

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE



“Efecto de la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento vegetal en las especies forestales Guayacán Oreja de León (*Tabebuia chrysantha*) y Madero Negro (*Tabebuia billbergii*) a nivel de vivero en la Región Tumbes 2016”.

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente

Presentado por:

Bach. Irwin David Villar Guevara

Tumbes - Perú

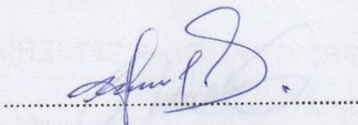
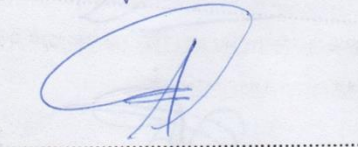
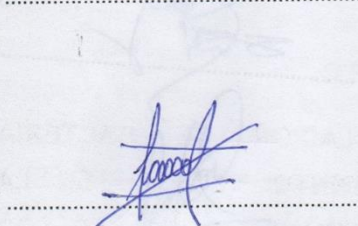
2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE



“Efecto de la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento vegetal en las especies forestales Guayacán Oreja de León (*Tabebuia chrysantha*) y Madero Negro (*Tabebuia billbergii*) a nivel de vivero en la Región Tumbes 2016”.

Tesis aprobada en forma y estilo por:

	Dr. Miguel A. Puentes Chully
	PRESIDENTE
	Mg. Cesar Y. Feijoo Carrillo
	SECRETARIO
	Mg. Eber L. Herrera Palacios
	VOCAL

Tumbes - Perú


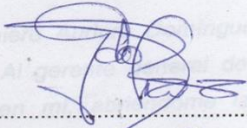

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE



“Efecto de la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento vegetal en las especies forestales Guayacán Oreja de León (*Tabebuia chrysantha*) y Madero Negro (*Tabebuia billbergii*) a nivel de vivero en la Región Tumbes 2016”.

Los suscritos declaran que la tesis es original en contenido y forma:

	Bach. Irwin David Villar Guevara
	EJECUTOR
	Dr. Gerardo j. f. Cruz Cerro
	ASESOR
	Ing. Luis X. Liacsa Sánchez
	CO-ASESOR

Tumbes - Perú

2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA
 FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE
 CAMPUS UNIVERSITARIO S/N "LA CRUZ"
 SECRETARÍA ACADÉMICA
 TUMBES - PERU



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

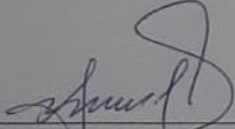
En Tumbes, a los Siete día del mes de Abril de dos mil diecisiete, se reunieron en los ambientes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal y del Medio Ambiente, los integrantes del jurado designados según Resolución Decanal N° 164-2016/UNT-FCA (27/07/2016) y se aprobó el Proyecto de Tesis con Resolución Decanal N° 193-2016/UNT-FCA-I (18-08-2016); con el objeto de evaluar la sustentación de la tesis denominada: "EFECTO DE LA INOCULACIÓN DE BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL EN LAS ESPECIES FORESTALES GUAYACAN OREJA DE LEÓN (*Tabebuia chrysantha*) y MADERO NEGRO (*Tabebuia billbergii*) A NIVEL DE VIVERO EN LA REGIÓN TUMBES 2016" para optar el Título de Ingeniero Forestal y del Medio Ambiente.


A las 10:00 am horas con Cero minutos y, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el presidente del jurado dio por iniciado el acto.

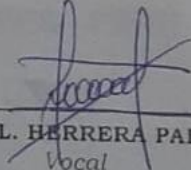
Luego de la exposición del trabajo, la formulación de preguntas y la deliberación del jurado lo declararon Aprobado por Inanimado con el calificativo de Bueno.

Por lo tanto el Bachiller, **VILLAR GUEVARA IRWIN DAVID**, queda apto para que el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Tumbes, le expida el Título Profesional de Ingeniero Forestal y del Medio Ambiente de conformidad con lo estipulado en el Artículo 90 del Estatuto de la Universidad Nacional de Tumbes y a lo normado en el Reglamento de Grados y Títulos.

Siendo las Ocho horas con Treinta minutos, el presidente del jurado dió por concluido el presente acto académico y para mayor constancia de lo actuado firman en señal de conformidad todos los integrantes de este jurado, presentes en el acto de sustentación.


 Dr. MIGUEL A. PUESCAS CHULLY
 Presidente


 Mg. CÉSAR Y. FEIJOO CARRILLO
 Secretario


 Mg. EBER L. HERRERA PALACIOS
 Vocal

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional de Tumbes por ser el alma mater en mi formación profesional, bajo la dirección de los docentes que cada día están en constante preparación e investigación haciendo de esta, una universidad competitiva en el norte del país.

.

Un especial agradecimiento al Dr. Gerardo Cruz Cerro y Dr. Gaspar Chávez Dioses, así como a todo el equipo de trabajo de Inca`Biotec por su apoyo y contribución a este importante trabajo.

Al Ingeniero Audoro Domínguez, por su asesoramiento en los trabajos de campo. Al gerente general de la empresa Inca`Biotec, Dr Eric Mialhe, por confiar en mí, abriéndome las puertas de la empresa y de esta forma desarrollarme en el ámbito profesional dando este pequeño aporte.

Al equipo forestal, las tesistas Karla Peña, Jenny Quispe, a los practicantes Farid Guevara y Alejandro Saldarriaga y a mi amigo y co-asesor Luis Llacsá, por el apoyo e importante aporte que desde mis prácticas me brinda, ayudándome día a día a mejorar mis tan marcados defectos, aprendiendo de cada error y de esta forma terminar un ciclo de aprendizaje que jamás olvidare.

DEDICATORIA

A Dios por haberme cuidado y fortalecido hasta estos momentos de mi vida, porque su amor hacia mí que lo demuestra en cada milésima de segundo.

A mis padres Carlos y Pilar, por aquel apoyo incondicional, por apostar en la educación como base de todo éxito en la vida y por todo el amor que desde siempre ha sido el combustible para seguir adelante, a ellos a quienes dedico cada logro, a mis hermanas quienes a la distancia me hacen sentir que nunca estuve solo.

A mi abuela Elba Esther quien me enseñó que la edad nunca es un inconveniente si se tiene ganas de avanzar.

A mi amor quien desde mis inicios profesionales estuvo siempre a mi lado.

*A mis amigos y amigas por sus consejos y amistad incondicional.
Gracias miles.*

CONTENIDO	Pág
AGRADECIMIENTO	1
DEDICATORIA	2
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA.....	15
2.1. Antecedentes.....	15
2.2. Bases teórico – científicas.....	18
2.2.1. Paenibacillus.....	18
2.2.2. Genero enterobacter.....	18
2.2.3. Género pantoea.....	19
2.2.4. Pseudomonas putida.....	20
2.2.5. Sustrato.....	20
2.2.6. Perlita.....	20
2.2.7. Vermiculita.....	21
2.3. Definición de términos básicos:.....	22
3. MATERIALES Y EQUIPOS:.....	27
3.1. Ensayos de compatibilidad bacteriana.....	27
3.2. Inoculación de consorcios por tratamientos bacterianos.....	28
3.3. Evaluación de los parámetros de crecimiento.....	28
3.3.1. Longitud total.....	30
3.3.2. Longitud del tallo.....	30
3.3.3. Longitud de la raíz principal.....	30
3.3.4. Número de hojas.....	31
3.3.5. Número de raíces secundarias.....	31
3.3.6. Peso fresco.....	31
3.3.7. Peso seco.....	31
3.4. Análisis de presencia de los pelos absorbentes en el microscopio óptico.....	31
4. RESULTADOS.....	33
4.1. Resultados de los ensayos de compatibilidad bacteriana.....	33
4.2. Evaluación de los parámetros de crecimiento en <i>Tabebuia chrysantha</i> y <i>T. billbergii</i> a los 30 y 60 días.....	34
4.3. Evaluación de las plántulas en repique y su efecto al ser manipuladas.....	41
4.4. Promedios de las variables peso seco y peso fresco en <i>Tabebuia chrysantha</i> y <i>T. billbergii</i> a los 30 y 60 días.....	45
4.5. Análisis de la presencia de los pelos absorbentes en el microscopio óptico.....	51
4.5.1. Efecto que causa la inoculación en los pelos absorbentes en la especie <i>Tabebuia chrysantha</i>	51
4.5.2. Efecto que causa la inoculación en los pelos absorbentes en la especie <i>Tabebuia billbergii</i>	53
4.6. Análisis estadístico utilizando la prueba <i>t de student</i> para los parámetros: Longitud total, Longitud del tallo y Longitud de la raíz principal.....	54
4.7. Análisis estadístico utilizando el ANOVA para las raíces secundarias, en el primer y segundo mes evaluado en ambas	71

especies en estudio.....	
5. DISCUSIÓN.....	75
6. CONCLUSIONES.....	79
7. RECOMENDACIONES.....	80
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
9. ANEXOS.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS	Pág.
Fig. Nº 01.....	32
Fig. Nº 02:	34
Fig. Nº 03.....	36
Fig. Nº 04.....	37
Fig. Nº 05.....	40
Fig. Nº 06.....	51
Fig. Nº 07.....	52
Fig. Nº 08.....	52
Fig. Nº 09.....	53

ÍNDICE DE TABLAS	Pág.
Tabla Nº 01: Tratamientos aplicados en <i>Tabebuia chrysantha</i> como resultado de la compatibilidad bacteriana, se tuvo la formación de tratamientos bacterianos compatibles aislados de la rizósfera.	32
Tabla Nº 02: Tratamientos aplicados en <i>Tabebuia billbergii</i> resultado de la compatibilidad bacteriana, se tuvo la formación de tratamientos bacterianos compatibles aislados de la rizósfera.	33
Tabla Nº 03: Estado hídrico evaluado a los 30 y 60 días posteriores a la inoculación.	48
Tabla Nº 04: Contenido de humedad evaluado a los 30 y 60 días posteriores a la inoculación.	48
Tabla Nº 05: Estado hídrico de las plántulas evaluados a los 30 y 60 días en los tratamientos inoculados y control sin inculo.	49
Tabla Nº 06: Contenido de humedad de las plántulas evaluados a los 30	50

y 60 días en los tratamientos inoculados y control sin inoculo.

Tabla Nº 07: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales en la especie *Tabebuia chrysantha* para el tratamiento control y el tratamiento 01 en el primer mes de evaluación. **54**

Tabla Nº 08: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales en la especie *Tabebuia chrysantha* para el tratamiento control y el tratamiento 01 en el primer mes de evaluación a nivel del tallo. **55**

Tabla Nº 09: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales en la especie *Tabebuia chrysantha* para el tratamiento control y el tratamiento 01 en el primer mes de evaluación a nivel de su raíz principal. **55**

Tabla Nº 10: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales en la especie *Tabebuia chrysantha* para el tratamiento control y el tratamiento 01 en el segundo mes de evaluación. **56**

Tabla Nº 11: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales en la especie *Tabebuia chrysantha* para el tratamiento control y el tratamiento 01 en el segundo mes de evaluación a nivel del tallo. **56**

Tabla Nº 12: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales en la especie *Tabebuia chrysantha* para el tratamiento control y el tratamiento 01 en el segundo mes de evaluación a nivel de su raíz principal. **57**

Tabla Nº 13: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 01 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel de longitud total. **58**

Tabla Nº 14: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 02 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel de longitud total. **58**

Tabla Nº 15: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 03 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel de longitud total. **59**

Tabla Nº 16: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 04 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel de longitud total. **59**

- Tabla N° 17:** Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 01 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel del tallo. **60**
- Tabla N° 18:** Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 02 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel del tallo. **60**
- Tabla N° 19:** Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 03 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel del tallo. **61**
- Tabla N° 20:** Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 04 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel del tallo. **61**
- Tabla N° 21:** Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 01 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel su raíz principal. **62**
- Tabla N° 22:** Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 02 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel su raíz principal. **62**
- Tabla N° 23:** Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 03 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel su raíz principal. **63**
- Tabla N° 24:** Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 04 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel su raíz principal. **63**
- Tabla N° 25:** Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 01 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación en la longitud total. **64**
- Tabla N° 26:** Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 02 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación en la longitud total. **64**

- Tabla Nº 27:** Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 03 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación en la longitud total. **65**
- Tabla Nº 28:** Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 04 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación en la longitud total. **65**
- Tabla Nº 29:** Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 01 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación a nivel del tallo. **66**
- Tabla Nº 30:** Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 02 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación a nivel del tallo. **67**
- Tabla Nº 31:** Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 03 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación a nivel del tallo. **67**
- Tabla Nº 32:** Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 04 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación a nivel del tallo. **68**
- Tabla Nº 33:** Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 01 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación a nivel de su raíz principal. **68**
- Tabla Nº 34:** Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 02 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación a nivel de su raíz principal. **69**
- Tabla Nº 35:** Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 03 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación a nivel de su raíz principal. **69**
- Tabla Nº 36:** Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 04 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación a nivel de su raíz principal. **70**

ÍNDICE DE GRÁFICOS	Pág.
Gráfico N° 01: Parámetros evaluados en <i>T. chrysantha</i> a los 30 días posterior a la inoculación (dpi) del Tratamiento 01 por <i>Paenibacillus</i> , <i>P.putida</i> , <i>E. cloacae</i> , <i>Bacillus cereus</i> .	35
Gráfico N° 02: Parámetros evaluados en <i>T. chrysantha</i> para el tratamiento control y tratamiento 01 a los 60 dpi.	36
Gráfico N° 03: Parámetros evaluados en <i>T. billbergii</i> a los 30 dpi.	39
Gráfico N° 04: Parámetros evaluados en <i>T. billbergii</i> a los 60 dpi se observa que el primero, segundo y tercer tratamiento son los que más eficiencia muestran en comparación con el control y el cuarto tratamiento que es significativamente mejor que el tratamiento control.	40
Gráfico N° 05: Parámetros evaluados en los 30 días en la especie <i>T. chrysantha</i> .	42
Gráfico N° 06: Parámetros evaluados en la especie <i>T. chrysantha</i> .	42
Gráfico N° 07: Parámetros evaluados en los 30 días en la especie <i>T. billbergii</i> .	43
Gráfico N° 08: Parámetros evaluados en los 60 días en la especie <i>T. billbergii</i> .	44
Gráfico N° 09: Peso fresco y peso seco variables evaluadas en <i>T. chrysantha</i> a los 30 dpi el Tratamiento 01 formado por <i>Paenibacillus</i> , <i>P.putida</i> , <i>E. cloacae</i> , <i>Bacillus cereus</i> .	45
Gráfico N° 10: Segundo mes de evaluación para peso fresco y peso seco en <i>T. chrysantha</i> .	46
Gráfico N° 11: Peso fresco y peso seco variables evaluadas en <i>T. billbergii</i> a los 30 dpi. Comparación con los tratamientos inoculados y el control sin inóculo.	47
Gráfico N° 12: Peso fresco y peso seco variables evaluadas en <i>T. billbergii</i> a los 60 dpi, datos de comparación con los tratamientos en estudio y el control sin inóculo.	47

ÍNDICE DE ANEXOS	Pág.
Anexo N° 01: Proceso de desinfección de semillas.	87
Anexo N° 02: Proceso de desinfección del sustrato.	88
Anexo N° 03: Parámetros evaluados en el grupo control en la especie <i>T.ch</i> , en el primer mes de evaluación. (*) El asterisco indica el código de	89

plántula sacrificada para peso seco y fresco.

Anexo N° 04: Parámetros evaluados en el tratamiento 01 en la especie *T.ch*, en el primer mes de evaluación (*) El asterisco indica el código de plántula sacrificada para peso seco y fresco. **89**

Anexo N° 05: La segunda evaluación para tratamiento control en la especie *T.ch*. (*) El asterisco indica el código de plántula sacrificada para peso seco y fresco. **90**

Anexo N° 06: Segunda evaluación para el primer tratamiento de la especie *T. ch*. (*)El asterisco indica el código de plántula sacrificada para peso seco y fresco. **90**

Anexo N° 07: 5 plántulas de *T.ch*. evaluación de las plántulas en repique, segundo mes, teniendo 30 días de crecimiento. **91**

Anexo N° 08: Tratamiento 01 de *T.ch*. evaluación de las plántulas en repique, segundo mes, teniendo 30 días de crecimiento. **91**

Anexo N° 09: Primera evaluación para el tratamiento control en la especie *T.b*. (*) Plántulas pares sacrificadas. **92**

Anexo N° 10: Primera evaluación para el tratamiento 01 en la especie *T.b*. (*) Plántulas pares sacrificadas. **92**

Anexo N° 11: Primera evaluación para el tratamiento 02 en la especie *T.b*. (*) Plántulas pares sacrificadas. **93**

Anexo N° 12: Primera evaluación para el tratamiento 03 en la especie *T.b*. (*) Plántulas pares sacrificadas. **93**

Anexo N° 13: Primera evaluación para el tratamiento 04 en la especie *T.b*. (*) Plántulas pares sacrificadas. **94**

Anexo N° 14: Tratamiento control de *T.b*. Evaluación de plántulas en repique en el segundo mes, teniendo 30 días de crecimiento. **94**

Anexo N° 15: Tratamiento 01 de *T.b*. Evaluación de plántulas en repique segundo mes, teniendo 30 días de crecimiento **95**

Anexo N° 16: Tratamiento 02 de *T.b*. Evaluación de plántulas en repique, segundo mes, teniendo 30 días de crecimiento. **95**

Anexo N° 17: Tratamiento 03 de *T.b*. Evaluación de las plántulas en repique, segundo mes, teniendo 30 días de crecimiento. **96**

Anexo N° 18: 4 Tratamiento de *T.b*. Evaluación de las plántulas en repique, segundo mes teniendo 30 días de crecimiento. **96**

Anexo N° 19: Segunda evaluación, para el tratamiento control en la especie <i>T.b.</i> (*) Plántulas impares sacrificadas.	97
Anexo N° 20: Segunda evaluación, para el tratamiento 01 en la especie <i>T.b.</i> (*) Plántulas impares sacrificadas.	97
Anexo N° 21: Segunda evaluación, para el tratamiento 02 en la especie <i>T.b.</i> (*) Plántulas impares sacrificadas.	98
Anexo N° 22: Segunda evaluación, para el tratamiento 03 en la especie <i>T.b.</i> (*) Plántulas impares sacrificadas.	98
Anexo N° 23: Segunda evaluación, para el tratamiento 04 en la especie <i>T.b.</i> (*) Plántulas impares sacrificadas.	99
Anexo N° 24: Anexos fotográficos.	100

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 01: Análisis de varianzas (ANOVA) para la longitud total de las raíces secundarias en la especie <i>Tabebuia chrysantha</i> en el primer mes de evaluación.....	71
Cuadro N° 02: Análisis de varianzas (ANOVA) para la longitud total de las raíces secundarias en la especie <i>Tabebuia chrysantha</i> en el segundo mes de evaluación.....	72
Cuadro N° 03: Análisis de varianzas (ANOVA) para la longitud total de las raíces secundarias en la especie <i>Tabebuia billbergii</i> en el primer mes de evaluación.....	73
Cuadro N° 04: Análisis de varianzas (ANOVA) para la longitud total de las raíces secundarias en la especie <i>Tabebuia billbergii</i> en el segundo mes de evaluación.....	74

RESUMEN

El presente trabajo de investigación logró formar la agrupación de consorcios bacterianos, los cuales fueron tomados de las dos especies forestales de guayacán (*Tabebuia chrysantha* y *Tabebuia billbergii*), empleando técnicas de biotecnología molecular se ha caracterizado previamente el microbioma nativo, aislando y caracterizando a nivel molecular bacterias a partir de la rizósfera de dichos árboles silvestres de la región Tumbes. En la investigación se logró inocular semillas silvestres, las mismas que fueron evaluadas funcionalmente como inoculantes microbianos, basándose en su actividad promotora del crecimiento en el proceso inicial del desarrollo de plántulas de árboles nativos de guayacanes a nivel de vivero. Plántulas de 30 y 60 días de crecimiento fueron sometidas a evaluación y los resultados en *Tabebuia chrysantha* mostraron que el consorcio de bacterias en el tratamiento 01 tuvo mejores resultados en todos los parámetros de crecimiento evaluados y para *Tabebuia billbergii* el consorcio bacteriano que mejores resultados presentó fueron los tratamientos 01 y 02 los cuales tuvieron una mejor proliferación de hojas y raíces secundarias y además ambos tratamientos mostraron mejores resultados en longitud total y longitud del tallo.

