativas en el crecimiento de las plántulas en términos de altura, número de hojas o tamaño de la raíz. A pesar de ello, el sustrato TA mostró una tendencia ligeramente superior en términos de crecimiento general en ausencia de estrés, lo que sugiere que podría ser más favorable para el desarrollo de las plántulas en condiciones normales. Estos resultados coinciden con estudios como el de Pugachi (2022), que también encontró que las mezclas de sustrato con componentes orgánicos, como el guano de vaca, pueden favorecer el crecimiento de especies forestales, aunque las diferencias no siempre sean estadísticamente significativas.

Bajo condiciones de estrés, ambos sustratos presentaron una disminución similar en el crecimiento de las plántulas, lo que indica que el estrés químico y salino es un factor más determinante que el sustrato en sí mismo. Este hallazgo es consistente con el estudio de Vázquez-Luna, *et al.*, (2020), donde la influencia del estrés ambiental superó las diferencias en el sustrato en el crecimiento de especies forestales.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

En esta investigación subrayan la importancia de controlar el nivel de estrés durante las fases de crecimiento para asegurar el éxito en la propagación de esta especie tanto en viveros como en proyectos de reforestación en áreas similares.

El estrés ambiental afecta significativamente la capacidad de germinación de las semillas, lo que sugiere que la implementación de tratamientos pre-germinativos podría mejorar su viabilidad.

El manejo adecuado del estrés es crucial para aumentar las posibilidades de supervivencia de la especie en viveros y en su hábitat natural, por lo que se considera necesario minimizar el estrés en las plántulas durante las fases críticas de su desarrollo para mejorar sus tasas de éxito en ambientes controlados y naturales.

El estrés químico y salino son factores determinantes en la morfología de las plántulas, independientemente del sustrato utilizado, lo que resalta la importancia de controlar los niveles de estrés para promover un crecimiento óptimo.

El sustrato TA es el más adecuado para el crecimiento de *Tabebuia Chrysantha* en condiciones normales, lo que lo convierte en una opción recomendable para su uso en viveros o en situaciones con niveles bajos de estrés.

## 5.2.RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios adicionales sobre tratamientos pre-germinativos (como la escarificación o la aplicación de hormonas de crecimiento) para mejorar la viabilidad de las semillas, dado que solo un 36% de las semillas evaluadas bajo condiciones de estrés químico y salino fueron viables. Estos tratamientos podrían optimizar la germinación y ser útiles en proyectos de reforestación y conservación.

Se sugiere implementar técnicas que reduzcan el impacto del estrés durante las fases críticas del desarrollo, como el uso de invernaderos con control de humedad y riego, o la adición de enmiendas orgánicas al sustrato que mitiguen el estrés. Estas prácticas pueden mejorar el rendimiento de las plántulas en viveros.

Ampliar este tipo de estudios a otras especies nativas de los bosques secos tropicales, evaluando cómo responden a diferentes niveles de estrés químico, salino, hídrico, etc. Esto contribuiría a generar conocimiento valioso para la conservación de la biodiversidad en ecosistemas frágiles y sometidos a la presión de factores ambientales adversos.

Seguir investigando nuevas combinaciones de sustratos y enriquecimientos con nutrientes o bioestimulantes que puedan mejorar el crecimiento de las plántulas en escenarios más severos de estrés ambiental. Se sugiere experimentar con mezclas que incluyan componentes orgánicos y minerales en diferentes proporciones.

Realizar investigaciones de largo plazo que evalúen no solo el crecimiento en vivero, sino también la supervivencia de las plántulas trasplantadas a su entorno natural. Evaluar el impacto del estrés químico y salino en las etapas posteriores al trasplante proporcionará una mejor comprensión del éxito de la reforestación con *Tabebuia Chrysantha*.

Capacitar a las comunidades locales en técnicas de manejo de viveros y mitigación de estrés, con el fin de mejorar las tasas de supervivencia en proyectos de reforestación. Estas prácticas contribuirán a la sostenibilidad de los proyectos de conservación en la región.

Establecer programas de monitoreo constante de los niveles de salinidad y químicos en los suelos de las áreas de reforestación. Esto permitirá adaptar los tratamientos y sustratos utilizados para mejorar el crecimiento de las plántulas en función de las condiciones cambiantes del entorno.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Asenjo, F. (2023). *Poder germinativo de semillas de tabebuia chrysantha Jacq. G. Nicholson usando diferentes tratamientos. Jaén-Perú*. Jaén: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Cóbar-Carranza, A. J., García, R., Pauchard, A., & De La Peña, E. (2015). Efecto de la alta temperatura en la germinación y supervivencia de semillas de la especie invasora *Pinus contorta* y dos especies nativas del sur de Chile. *Bosque*, 36(1), 53-60. <https://doi.org/10.4067/s0717-92002015000100006>
- Departamento técnico Vencol S.A. (29 de 03 de 2022). *Metroflor-agro*. Obtenido de Estrés abiótico en las plantas, impacto en la producción agrícola y su manejo: <https://www.metroflorcolombia.com/estres-abiotico-en-las-plantas-impacto-en-la-produccion-agricola-y-su-manejo/>
- Guerrero Larreátegui, L. A., & Rojas Espinoza, J. C. (2017, abril 21). *Adaptación y rendimiento de cinco ecotipos de aguaymanto (Physalis peruviana L.) en la parte media del Valle Chancay, Lambayeque* (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo). Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/1041>
- Jiménez, E., y García, J. (30 de 10 de 2019). *Metroflor-agro*. Obtenido de Estrés por salinidad: <https://www.metroflorcolombia.com/estres-por-salinidad/>
- Llaca, L. (2016). *Identificación molecular de microorganismos asociados a la rizosfera y filosfera de los guayacanes (Tabebuia Chrysantha y Tabebuia Billbergii) y evaluación de cepas aisladas en el proceso inicial de desarrollo de plántulas*. Tumbes: Universidad Nacional de Tumbes.
- Marcelo-Peña, J., Pennington, R., Reynel, C., y Zevallos, P. (2010). *Guía ilustrada de la flora*. Universidad Nacional Agraria La Molina / Royal Botanic Garden Edinburgh.
- Márquez, L. (2023). *efecto del estrés osmótico inducido in vitro en las variedades CP 72-2086 y Mex 69-290 de caña de azúcar*. Veracruz: Universidad Veracruzana.
- Meloni, D., Silva, D., y Bolzón, G. (2015). Efectos de la adición de calcio sobre la fisiología de plántulas de vinal (*Prosopis ruscifolia* G.) bajo estrés salino. *Revista de Ciencias Forestales – Quebracho*, 23, 8-17.
- Meza, C. (2017). *Efecto del ácido Giberélico y la temperatura en la propagación sexual de Guayacán (Tabebuia chrysantha (Jacq.) G. Nicholson)*. Jaén: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Munns, R., y Mark, T. (2008). Mechanisms of Salinity Tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*(59), 651–81. doi:10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911 · Source: PubMed
- Ordúz Manrique, Á. J., & Caicedo Ortiz, J. F. (2021). *Evaluación de diferentes sustratos con la acción de distintos tratamientos pregerminativos en la germinación del*

guayacán amarillo (*Handroanthus chrysanthus*) que se desarrolló en San Andrés Santander (Trabajo de grado). Universidad Industrial de Santander, Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/25f37042-44ab-4011-a1dc-416de6118257/content>

