



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE

“Mejoramiento de la resistencia al estrés hídrico de *Tabebuia chrysantha* mediante el uso de rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal”

Tesis para optar el título profesional de ingeniera forestal y del medio ambiente

Autor: Maricielo Cruz Mogollón

TUMBES – 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE

“Mejoramiento de la resistencia al estrés hídrico de *Tabebuia chrysantha* mediante el uso de rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal”

Tesis aprobada en forma y estilo por:

Mg. Cesar Yoel Feijoo Carrillo

Presidente

Mg. John Rimaycuna Ramírez

Secretario

Dr. Gerardo Cruz Cerro

Vocal

Mg. Eder E. Hidalgo Sandoval

Accesitario

Tumbes-2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE

“Mejoramiento de la resistencia al estrés hídrico de *Tabebuia chrysantha* mediante el uso de rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal”

Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y forma.

Autor: Bach. Cruz Mogollón Maricielo

Asesor: Dr. Cruz Cerro Gerardo Juan Francisco

Co-asesor: Mg. Erick Antonio Suarez Peña

Tumbes-2025



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
EX FUNDO FISCAL LA CRUZ-CAMPUS UNIVERSITARIO
SECRETARIA ACADÉMICA**



ANEXO VIII

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL

En Tumbes, a los doce días del mes de noviembre de dos mil veinticinco, siendo las ¹⁶... horas, con ⁰⁰... minutos (4:00), de la ^{tarde}..., de forma presencial en los ambientes del aula F1 de la EIFMA, se reunieron el Jurado Calificador, designado por Resolución N° 0200-2023/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D, **Mg. Cesar Yoel Feijoo Carrillo** (Presidente), **Mg. John Henry Rimaycuna Ramírez** (Secretario), **Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Cerro** (Vocal), **Mg. Eder Esaud Hidalgo Sandoval** (Accesitario) reconociendo en la misma resolución además, al **Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Cerro**, como **Asesor**, y al **Mg. Erick Antonio Suarez Peña**, como **Co-asesor**, se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación de la tesis, **"Mejoramiento de la resistencia al estrés hídrico de Tabebuia Chrysantha mediante el uso de rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal"**, para optar el Título Profesional de Ingeniera Forestal y Medio Ambiente, presentado por la **Bach. Maricielo Cruz Mogollón**, Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte de la sustentante y después de la deliberación, el jurado según el artículo N° 75 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, declara a la: **Bach. MARICIELO CRUZ MOGOLLÓN**; ^{aprobada}, por ^{unanimidad}..., con el calificativo ^{muy bueno}.....

Se hace conocer a la sustentante, que deberá levantar las observaciones finales hechas al informe final de tesis, que el jurado le indica.

En consecuencia, queda ^{apta}..... para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del Título Profesional de Ingeniera Forestal y Medio Ambiente, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las ¹⁶..... horas y ⁵⁵..... minutos del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, ^{12 de noviembre del 2025}.....

Mg. Cesar Yoel Feijoo Carrillo DNI N° 42766283 CODIGO ORCID 0009-0007-6197-123X Presidente	Ausente
Mg. John Henry Rimaycuna Ramírez DNI N° 70047386 CODIGO ORCID 0000-0002-2767-9733 Secretario	
Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Cerro DNI N° 80661595 CODIGO ORCID 0000-0001-0096-0183 Vocal	Mg. Eder Esaud Hidalgo Sandoval DNI N° 42377217 CODIGO ORCID 0000-0002-8565-3255 Accesitario

C.C. - JURADOS (03) -ASESOR Y(CO)-INTERESADA-ARCHIVO (Decanato)
S. acad.

autor desconocido

Informe final_MCruz-Turnitin

📄 Revisión de Proyectos de Tesis



Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Cerro
Codigo ORCID N° 0000-001-6096-0183

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::3117:529469533

Fecha de entrega
18 nov 2025, 9:47 GMT-5

Fecha de descarga
18 nov 2025, 9:50 GMT-5

Nombre del archivo
Informe final_turnitin.pdf

Tamaño del archivo
2.3 MB

49 páginas

11.605 palabras

61.264 caracteres




17% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 16%  Fuentes de Internet
- 12%  Publicaciones
- 15%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)



Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Cerro
Codigo ORCID N° 0000-001-6096-0183

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 16% Fuentes de Internet
- 12% Publicaciones
- 15% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	hdl.handle.net	<1%
2	Internet	uriartelaborg.files.wordpress.com	<1%
3	Trabajos del estudiante	Universidad Estadual Paulista on 2025-05-24	<1%
4	Publicación	Shashanka Sonowal, Pranami Bharadwaj, Debajit Thakur. "Detection and Actinob...	<1%
5	Trabajos del estudiante	University of Technology, Sydney on 2025-11-10	<1%
6	Internet	ejournal.uniska-kediri.ac.id	<1%
7	Internet	etd.repository.ugm.ac.id	<1%
8	Internet	ouci.dntb.gov.ua	<1%
9	Internet	polibotanica.mx	<1%
10	Publicación	Jiraporn Sangta, Malaiporn Wongkaew, Tibet Tangpao, Pornchai Rachtanapun, C...	<1%
11	Publicación	Muhammad Shahbaz, Jaya Seelan Sathiya Seelan, Fozia Abasi, Noor Fatima et al. "...	<1%

Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Cano
Código ORCID N° 9000-001-6050-0383

12	Trabajos del estudiante	Van Hal Larenstein (VHL) on 2021-01-28	<1%
13	Internet	faculty.kaust.edu.sa	<1%
14	Publicación	Ábri, Tamás. "Szelektált akácfajták ökológiai és termesztési technológiai értékelé...	<1%
15	Publicación	Aditi Singh, Irena Kostova. "Health effects of heavy metal contaminants Vis-à-Vis ...	<1%
16	Publicación	Zoha Daroodi, Parissa Taheri. "The genus Acrophialophora: History, phylogeny, m...	<1%
17	Internet	research-repository.uwa.edu.au	<1%
18	Internet	www.frontiersin.org	<1%
19	Internet	publikationen.ub.uni-frankfurt.de	<1%
20	Trabajos del estudiante	Sri Lanka Institute of Information Technology on 2025-04-25	<1%
21	Publicación	Toennisson, Tiffany Aurora. "Exploring Plant Response to Spaceflight-Relevant Bi...	<1%
22	Internet	link.springer.com	<1%
23	Internet	repositorio.unbosque.edu.co	<1%
24	Internet	revistas.unal.edu.co	<1%
25	Trabajos del estudiante	De La Salle University - Manila on 2025-03-18	<1%

Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Cerro
 Código ORCID N° 0000-001-6096-0183

40	Internet	www.duvarayinlari.com	<1%
41	Internet	datosabiertos.gob.pe	<1%
42	Internet	es.mongabay.com	<1%
43	Internet	healthpsychologyresearch.openmedicalpublishing.org	<1%
44	Internet	www.city.hikari.yamaguchi.jp	<1%
45	Internet	revista.ibp.co.cu	<1%
46	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Avila on 2016-06-15	<1%
47	Trabajos del estudiante	Universidad del Valle de Guatemala on 2024-11-14	<1%
48	Trabajos del estudiante	University of the Western Cape on 2022-10-26	<1%
49	Internet	revistas.unsm.edu.pe	<1%
50	Internet	www.researchgate.net	<1%
51	Trabajos del estudiante	Universidad Peruana Cayetano Heredia on 2015-10-13	<1%
52	Internet	id.scribd.com	<1%
53	Internet	ijeab.com	<1%

Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Cerro
Codigo ORCID N° 0000-001-6096-0183

54	Internet	repositorio.upse.edu.ec	<1%
55	Internet	repositorio.usp.br	<1%



Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Cerro
Codigo ORCID N° 0000-001-6096-0183