Palabras clave: rizósfera, microorganismos promotores del crecimiento vegetal, biotecnología molecular.

ABSTRACT

The present work of investigation was able to form the grouping of bacterial consortia, which were taken from the two forest species of guayacan (*Tabebuia chrysantha* and *Tabebuia billbergii*), Using techniques of molecular biotechnology, the native microbioma has been previously characterized, isolating and characterizing at a molecular level bacteria from the rhizosphere of these wild trees of the Tumbes region. In the research it was possible to inoculate wild seeds, the same ones that were evaluated functionally like microbial inoculants, being based on its growth promoter activity in the initial process of the development of seedlings of native trees of guayacanes at nursery level. Seedlings of 30 and 60 days of growth were submitted to evaluation and the results in *Tabebuia chrysantha* showed that the consortia of bacteria in treatment 01 had better results in all the parameters of growth evaluated and for *Tabebuia billbergii* the consortia bacterial that better results present Were treatments 01 and 02 which had a better proliferation of leaves and secondary roots and also both treatments showed better results in total length and stem length.

Key words: rhizosphere, plant growth promoting microorganisms, molecular biotechnology.

1. INTRODUCCIÓN

El ser humano en sus intentos por darnos alternativas de soluciones a las múltiples necesidades, ah alterado inconscientemente la estructura natural del medio ambiente, provocando conflictos ambientales graves que si no se resolvieran a tiempo la humanidad entera perdería gran parte de su diversidad de alto valor científico y cultural (Hoekstra *et al.*, 2005; Loreau *et al.*, 2006 citado en garcia, 2008). En los últimos años se ha redoblado esfuerzos para la conservación de la biodiversidad. Lo cual la mejora de los métodos de conservación es casi una necesidad inmediata que ayudará a la disminución en la variedad y variabilidad de los seres vivos y de los ecosistemas. (Crisci *et al.* 1996, citado en Estrada, 2010).

El Perú cuenta con un área forestal de más de 70 000 has de superficie boscosa, de los cuales un 0.12% corresponde a bosques secos. La problemática de perdida de ecosistemas boscosos es un asunto serio la cual la especie más afectada son las coníferas nativas en los andes del Perú (donde reinan las podocarpáceas) sin embargo no solo esta especie se ve afectada por la extracción descontrolada sino también especies forestales de gran valor potencial debido a su riqueza maderable y su cotización en el mercado, donde aún podemos encontrarlos junto a otras especies como los cedros y nogales, donde los niveles de endemismo se encuentran entre los más altos en el territorio del país (MINAN, 2013).

En los últimos años, con la aparición y desarrollo de técnicas estadísticas y los sistemas de información geográfica (SIG), han progresado rápidamente nuevas herramientas para el mejor entendimiento de la distribución de la biodiversidad. Uno de los modelos es el modelo de nicho ecológico (Guisan y Zimmermann, 2000), predicen lo adecuado de un área para el desarrollo de una determinada especie en relación con las condiciones ambientales (como el clima, el suelo, la topografía, etc.).

Estos modelos se han convertido en una herramienta muy potente, siendo una de sus principales aplicaciones los trabajos relacionados con los patrones de biodiversidad y la biología de la conservación. (Miguel, 2013).

El objetivo de nuestro trabajo de investigación es evaluar el efecto de la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento vegetal en las especies forestales guayacán oreja de león (*Tabebuia chrysantha*) y madero negro (*Tabebuia billbergii*) a nivel de vivero en la región Tumbes, demostrando el beneficio de estas cepas bacterianas a través de la formación de consorcios nativos.

Con la aplicación de bacterias promotoras de crecimiento se buscará un buen manejo de la especie en estudio, mejorando sus condiciones genotípicas y fenotípicas para su desarrollo en cualquier tipo de condiciones ambientales, analizando su desempeño en vivero. Este estudio permitirá garantizar la viabilidad de la especie guayacán en el tiempo, generando especímenes más resistentes y tolerables a cambios en las condiciones ambientales; así mismo minimizar el impacto ambiental producto de la tala selectiva y la ampliación de la frontera agrícola.

2. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1 Antecedentes

- Taghavi *et al.*, (2009) Identificaron bacterias endofíticas que mejoran la producción de biomasa y el secuestro potencial de carbono de los árboles de álamo que crecen en suelos marginales. Identificaron miembros de las Gammaproteobacterias asociadas a las especies forestales álamo y sauce, de los cuales seleccionaron tres especies *Enterobacter sp*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Pseudomonas putida*, y *Serratia proteamaculans* que fueron caracterizadas a nivel molecular y estudiar sus posibles efectos de promoción de crecimiento vegetal.

En estudios de invernadero, la inoculación de bacterias en estacas de álamo (*Populus deltoides* y *P. nigra*) con *Enterobacter sp*. Mostró la formación de raíces secundarias, asimismo se observa el más alto aumento de la producción de biomasa en comparación con las estacas de las plantas control no inoculadas, adicionalmente se marcaron algunas bacterias con la proteína verde fluorescente (GFP) para poder evidenciar la colonización.

- Kumar *et al.*, (2015) Evaluaron la capacidad del garbanzo para resistir el estrés abiótico, cuando es inoculado con rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal, específicamente *Pseudomonas putida* y *Bacillus amyloliquefaciens*, las cuales por sus características de promover el desarrollo de raíces secundarias fueron seleccionadas. De esta forma comprobaron los beneficios de estas dos bacterias utilizadas en consorcios, evidenciando un mayor crecimiento con respecto a los parámetros resultantes en las cepas individuales, evaluando el crecimiento de la especie agrícola garbanzo, bajo condiciones de control y sequía.

- Trabelsi y Mhamdi (2013) Comprobaron la supervivencia en condiciones desfavorables con microorganismos inoculados y cepas bacterianas en campo, su liberación en las comunidades microbianas autóctonas ha sido de gran interés ya que el uso práctico de los microorganismos naturales o modificados genéticamente seleccionados se ha desarrollado, la inoculación del suelo o semillas inoculadas pueden dar lugar a cambios en la estructura de las comunidades microbianas autóctonas, que es importante con respecto a la seguridad de la introducción de bacterias en el medio ambiente. En muchas investigaciones nos indican que la aplicación de inoculantes microbianos puede influir, al menos temporalmente, las comunidades microbianas residentes. Sin embargo, sigue siendo la principal preocupación con respecto a cómo el impacto en los grupos taxonómicos puede estar relacionado con efectos sobre la capacidad funcional de las comunidades microbianas del suelo. Los consorcios bacterianos de las inoculaciones no necesariamente van a producir un efecto sinérgico, sino más bien de un proceso competitivo según las características morfológicas de las bacterias.
- Talboys *et al.*, (2014) Identificaron colonias bacterianas que se localizan en la superficie de las raíces, y estimulan a la planta para mejorar el desarrollo en longitud y grosor de raíces secundarias mejorando la absorción de nutrientes, asimismo estos microorganismos pueden darle a la planta la capacidad de absorber la contaminación producida por los metales pesados a lo que se suma la mayor resistencia a las tensiones ambientales tales como la sequía y la salinidad. Los autores señalan que los beneficios de las cepas individuales tienen un rendimiento positivo para los campos agrícolas o suelos eriazos, para la cual se utilizó específicamente la bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* productora de auxinas por que promueven el desarrollo de las raíces secundarias.

- Santi, Bogusz y Franche (2013) Las asociaciones planta - microorganismos están influenciadas por la naturaleza de los suelos así como por los exudados liberados por las raíces de la planta hospedera, las cuales modifican la estructura y función de la comunidad microbiana (Berlec, 2012). La composición de los exudados de las raíces depende del tipo de suelo, la disponibilidad de nutrientes, el genotipo de la planta y estado de crecimiento, ambiente biótico y estrés abiótico.
- Urgiles *et al.* (2009) Inocularon, a nivel de vivero, plántulas de *Cedrella montana*, *Heliocarpus americanus* y *Handroanthus chrysanthus* (sinónimo de *T. chrysantha*) con micorrizas arbusculares nativas (Glomeromycota) como *Rhizophagus sp*, *Diversispora sp*, *Claroideoglopus sp*, entre otras aisladas de los bosques de Loja en Ecuador.
- Llacsá, (2016) Aisló y caracterizó a nivel molecular cepas de bacterias y hongos a partir de la rizósfera y filósfera de árboles de guayacán silvestres (*Tabebuia chrysantha* y *T. billbergii*) de la Región Tumbes al norte de Perú. Algunas de estas bacterias nativas han sido inoculadas en semillas silvestres y evaluadas funcionalmente como inoculantes microbianos basándose en su actividad promotora del crecimiento en el proceso inicial del desarrollo de plántulas de árboles nativos a nivel de laboratorio.

2.2 Bases teórico-científicas

2.2.1 Paenibacillus

El género *Paenibacillus* fue integrado como miembro del grupo 3, dentro del género *Bacillus* con *Paenibacillus polymyxa* como especie tipo de bacilos que comprende más de 30 especies Gram positivas, de anaerobios facultativos y formadores de endosporas, neutrofilicos, periflagelados, heterotróficos, bajo contenido de Guanina y Citosina.

Paenibacillus spp. Pueden vivir en diferentes hábitats, tales como suelos, raíces y rizósfera de diversas plantas de cultivo como el trigo (*Triticum aestivum*), maíz (*Zea mays*), el sorgo (*Sorghum vulgare*), y árboles forestales como pino contorta (*Pinus contorta*), abeto douglas (*Pseudotsuga menziesii*) etc. sedimentos marinos y ambientes. Algunas especies del genero *Paenibacillus* grupo de bacterias es muy importante en el mundo vegetal ya que debido a sus características ayudan a la estimulación del crecimiento de las plantas, se ha reportado a *P. polymyxa* con productor de un compuesto similar al Ácido Indol Acético (AIA). También libera isopentenyladenine y un compuesto similar a las citoquininas desconocido durante su fase estacionaria de crecimiento. Las citoquininas son conocidas por promover la germinación de las semillas, formación de yemas y liberación de la dormancia apical de las nuevas yemas, estimulación de la expansión de las hojas y desarrollo reproductivo y retardo de la senescencia (Chauhan *et al.*, 2015).

2.2.2 Genero enterobacter.

Enterobacter cloacae es una bacteria que pertenece al género *Enterobacter*, de la familia de las *Enterobacteriaceae*. Es un bacilo Gram negativo Oxidasa negativo y Catalasa positivo presente (como microbiota local) en el aparato digestivo humano. La

bacteria *Enterobacter cloacae* se utiliza en la actualidad para el control biológico de enfermedades de post cosecha de frutas y verduras, y como tratamiento de semillas antes de la siembra para la supresión de los almácigos. Esta bacteria tiene afinidades aparentes para varias especies de pastos, pero no se considera que sea un endófito.

Estos autores describen la naturaleza microscópica de *E. cloacae* RRC 101 para el maíz, y el control in vitro de *Fusarium moniliforme* y otros hongos con esta bacteria. Microscopía óptica y electrónica determinaron que este aislado de *E. cloacae* se asoció biológicamente con raíces de las plántulas del maíz, donde se distribuyó intercelular dentro de la corteza. Se trata de un primer informe de una cepa de esta bacteria como un simbionte endofítico de las raíces (Hinton y Bacon 1995).

2.2.3 Género pantoea.

Es un género de bacterias Gram negativas anaeróbica facultativa de la familia *Enterobacteriaceae*. Muchas de estas bacterias son patógenas y causan una infección oportunista, otras son descomponedores que viven en la materia orgánica muerta o viven en el ser humano como parte de una población microbiana normal. Algunas enterobacterias patógenas causan principalmente infección del tracto urinario y del tracto respiratorio .

Pantoea ha sido ampliamente conocido como un agente de control biológico tanto en las etapas de pre cosecha y post cosecha. *P. agglomerans* fue reportado para el control de enfermedades de post cosecha causada por *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea* y *Rhizopus stolonifer*. La competencia por los nutrientes debido a la actividad antagonista de *P.agglomerans* CPA-2, pero no se encontró evidencia de un

posible papel de las antibiosis o inducido a la resistencia sistemática. (Chauhan *et al.*, 2015)

2.2.4 Pseudomonas putida

La cepa *P. putida* KT2440 es un mutante deficiente del sistema de restricción de ADN de la cepa *P. putida* mt-2 aislada originalmente en Japón. La cepa *P. putida* mt-2 es portadora del plásmido TOL: pWW0,1 que codifica una ruta de degradación de tolueno y xilenos que es una de las mejores caracterizadas en el ámbito de la biodegradación en cuanto a los aspectos bioquímico y genético que se utiliza muchas veces en preparación de colorantes. Esta importante cepa tiene la capacidad de colonizar el sistema radicular, además tiene un alto potencial de degradación de compuestos aromáticos y xenobióticos el cual sirvió en muchos trabajos genéticos de investigación que se hicieron en especies agronómicas y forestales (Greated *et al.*, 2002)

2.2.5 Sustrato.

Se define como el soporte físico del cultivo y la protección para las raíces durante el crecimiento y durante el transporte a campo, e incluso en el instante mismo de la plantación. Debe permitir además que las raíces de la planta respiren y proporcionar el agua y los nutrientes que necesitan. Siempre debe de permitir la mejor formación posible de raíces (Montoya y Cámara, 1996).

2.2.6 Perlita.

La perlita es un material de peso ligerísimo, usualmente de forma granular que se obtiene del calentamiento a 760°C, proceso que proporciona gránulos similares a esponjas. La perlita absorbe de 3 a 4 veces su peso de agua, con un pH de 6 a 8 sin amortiguamiento químico; no tiene capacidad de intercambio

iónico y no contiene nutrimentos minerales. (Venator y Liegel, 1985).

2.2.7 Vermiculita.

La vermiculita como un elemento voluminoso que se utiliza en las mezclas para evitar que el medio de cultivo se sedimente y compacte, y para mantener buena aireación y drenaje. Es un material de silicato que es liviano, expansible, en forma de esquirlas. Después de ser extraído la vermiculita del lugar de origen, pasa por hornos y se somete a altísimas temperaturas que forjan la extracción del contenido de agua derivada químicamente, y hace que se separe en estratos o plaquitas. Este proceso da como resultado partículas estériles, porosas, similares a esponjas que se humedecen y secan rápidamente. Tiene una reacción neutral y gran capacidad de amortiguamiento, gran capacidad de intercambio catiónico y suficiente cantidad de Mg y K natural para satisfacer las necesidades de la mayoría de las plantas en la etapa de vivero. (Venator y Liegel, 1985).

2.3 Definición de términos básicos

Los siguientes terminos fueron citados de Zaid *et al.*, (2001), a excepción de algunos términos tomados de otros autores, los cuales son citados.

- **ADN: Abreviatura de ácido desoxirribonucleico.** Largo polímero de desoxirribonucleótidos. El ADN constituye el material genético de la mayoría de los organismos y orgánulos que se conocen; normalmente se encuentra formando una doble hélice, aunque algunos genomas virales contienen ADN de una sola cadena y otros, ARN de una o de doble cadena.
- **Agar:** Polisacárido que por sus propiedades gelificantes, se utiliza en la preparación de medios nutritivos para los cultivos. Se obtiene de la Rhodophyta (alga roja).
- **Agarosa:** Principal componente del agar.
- **Amplificación:** Creación de numerosas copias de un segmento del ADN mediante la reacción en cadena de la polimerasa.
- **Amplicón:** Producto final de una reacción de amplificación de ADN.
- **Bacterias diazótrofes:** Los diazótrofes son bacterias que hacen fijación de nitrógeno atmosférico en una forma más disponible como es el amonio (Postgate, 1998). Un diazótrofo es un organismo que es capaz de crecer sin fuentes externas de nitrógeno fijado. Ejemplo de organismos que hacen esto son los *Bradyrhizobium*, *Frankia* (en simbiosis) y *Azospirillum* (en vida libre). Todos los diazótrofes contienen sistemas hierro-molibdeno nitrogenasas. Dos de los más estudiados sistemas son sobre *Klebsiella pneumoniae* y *Azotobacter vinlandii*. Esos sistemas se

han usado debido a su simplicidad genética (trazabilidad) y su rápido crecimiento y multiplicación (Dixon y Kahn 2004).