- Pinedo Vásquez, N. (2021). *Influencia del sustrato de almácigo y la edad de repique en la supervivencia de plántulas de capirona (Calycophyllum spruceanum (Benth.) Hook f. ex Schumann) en Jaén - Perú* (Trabajo de grado, Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Caamarca). Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Caamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4807>
- Pinilla Céspedes, H., Medina Arroyo, H. H., Torres Torres, J. J., Córdoba Urrutia, E., Córdoba Moreno, J. C., Mosquera Ampudia, Y., & Martínez Guardia, M. (2016). Propagación y crecimiento inicial del abarco (*Cariniana pyriformis* Miers), utilizando semillas silvestres. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 7(2), 87. <https://doi.org/10.22490/21456453.1559>
- Pugachi, K. (2022). *Análisis de calidad de semillas de tabebuia chrysantha jacq. (guayacán) en la parroquia dayuma, de la provincia de Orellana*. Riobamba - Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Rodríguez, N., Torres, C., y Chaman, M. (2019). Efecto del estrés salino en el crecimiento y contenido relativo del agua en las variedades IR-43 y amazonas de *Oryza sativa* “arroz” (Poaceae). *Arnaldoa*, 3(26), 931-942. [doi:doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26305](https://doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26305)
- Rouphael, Y., Colla, G., Rea, E., & Zucchini, F. (2012). Use of organic amendments and soil management to enhance soil fertility, crop productivity, and reduce environmental impact. *Scientia Horticulturae*, 133, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.10.025>
- Vázquez-Luna, D., Mora-Olivera, A., Cuevas-Díaz, M., Retureta-Aponte, A., Ávila-Bello, C., Hernández-Romero, Á., y Lara-Rodríguez, D. (2020). Crecimiento de plantas de *Cedrela odorata* L., *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson y *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. con fertilización sintética y biológica. *Agro Productividad*, 13(7), 15-19.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, a Dios, por permitirme disfrutar de sus maravillas y darme fuerzas para superar los retos de cada día.

A mis padres: Inés Pérez Vázquez y Fredegundo Díaz Díaz, por su apoyo incondicional, la comprensión, el amor, el cariño y la calidez de nuestro hogar.

A mis hermanos, familiares y amigos por estar presentes en los buenos momentos y en los momentos menos esperados, por su cariño, su apoyo y su amistad.

Leny Aracely Díaz Pérez

En primer lugar, agradecer a Dios por haberme permitido llegar hasta donde estoy, por la vida y la salud que nos brinda día a día.

A mis padres María A. Alvarado García Q.E.D& D.D.G., y Hipólito Guevara Mondragón, quienes influyeron en mi formación desde que era pequeña y me apoyaron en este duro camino.

A mi hermano Caleb H. Guevara Alvarado Q.E.D & D.D.G., quien me apoyó hasta el último de sus días, e influyó en mi formación académica y social.

A mis hermana Ana, por su apoyo en los últimos años para lograr mi meta de ser profesional.

A mi asesora la Mg. Candy Ocaña, quien estuvo pendiente del progreso de este proyecto y nos apoyó incondicionalmente.

A los docentes de mi casa universitaria, quienes compartieron sus conocimientos y destrezas en estos largos 5 años.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto

Cinty Thopson Yonely Guevara Alvarado

## DEDICATORIA

Dedico esta Tesis a mis Padres quienes siempre han estado conmigo en el transcurso de mi carrera dándome ánimo e incentivándome, apoyándome y exigiéndome, para no perder de vista mis objetivos. Por enseñarme a no rendirme y nunca inclinar la cabeza, por mis valores y principios, mi empeño y perseverancia; reflejo de su gran amor.

Leny Aracely Díaz Pérez

Este proyecto está dedicado a principalmente a Dios, quien me ha dado fortaleza para culminarlo; a mi familia quienes con su apoyo y comprensión me han ayudado y guiado por el buen camino; y a mis maestros quienes me brindaron su tiempo, apoyo y saberes transmitidos para la culminación del mismo.

Cinty Thopson Yonely Guevara Alvarado

## ANEXOS

### Anexo 1

#### *Resultado de la Prueba Visual*

Descripción	N° de semillas	% de semillas
Semillas viables	2400	30
Semillas vanas	5600	70
Muestra Total	8000	100

### Anexo 2

#### *Porcentaje de Plántulas sobrevivientes en almácigo*

Semillas hábiles o germinadas	856	36
Plántulas sin germinar o no viables	1544	64
Muestra Total	2400	100

### Anexo 3

#### *Crecimiento de plántulas en fase de germinación*

Día	Nº de semillas germinadas	Nº de semillas sin germinar	Tamaño promedio de plántulas
Día 1			
Día 2			
Día 3			
Día 4			
Día 5			
Día 6			
Día 7			
Día 8			
Día 9			
Día 10	32	2368	0.4
Día 11	208	2192	0.6
Día 12	312	2088	0.8
Día 13	406	1994	1
Día 14	512	1888	1
Día 15	543	1857	1.2
Día 16	601	1799	1.2
Día 17	659	1741	1.3
Día 18	693	1707	1.5
Día 19	712	1688	1.8
Día 20	762	1638	2.1
Día 21	856	1544	2.5
Total	856	1544	2.5

#### Anexo 4

*Porcentaje de supervivencia según tratamiento y sustrato*

Tratamiento	Sustrato	Nº de plántulas sobrevivientes	Nº de plántulas muertas	Nº total de plántulas	% de plántulas sobrevivientes
T0	A	47	13	15	7.8
	B	46	14	15	7.7
T1	A	41	19	15	6.83
	B	39	21	15	6.50
T2	A	32	28	15	5.33
	B	40	20	15	6.67
T3	A	12	48	15	2.00
	B	13	47	15	2.17
T4	A	35	25	15	5.83
	B	32	28	15	5.33
Total:		337	263	600	56.17

#### Tablas de Nº de Bloque, Tipo de Sustrato y Tratamiento aplicado

#### Anexo 5

*Tabla del bloque Nº 1-Sustrato A-Tratamiento 0*

Especie:	Guayacán	Bloque Nº: 1	
Nº de tratamiento:	0	Sustrato: A	
Código	Altura de plántula	Nº de Hojas	Tamaño de raíz
T0-1a	15	4	8
T0-2a	0	0	0
T0-3a	15	4	9
T0-4a	14.7	4	7.5
T0-5a	14	3	7.8
T0-6a	13	3	8
T0-7a	13.8	3	7.3
T0-8a	14.4	4	7.9
T0-9a	13.5	3	7
T0-10a	15	4	8.4
T0-11a	14.6	4	8
T0-12a	0	0	0
T0-13a	14.2	4	7
T0-14a	13.7	3	7.4
T0-15a	14	4	7.6



## Anexo 8

*Tabla bloque N° 1-Sustrato B-Tratamiento 1*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 1
N° de tratamiento:	1		Sustrato: B
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T1-1b	13.3	3	7.1
T1-2b	14	3	7
T1-3b	0	0	0
T1-4b	13	3	7
T1-5b	13.5	3	7.3
T1-6b	0	0	0
T1-7b	14.6	4	7.5
T1-8b	14.8	4	7.5
T1-9b	15	4	8
T1-10b	0	0	0
T1-11b	13.6	4	7
T1-12b	13	3	7
T1-13b	14	4	7.6
T1-14b	0	0	0
T1-15b	13	3	7

## Anexo 9

*Tabla bloque 01-Sustrato A-Tratamiento 2*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 1
N° de tratamiento:	2		Sustrato: A
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T2-1a	13	3	7
T2-2a	0	0	0
T2-3a	0	0	0
T2-4a	15	4	8
T2-5a	13.8	4	7.5
T2-6a	14.9	4	8
T2-7a	0	0	0
T2-8a	14.7	4	7.8
T2-9a	13.6	3	7
T2-10a	13.3	3	7.2
T2-11a	14.5	4	7.6
T2-12a	0	0	0
T2-13a	13	3	7
T2-14a	14	4	7.4
T2-15a	0	0	0

## Anexo 10

*Tabla bloque 1-Sustrato B-Tratamiento 2*

Especie:	Guayacán		Bloque N°:1
N° de tratamiento:	2		Sustrato: B
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T2-1b	0	0	0
T2-2b	14	3	7.2
T2-3b	0	0	0
T2-4b	15	4	8
T2-5b	15	4	8
T2-6b	0	0	0
T2-7b	0	0	0
T2-8b	13	3	7
T2-9b	13.6	3	7
T2-10b	13.7	4	7.2
T2-11b	0	0	0
T2-12b	0	0	0
T2-13b	14.5	4	7.8
T2-14b	0	0	0
T2-15b	14.6	4	7.5