DEDICATORIA

A Dios y mi familia por el respaldo y el apoyo durante mi carrera de estudios y desarrollo de mi tesis, sin su apoyo y recomendaciones no lo hubiera logrado. Especialmente quiero agradecer a mi madre, por creer en mí y darme el empujoncito que necesitaba para terminar esta etapa académica.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi asesor, Dr. Gerardo Cruz Cerro, y co-asesor, Mg. Erick Suarez, por sus conocimientos y tiempo brindados. Al Ing. William Huamán que me ayudó en la parte de campo, su apoyo fue valioso para la realización de mi tesis. Por último, quisiera agradecer al Proyecto Blue Deal y a la Autoridad Nacional del Agua, donde laboro actualmente, sin su apoyo en la flexibilidad de horario para culminar mi tesis no hubiera sido posible. A todos, que sumaron para que esto sea posible, infinitas gracias.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTOS.....	XII
ÍNDICE.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
RESUMEN	XVIII
ABSTRACT.....	XIX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
Fuente: Catalogue of life.....	8
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1. Diseño experimental:.....	10
3.2. Ubicación del área de estudio	10
3.3. Recolección de muestras de rizosfera.....	12
3.4. Aislamiento y purificación de bacterias.....	13
3.5. Aislamiento de bacterias fijadoras de N ₂	14
3.6. Aislamiento de bacterias solubilizadoras de P y K	14
3.7. Extracción de ADN bacteriano.....	15
3.8. Reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para bacterias	15

3.9.	Electroforesis.....	16
3.10.	Secuenciamiento e identificación molecular	16
3.11.	Siembra de semillas de <i>T. chrysantha</i> :	17
3.12.	Evaluación de las plántulas:	18
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
4.1.	Aislamiento de bacterias	19
4.2.	Caracterización bioquímica de bacterias: Fijación de nitrógeno y solubilización de fósforo y potasio	20
4.3.	Secuenciamiento e identificación molecular:.....	24
4.5.	Evaluación de las plantas de guayacán	26
4.5.1.	Evaluación de la altura aérea.....	26
4.5.2.	Evaluación del peso seco total y altura de la raíz	27
4.5.3.	Evaluación cualitativa del vigor de las plántulas:	30
5.	CONCLUSIONES	34
6.	RECOMENDACIONES	35
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
	ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Taxonomía de <i>Tabebuia chrysantha</i>.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 2. Ubicación del área de estudio.</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 3. Descripción de los códigos utilizados durante la recolección de las muestras de rizosfera de guayacán</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 4. Parámetros evaluados en la caracterización morfológica de las bacterias</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 5. Concentración inicial de Primer</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 6. Concentración final de Reacción de PCR</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 7. Resultados de la caracterización morfológica de los aislados bacterianos en medio TSA.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 11. Identificación molecular de bacterias aisladas de la rizosfera de guayacán</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 12. Descripción de las funciones de los géneros <i>Bacillus</i> y <i>Streptomyces</i></i>	<i>24</i>
<i>Tabla 13. Peso seco (g) y al tura de raíz (cm). Semana 1</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 14. Peso seco (g) y al tura de raíz (cm). Semana 2</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 15. Peso seco (g) y al tura de raíz (cm). Semana 3</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 16. Peso seco (g) y al tura de raíz (cm). Semana 4</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 17. Peso seco (g) y al tura de raíz (cm). Semana 5</i>	<i>29</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Diseño experimental de la investigación.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 3. Recolección de la muestra N°01 de rizosfera de guayacán oreja de león</i>	<i>12</i>
<i>Figura 4. lección de la muestra N°02 de rizosfera de guayacán oreja de león</i>	<i>12</i>
<i>Figura 5. Aislamiento de las bacterias de la rizosfera de guayacán oreja de león.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 6. Siembra de semillas de guayacán oreja de león en vivero forestal de la Universidad Nacional de Tumbes.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 7. Representación del índice de solubilización de fósforo.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 8. Promedio del diámetro del halo bacteriano en medio Ashby durante 24, 48 y 72 horas de evaluación</i>	<i>21</i>
<i>Figura 9. Promedio del diámetro del halo bacteriano en medio NBRIP durante 24, 48 y 72 horas de evaluación.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 10. Promedio del diámetro del halo bacteriano en medio BSK durante 24, 48 y 72 horas de evaluación</i>	<i>23</i>
<i>Figura 11. Promedio de la diferencia de alturas de las plantas de guayacán, evaluadas durante cinco semanas.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 12. A) Hojas nuevas en el tratamiento de Bacillus cereus B) Brotes de hojas en Streptomyces sp.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 13. Daños en las hojas de las plantas sin inóculo.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 14. Temperaturas durante el período de evaluación de las plántulas</i>	<i>32</i>
<i>Figura 15. Precipitación durante el período de evaluación de las plántulas</i>	<i>32</i>
<i>Figura 16. Humedad durante el período de evaluación de las plántulas</i>	<i>33</i>
<i>Figura 17. Visualización del ADN de las bacterias mediante la prueba de electroforesis</i>	<i>44</i>
<i>Figura 18. Brotes de nuevas hojas en el tratamiento de Bacillus cereus.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 19. Brotes de nuevas hojas del tratamiento de Streptomyces sp.....</i>	<i>45</i>