- **Biología molecular:** Estudio, a nivel molecular, de los procesos que tienen lugar en los seres vivos.
- **Bromuro de etidio:** Colorante fluorescente que puede intercalarse entre pares de bases de ADN bicatenario, de ahí su aplicación generalizada para teñir ADN en los geles. El colorante es fluorescente cuando se expone a la luz UV. Se sabe que es un fuerte agente mutágeno y posiblemente también cancerígeno y teratógeno.
- **Cebador:** Oligonucleótido de tamaño pequeño que al hibridar con el molde de ADN de una hebra, le proporciona una estructura bicatenaria a partir de la cual, la ADN polimerasa sintetizará una nueva hebra de ADN para producir una molécula dúplex.
- **Cepa:** Grupo de individuos derivados por ascendencia de un único individuo dentro de una especie.
- **Desnaturalizar:** Modificar la conformación nativa de un ácido nucleico o, más frecuentemente, de una proteína, mediante procesos físicos o químicos. Normalmente este proceso se acompaña de la pérdida de la actividad biológica.
- **Electroforesis:** Técnica de biología molecular, de uso generalizado y de la que existe muchas variantes. Se utiliza para separar los componentes de mezclas complejas de macromoléculas. Para ello, las muestras se someten a un campo eléctrico aplicado a través de una matriz porosa; bajo tales condiciones, las moléculas migran a velocidades que dependen de sus cargas eléctricas y/o pesos moleculares.

- **Filósfera:** El filósfera o superficie de las hojas de la planta, es un hábitat para muchos microorganismos. Los residentes epífitas más comúnmente encontradas son las bacterias y los hongos. Las comunidades que estos microbios forman en las hojas pueden variar drásticamente de una hoja a otra y se someten a cambios constantes, tanto en tamaño y composición (Leveau y Lindow 2001). También es colonizado por bacterias, hongos filamentosos, levaduras, arqueas y protistas que se han adaptado a la vida bajo limitaciones de nutrientes y los recursos hídricos, la exposición UV, turnos de altas temperaturas y la presencia de especies reactivas del oxígeno (Müller y Ruppel 2014).
- **Gen ARNr 16S:** El ARN ribosómico (ARNr) 16S es la macromolécula más ampliamente utilizada en estudios de filogenia y taxonomía bacterianas (Rodicio and Mendoza, 2004)
- **Hibridación:** La reacción mediante la cual se produce el emparejamiento de hebras complementarias de ácido nucleico. El ADN es generalmente de doble cadena y cuando se separan las hebras se volverán a hibridar bajo las condiciones apropiadas. Los híbridos pueden formarse entre el ADN-ADN, ADN-ARN o ARN-ARN. Se pueden formar entre una cadena corta y una larga cadena que contiene una región complementaria a la corta. Híbridos imperfectos también se forman, pero cuanto más imperfectos sean menos estable serán (y es menos probable que se formen) (Kaushansky, 2001).
- **Medio de cultivo:** Conjunto de elementos abióticos (físicoquímicos) que integran la sustancia nutritiva de diversa consistencia (sólida a líquida) que suministrara anclaje, nutrición y la estimulación del desarrollo al explante, de hecho, se agrupan en medios sólidos semisólidos y líquidos. Los elementos necesarios para la preparación del medio pueden variar en las

etapas que pasa el explante durante la micropropagación y según sea la técnica que se va emplear, por esto existen diferentes fórmulas y deben ser ajustadas según las condiciones del laboratorio. La diferencia entre estas fórmulas está en la cantidad y concentración de los elementos que lo conforman (Rojas *et al.*, 2004).

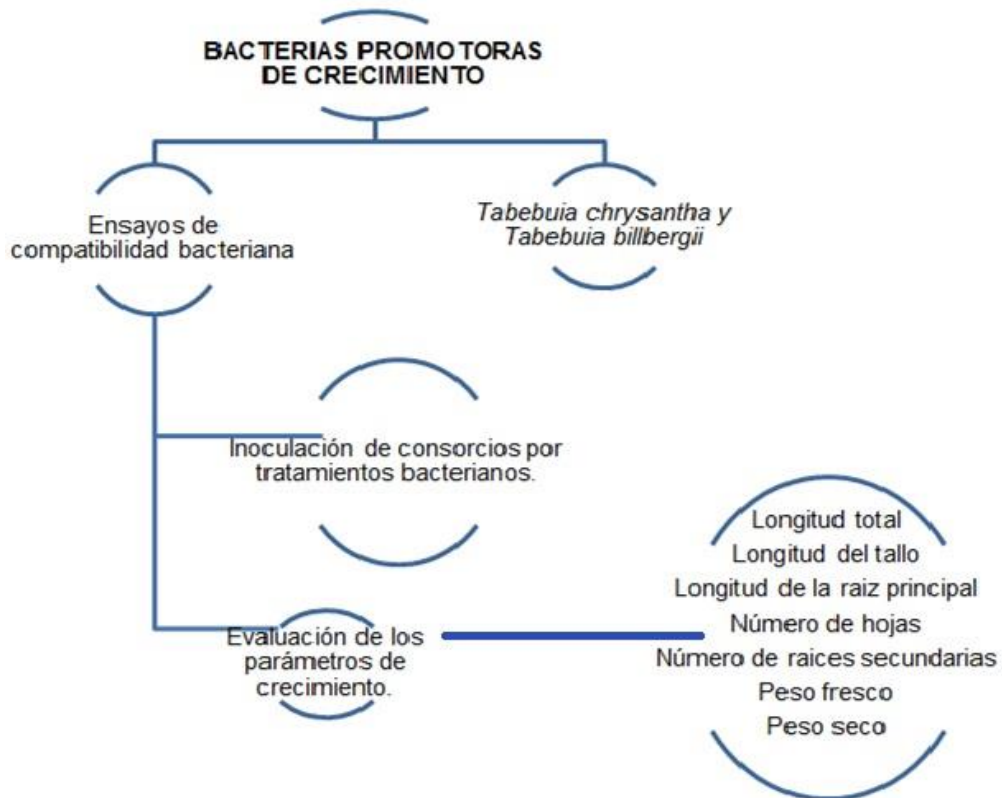
- **Microbiota:** Sistema complejo compuesto de muchas comunidades microbianas que habitan nichos ambientales (Collado *et al.*, 2012).
- **Microbioma:** Colección de genomas de los microorganismos que conforman la microbiota (Gill *et al.*, 2006).
- **Metagenómica:** Se define como el análisis de genética directa de los genomas de contenidos con una muestra ambiental (Thomas, Gilbert and Meyer, 2012)
- **Propagación:** La propagación consiste en producir plantas a partir de porciones muy pequeñas de ellas, Permite cultivar células, tejidos, órganos, semillas, embriones y obtener individuos selectos en forma rápida cultivadas asépticamente en recipientes de vidrio; donde se puede controlar estrictamente las condiciones ambientales, sanitarias y de nutrición. Permitir producir un material de alta calidad genética que podrá ser reproducido en masa, por semilla. Se utiliza también la propagación para obtener plantas libres de enfermedades (tales como virosis) y obtener grandes cantidades de plantas que no se propagan eficientemente (González y Vilca, 1998).
- **Reacción en cadena de la polimerasa (Abreviatura de PCR del inglés Polimerase Chain Reaction).** Una de las técnicas más utilizadas en biología molecular que permite la producción de millones de copias (amplificación) de una secuencia específica de

ADN, siempre que se conozca la secuencia de pares de bases de cada extremo del ADN diana. Supone la aplicación de varios ciclos que incluyen desnaturalización de ADN, hibridación del cebador y la extensión de la cadena de ADN, y requiere de una enzima ADN polimerasa termoestable, desoxirribonucleótidos y oligonucleótidos específicos (cebadores).

- **Rizósfera:** la zona del suelo donde el sistema radical de cualquier planta incide sobre la población y actividad microbiana. Es una zona sin límites definidos, que difiere física, química y biológicamente del suelo no rizosférico. En la rizósfera se pueden distinguir dos zonas a pesar de que el límite entre ambas es difuso. La primera, la más próxima a la raíz, se caracteriza por un enriquecimiento de compuestos orgánicos. La zona siguiente recoge la influencia de las raíces sobre las presiones parciales de oxígeno, dióxido de carbono y otros gases (Pozuelo, 1991).
- **Secuencias complementarias:** secuencias de bases de ácido nucleico que pueden formar una estructura de doble hebra, haciendo coincidir pares de bases; la secuencia complementaria a G- T- A- C es C- A- T G. (Kaushansky, 2001)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Esquema del desarrollo metodológico de la investigación.



3.1 Ensayos de compatibilidad bacteriana

Para determinar la formación de consorcios microbianos se seleccionaron 8 bacterias aisladas de la rizósfera y raíz de cada especie forestal: *Tabebuia chrysantha* y *T. billbergii*. En esta prueba se empleó el método de difusión en placa descrito por (Kumar *et al.*, 2015) para comprobar la compatibilidad bajo condiciones *in vitro*, 80 μ L de una bacteria fueron extendidos sobre la base de las placas de medio TSA sobre las cuales se colocaron discos de papel filtro estéril conteniendo 20 μ L de diferentes cultivos bacterianos, las placas se incubaron a 28°C por 48 horas.

Esta prueba sirvió para la agrupación de consorcios tomando el criterio de la mayor formación de bacterias compatibles, con la finalidad que estas no sean antagónicas entre si y de esta forma no puedan perjudicar la asociación de cada consorcio o tratamiento.

3.2 Inoculación de consorcios por tratamientos bacterianos.

Se tomaron un grupo de semillas de ambas especies forestales se seleccionaron cepas trabajadas en el estudio de investigación realizado por Llacsá, (2016). Las cuales según la bibliografía presentan características de promoción del crecimiento y desarrollo en plantas Taghavi, (2009). La inoculación se realizó siguiendo el protocolo descrito por Poole *et al.* (2001) el cual consiste en sembrar una alícuota de cultivo puro en tubos con caldo de cultivo y colocar en incubación por 18 horas a 28 °C hasta observar una densidad óptica de 1.8 – 1.9 (600 nm) obtenido este rango de crecimiento los tubos con las cepas fueron centrifugados 4000 g por 10 minutos y resuspendidos en MgSO₄ · 7 H₂O a 10 mM de concentración. Una alícuota de 1000 µl fue inoculada a cada pote conteniendo una semilla de *Tabebuia chrysantha* y *Tabebuia billbergii*.

3.3 Evaluación de los parámetros de crecimiento.

Posterior a la inoculación se observó la germinación y el crecimiento de las plántulas.

Los parámetros de crecimientos evaluados fueron, longitud total de la plántula (*Cm*), longitud del tallo (*Cm*), longitud de raíz (*Cm*), peso fresco y peso seco en cada tratamiento (*g*), número de hojas (Unidad). Sin embargo, se tuvo una consideración especial con las evaluaciones para las raíces secundarias aplicando el ANOVA estadístico. Se utilizó el paquete AD (Análisis de datos) herramienta de Excel descrita por Pardo y Ruiz (2015), en el cual se obtuvieron los análisis de varianza para cada variable de cada especie, cuando los análisis de varianza mostraron diferencias significativas ($P=0.05$) y una significancia ($P \geq 0.05$). En todos los parámetros evaluados se incluyen los tratamientos con bacterias promotoras de crecimiento a través de consorcios bacterianos compatibles, sin embargo, se tuvo un lote de plántulas que no recibió bacterias y se usó como un “testigo” llamamos a este control sin inóculo, para enfatizar la importancia del uso de

dichos consorcios bacterianos. Vale resaltar que para los parámetros: longitud total, longitud del tallo, longitud de raíz principal (Cm), se utilizó la prueba *t de student* comparando el tratamiento control o testigo con cada consorcio bacteriano inoculado en cada pote de plántulas, pero para evaluar las raíces secundarias se hizo con ANOVA comparándolo con la prueba de Tukey, cuya finalidad es precisar los datos de cada raíz secundaria evaluada, dándonos una confiabilidad de casi 100 %. En la evaluación de las hojas y número raíces secundarias se sumó el total hojas y raíces secundarias de todas las plántulas de cada tratamiento y se dividió sobre el número de repeticiones evaluadas.

Para este tipo de mediciones se utilizó un vernier o pie de rey y las evaluaciones para *Tabebuia chrysantha* se hicieron en las siguientes fechas.

- Fecha de siembra, 22 septiembre 2016.
- Fecha de la inoculación del primer grupo bacteriano 23 de septiembre 2016.
- Primera evaluación: 23 de octubre 2016.
- Segunda evaluación: 23 de noviembre 2016.

Para las plántulas de *T. billbergii* se realizaron 4 consorcios bacterianos, obtenidos a nivel de la rizósfera.

Las evaluaciones se hicieron en las siguientes fechas.

- Fecha de siembra, 27 octubre 2016.
- Fecha de la inoculación de los 4 consorcios bacterianos, 28 octubre 2016.
- Primera evaluación: 28 de noviembre 2016.
- Segunda evaluación: 28 de diciembre 2016.

3.3.1 Longitud total.

La altura se midió con ayuda de un vernier, realizando la medición desde el cuello de la planta, hasta el final de la raíz principal, se realizaron 3 mediciones: longitud de raíz y longitud del tallo y longitud de las primeras 7 raíces secundarias, en las cuales se tomaron 10 plántulas por cada tratamiento inoculado y 10 plántulas por cada tratamiento sin inocular teniendo un total de 7 tratamientos evaluados. La primera evaluación se realizó el 23 de octubre del 2016 para *Tabebuia chrysantha* y para *T. billbergii* 28 de noviembre 2016 y la segunda evaluación se realizó el 23 de noviembre 2016 para *Tabebuia chrysantha* y para *T. billbergii* 28 de diciembre 2016.

3.3.2 Longitud del tallo.

Se tuvo el mismo criterio que el anterior ítem para evaluar la longitud del tallo, el instrumento de medida fue el vernier.

3.3.3 Longitud de raíz principal.

La longitud de la raíz principal se midió con un vernier, pero en muchos casos utilizamos una regla graduada en centímetros debido al crecimiento mayor a los 15 cm, la medición se hizo partiendo del cuello de la planta hasta el final de la raíz principal.

3.3.4 Número de hojas.

El número de hojas de cada tratamiento se determinó sacando un promedio de todas las repeticiones de cada tratamiento, es decir se sumó todo el total del número de hojas de todas las plántulas del tratamiento y se dividió sobre el número de repeticiones evaluadas

3.3.5 Número de raíces secundarias.

El número de raíces secundarias fue evaluado contando el total de estas raíces y promediándolo por el total de repeticiones (10 plántulas), esto se hizo en las dos especies durante los dos meses que duro dicha evaluación.

3.3.6 Peso fresco.

La plántula en fresco se pesó en gramos con una balanza analítica. Se realizaron estas mediciones en las 2 especies en estudio con las fechas establecidas.

3.3.7 Peso seco

Una vez pesada en fresco, las plántulas se colocaron en una estufa de secado a una temperatura de 100°C durante 12 horas, transcurrido ese tiempo se procedió a sacar las plántulas debidamente etiquetadas las cuales fueron pesadas en una balanza analítica para su posterior evaluación.

3.4 Análisis de presencia de pelos absorbentes en microscopio óptico.

Para la observar la presencia de los pelos absorbentes se siguió la metodología descrita por Krumpholz (2003), por lo cual se seleccionó 2 plántulas por cada tratamiento evaluando las raíces secundarias de las 2 especies en estudio, las muestras se tomaron en las partes próximas a la parte media de la raíz principal; luego se realizaron cortes transversales para la observación de estos pelos absorbentes, posterior a eso las raíces fueron lavadas suavemente con agua destilada para

eliminar restos de suelo, y teñidas con cristal violeta por 15 min, luego se pudo registrar mediante un microscopio óptico la presencia de estos pelos en cada plántula provocada por las inoculaciones bacterianas.



Figura N° 01: A la izquierda, lavado de raíces con agua destilada para la toma de muestra. A la derecha, proceso de tinción de raíces secundarias.

4. RESULTADOS

4.1 Resultados de los ensayos de compatibilidad bacteriana

El resultado del enfrentamiento de las bacterias en placas, agruparon solo las bacterias que son compatibles, que causan un efecto sinérgico (figura 02) en la formación de los consorcios bacterianos aplicados para *Tabebuia chrysantha*, en la cual solo se trabajó con un consorcio bacteriano debido a la viabilidad de las semillas (ver tabla 01). En la especie *Tabebuia billbergii* se formó cuatro consorcios bacterianos aislados de la rizósfera (ver tabla 02)

Tabla Nº 01: Tratamientos aplicados en *Tabebuia chrysantha* como resultado de la compatibilidad bacteriana, se tuvo la formación de tratamientos bacterianos compatibles aislados de la rizósfera.

<i>Tratamiento 01</i>	<i>Tratamiento 02</i>	<i>Tratamiento 03</i>	<i>Tratamiento 04</i>
<i>Paenibacillus</i>	<i>Paenibacillus</i>	<i>P. putida</i>	<i>E. cloacae</i>
<i>P. putida</i>	<i>Serratia marcescens</i>	<i>Serratia marcescens</i>	<i>Paenibacillus</i>
<i>E. cloacae</i>	<i>P. putida</i>	<i>E. cloacae</i>	<i>P. putida</i>
<i>Bacillus cereus</i>	<i>E. cloacae</i>	<i>Paenibacillus</i>	<i>E. profundum</i>
	<i>E. profundum</i>		<i>Bacillus cereus</i>

Tabla Nº 02: Tratamientos aplicados en *Tabebuia billbergii* resultado de la compatibilidad bacteriana, se tuvo la formación de tratamientos bacterianos compatibles aislados de la rizósfera.