## Anexo 11

*Tabla bloque N° 1-Sustrato A-Tratamiento 3*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 1
N° de tratamiento:	3		Sustrato: A
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T3-1a	15	4	8
T3-2a	0	0	0
T3-3a	0	0	0
T3-4a	14	4	7.5
T3-5a	14	4	7.3
T3-6a	13	3	7
T3-7a	0	0	0
T3-8a	13.9	4	7.8
T3-9a	13	3	7
T3-10a	0	0	0
T3-11a	13.6	4	7.4
T3-12a	13.2	3	7
T3-13a	0	0	0
T3-14a	13	3	7
T3-15a	13	3	7

## Anexo 12

*Tabla bloque I-Sustrato B- Tratamiento 3*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 1
N° de tratamiento:	3		Sustrato: B
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T3-1b	0	0	0
T3-2b	14	4	7.3
T3-3b	15	4	8
T3-4b	0	0	0
T3-5b	0	0	0
T3-6b	0	0	0
T3-7b	14.5	4	7.2
T3-8b	13.7	3	7.1
T3-9b	0	0	0
T3-10b	13	3	7
T3-11b	0	0	0
T3-12b	13.6	4	7
T3-13b	14	4	7.5
T3-14b	0	0	0
T3-15b	0	0	0

## Anexo 13

*Tabla bloque I-Sustrato A-Tratamiento 4*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 1
N° de tratamiento:	4		Sustrato: A
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T4-1a	14	3	7.3
T4-2a	13	3	7
T4-3a	0	0	0
T4-4a	15	4	8
T4-5a	0	0	0
T4-6a	0	0	0
T4-7a	15	4	8
T4-8a	14.6	4	7.8
T4-9a	0	0	0
T4-10a	13.8	4	7.5
T4-11a	13.5	3	7.2
T4-12a	14.9	4	8
T4-13a	0	0	0
T4-14a	0	0	0
T4-15a	13	3	7

#### **Anexo 14**

*Tabla bloque N° 1-Sustrato B-Tratamiento 4*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 1
N° de tratamiento:	4		Sustrato: B
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T4-1b	13	3	7
T4-2b	0	0	0
T4-3b	0	0	0
T4-4b	14.5	4	7.6
T4-5b	0	0	0
T4-6b	0	0	0
T4-7b	14	4	7.2
T4-8b	0	0	0
T4-9b	13	3	7
T4-10b	0	0	0
T4-11b	0	0	0
T4-12b	13	3	7
T4-13b	0	0	0
T4-14b	15	4	8
T4-15b	13.6	3	7.2

#### **Anexo 15**

*Tabla bloque N°2-Sustrato A-Tratamiento 0*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 2
N° de tratamiento:	0		Sustrato: A
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T0-1a	13	3	7
T0-2a	13	3	7
T0-3a	14	3	7.1
T0-4a	14.8	4	7.6
T0-5a	13.6	4	7.3
T0-6a	15	4	8
T0-7a	0	0	0
T0-8a	13	3	7
T0-9a	15	4	8
T0-10a	13	3	7
T0-11a	0	0	0
T0-12a	14.5	4	7.8
T0-13a	14.3	4	7
T0-14a	13	3	7.2
T0-15a	14.6	4	7.9

## Anexo 16

*Tabla bloque N° 2-Sustrato B-Tratamiento 0*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 2
N° de tratamiento:	0		Sustrato: B
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T0-1b	14	4	7.2
T0-2b	14.5	4	7.6
T0-3b	13.3	3	7.2
T0-4b	13	3	7
T0-5b	13	3	7
T0-6b	15	3	8
T0-7b	0	0	0
T0-8b	13.5	4	7
T0-9b	0	0	0
T0-10b	15	4	8
T0-11b	13.5	4	7.1
T0-12b	14	4	7.6
T0-13b	13	3	7
T0-14b	0	0	0
T0-15b	13	3	7

## Anexo 17

*Tabla bloque N°2-Sustrato A-Tratamiento 1*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 2
N° de tratamiento:	1		Sustrato: A
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T1-1a	0	0	0
T1-2a	15	4	8
T1-3a	15	4	8
T1-4a	0	0	0
T1-5a	13	3	7
T1-6a	0	0	0
T1-7a	0	0	0
T1-8a	14	4	7.8
T1-9a	14	4	7.5
T1-10a	0	0	0
T1-11a	13.5	3	7.2
T1-12a	13.2	3	7
T1-13a	0	0	0
T1-14a	14.6	4	7.5
T1-15a	13.7	4	7

## Anexo 18

*Tabla bloque N°2-Sustrato B-Tratamiento 1*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 2
N° de tratamiento:	1		Sustrato: B
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T1-1b	13	3	7
T1-2b	13	3	7
T1-3b	0	0	0
T1-4b	0	0	0
T1-5b	14	4	7.5
T1-6b	14.5	4	7.8
T1-7b	0	0	0
T1-8b	15	4	8
T1-9b	0	0	0
T1-10b	0	0	0
T1-11b	13	3	7
T1-12b	13.6	3	7.2
T1-13b	0	0	0
T1-14b	0	0	0
T1-15b	14	4	7

## Anexo 19

*Tabla bloque N°2-Sustrato A-Tratamiento 2*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 2
N° de tratamiento:	2		Sustrato: A
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T2-1a	14	4	7.5
T2-2a	0	0	0
T2-3a	13	3	7
T2-4a	0	0	0
T2-5a	0	0	0
T2-6a	13.5	3	7.2
T2-7a	0	0	0
T2-8a	15	4	8
T2-9a	0	0	0
T2-10a	15	4	8
T2-11a	13	3	7
T2-12a	0	0	0
T2-13a	0	0	0
T2-14a	14	4	7.5
T2-15a	14	4	7.2

## Anexo 20

*Tabla bloque N°2-Sustrato B-Tratamiento 2*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 2
N° de tratamiento:	2		Sustrato: B
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T2-1b	0	0	0
T2-2b	13	3	7
T2-3b	0	0	0
T2-4b	0	0	0
T2-5b	13	3	7
T2-6b	0	0	0
T2-7b	13.5	4	7.5
T2-8b	14	3	7.2
T2-9b	14.6	4	7.9
T2-10b	0	0	0
T2-11b	0	0	0
T2-12b	13	3	7
T2-13b	0	0	0
T2-14b	15	4	8
T2-15b	0	0	0

## Anexo 21

*Tabla bloque N°2, Sustrato A-Tratamiento 3*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 2
N° de tratamiento:	3		Sustrato: A
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T3-1a	14	3	7
T3-2a	0	0	0
T3-3a	0	0	0
T3-4a	15	4	8
T3-5a	0	0	0
T3-6a	15	4	8
T3-7a	13	3	7
T3-8a	0	0	0
T3-9a	0	0	0
T3-10a	13.5	3	7.2
T3-11a	14.6	4	7.8
T3-12a	0	0	0
T3-13a	13.9	4	7.5
T3-14a	13	3	7
T3-15a	0	0	0

## Anexo 22

*Tabla bloque N°2-Sustrato B-Tratamiento 3*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 2
N° de tratamiento:	3		Sustrato: B
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T3-1b	0	0	0
T3-2b	14	3	7.2
T3-3b	0	0	0
T3-4b	0	0	0
T3-5b	13.5	4	7
T3-6b	13	3	7
T3-7b	0	0	0
T3-8b	14	4	7.6
T3-9b	15	4	8
T3-10b	0	0	0
T3-11b	0	0	0
T3-12b	13	3	7
T3-13b	0	0	0
T3-14b	0	0	0
T3-15b	13	3	7

## Anexo 23

*Tabla bloque N°2-Sustrato A-Tratamiento 4*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 2
N° de tratamiento:	4		Sustrato: A
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T4-1a	0	0	0
T4-2a	13	3	7
T4-3a	14	3	7
T4-4a	0	0	0
T4-5a	14.5	4	7.6
T4-6a	0	0	0
T4-7a	0	0	0
T4-8a	15	4	8
T4-9a	15	4	8
T4-10a	0	0	0
T4-11a	14.6	4	7.2
T4-12a	0	0	0
T4-13a	13.9	4	7.5
T4-14a	13	3	7
T4-15a	0	0	0