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1. Panel fotográfico</i> _____	44
<i>Anexo 2. Tabla del índice de solubilización de bacterias fijadoras de nitrógeno en 24, 48 y 72 horas</i> _____	45
<i>Anexo 3. Tabla del índice de solubilización de bacterias que solubilizan fósforo en 24, 48 y 72 horas</i> _____	46
<i>Anexo 4. Tabla del índice de solubilización de bacterias que solubilizan potasio en 24, 48 y 72 horas</i> _____	46
<i>Anexo 5. Análisis de secuenciación de las cepas bacterianas</i> _____	46
<i>Anexo 6. Análisis físico-químico del suelo forestal</i> _____	48
<i>Anexo 7. Análisis estadísticos-ANOVA</i> _____	49

RESUMEN

La presente investigación evaluó el potencial de rizobacterias para mejorar la resistencia al estrés hídrico en plántulas de *Tabebuia chrysantha* (guayacán oreja de león). El estudio se llevó a cabo en Casitas, analizando las bacterias aisladas de la rizosfera de *Tabebuia chrysantha*. La metodología incluyó el aislamiento y la caracterización de cepas bacterianas de la rizosfera, así como la evaluación de su capacidad para la fijación de nitrógeno y la solubilización de fósforo y potasio en medios de cultivos selectivos. Los efectos morfológicos en las plántulas inoculadas con las bacterias *Bacillus cereus* y *Streptomyces sp.* fueron evaluados durante cinco semanas. Los resultados mostraron que las cepas, en particular *Bacillus cereus*, tienen un alto potencial en la fijación de nitrógeno y la solubilización de potasio y fósforo. Además, la inoculación con *Bacillus cereus* favoreció significativamente el crecimiento en altura y la formación de brotes, y se observó un beneficio adicional de protección contra herbívoros. Si bien las plántulas tratadas sobrevivieron al estrés hídrico, el análisis de varianza no mostró un efecto estadísticamente significativo debido al corto periodo de evaluación. Se concluye que las cepas aisladas, especialmente *Bacillus cereus*, poseen un potencial prometedor para mejorar el vigor y salud de *Tabebuia chrysantha*.

Palabras clave: rizobacterias promotoras de crecimiento, estrés hídrico, *Tabebuia chrysantha*, *Bacillus cereus*, *Streptomyces*.

ABSTRACT

This research evaluated the potential of rhizobacteria to improve water stress resistance in *Tabebuia chrysantha* (golden trumpet tree) seedlings. The study was carried out in Casitas, analyzing bacteria isolated from the rhizosphere of *Tabebuia chrysantha*. The methodology included the isolation and characterization of bacterial strains from the rhizosphere, as well as the evaluation of their capacity for nitrogen fixation and the solubilization of phosphorus and potassium in selective culture media. The morphological effects on seedlings inoculated with the bacteria *Bacillus cereus* and *Streptomyces* sp. were evaluated for five weeks. The results showed that the strains, particularly *Bacillus cereus*, have high potential for nitrogen fixation and the solubilization of potassium and phosphorus. Additionally, inoculation with *Bacillus cereus* significantly promoted growth in height and the formation of shoots, and an additional benefit of protection against herbivores was observed. Although the treated seedlings survived the water stress, the analysis of variance did not show a statistically significant effect due to the short evaluation period. It is concluded that the isolated strains, especially *Bacillus cereus*, possess promising potential to improve the vigor and health of *Tabebuia chrysantha*.

Keywords: plant growth-promoting rhizobacteria, water stress, *Tabebuia chrysantha*, *Bacillus cereus*, *Streptomyces*.