<i>Tratamiento 01</i>	<i>Tratamiento 02</i>	<i>Tratamiento 03</i>	<i>Tratamiento 04</i>
<i>Klebsiella variicola</i>	<i>Pseudomonas sp.</i>	<i>Pseudomonas sp.</i>	<i>Pantoea agglomerans</i>
<i>Azotobacter tropicalis</i>	<i>Enterobacter sp.</i>	<i>Klebsiella variicola</i>	<i>Pseudomonas sp.</i>
<i>Enterobacter sp.</i>	<i>Klebsiella variicola</i>	<i>Pantoea agglomerans</i>	<i>Klebsiella variicola</i>
<i>Pantoea agglomerans</i>	<i>Azotobacter tropicalis</i>	<i>Azotobacter tropicalis</i>	<i>Acinetobacter pittii</i>
	<i>Pseudomonas sp.</i>		<i>Pseudomonas sp.</i>

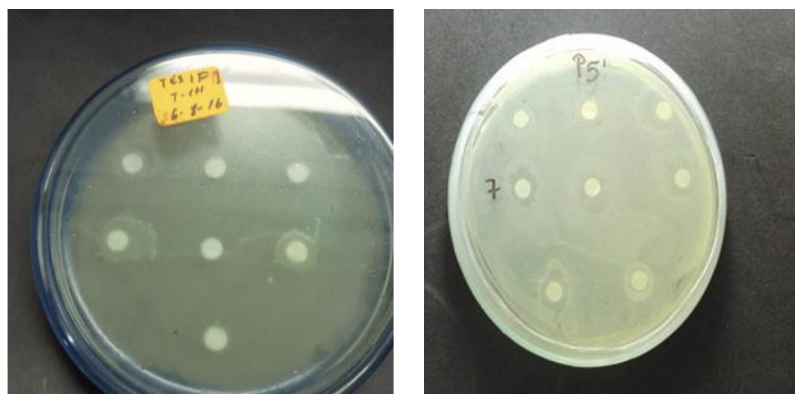


Figura N° 02: Placas de enfrentamiento de las bacterias de la rizósfera de las 2 especies en estudio para determinar la compatibilidad y posterior formación de los consorcios microbianos. A la izquierda, en la especie *T. chrysantha* A la derecha, en la especie *T. billbergii*.

4.2 Evaluación de los parámetros de crecimiento en *Tabebuia chrysantha* y *T. billbergii* a los 30 y 60 días.

En la evaluación correspondiente al primer y segundo mes de los parámetros de crecimientos en la especie *Tabebuia chrysantha*, solo se pudo comparar el primer consorcio bacteriano (**Tratamiento 01**), el cual estuvo conformado por las bacterias *Paenibacillus*, *P.putida*, *E. cloacae*, *Bacillus cereus*, con un tratamiento control sin inóculo.

Se observó que la aplicación del tratamiento 01, tuvo los mejores resultados respecto al control en cuanto a una mayor longitud total y número de raíces secundarias (Grafico 01), sin embargo, el grupo control tuvo significativamente el mejor resultado a nivel de longitud de tallo en el primer mes, no obstante, el tratamiento 01 mostró una eficiencia mejor que el grupo control en los últimos 30 días (Grafico 02).

El resultado general del número de hojas para el tratamiento control en la especie *Tabebuia chrysantha* es de 3 hojas verdaderas en 30 días, mientras que el tratamiento 01 obtuvo 4 hojas verdaderas, en el segundo mes de evaluación los resultados obtenidos nos indican que el número de hojas para el control fue de 5, mientras que el tratamiento 01 alcanzó 6 hojas verdaderas.

Los resultados del número total del promedio general de las raíces secundarias para el tratamiento control sin inoculo es de 13, y el tratamiento 01 alcanzó 21 raíces secundarias, en el segundo mes el tratamiento control alcanzó 21 raíces secundarias, y el tratamiento 01 alcanzó 33 raíces secundarias. Estos números nos indican que las bacterias promotoras de crecimiento inoculadas en el tratamiento 01 mostraron excelentes resultados en comparación con el tratamiento control sin inoculo. Ver gráfico 02.

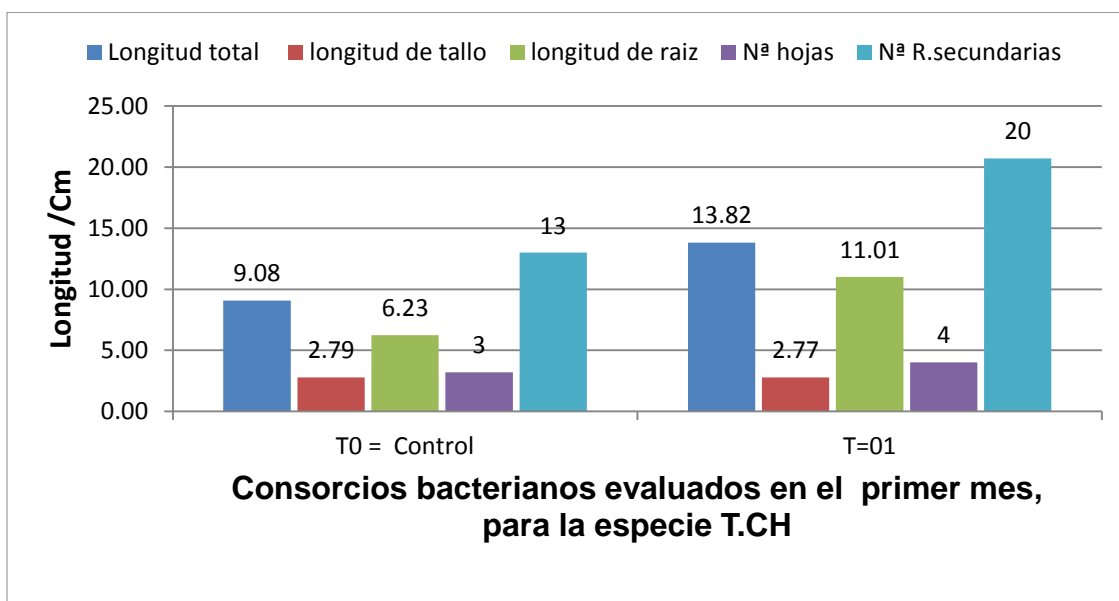


Gráfico Nº 01: Parámetros evaluados en *T. chrysantha* a los 30 días posterior a la inoculación (dpi) del Tratamiento 01 por *Paenibacillus*, *P.putida*, *E. cloacae*, *Bacillus cereus*.

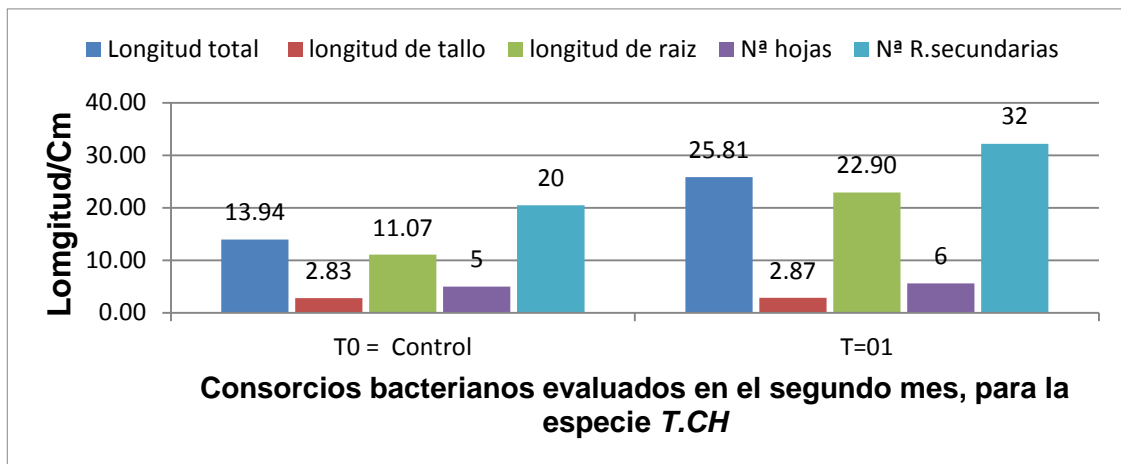


Gráfico N° 02: Parámetros evaluados en *T. chrysantha* para el tratamiento control y tratamiento 01 a los 60 dpi.

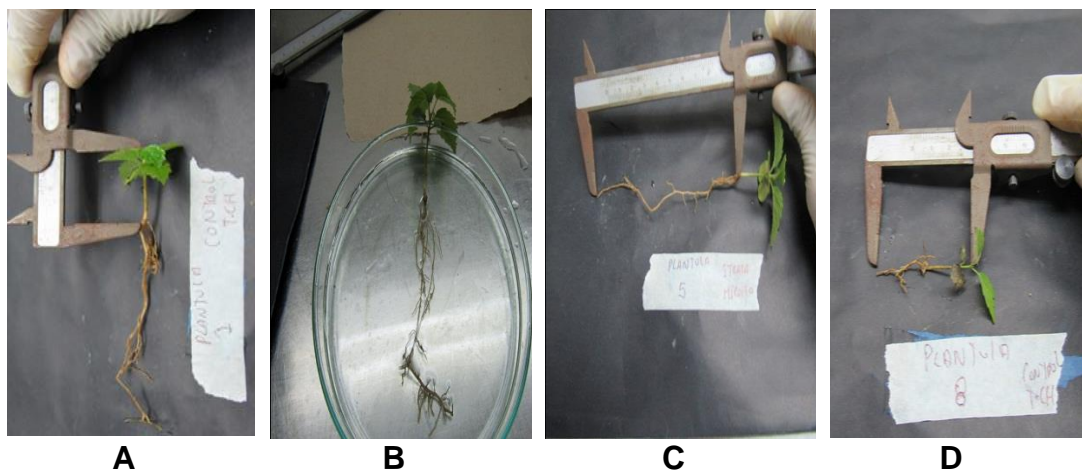


Figura N° 03: Plántulas de *T. chrysantha* evaluadas a los 30 dpi **A)** observamos el Tratamiento 01 longitud total del tallo. **B)** El tratamiento 01 conformado por las bacterias: *Paenibacillus*, *P.putida*, *E. cloacae*, *Bacillus cereus*. Ayuda a estimular el crecimiento de las raíces secundarias. **C)** Longitud de la raíz principal del tratamiento 01 alcanzando casi el doble de con respecto al control. **D)** Longitud total del control.

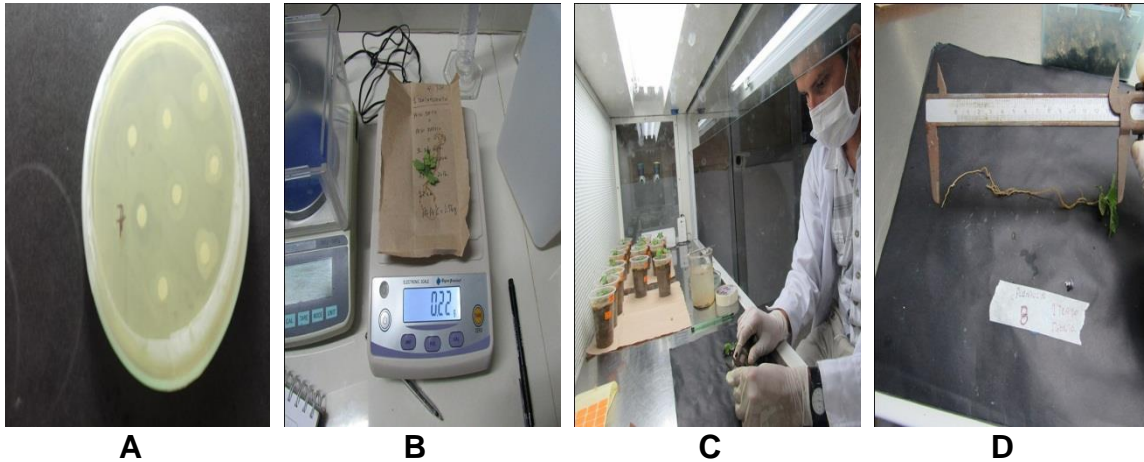


Figura Nº 04: A) observamos la prueba de antagonismo en placa de TSA para *T. billbergii* B) Peso fresco de la especie *T. billbergii* en el tratamiento control C) Proceso de evaluación a los 30 dpi D) Longitud total del Tratamiento 02 a los 30 días.

En *T. billbergii* se formó cuatro consorcios bacterianos los cuales corresponden a cada tratamiento, el tratamiento 01 está conformado por el consorcio de las bacterias: *Klebsiella variicola*, *Azotobacter tropicalis*, *Enterobacter sp.*, *Pantoea agglomerans*, el tratamiento 02 está conformado por el consorcio de las bacterias: *Pseudomonas sp.*, *Enterobacter sp.*, *Klebsiella variicola*, *Azotobacter tropicalis*, *Pseudomonas sp.*, el tratamiento 03 lo conforman el consorcio de las bacterias: *Pseudomonas sp.*, *Klebsiella variicola*, *Pantoea agglomerans*, *Azotobacter tropicalis*, el tratamiento 04 está conformado por el consorcio de las bacterias: *Pseudomonas sp.*, *Klebsiella variicola*, *Pantoea agglomerans*, *Azotobacter tropicalis*, y un grupo control sin inóculo.

La mayor longitud de raíz y abundante número de raíces secundarias fue alcanzada por el tratamiento 01 y 02, en ambos casos se tuvo los mejores resultados, sin embargo, el tratamiento control mostró una diferencia significativa en cuanto al tratamiento 04 en el primer mes de evaluación (Gráfico 03 y 04), asimismo se observó mejores resultados del tratamiento 04 respecto al tratamiento control en el segundo mes.

Los mejores resultados del número total del promedio general de hojas verdaderas para el tratamiento control sin inoculo es de 6, y el tratamiento 01 alcanzó 8, en el tratamiento 02 tenemos 9, en el tratamiento 03 alcanzó 7 y en el tratamiento 04 alcanzó 4 hojas verdaderas. En el segundo mes el tratamiento control sin inoculo nos dio una producción de 7, y el tratamiento 01 alcanzó 8, en el tratamiento 02 tenemos 8, en el tratamiento 03 alcanzó 9 y en el tratamiento 04 alcanzó 7 hojas verdaderas.

Los resultados en el primer mes, del número total del promedio general de la proliferación de las raíces secundarias para el tratamiento control sin inoculo es de 18, y el tratamiento 01 alcanzó 20, en el tratamiento 02 tenemos 31, en el tratamiento 03 alcanzó 17 y en el tratamiento 04 alcanzó 14 raíces secundarias. En el segundo mes el tratamiento control sin inoculo alcanzó una producción de 18, y el tratamiento 01 alcanzó 34, en el tratamiento 02 tenemos 37, en el tratamiento 03 alcanzó 24 y en el tratamiento 04 alcanzó 23 raíces secundarias.

De acuerdo a los resultados de invernadero, la inoculación de estas bacterias que por sus características promueven el crecimiento vegetal (según reportes), tuvo un efecto favorable sobre el crecimiento de la planta y la producción de raíces secundarias. El tratamiento 01 y 02 fueron los que mejores resultados alcanzaron en casi todos los parámetros de crecimiento. Ver gráfico 03 y 04.