## Anexo 24

*Tabla bloque N°2-Sustrato B-Tratamiento 4*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 2
N° de tratamiento:	4		Sustrato: B
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T4-1b	0	0	0
T4-2b	13	3	7
T4-3b	0	0	0
T4-4b	14	4	7.2
T4-5b	0	0	0
T4-6b	0	0	0
T4-7b	13.5	4	7
T4-8b	13	3	7
T4-9b	0	0	0
T4-10b	0	0	0
T4-11b	14	3	7.6
T4-12b	0	0	0
T4-13b	14.6	4	8
T4-14b	0	0	0
T4-15b	13.2	3	7

## Anexo 25

*Tabla bloque N°3, Sustrato A- Tratamiento 0*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 3
N° de tratamiento:	0		Sustrato: A
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T0-1a	14	3	7.2
T0-2a	13.5	3	7
T0-3a	14	3	7.5
T0-4a	13	3	7
T0-5a	0	0	0
T0-6a	13.8	4	7.1
T0-7a	13.6	4	7
T0-8a	14	4	7.6
T0-9a	13.5	4	7
T0-10a	0	0	0
T0-11a	13	3	7
T0-12a	14.7	4	8
T0-13a	14.4	4	7.1
T0-14a	15	4	8
T0-15a	13	3	7

## Anexo 26

*Tabla bloque N°3-Sustrato B-Tratamiento 0*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 3
N° de tratamiento:	0		Sustrato: B
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T0-1b	13.5	3	7.1
T0-2b	0	0	0
T0-3b	13	3	7
T0-4b	14	4	7.5
T0-5b	14	4	7.4
T0-6b	13.4	3	7
T0-7b	13.5	3	7.2
T0-8b	15	4	8
T0-9b	0	0	0
T0-10b	14	3	7
T0-11b	14.5	3	8
T0-12b	0	0	0
T0-13b	13	3	7.1
T0-14b	14	4	7.6
T0-15b	14	3	7

## Anexo 27

*Tabla bloque N°3-Sustrato A-Tratamiento 1*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 3
N° de tratamiento:	1		Sustrato: A
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T1-1a	13	3	7
T1-2a	13	3	7.4
T1-3a	14	4	7
T1-4a	0	0	0
T1-5a	13.5	4	7.5
T1-6a	13.5	4	7.1
T1-7a	0	0	0
T1-8a	0	0	0
T1-9a	15	4	8
T1-10a	13	3	7
T1-11a	14	3	7.3
T1-12a	13	3	7
T1-13a	0	0	0
T1-14a	15	4	8
T1-15a	0	0	0

## Anexo 28

*Tabla bloque N°3- Sustrato B-Tratamiento 1*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 3
N° de tratamiento:	1		Sustrato: B
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T1-1b	13	4	7
T1-2b	13	3	7
T1-3b	0	0	0
T1-4b	14.2	3	7.4
T1-5b	14.6	4	7.2
T1-6b	0	0	0
T1-7b	13.5	3	7
T1-8b	14.6	4	7.8
T1-9b	0	0	0
T1-10b	15	4	8
T1-11b	13	3	7.1
T1-12b	0	0	0
T1-13b	15	4	8
T1-14b	13	3	7
T1-15b	13	3	7.6

## Anexo 29

*Tabla bloque N°3-Sustrato A-Tratamiento 2*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 3
N° de tratamiento:	2		Sustrato: A
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T2-1a	14	3	7
T2-2a	0	0	0
T2-3a	14	3	7.2
T2-4a	0	0	0
T2-5a	13.4	4	7
T2-6a	14.7	4	7.5
T2-7a	13	3	7
T2-8a	0	0	0
T2-9a	13.7	3	7.8
T2-10a	15	4	8
T2-11a	0	0	0
T2-12a	13.9	3	7.1
T2-13a	14	4	7
T2-14a	0	0	0
T2-15a	15	4	8



**Anexo 32***Tabla bloque N°3-Sustrato B-Tratamiento 3*

Especie: Guayacán

Bloque N°: 3

N° de tratamiento: 3

Sustrato: B

Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T3-1b	13	3	7
T3-2b	0	0	0
T3-3b	14.7	4	7.5
T3-4b	0	0	0
T3-5b	14.8	4	7.9
T3-6b	14.6	4	7.3
T3-7b	0	0	0
T3-8b	0	0	0
T3-9b	13	3	7
T3-10b	0	0	0
T3-11b	14.8	4	7.5
T3-12b	0	0	0
T3-13b	13	3	7
T3-14b	0	0	0
T3-15b	13	3	7

**Anexo 33***Tabla bloque N° 3-Sustrato A-Tratamiento 4*

Especie: Guayacán

Bloque N°: 3

N° de tratamiento: 4

Sustrato: A

Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T4-1a	0	0	0
T4-2a	0	0	0
T4-3a	13.9	4	7.2
T4-4a	0	0	0
T4-5a	0	0	0
T4-6a	14.8	4	7.9
T4-7a	14.6	4	7.5
T4-8a	0	0	0
T4-9a	13.5	4	7.2
T4-10a	15	4	8
T4-11a	0	0	0
T4-12a	13	3	7
T4-13a	0	0	0
T4-14a	0	0	0
T4-15a	14	4	7.2

### Anexo 34

*Tabla bloque N° 3-Sustrato B-Tratamiento 4*

Especie:	Guayacán		Bloque N°:3
N° de tratamiento:	4		Sustrato: B
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T4-1b	13	3	7
T4-2b	14	3	7.5
T4-3b	0	0	0
T4-4b	0	0	0
T4-5b	14.5	3	7.5
T4-6b	14.3	3	7.2
T4-7b	0	0	0
T4-8b	15	4	8
T4-9b	13	3	7
T4-10b	0	0	0
T4-11b	14.6	4	7.8
T4-12b	13.5	4	7
T4-13b	0	0	0
T4-14b	14	4	7.9
T4-15b	0	0	0

### Anexo 35

*Tabla bloque N°4-Sustrato A-Tratamiento 0*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 4
N° de tratamiento:	0		Sustrato: A
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T0-1a	13.5	3	7
T0-2a	14.7	4	7.5
T0-3a	14	3	7.2
T0-4a	0	0	0
T0-5a	13.8	3	7
T0-6a	13	3	7
T0-7a	15	4	7
T0-8a	13.5	4	8
T0-9a	0	0	0
T0-10a	14.6	4	7.8
T0-11a	14.9	4	7.9
T0-12a	13.2	3	7
T0-13a	15	4	8
T0-14a	0	0	0
T0-15a	14	4	7.5

### Anexo 36

*Tabla bloque N°4-Sustrato B, Tratamientos 0*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 4
N° de tratamiento:	0		Sustrato: B
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T0-1b	13	3	7
T0-2b	14.6	4	7.5
T0-3b	0	0	0
T0-4b	14	4	7
T0-5b	15	4	8
T0-6b	13	3	7
T0-7b	14.6	4	7.6
T0-8b	15	4	8
T0-9b	13	3	7
T0-10b	0	0	0
T0-11b	13	3	7
T0-12b	14	4	7.5
T0-13b	0	0	0
T0-14b	13.3	3	7
T0-15b	13	3	7

### Anexo 37

*Tabla bloque N° 4-Sustrato A-Tratamiento 1*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 4
N° de tratamiento:	1		Sustrato: A
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T1-1a	13	3	7
T1-2a	0	0	0
T1-3a	15	4	8
T1-4a	13	3	7
T1-5a	13.6	4	7.2
T1-6a	14.7	4	8
T1-7a	13.6	3	7.5
T1-8a	0	0	0
T1-9a	14.6	4	7.6
T1-10a	13	3	7
T1-11a	13.5	4	7
T1-12a	14.7	4	7.5
T1-13a	0	0	0
T1-14a	0	0	0
T1-15a	15	4	8

### Anexo 38

*Tabla bloque N°4-Sustrato A-Tratamiento 2*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 4
N° de tratamiento:	2		Sustrato: A
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T2-1a	15	4	8
T2-2a	14.5	4	7.9
T2-3a	14	3	7
T2-4a	14.7	4	7.5
T2-5a	0	0	0
T2-6a	0	0	0
T2-7a	14.7	4	7.6
T2-8a	0	0	0
T2-9a	13	3	7
T2-10a	0	0	0
T2-11a	0	0	0
T2-12a	14.5	4	7.6
T2-13a	14	4	7.2
T2-14a	0	0	0
T2-15a	0	0	0

### Anexo 39

*Tabla bloque N°4-Sustrato B-Tratamiento 2*

Especie:	Guayacán		Bloque N°:4
N° de tratamiento:	2		Sustrato: B
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T2-1b	14	4	7.1
T2-2b	0	0	0
T2-3b	0	0	0
T2-4b	15	4	8
T2-5b	0	0	0
T2-6b	0	0	0
T2-7b	14	4	7.4
T2-8b	14.8	4	7.6
T2-9b	14	3	7.1
T2-10b	0	0	0
T2-11b	14.7	4	7.4
T2-12b	0	0	0
T2-13b	13.8	3	7.2
T2-14b	14	3	7.5
T2-15b	0	0	0

#### **Anexo 40**

*Tabla bloque N°4-Sustrato A-Tratamiento 3*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 4
N° de tratamiento:	3		Sustrato: A
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T3-1a	0	0	0
T3-2a	13.5	4	7.1
T3-3a	15	4	8
T3-4a	0	0	0
T3-5a	0	0	0
T3-6a	13.1	3	7
T3-7a	14.6	4	7.5
T3-8a	14	4	7.3
T3-9a	14.7	4	7.5
T3-10a	13.9	4	7.1
T3-11a	13.2	3	7
T3-12a	0	0	0
T3-13a	13	3	7
T3-14a	14.3	4	7
T3-15a	15	4	8

#### **Anexo 41**

*Tabla bloque N°4-Sustrato B-Tratamiento 3*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 4
N° de tratamiento:	3		Sustrato: B
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T3-1b	14	3	7.3
T3-2b	0	0	0
T3-3b	14.6	4	7
T3-4b	0	0	0
T3-5b	15	4	8
T3-6b	0	0	0
T3-7b	13.6	4	7
T3-8b	14.4	4	7.2
T3-9b	15	4	8
T3-10b	0	0	0
T3-11b	13.3	3	7
T3-12b	14.6	4	7.5
T3-13b	14.7	4	7.8
T3-14b	0	0	0
T3-15b	0	0	0

## Anexo 42

*Tabla bloque N°4-Sustrato A- Tratamiento 4*

Especie:	Guayacán		Bloque N°: 4
N° de tratamiento:	4		Sustrato: A
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T4-1a	13.4	3	7
T4-2a	0	0	0
T4-3a	14	4	7.4
T4-4a	14	4	7.5
T4-5a	0	0	0
T4-6a	13	3	7
T4-7a	13.9	4	7.2
T4-8a	0	0	0
T4-9a	0	0	0
T4-10a	14.7	4	7.5
T4-11a	13	3	7
T4-12a	0	0	0
T4-13a	15	4	8
T4-14a	13	3	7
T4-15a	13.9	3	7.1

## Anexo 43

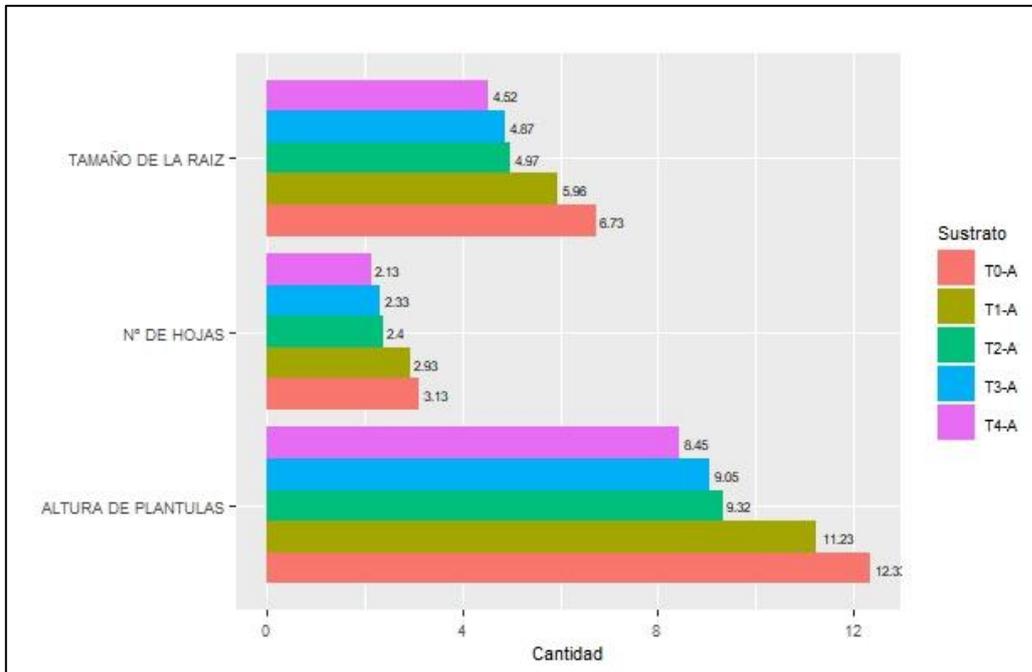
*Tabla bloque N°4- Sustrato B- Tratamiento 4*

Especie:	Guayacán		Bloque N°:4
N° de tratamiento:	4		Sustrato: B
Código	Altura de plántula	N° de Hojas	Tamaño de raíz
T4-1b	14	4	7.4
T4-2b	0	0	0
T4-3b	13	3	7
T4-4b	13.8	4	7.2
T4-5b	0	0	0
T4-6b	14.2	4	7
T4-7b	0	0	0
T4-8b	15	4	8
T4-9b	13	3	7
T4-10b	0	0	0
T4-11b	14	4	7.3
T4-12b	13	3	7
T4-13b	0	0	0
T4-14b	13.2	3	7
T4-15b	0	0	0