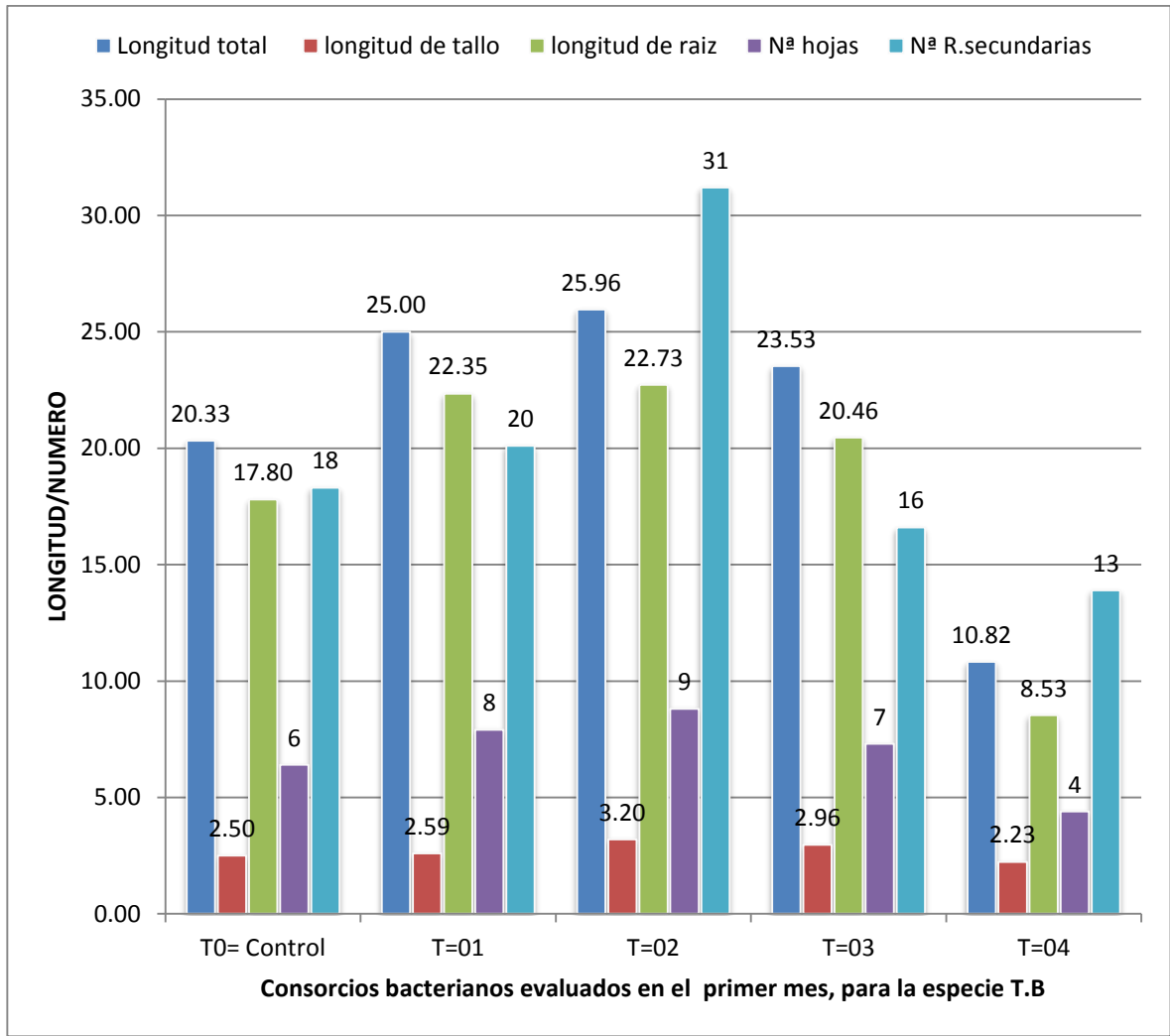


Gráfico N° 03: Parámetros evaluados en *T. billbergii* a los 30 dpi

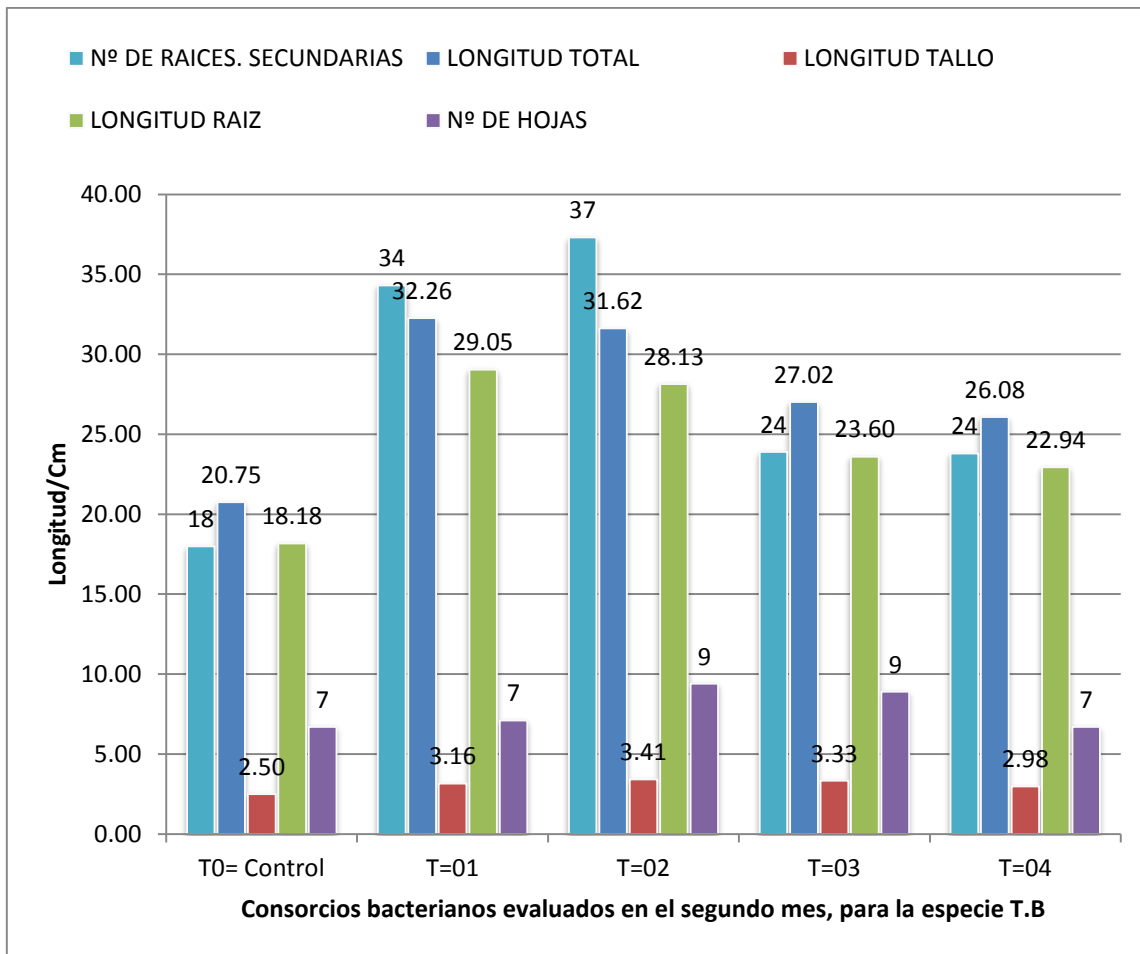


Gráfico Nº 04: Parámetros evaluados en *T. billbergii* a los 60 dpi se observa que el tratamiento 01, 02 y 03 son los que más eficiencia muestran en comparación al tratamiento control y el tratamiento 04 que es significativamente mejor que el tratamiento control.

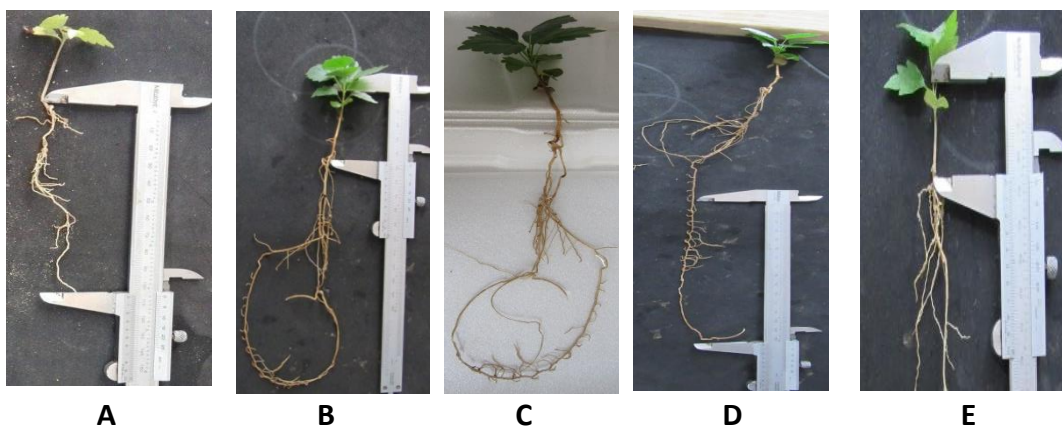


Figura Nº 05: Plántulas de *T. billbergii* evaluadas a los 60 dpi **A)** observamos el tratamiento control sin inoculo. **B)** El tratamiento 01. **C)** El tratamiento 02 **D)** El tratamiento 03. **E)** El tratamiento 04.

4.3 Evaluación de las plántulas en repique y su efecto al ser manipuladas.

Los resultados de evaluación del primer mes de las plántulas en repique de la especie *Tabebuia chrysantha* son los siguientes: cuatro plántulas (ver anexo 07 y 08) muertas atacadas por hongos, evaluamos las plántulas sanas y tuvimos que el tratamiento 01 supera significativamente el número de raíces secundarias, longitud de la raíz principal y longitud total (Gráfico 05), sin embargo en el segundo mes se parcializan los resultados obteniendo un significativo crecimiento en el tallo y la raíz principal para el tratamiento control.

En *T. billbergii* la inoculación del tratamiento 01 y 02 tuvo los mejores resultados en cuanto a una mayor longitud total y número de raíces secundarias, se observó también que el tratamiento control superó al tratamiento 04 en casi todos los parámetros evaluados en el primer mes, sin embargo, en el segundo mes este mismo tratamiento lo superó significativamente (Gráfico 08).

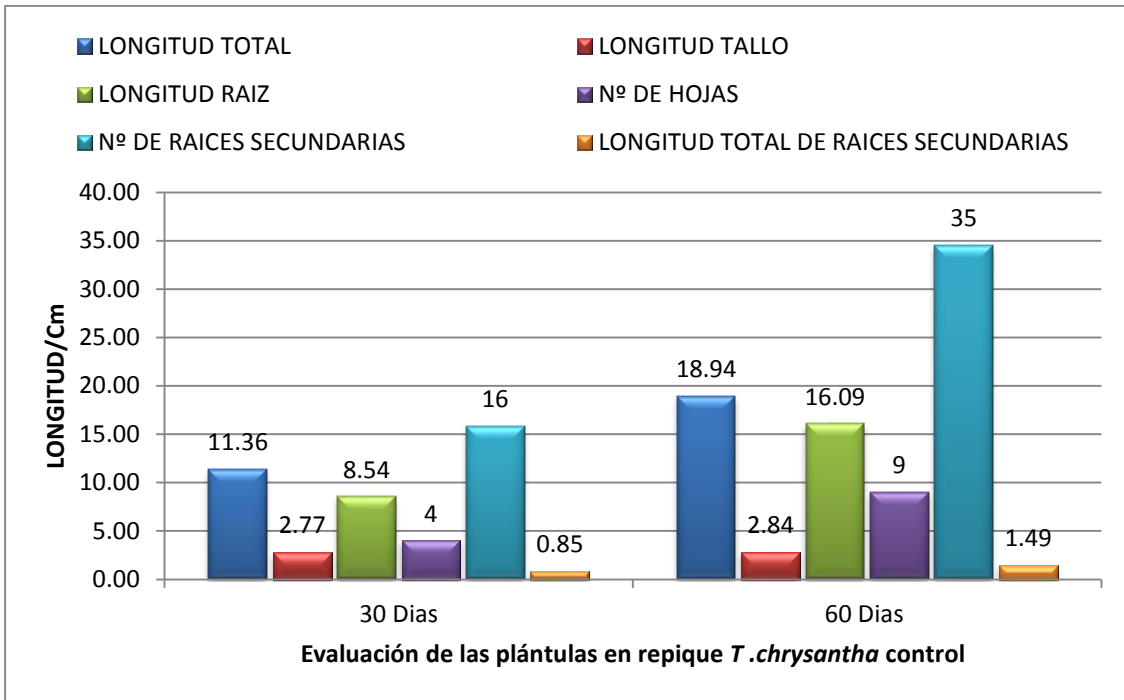


Gráfico Nº 05: Parámetros evaluados a los 30 y 60 días en la especie *T. chrysantha*

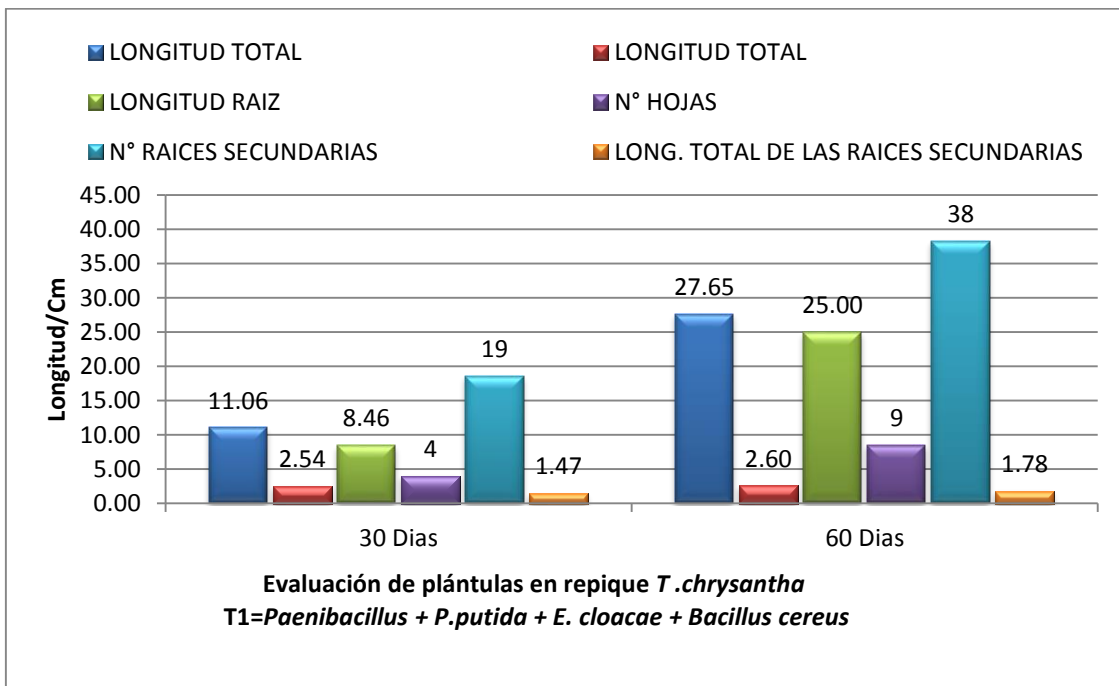


Gráfico Nº 06: Parámetros evaluados a los 30 y 60 días en la especie *T. chrysantha*