## ANEXO DE FIGURAS

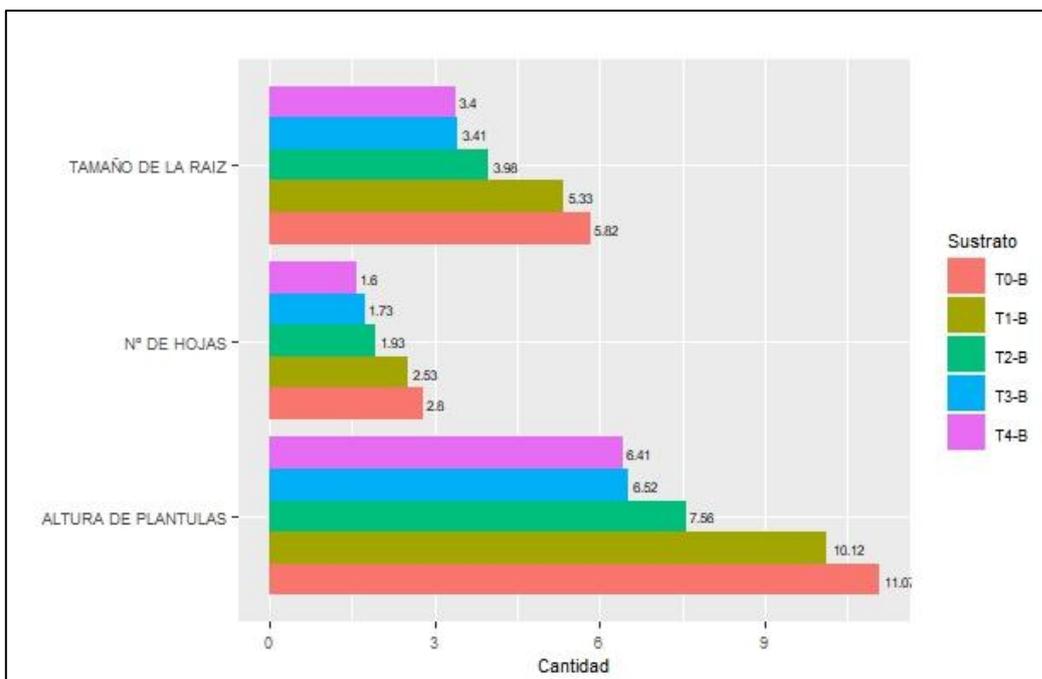
### Anexo 44

Figura Bloque 1, Sustrato A



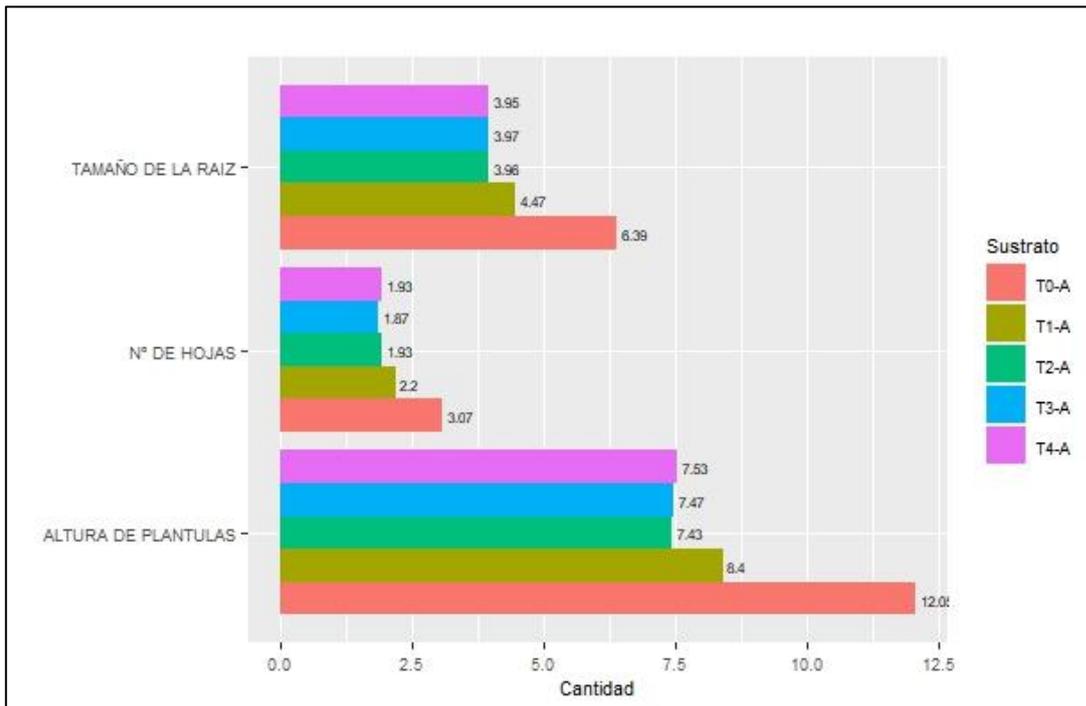
### Anexo 45

Figura bloque 1, Sustrato B



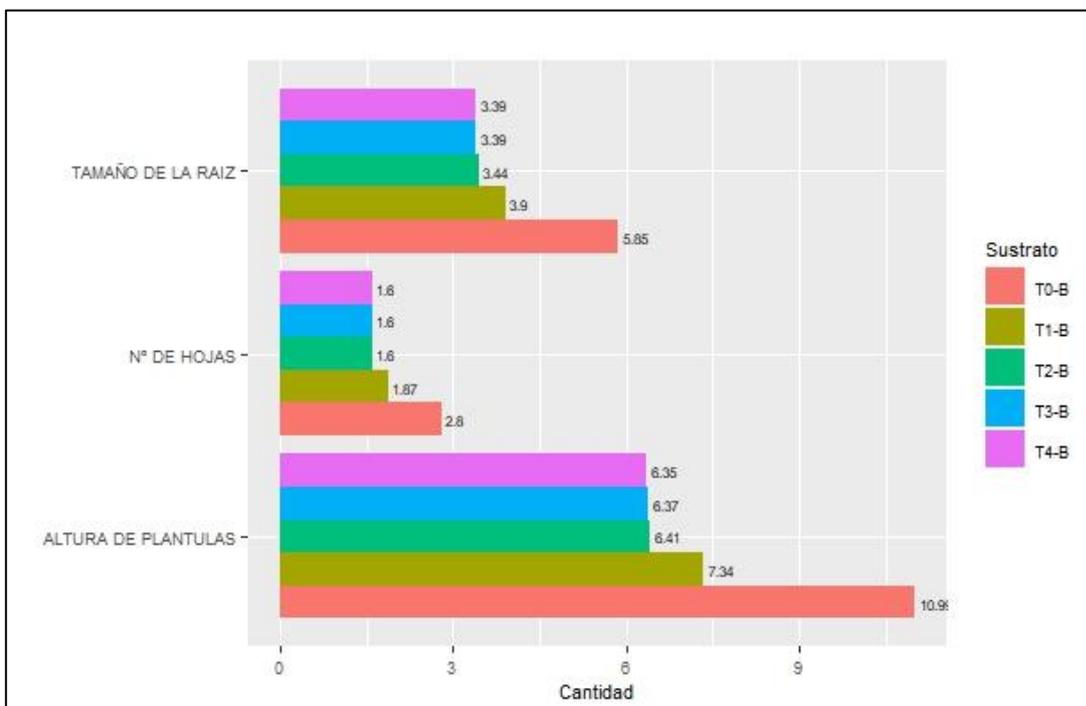
## Anexo 46

Figura bloque 2, Sustrato A



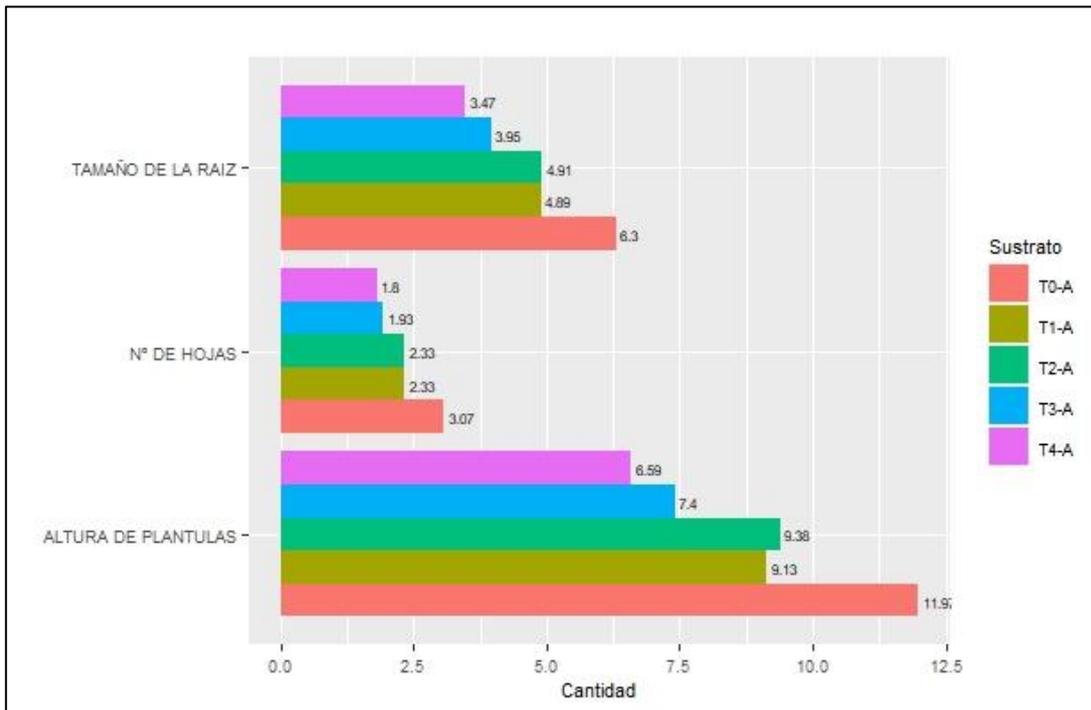
## Anexo 47

Figura bloque 2, Sustrato B



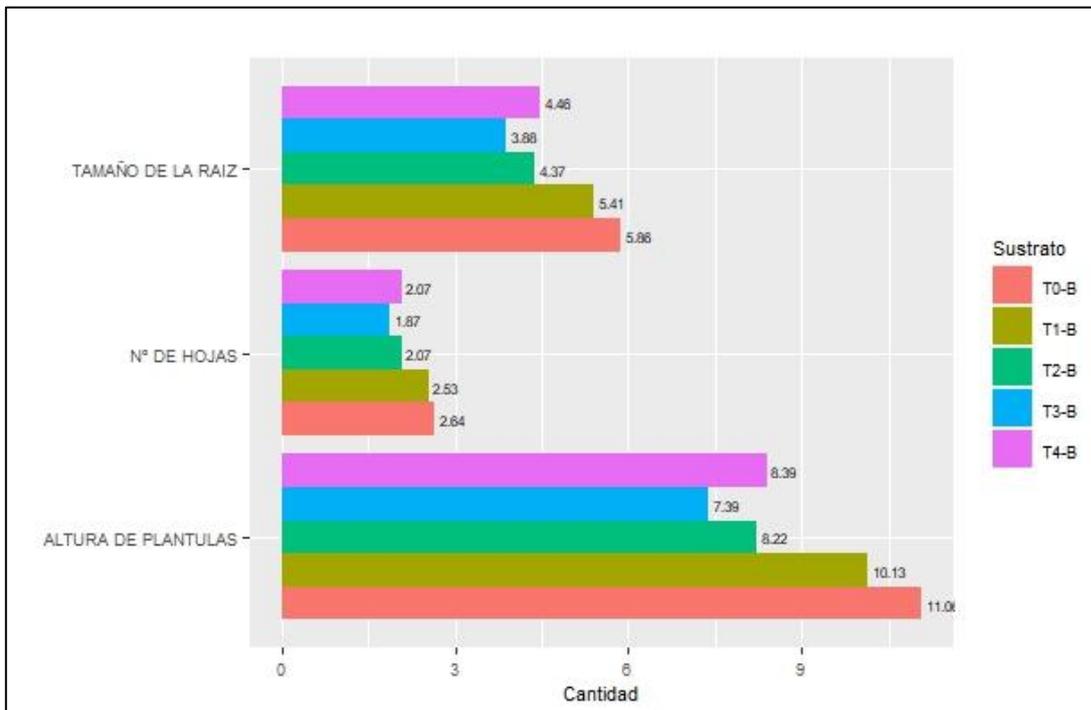
## Anexo 48

Figura bloque 3, Sustrato A



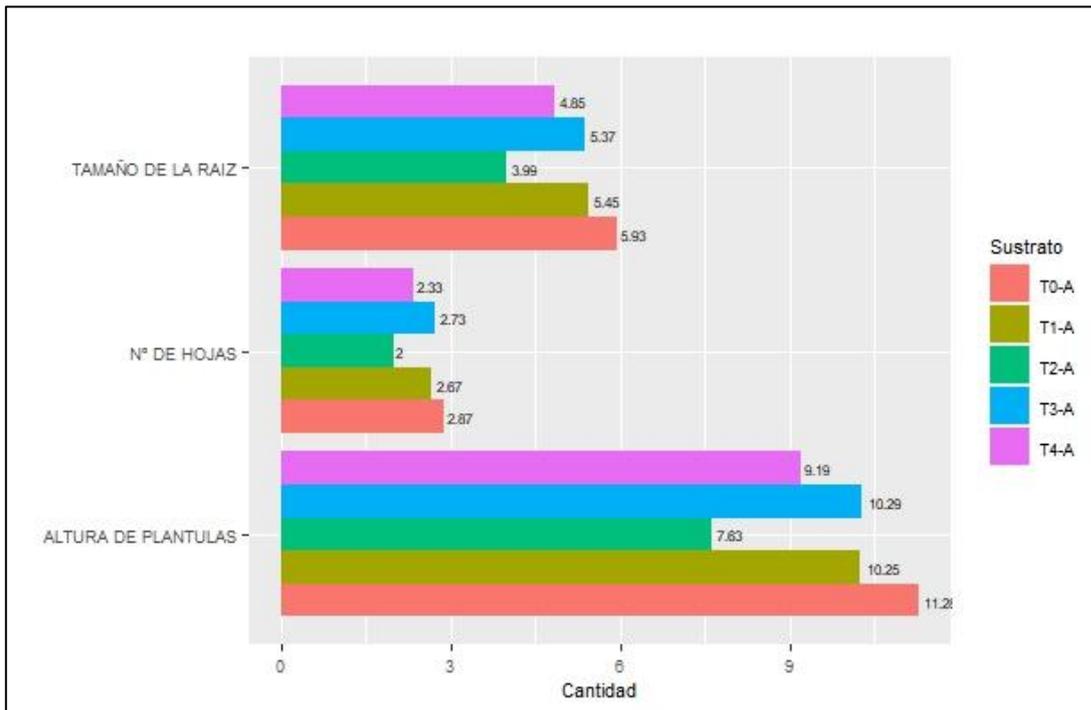
## Anexo 49

Figura bloque 3, Sustrato B



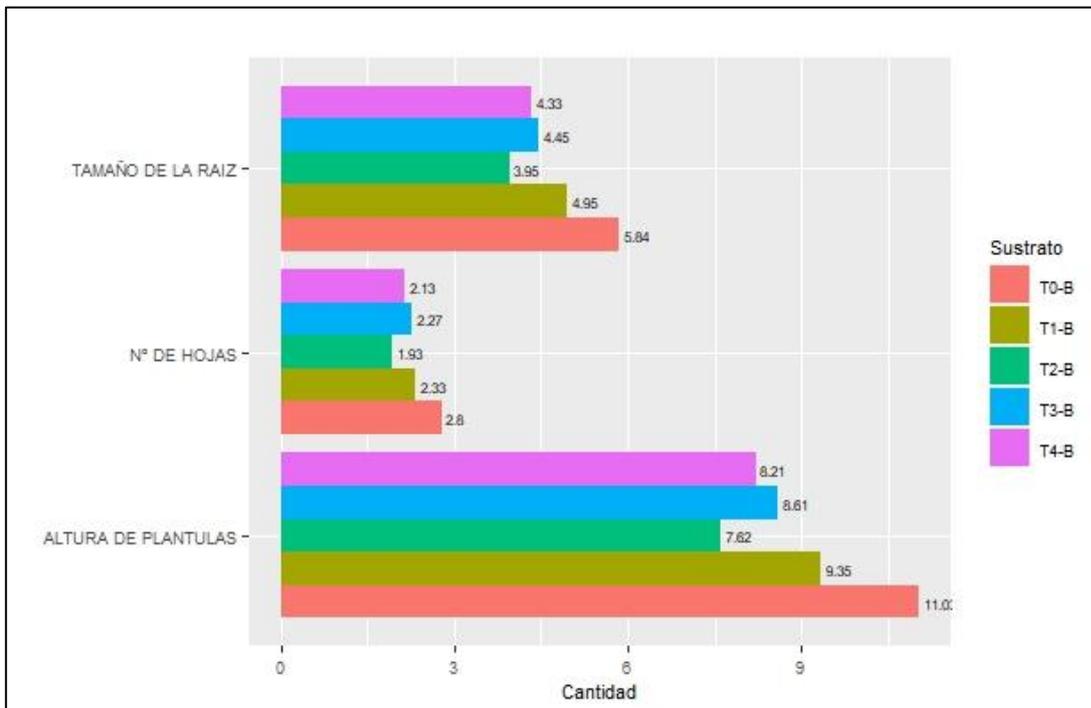
## Anexo 50

Figura bloque 3, Sustrato B



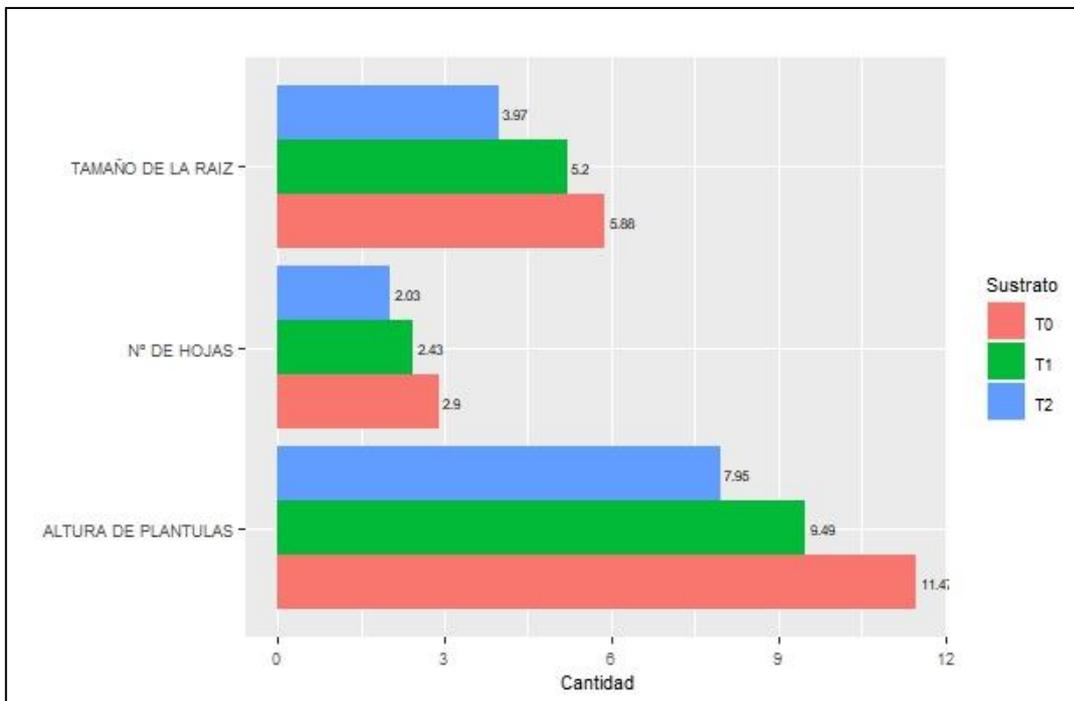
## Anexo 51

Figura bloque 4, Sustrato B



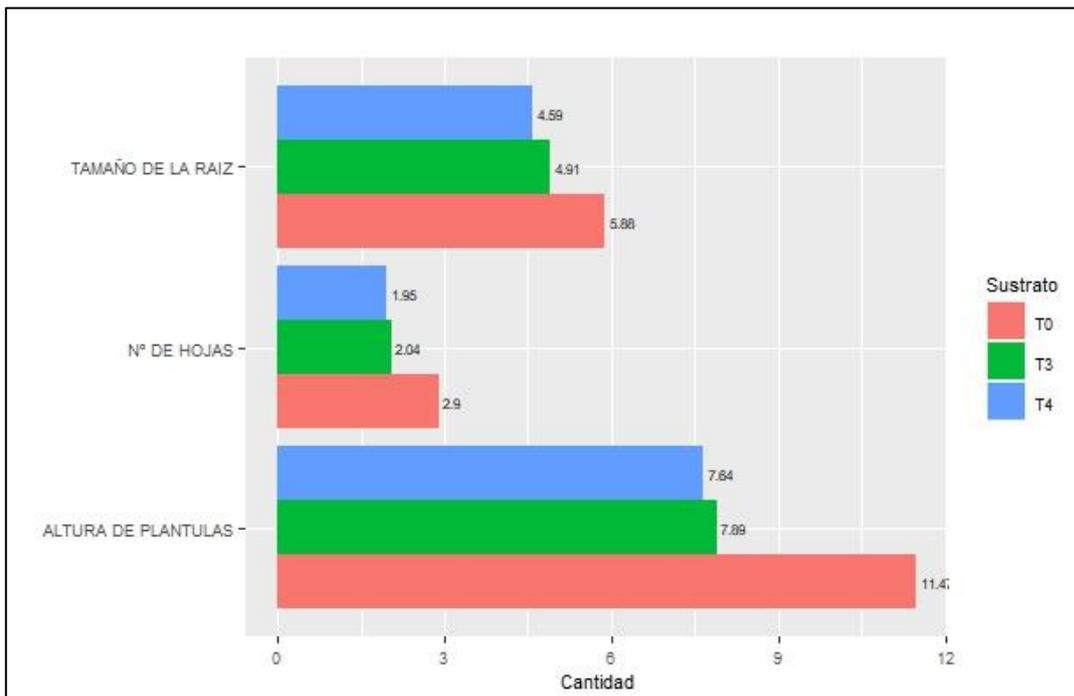
## Anexo 52

Figura diferenciación de tratamientos de aplicación de Na 100 g/l:T1; 200 g/l:T2



## Anexo 53

Figura diferenciación de tratamientos de aplicación de Compomaster 15 g/plántula:T3; 20 g/plántula:T4



## **Anexo 54**

*Árbol determinado como semillero*



*Nota:* Árbol semillero seleccionado de acuerdo a los estándares morfológicos.