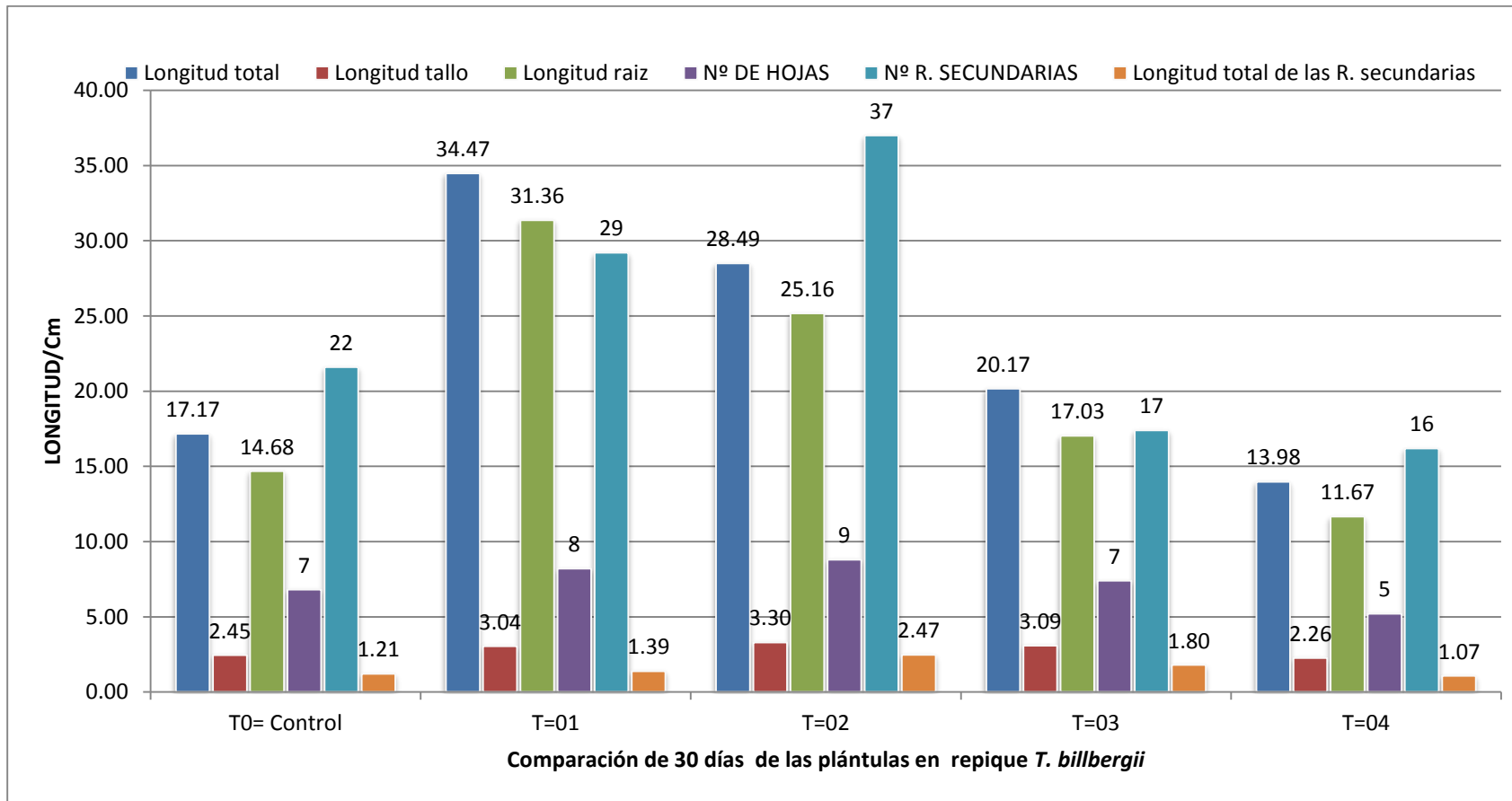


Gráfico N° 07: Parámetros evaluados en los 30 días en la especie *T. billbergii*

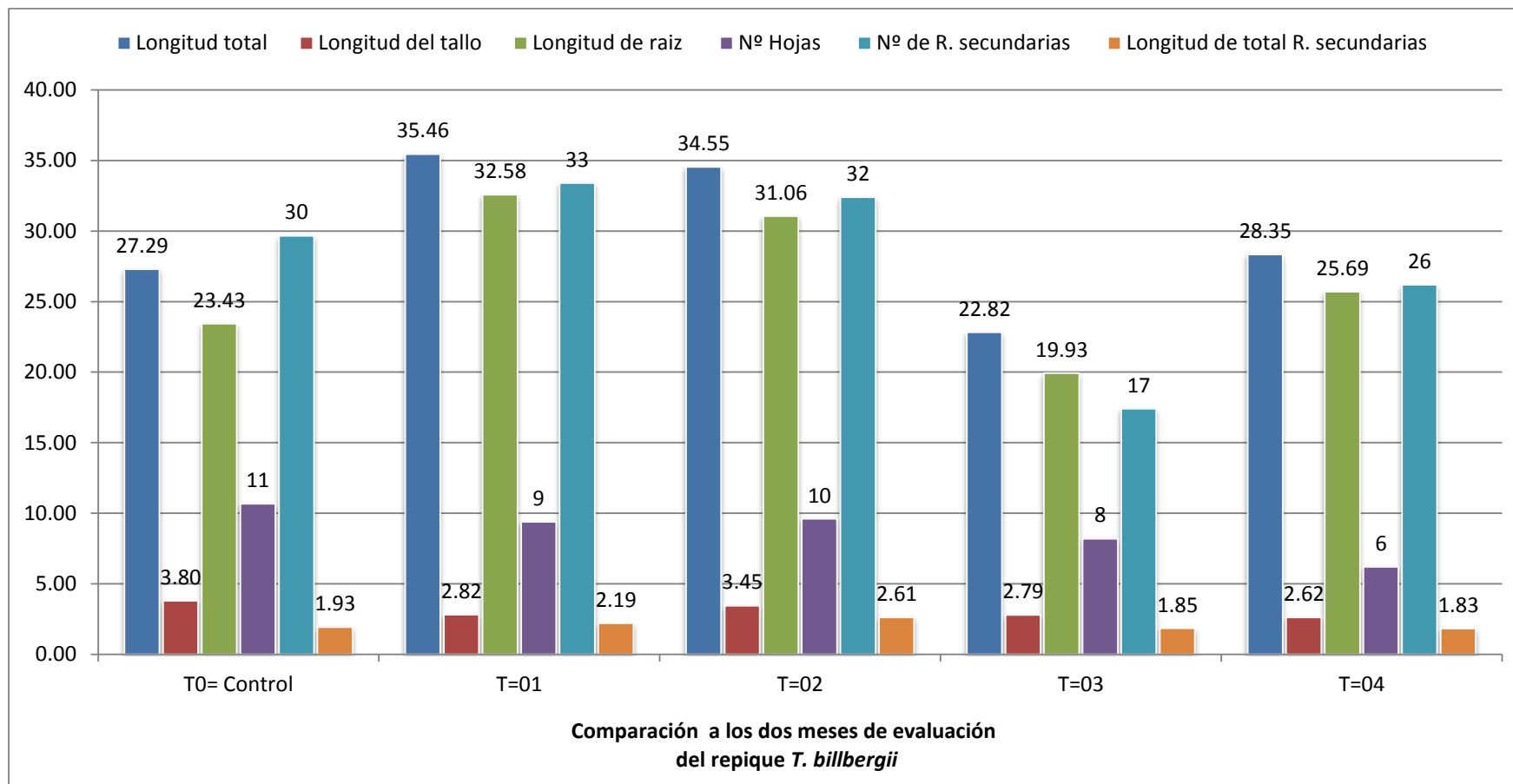


Gráfico N° 08: Parámetros evaluados en los 60 días en la especie *T. billbergii*

4.4 Promedios de las variables peso seco y peso fresco en *Tabebuia chrysantha* y *T. billbergii* a los 30 y 60 días.

Al concluir la etapa final de evaluación de los primeros 30 días, se evaluaron las variables peso fresco y seco de las plántulas en estudio y de acuerdo con los resultados obtenidos en *T. chrysantha* en el segundo y primer mes de evaluación, la variable peso fresco, en el tratamiento 01 presentó los valores máximos con respecto al control sin inóculo. En la variable peso seco el tratamiento 01 sigue mostrando los valores más altos en comparación con el control sin inóculo, no obstante, esto se ve igualado en el segundo mes de evaluación. Las bacterias que conforman el tratamiento 01 son: *Paenibacillus*, *P.putida*, *E. cloacae*, *Bacillus cereus*, el cual favorecen al crecimiento y desarrollo de la plántula a diferencia del control que es numéricamente menor que el tratamiento inoculado. (Gráfico 09)

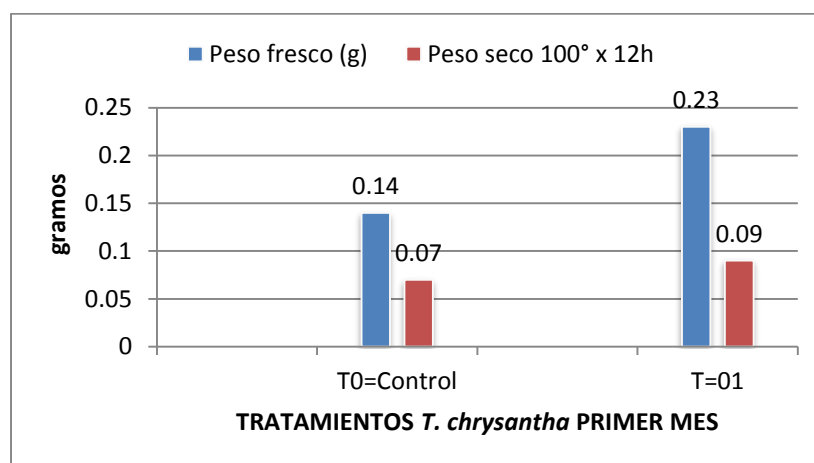


Gráfico N° 09: Peso fresco y peso seco variables evaluadas en *T. chrysantha* a los 30 dpi el Tratamiento 01 formado por *Paenibacillus*, *P.putida*, *E. cloacae*, *Bacillus cereus*.

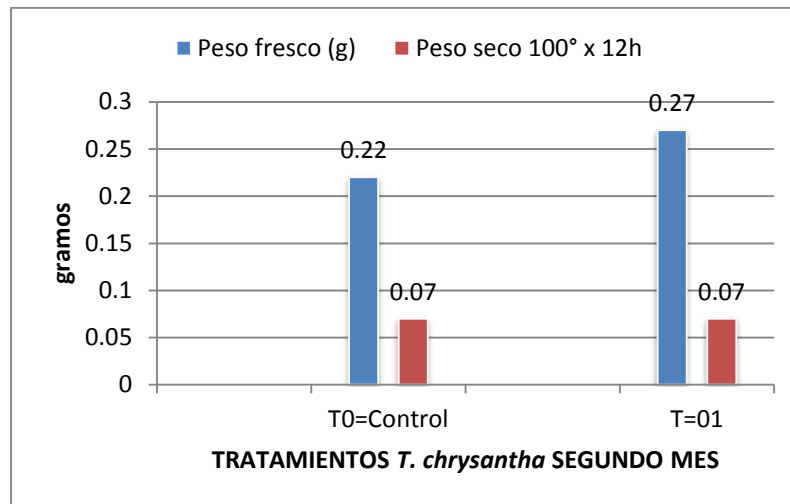


Gráfico N° 10: Segundo mes de evaluación para peso fresco y peso seco en *T. chrysantha*

En peso fresco las plántulas de la especie *Tabebuia billbergii* con respecto al primer mes de evaluación el control y el tratamiento 04 alcanzaron 0.09 g, sin embargo el tratamiento 01 alcanzó 0.11 g, el tratamiento 02 alcanzó 0.10 g y el tratamiento 03 mostró 0.12 g siendo este el de mayor peso. En la variable peso seco, no tuvo tanta diferencia el control y el tratamiento 04 porque ambos alcanzaron un peso de 0.04 g comparado con 0.02 g del tratamiento 01 y 02, siendo el de mayor peso el tratamiento 03 con 0.05 g. (Gráfico 11)

En el segundo mes de evaluación, en peso fresco, el mejor resultado lo obtuvo el tratamiento 03, alcanzando 0.22 g, mientras que en peso seco alcanzo 0.13 g tal como se muestra en la Gráfico 12.

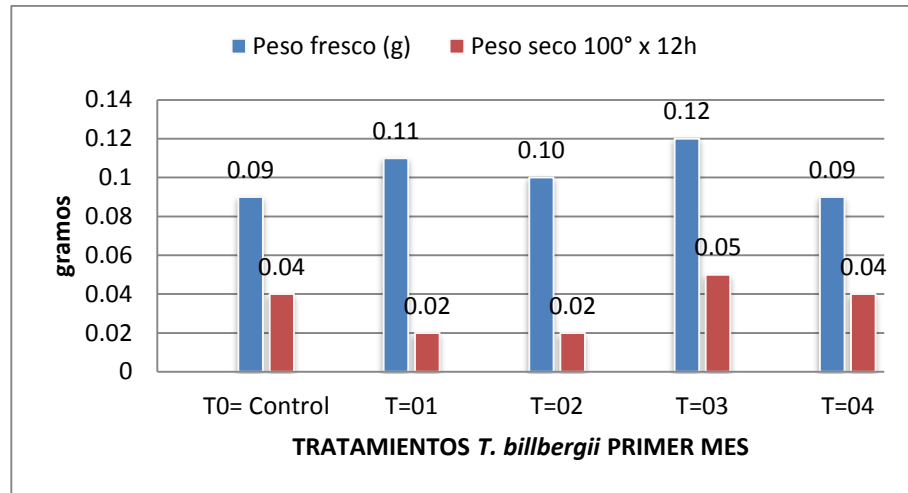


Gráfico N° 11: Peso fresco y peso seco variables evaluadas en *T. billbergii* a los 30 dpi. Comparación de los tratamientos inoculados y el control sin inoculo.

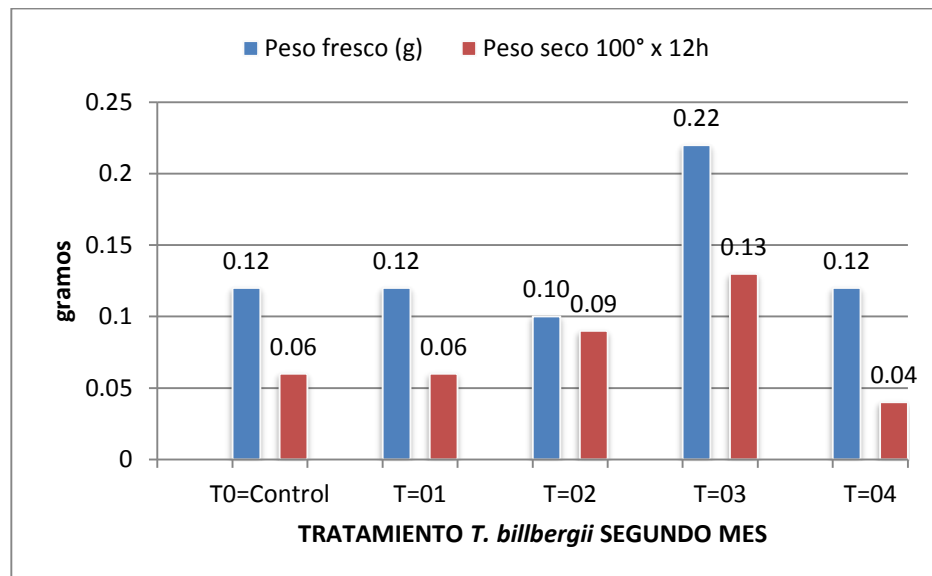


Gráfico N° 12: Peso fresco y peso seco variables evaluadas en *T. billbergii* a los 60 dpi, datos de comparación con los tratamientos en estudio y el control sin inoculo.

Tabla N° 03: Estado hídrico evaluado a los 30 y 60 días posteriores a la inoculación.

T. chrysantha (Estado hídrico) (g)

Días	Tratamiento Control	Tratamiento 01
30	2.00	2.56
60	3.14	3.86

El estado hídrico de las plántulas, en el primer mes para el tratamiento control sin inóculo de la especie *Tabebuia chrysantha* fue 2.00 g, mientras que en el primer tratamiento resultó 2.56 g, siendo superior al control quedando demostrado que las bacterias inoculadas en el primer tratamiento benefician a la plántula en peso y vigorosidad.

En el segundo mes el tratamiento 01 alcanzó 3.86 g, y el tratamiento control promedio 3.14 g. Ver tabla 03.

Tabla N° 04: Contenido de humedad evaluado a los 30 y 60 días posteriores a la inoculación.

T. chrysantha (Contenido de humedad) (g)

Días	Tratamiento Control	Tratamiento 01
30	0.07	0.14
60	0.15	0.20

El contenido de humedad tal como muestra la tabla 04 nos muestra que el tratamiento control obtuvo 0.07g, y el tratamiento 01 mostró 0.14 g esto en el primer mes, en el segundo mes la tendencia no cambia y los resultados se inclinan para el tratamiento 01 con 0.20 g, sobre los 0.15 g del tratamiento control.

El contenido de humedad en porcentaje para el tratamiento control alcanzó 50% en el primer mes y en el segundo mes 68%. Sin

embargo, el tratamiento 01 alcanzo 61% en el primer mes y 74% en el segundo mes.

Tabla N° 05: Estado hídrico de las plántulas evaluados a los 30 y 60 días en los tratamientos inoculados y control sin inoculo.

<i>T. billbergii</i> (Estado hídrico) (g)					
Días	Tratamiento Control	Tratamiento 01	Tratamiento 02	Tratamiento 03	Tratamiento 04
30	2.25	5.50	5.00	2.40	2.25
60	2.00	2.00	1.69	1.11	3.00

El estado hídrico de las plántulas, en el primer mes para el tratamiento control sin inoculo de la especie *Tabebuia billbergii* presentó un promedio de 2.25 g, para el tratamiento 01 resultó 5.50 g, para el tratamiento 02 mostró 5.00 g, para el tratamiento 03 fue 2.40 g, y el tratamiento 04 resulto 2.25 g, siendo superiores los tratamiento 01 y 02, y con una tercera posición el tratamiento 03 desplazando al tratamiento control y al tratamiento 04, ambos en la cuarta posición con las mismas cantidades. Estos resultados mostraron los beneficios de las inoculaciones evidenciando el éxito de los tratamientos 01, 02 y 03 respectivamente.

En el segundo mes con 3.00 g el tratamiento 04 ocupa el primer lugar, el segundo lugar con 2.00 g es para el tratamiento control y el tratamiento 01 quienes comparten la misma posición, el tercer lugar es para el tratamiento 03 con 1.69 g y el cuarto lugar con 1.11 g es para el tratamiento 02.

Tabla Nº 06: Contenido de humedad de las plántulas evaluados a los 30 y 60 días en los tratamientos inoculados y control sin inoculo.

<i>T. billbergii</i> (Contenido de humedad) (g)					
Días	Tratamiento Control	Primer tratamiento	Segundo Tratamiento	Tercer Tratamiento	Cuarto Tratamiento
30	0.05	0.09	0.08	0.07	0.05
60	0.06	0.06	0.01	0.09	0.08

El contenido de humedad mostró el siguiente resultado para el tratamiento control con 0.05 g, para el tratamiento 01 con 0.09 g, para el tratamiento 02 con 0.08 g, tratamiento 03 con 0.07, y tratamiento 04 con 0.05 g esto en el primer mes, en el segundo mes, tratamiento 03 se alcanzó 0.09 g, el tratamiento 04 mostró 0.08 g, el tratamiento control y tratamiento 01 obtienen 0.06 g, mientras que el tratamiento 02 alcanzó 0.01 g.

Contenido de humedad en porcentaje para el control alcanzó 56%, 82% para el 01 y tratamiento 02 con 80%, el tratamiento 03 con 58% y el tratamiento 04 con un 56% en el primer mes. Y en el segundo mes los resultados fueron para el control y para el tratamiento 01 con 50%, para el tratamiento 02 es 10%, para el tratamiento 03 es 41%, y el tratamiento 04 es 67% Ver tabla 08.

4.5 Análisis de la presencia de los pelos absorbentes en el microscopio óptico.

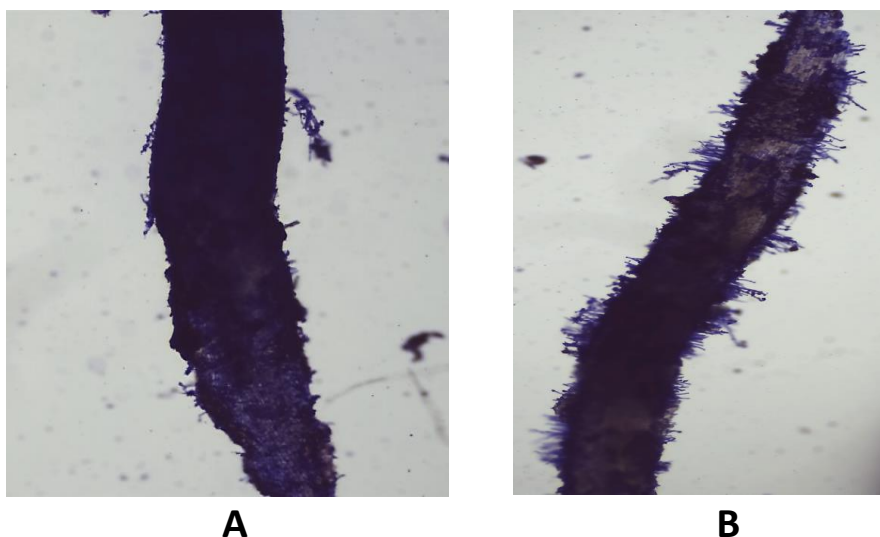


Figura N° 06: Para la especie *Tabebuia chrysantha*. A la izquierda **(A)** un control sin inocular. A la derecha **(B)** el efecto del primer tratamiento evidenciando un incremento de pelos absorbentes.

4.5.1 Efecto que causa la inoculación en los pelos absorbentes en la especie *Tabebuia chrysantha*.

La figura 06 para la especie *Tabebuia chrysantha* evidencia el aumento de pelos absorbentes en las raíces secundarias de las plántulas que fueron seleccionadas para su posterior análisis, la proliferación de estos pelos se observó en el tratamiento 01 con las bacterias: *Paenibacillus*, *P.putida*, *E. cloacae*, *Bacillus cereus*. Estas raíces corresponden a raíces laterales cercanas a la raíz principal de la especie maderera. Las fotografías fueron tomadas en las mismas zonas radiculares para ambos tratamientos, tanto como para el tratamiento control y el tratamiento 01.

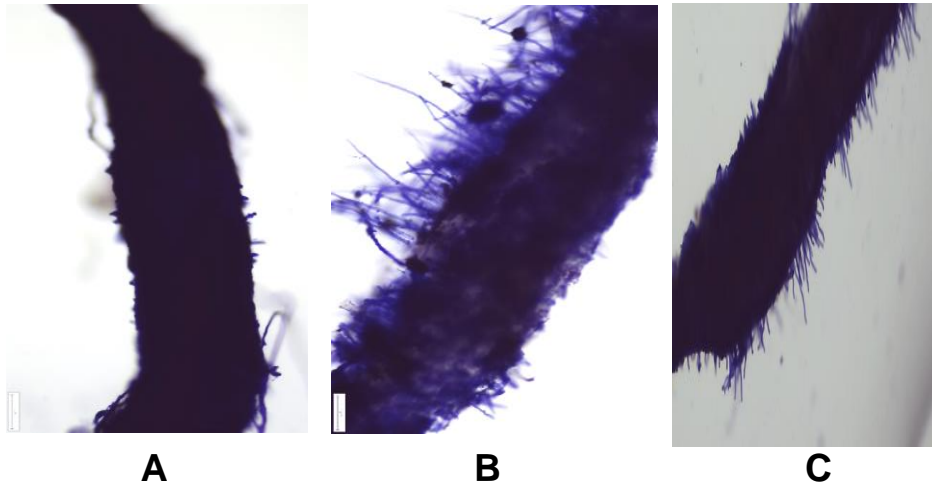


Figura Nº 07: Para la especie *T. billbergii*. Se observa claramente la presencia de pelos absorbentes en los tratamientos con bacterias. A la izquierda **(A)** observamos el control sin inóculo. En el centro **(B)** El tratamiento 01 conformado por las bacterias: *Klebsiella variicola*, *Azotobacter tropicalis*, *Enterobacter sp.*, *Pantoea agglomerans*. Y a la derecha **(C)** El tratamiento 02 conformado por las bacterias: *Pseudomonas sp.*, *Enterobacter sp.*, *Klebsiella variicola*, *Azotobacter tropicalis*, *Pseudomonas sp.*

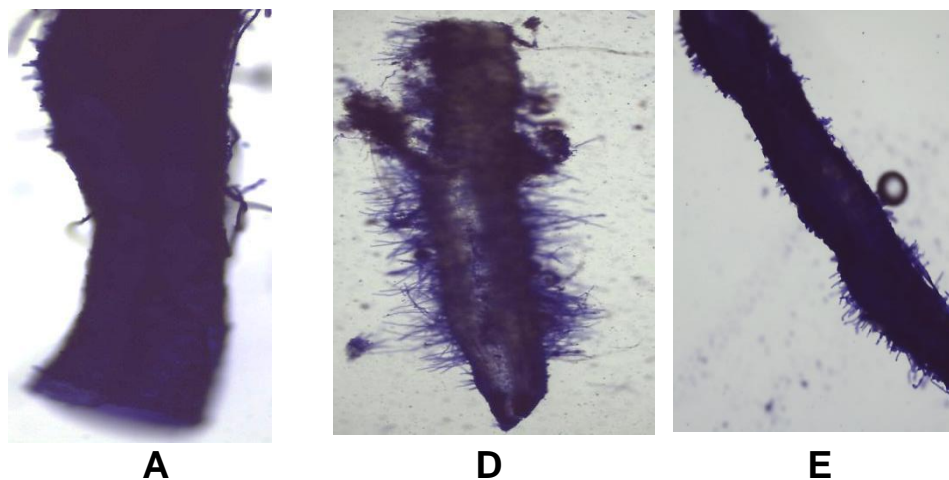


Figura Nº 08: En *T. billbergii*. Presencia de pelos absorbentes en los tratamientos con bacterias son más abundantes que el tratamiento control. A la izquierda **(A)** observamos el control sin inóculo. En el centro **(D)** El tratamiento 03 conformado por las bacterias: *Pseudomonas sp.*, *Klebsiella variicola*, *Pantoea agglomerans*, *Azotobacter tropicalis*. A la derecha **(E)** El tratamiento 04 conformado por las bacterias: *Pseudomonas sp.*, *Klebsiella variicola*, *Pantoea agglomerans*, *Azotobacter tropicalis*.

4.5.2 Efecto que causa la inoculación en los pelos absorbentes en la especie *Tabebuia billbergii*.

La figura 07 y 08 para la especie *T. billbergii* Confirma el efecto promotor del crecimiento de los cuatro tratamientos aplicados para esta especie, mostrando el incremento positivo que provoca los microorganismos en los pelos absorbentes de raíces laterales de la especie forestal.

Se observó que los tratamientos 01 y 02, presento mucha más presencia de pelos absorbentes que en los demás tratamientos, cabe resaltar que el tratamiento 04 no mostró los resultados esperados.



Figura N° 09: Pelos absorbentes observados en el microscopio óptico, eficiencia del tratamiento 02 en la especie *T. billbergii*.

4.6 Análisis estadístico utilizando la prueba *t de student* para los parámetros: Longitud total, Longitud del tallo y Longitud de la raíz principal.

- Para la longitud total, la Prueba *t de student* en la especie *Tabebuia chrysantha* en el primer mes de evaluación nos indicó un valor $p= 0.00632 < 0.05$ (tabla 07) evidenciando que la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento INFLUYEN SIGNIFICATIVAMENTE en el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

Tabla Nº 07: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales en la especie *Tabebuia chrysantha* para el tratamiento control y el tratamiento 01 en el primer mes de evaluación.

	T0	T1
Media	9.03	13.82
Varianza	7.68	16.49
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	12.04	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-3.09	
P(T<=t) una cola	0.003	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.006	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

- Para la longitud del tallo, la prueba *t de student* en la especie *Tabebuia chrysantha* en el primer mes de evaluación indicando que un valor $p= 0.9435 > 0.05$ (tabla 08) se muestra que la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento No Influyen Significativamente en el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

Tabla N° 08: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales en la especie *Tabebuia chrysantha* para el tratamiento control y el tratamiento 01 en el primer mes de evaluación a nivel del tallo.

	<i>T0</i>	<i>T1</i>
Media	2.79	2.77
Varianza	0.29	0.47
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	0.39	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	0.07	
P(T<=t) una cola	0.47	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.94	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

- Para la longitud de la raíz principal, la prueba *t de student* en la especie *Tabebuia chrysantha* en el primer mes de evaluación nos arrojó un valor $p= 0.006120 < 0.05$ (tabla 09) indica que la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento INFLUYEN SIGNIFICATIVAMENTE en el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

Tabla N° 09: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales en la especie *Tabebuia chrysantha* para el tratamiento control y el tratamiento 01 en el primer mes de evaluación a nivel de su raíz principal.

	<i>T0</i>	<i>T1</i>
Media	6.23	11.01
Varianza	7.82	15.94
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	11.88	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-3.10	
P(T<=t) una cola	0.003	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.01	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

- Para la longitud total, la prueba *t de student* en la especie *Tabebuia chrysantha* en el segundo mes de evaluación nos indicó un valor $p= 0.000032 < 0.05$ (tabla 10) indicando que la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento INFLUYEN SIGNIFICATIVAMENTE en el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

Tabla Nº 10: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales en la especie *Tabebuia chrysantha* para el tratamiento control y el tratamiento 01 en el segundo mes de evaluación.

	T0	T1
Media	13.94	25.81
Varianza	14.04	32.71
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	23.38	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-5.49	
P(T<=t) una cola	1.64063E-05	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	3.28125E-05	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

- Para la longitud del tallo, la prueba *t de student* en la especie *Tabebuia chrysantha* en el segundo mes de evaluación nos arrojó un valor $p= 0.8851 > 0.05$ (tabla 11) se muestra que la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento NO INFLUYEN SIGNIFICATIVAMENTE en el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

Tabla Nº 11: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales en la especie *Tabebuia chrysantha* para el tratamiento control y el tratamiento 01 en el segundo mes de evaluación a nivel del tallo.

	T0	T1
Media	2.83	2.87
Varianza	0.27	0.47

Observaciones	10	10
Varianza agrupada	0.37	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-0.15	
P(T<=t) una cola	0.44	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.89	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

- Para la longitud de la raíz principal, la prueba *t de student* en la especie *Tabebuia chrysantha* en el segundo mes de evaluación presento un valor $p= 0.0000374 < 0.05$ (tabla 12) mostrando que la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento INFLUYEN SIGNIFICATIVAMENTE en el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

Tabla Nº 12: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales en la especie *Tabebuia chrysantha* para el tratamiento control y el tratamiento 01 en el segundo mes de evaluación a nivel de su raíz principal.

	T0	T1
Media	11.07	22.90
Varianza	14.89	32.66
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	23.78	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-5.42	
P(T<=t) una cola	1.87136E-05	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	3.74272E-05	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

- Para la longitud total, la prueba *t de student* en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación nos indicó para el T0= Control y T=01 $p= 0.469 > 0.05$, para T0= Control y T=02 $p= 0.332 > 0.05$, para T0= Control y T=03 $p= 0.581 > 0.05$, indicando que la inoculación de

bacterias promotoras de crecimiento en los 5 tratamientos incluido el control sin inoculo NO INFLUYEN SIGNIFICATIVAMENTE, pero en T0= Control y T=04 $p=0.0553 < 0.05$, INFLUYE SIGNIFICATIVAMENTE. (tablas 13,14,15 y 16)

Tabla N° 13: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 01 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel de longitud total.

	T0	T1
Media	20.33	25.00
Varianza	178.84	219.56
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	199.20	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-0.74	
P(T<=t) una cola	0.23	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.47	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

Tabla N° 14: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 02 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel de longitud total.

	T0	T2
Media	20.33	25.96
Varianza	178.84	139.17
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	159.01	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-1.00	
P(T<=t) una cola	0.17	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.33	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

Tabla N° 15: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 03 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel de longitud total.

	T0	T3
Media	20.33	23.53
Varianza	178.84	144.89
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	161.87	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-0.56	
P(T<=t) una cola	0.29	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.58	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

Tabla N° 16: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 04 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel de longitud total.

	T0	T4
Media	20.33	10.82
Varianza	178.84	36.89
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	107.87	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	2.05	
P(T<=t) una cola	0.03	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.06	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

- Para la longitud del tallo, la prueba *t de student* en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación nos indicó para T0= Control y T=02 $p= 0.0419 < 0.05$, y para T0= Control y T=04 $p= 0.0553 > 0.05$, cuyo resultado es que INFLUYEN SIGNIFICATIVAMENTE la cual significa

una eficiencia en cuanto al propósito de las bacterias en la investigación, sin embargo para T0= Control y T=01 $p=0.8017 > 0.05$, para T0= Control y T=03 $p=0.1733 > 0.05$, la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento NO INFLUYEN SIGNIFICATIVAMENTE en el crecimiento y desarrollo de las plántulas esto se observa así en las tablas (17,18,19 y 20)

Tabla Nº 17: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 01 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel del tallo.

	T0	T1
Media	2.50	2.59
Varianza	0.78	0.45
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	0.62	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-0.25	
P(T<=t) una cola	0.40	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.80	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

Tabla Nº 18: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 02 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel del tallo.

	T0	T2
Media	2.50	3.20
Varianza	0.78	0.21
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	0.50	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-2.19	
P(T<=t) una cola	0.02	

Valor crítico de t (una cola)	1.73
P(T<=t) dos colas	0.04
Valor crítico de t (dos colas)	2.10

Tabla N° 19: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 03 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel del tallo.

	T0	T3
Media	2.50	2.96
Varianza	0.78	0.26
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	0.53	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-1.42	
P(T<=t) una cola	0.09	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.17	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

Tabla N° 20: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 04 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel del tallo.

	T0	T4
Media	2.50	2.23
Varianza	0.78	0.10
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	0.44	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	0.91	
P(T<=t) una cola	0.19	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.38	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

- En la longitud de la raíz principal, la prueba *t de student* en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación presento para el T0= Control y T=01 $p= 0.4613 > 0.05$, para T0= Control y T=02 $p= 0.3829 > 0.05$, para T0= Control y T=03 $p= 0.6357 > 0.05$, estos valores indican que la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento en los tratamientos NO INFLUYEN SIGNIFICATIVAMENTE, sin embargo para T0= Control y T=04 $p= 0.0536 < 0.05$, la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento INFLUYEN SIGNIFICATIVAMENTE en el crecimiento y desarrollo de las plántulas ver las tablas (21,22,23 y 24).

Tabla N° 21: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 01 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel su raíz principal.

	T0	T1
Media	17.80	22.35
Varianza	164.54	201.65
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	183.10	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-0.75	
P(T<=t) una cola	0.23	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.46	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

Tabla N° 22: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 02 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel su raíz principal.

	T0	T2
Media	17.80	22.73
Varianza	164.54	139.06
Observaciones	10	10

Varianza agrupada	151.81
Diferencia hipotética de las medias	0
Grados de libertad	18
Estadístico t	-0.89
P(T<=t) una cola	0.19
Valor crítico de t (una cola)	1.73
P(T<=t) dos colas	0.38
Valor crítico de t (dos colas)	2.10

Tabla Nº 23: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 03 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel su raíz principal.

	T0	T3
Media	17.80	20.46
Varianza	164.54	140.11
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	152.33	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-0.48	
P(T<=t) una cola	0.32	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.64	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

Tabla Nº 24: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 04 en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación a nivel su raíz principal.

	T0	T4
Media	17.78	8.53
Varianza	164.54	36.99
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	100.77	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	2.07	
P(T<=t) una cola	0.03	

Valor crítico de t (una cola)	1.73
P(T<=t) dos colas	0.05
Valor crítico de t (dos colas)	2.10

- Para la longitud total, la prueba *t de student* en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación para T0= Control y T=01 $p= 0.0253 < 0.05$, y para T0= Control y T=02 $p= 0.01794 < 0.05$, cuyo resultado es que SI INFLUYEN SIGNIFICATIVAMENTE, sin embargo para T0= Control y T=03 $p= 0.1697 > 0.05$, y para T0= Control y T=04 $p= 0.2348 > 0.05$, la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento NO INFLUYEN SIGNIFICATIVAMENTE en el crecimiento y desarrollo de las plántulas esto se observa así en las tablas (25,26,27 y 28).

Tabla Nº 25: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 01 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación en la longitud total.

	T0	T1
Media	20.75	32.26
Varianza	108.56	114.37
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	111.46	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-2.44	
P(T<=t) una cola	0.01	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.03	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

Tabla Nº 26: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 02 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación en la longitud total.

	T0	T2
Media	20.75	31.62
Varianza	108.56	65.64
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	87.10	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-2.60	
P(T<=t) una cola	0.01	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.02	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

Tabla N° 27: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 03 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación en la longitud total.

	T0	T3
Media	20.75	27.02
Varianza	108.56	83.75
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	96.14	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-1.43	
P(T<=t) una cola	0.08	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.17	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

Tabla N° 28: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 04 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación en la longitud total.

	T0	T4
Media	20.75	26.08
Varianza	108.56	79.86
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	94.21	

Diferencia hipotética de las medias	0
Grados de libertad	18
Estadístico t	-1.23
P(T<=t) una cola	0.12
Valor crítico de t (una cola)	1.73
P(T<=t) dos colas	0.23
Valor crítico de t (dos colas)	2.10

- Para la longitud del tallo, la prueba *t de student* en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación el valor p, para T0= Control y T=01 p= 0.0685 > 0.05, y para T0= Control y T=04 p= 0.1315 > 0.05, cuyo resultado es que NO INFLUYEN SIGNIFICATIVAMENTE, sin embargo para T0= Control y T=02 p= 0.0162 < 0.05, y para T0= Control y T=03 p= 0.0277 < 0.05, la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento INFLUYEN SIGNIFICATIVAMENTE en el crecimiento y desarrollo de las plántulas esto se observa así en las tablas (29,30,31 y 32).

Tabla N° 29: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 01 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación a nivel del tallo.

	T0	T1
Media	2.50	3.16
Varianza	0.79	0.37
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	0.58	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-1.94	
P(T<=t) una cola	0.03	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.07	

Tabla N° 30: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 02 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación a nivel del tallo.

	T0	T2
Media	2.50	3.41
Varianza	0.79	0.39
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	0.59	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-2.65	
P(T<=t) una cola	0.01	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.02	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

Tabla N° 31: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 03 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación a nivel del tallo.

	T0	T3
Media	2.50	3.33
Varianza	0.79	0.40
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	0.60	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-2.40	
P(T<=t) una cola	0.01	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.03	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

Tabla N° 32: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 04 en la especie *Tabebuia*

billbergii en el segundo mes de evaluación a nivel del tallo.

	T0	T4
Media	2.50	2.98
Varianza	0.79	0.12
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	0.46	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-1.58	
P(T<=t) una cola	0.07	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.13	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

- Para la longitud raíz principal, la prueba *t de student* en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación para T0= Control y T=01 $p= 0.0347 < 0.05$, y para T0= Control y T=02 $p= 0.0282 < 0.05$, cuyo resultado es que INFLUYEN SIGNIFICATIVAMENTE, sin embargo para T0= Control y T=03 $p= 0.2276 > 0.05$, y para T0= Control y T=04 $p= 0.2841 > 0.05$, la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento NO INFLUYEN SIGNIFICATIVAMENTE en el crecimiento y desarrollo de las plántulas esto se observa así en las tablas (33,34,35 y 36).

Tabla N° 33: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 01 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación a nivel de su raíz principal.

	T0	T1
Media	18.18	29.05
Varianza	108.06	118.29
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	113.18	
Diferencia hipotética de las	0	

medias	
Grados de libertad	18
Estadístico t	-2.28
P(T<=t) una cola	0.02
Valor crítico de t (una cola)	1.73
P(T<=t) dos colas	0.03
Valor crítico de t (dos colas)	2.10

Tabla Nº 34: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 02 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación a nivel de su raíz principal.

	T0	T2
Media	18.18	28.13
Varianza	108.06	66.08
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	87.07	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-2.39	
P(T<=t) una cola	0.01	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.03	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

Tabla Nº 35: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 03 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación a nivel de su raíz principal.

	<i>T0</i>	<i>T3</i>
Media	18.18	23.60
Varianza	108.06	80.81
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	94.44	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-1.25	
P(T<=t) una cola	0.11	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.23	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

Tabla Nº 36: Prueba *t de student* para dos muestras suponiendo varianzas iguales entre el tratamiento control y el tratamiento 04 en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación a nivel de su raíz principal.

	<i>T0</i>	<i>T4</i>
Media	18.18	22.94
Varianza	108.06	78.31
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	93.19	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-1.10	
P(T<=t) una cola	0.14	
Valor crítico de t (una cola)	1.73	
P(T<=t) dos colas	0.28	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10	

4.7 Análisis estadístico utilizando el ANOVA para las raíces secundarias en el primer y segundo mes evaluado en ambas especies en estudio.