## **Anexo 55**

*Obtención de semillas de árbol seleccionado*



**Anexo 56**

*Extracción de semillas de vainas*



**Anexo 57**

*Semillas viables y vanas*



## **Anexo 58**

### *Selección de semillas vanas y viables por visualización de cotiledones*



*Nota:* la selección de las semillas viables se realizó de acuerdo a la figura 4 y figura 5, en los cuales se detalla los hallazgos y las variaciones de los cotiledones.

## **Anexo 59**

### *Pesado de semillas*



## **Anexo 60**

*Aplicación de tratamiento pre-germinativo a semillas de Guayacán*



*Nota:* Se aplicó el tratamiento pre-germinativo de inmersión de semillas en agua a temperatura ambiente.

## **Anexo 61**

*Preparación de terreno para cama de almácigo*



## **Anexo 62**

### *Estructura externa de cama de almácigo*



*Nota:* estructura de cama de almácigo con medidas de 1mx1m, cuyo suelo fue previamente preparado con remoción del suelo, y agregado de arena fina.

## **Anexo 63**

### *Aplicación de Clorox para desinfección de sustrato de cama de almácigo*



## **Anexo 64**

### *Dispersión de semillas en cama de almácigo*



*Nota: Método de dispersión al voleo*

## **Anexo 65**

### *Cobertura de almácigo con maya rashell*



**Anexo 66**

*Zarandeado de sustratos*



**Anexo 67**

*Homogeneización de sustratos*



## **Anexo 68**

*Embolsado con sustrato homogenizado*



## **Anexo 69**

*Enfilado de bolsas*



*Nota:* enfilado de bolsa de acuerdo a la dispersión espacial de vivero.

**Anexo 70**

*Control de crecimiento inicial de plántulas en cama de almácigo*



**Anexo 71**

*Visualización de proceso de germinación de plántulas*



## Anexo 72

### *Medición y toma de apuntes de crecimiento de plántulas*



**Anexo 73**

*Extracción de plántulas de cama de almácigo*



**Anexo 74**

*Repicado de plántulas con palito repicador*



## Anexo 75

*Aplicación de estrés tanto químico como salino a las plántulas*



## Anexo 76

*Toma de apuntes y medición de parámetros finales (cantidad de hojas y altura).*



**Anexo 77**

*Figura medición de tamaño de raíces(cm) de plántulas.*



## Anexo 78

*Toma de apuntes final y retirado de rotulado de tratamientos por bloques*



## Anexo 79

*Plantón de Guayacán en campo definitivo por venta posterior al proyecto*