Cuadro N° 01: Análisis de varianzas (ANOVA) para la longitud total de las raíces secundarias en la especie *Tabebuia chrysantha* en el primer mes de evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA							
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F _o	Probabilidad	F 5%	F 1%
TRATAMIENTO	1.438012	1	1.438012	15.60589	0.000938	4.413873	8.28542
ERROR	1.658618	18	0.092145				
Total	3.09663	19					

PRUEBA DE TUKEY ($\alpha = 0.05$)												
Tratamientos	Repeticiones										Promedio	Tukey
T1	0.79	1.24	1.43	1.39	1.53	1.32	1.71	1.08	1.76	1.49	1.37	a
T0	0.88	0.56	0.73	0.48	0.70	1.10	0.71	0.62	1.08	1.53	0.84	b
F _o Tratam. = 15.61 (**)			F _{(1,18)5%} = 4.41			F _{(1,18)1%} = 8.29			C.V. = 27.43 %			

En el cuadro 01 se observa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos en estudio ($p=0.000938 < 0.01$), con C.V. de 27.43%, que se corrobora con la prueba de Tukey, donde se observa que el consorcio T=01 es significativamente diferente al control sin inoculo, ocupando el primer orden en eficiencia con un promedio de longitud de raíces secundarias de 1.37 cm.

Cuadro Nº 02: Análisis de varianzas (ANOVA) para la longitud total de las raíces secundarias en la especie *Tabebuia chrysantha* en el segundo mes de evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA							
F.V.	S.C.	G.L.	C.M	F _o	Probabilidad	F 5%	F 1%
TRATAMIENTOS	0.43134	1	0.43134	5.128699	0.036114	4.413873	8.28542
ERROR	1.513859	18	0.084103				
Total	1.9452	19					

PRUEBA DE TUKEY ($\alpha = 0.05$)												
Tratamientos	Repeticiones										Promedio	Tukey
T1	2.11	2.53	2.18	2.13	1.8	2.24	1.77	1.67	2.16	2.14	2.08	a
T0	1.37	1.65	1.43	1.76	2.15	2.30	1.85	1.70	1.49	2.15	1.78	b
F _o Tratam. = 5.13 (*)			F _{(1,18)5%} = 4.41			F _{(1,18)1%} = 8.29			C.V. = 15.01 %			

En el cuadro 02 se observa un valor ($p=0.03611 < 0.05$), con C.V de 15.01 %, que se evidencia con la prueba de tukey, interpretando que el consorcio T=01 es significativamente diferente al control con un promedio de longitud de raíces secundarias de 2.08 Cm, a su vez el control sin inóculo alcanzó un promedio general de 1.78 Cm superando así su propio promedio en el primer mes, con esto se concluye la eficiencia del primer consorcio o tratamiento 01 con las bacterias: *Paenibacillus*, *P.putida*, *E. cloacae*, *Bacillus cereus*.

Cuadro N° 03: Análisis de varianzas (ANOVA) para la longitud total de las raíces secundarias en la especie *Tabebuia billbergii* en el primer mes de evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA							
F.V.	S.C.	G.L.	C.M	F _o	Probabilidad	F 5%	F 1%
TRATAMIENTOS	3.744479	4	0.93612	14.67392	9.5614E-08	2.578739	3.767427
ERROR	2.870767	45	0.063795				
Total	6.615246	49					

PRUEBA DE TUKEY ($\alpha = 0.05$)												
Tratamientos	Repeticiones										Promedio	Tuke η y
T2	2.25	1.62	1.98	1.43	1.92	1.46	1.54	1.98	1.50	2.18	1.79	a
T3	1.58	1.95	1.29	1.80	1.84	1.70	2.26	1.35	2.01	1.44	1.72	a b
T1	1.46	1.57	1.18	1.56	1.19	1.56	1.30	1.39	1.82	1.33	1.44	b c
T0	1.21	0.82	0.96	1.58	1.18	1.45	1.33	1.42	1.38	1.15	1.25	c d
T4	1.11	1.10	0.97	0.98	1.04	1.21	1.43	0.88	0.79	1.16	1.07	d
F _o Tratam. = 14.67 (**)			F _{(4,45)5%} = 2.58			F _{(4,45)1%} = 3.77			C.V. = 17.39 %			

En el cuadro 03 se observa un valor ($p=9.5614E-08 < 0.05$), con C.V de 17.39 %, que se evidencia en la prueba de tukey, lo que significa que en el primer mes para la especie *Tabebuia billbergii* que en el consorcio T=02 es significativamente diferente con el consorcio T=01, T=04 y además con el tratamiento control sin inoculo, pero no con el consorcio T=03 con quien ocupa el primer orden con una longitud promedio de raíces secundarias de 1.79 y 1.72 Cm respectivamente. Mostrando así la eficiencia de los consorcios T=02, T=03 y T=01 con sus bacterias que lo conforman a cada consorcio ya mencionado.

Cuadro N° 04: Análisis de varianzas (ANOVA) para la longitud total de las raíces secundarias en la especie *Tabebuia billbergii* en el segundo mes de evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>F.V.</i>	<i>S.C.</i>	<i>G.L.</i>	<i>C.M</i>	<i>F_o</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F 5%</i>	<i>F 1%</i>
TRATAMIENTOS	0.564192	4	0.1410	1.09120	0.3723728	2.5787	3.7674
ERROR	5.816667	45	0.12925				
Total	6.380859	49					

PRUEBA DE TUKEY ($\alpha = 0.05$)												
Tratamiento	Repeticiones										Promedio	Tukey
T2	2.09	1.64	2.40	2.76	2.59	1.71	2.43	1.98	1.92	2.20	2.17	a
T3	2.59	2.09	2.30	2.68	1.81	1.82	2.29	2.03	1.86	2.05	2.15	a
T1	2.49	2.33	1.47	1.87	3.04	1.58	2.28	2.24	1.54	2.26	2.11	a
T4	2.15	1.55	1.78	1.36	2.11	1.84	2.36	2.20	2.00	2.27	1.96	a
T0	2.04	2.19	1.87	1.84	1.66	2.10	1.61	1.52	2.17	2.10	1.91	a
F ₀ Tratam. = 1.09 (NS)			F _{(4,45)5%} = 2.58			F _{(4,45)1%} = 3.77			C.V. = 17.44 %			

Se observa en el cuadro 04 ($p=0.372372879 > 0.05$), con C.V de 17.44 %, comparándolo en la prueba de tukey, lo que significa que en el segundo mes en la especie *Tabebuia billbergii* existe diferencia no significativa en la longitud total del promedio de las raíces secundarias entre los consorcios que participan en esta especie forestal, el cual quiere decir que a partir del segundo mes, el efecto de las bacterias promotoras de crecimiento vegetal se homogenizan causando una parcialidad en longitud de sus raíces secundarias.

5. DISCUSIÓN

En nuestro trabajo de investigación hemos utilizado para la especie *Tabebuia chrysantha* un consorcio bacteriano compuesto por las bacterias: *Paenibacillus*, *P.putida*, *E. cloacae*, *Bacillus cereus* y para la especie *T. billbergii* cuatro consorcios bacterianos que fueron agrupados por las siguientes bacterias: *Klebsiella variicola*, *Azotobacter tropicalis*, *Enterobacter sp.* *Pantoea agglomerans*, *Pseudomonas sp.* (STB 12D), *Pseudomonas sp.* (STB 25A), *Acinetobacter pittii*, todas estas bacterias según los reportes de Taghavi, (2009) ayudan a promover el crecimiento vegetal y están asociadas a la rizósfera de las especies en estudio.

En la especie *Tabebuia chrysantha* solo se probó dos tratamientos: un tratamiento con bacterias y otro tratamiento control sin bacterias, esto por considerar la viabilidad de la semilla, evidenciando que el tratamiento con inoculo (Tratamiento 01) obtuvo los mejores resultados en cuanto al desarrollo y crecimiento de las plántulas evaluadas debido a las características propias de las bacterias así como nos muestra, Chauhan y sus colaboradores (2015) identificando estas cepas bacterianas en sus investigaciones, reportando un beneficio en el crecimiento en longitud y grosor de las plántulas.

En longitud total y raíz principal se obtuvieron buenos resultados mediante la prueba *t de student* descrita por Pardo y Ruiz (2015) presentando un valor *p* menor que el 0.05 indicando la influencia positiva de las bacterias inoculadas. Para analizar la influencia de la inoculación con respecto a las raíces secundarias se consideró el análisis de varianza (ANOVA) el cual nos indicó la existencia de una diferencia altamente significativa con C.V. entre el 15 - 27 % que según Gordon y sus colaboradores (2015) está en un rango aceptable ya que si supera el 30 % la prueba sería descartada.

Aunque no hay mucha información en esta especie, el trabajo de investigación hecho por Llacsá (2016) muestran que los resultados obtenidos en la especie *T. chrysantha* a los 28 dpi un consorcio

compuesto por *Serratia marcescens*, *Lysinibacillus fusiformis*, *Enterobacter cloacae*, *Paenibacillus sp* y *Pseudomonas putida* no influyo en el crecimiento de la especie por el contrario la longitud del tallo fue inferior sin embargo la inoculación individual de *P. putida* y *B. amyloliquiefaciens* tuvo los mejores resultados en cuanto a una mayor longitud de raíces y parte aérea, así como la producción de raíces secundarias, a diferencia de cuando se inocularon en consorcio.

En *T. chrysantha* el experimento que se hizo con un consorcio bacteriano fue muy eficiente, alcanzando resultados favorables en cuanto a los parámetros de crecimiento. Se observó que las bacterias inoculadas promovieron el crecimiento de la raíz principal y raíces secundarias, longitud tallo y longitud total en comparación con un tratamiento control sin inóculo, la evaluación se realizó a los 30 dpi realizándose dos evaluaciones en la investigación.

Es importante la producción de las raíces secundarias ya que determina la arquitectura de la planta, brindando anclaje, dando un eficiente uso del agua, facilitando la absorción de nutrientes que se encuentran dispersos en el suelo (Casimiro *et al.*, 2003).

Para nuestra investigación en *T. billbergii* se utilizaron cuatro tratamientos bacterianos de los cuales el tratamiento 01 y 02 alcanzaron la mayor longitud total de la plántula al igual que una gran producción de raíces secundarias y una mayor longitud de la raíz principal, no obstante solo el tratamiento 02 superó ligeramente a todos con una producción de hojas verdaderas, seguido del tratamiento 03 quien también alcanzó casi los mismos resultados, cabe resaltar que para esta especie el criterio de evaluación fue el mismo que el de la primera especie. En la misma especie Llacsá (2016) obtuvo la mayor longitud de raíz y mayor número de raíces secundarias la cual fue alcanzado por el consorcio formado por *Pseudomonas sp* + *Azotobacter tropicalis*, bacterias utilizadas en la mayoría de los consorcios aplicados en nuestro experimento para *T. billbergii*. Comparó también que la mayor longitud de parte aérea fue alcanzada

por plántulas inoculadas con *Pantoea agglomerans*, pero con un bajo nivel de producción de raíces que, en contraste con nuestro trabajo, los tratamientos 01, 03 y 04 que tenían esta cepa proporcionaron menos producción de hojas verdaderas.

Vega y otros (2015) Nos indican en una de sus investigaciones que las bacterias promotoras del crecimiento de plantas participan en el crecimiento y desarrollo, suprimiendo daños efectuados por microorganismos patógenos sintetizados fitohormonas, acelerando la disponibilidad y la asimilación de nutrientes del suelo mediante diferentes mecanismos como la fijación del nitrógeno atmosférico, la solubilización del fósforo y la síntesis de sideróforos. Mrkovacki y Milic, (2001); Ahmad y otros, (2005) señalan que el Ácido Indol Acético (AIA) producido por las bacterias representa una capacidad importante ya que beneficia a la planta contribuyendo con el crecimiento radicular, pues esta auxina es capaz de promover la formación de raíces laterales y adventicias. García y Herraiz, (1987) reportan que las bacterias del género *Azotobacter* utilizada en los consorcios inoculados en *Tabebuia billbergii* son productoras de ácido indol acético (AIA), una de las auxinas más estudiadas hasta el momento.

Para las plántulas en repique, la inoculación de las bacterias promotoras de crecimiento ayudo a las plántulas de ambas especies a que sobreviva a la manipulación en la resiembra teniendo una tasa de mortalidad de casi 20 % en comparación del control que mueren un 60 % del total de las plántulas manipuladas en ambas especies. Según reportes de Trabelsi y Mhamdi (2013) la aplicación de inoculantes se considera muy atractiva ya que reduciría sustancialmente el uso de fertilizantes químicos y pesticidas. Los beneficios del crecimiento de las plantas pueden atribuirse principalmente a mecanismos como a la ayuda de absorción de nutrientes de las plantas proporcionando nitrógeno fijo u otros nutrientes.

Schoebitz (2006) evaluó el aumento de la proliferación de pelos absorbentes provocado por los microorganismos que biosintetizan compuestos indólicos, lo cual fue observado en investigaciones hechas en plantas de alfalfa y tomate. En nuestro trabajo de investigación en la especie *Tabebuia chrysantha* nos muestra una formación abundante de estos pelos absorbentes, cuyo resultado se ve evidenciado en el tratamiento 01 (Figura 07) en la especie *T. billbergii* los mejores resultados fueron de las muestras con los tratamientos 01, 02 y 03 los cuales mostraron mejor proliferación de pelos absorbentes (Figura 08 y 09).

6. CONCLUSIONES

- La aplicación de consorcios bacterianos asociados a la rizósfera durante el crecimiento en vivero de las especies forestales *Tabebuia chrysantha* y *T. billbergii* permiten mejorar su ciclo de desarrollo, logrando el fortalecimiento de las plántulas garantizando su desempeño y desarrollo en los primeros meses de existencia.
- Mediante consorcios bacterianos inoculados en semillas desinfectadas de las especies forestales *Tabebuia chrysantha* y *T. billbergii* fue posible optimizar el desarrollo radicular de las plántulas a los 30 días posteriores a la inoculación con respecto a sus respectivos controles.
- En *Tabebuia chrysantha* el tratamiento 01 (*Paenibacillus*, *P.putida*, *E. cloacae*, *Bacillus cereus*) mostró la eficiencia del efecto de estas bacterias promotoras de crecimiento vegetal en cada uno de los parámetros de crecimiento: Longitud total (25.81 Cm), Longitud del tallo (2.87 Cm), longitud de la raíz principal (22.90 Cm). En tanto que en *T. billbergii* el tratamiento 01 (*Klebsiella variicola*, *Azotobacter tropicalis*, *Pantoea agglomerans*, *Enterobacter sp.*) y tratamiento 02 (*Pseudomonas sp.*, *Enterobacter sp.*, *Klebsiella variicola*, *Azotobacter tropicalis*, *Pseudomonas sp.*) alcanzaron resultados óptimos en producción de raíces secundarias, longitud total y longitud de la raíz principal. No obstante, solo el tratamiento 02 mostró una buena proliferación de hojas verdaderas (9) y alcanzó la mejor longitud del tallo (3.41 Cm).

7. RECOMENDACIONES

- Repetir el experimento utilizando el presente trabajo de investigación bajo diferentes sustratos, empleando otras especies forestales propias de la región de Tumbes para fortalecer el éxito de las reforestaciones en el norte del país y por ende la conservación de las especies.
- Realizar estudios de fertilización para el correcto aprovechamiento de las semillas extendiendo su proceso de viabilidad.
- Continuar con la investigación sobre las dos especies de guayacán en la región de Tumbes.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Ahmad, F., Ahmad, I. & Khan, M. «Indole Acetic Acid Production The Indigenous Isolates of Azotobacter and Fluorescent Pseudomonas Indole Acetic Acid Production by in the Presence and Absence of Tryptoph.» *Turkey Journal of Biology*, 2005: 29 - 34.
2. Casimiro, Ilda. «Dissecting Arabidopsis lateral root development.» *TRENDS in Plant Science*, 2003: 165-171.
3. Cassán, F, D, C Penna, C Creus, D Radovancich, E Monteleone, y I García de Salamone. «Protocol for the Quality Control of Azospirillum spp.» *Inoculants. Springer*, 2015: 487-499.
4. Castillo Rodríguez, F, y otros. «Biotecnología Ambiental. Madrid, España.» *TÉBAR S.L.*, 2005.
5. Chauhan, H, D Bagyaraj, G Selvakumar, y S Sundaram. «Novel plant growth promoting rhizobacteria Prospects and potential.» *Applied Soil Ecology*, 2015: 38–53.
6. Chauhan, Hemlata, D.J. Bagyaraj, G Selvakumar, y S.P. Sundaram. «Novel plant growth promoting rhizobacteria Prospects and potential.» *Applied Soil Ecology*, 2015: 38–53.
7. Collado, M, C Bauerl, G Pérez, y F Martínez. «Definig microbiota for developing new probiotics.» *Microbial Ecology in Health and Disease*, 2012.
8. Dixon, R, y D Kanhn. «Genetic Regulation of Biological Nitrogen Fixation.» *Genetic Regulation* , 2004: 621-631.
9. Educación, Facultad de ciencias de la. «el análisis de datos mediante procedimiento informáticos al SPSS.» Seminario, área- de investigación en atención a la diversidad, Universidad de cordoba, Cordova, 2009, 1-21.

10. ESTRADA, A. «Patrones espaciales de la flora del pacífico central costarricense e identificación de áreas importantes para su conservación.» Tesis de maestría, Universidad Estatal a Distancia Escuela de Ciencias Exactas y Naturales., San Jose, 2010.
11. Ferrera Cerrato, Ronald. *Manual de Agromicrobiología*. Mexico: Trillas, 1993.
12. García, F, y T Herraiz. «Production of 3-indoleacetic acid and - 3 indolelactic acid in *Azotobacter vinelandii* cultures supplemented with.» *tryptophan. Applied Microbiology and Biotechnology* 25: , 1987: 502-506.
13. GARCÍA, M. «Modelos predictivos de riqueza de diversidad vegetal. Comparación y optimización de métodos de modelado ecológico.» Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid Facultad de Ciencias Biológicas, Madrid-España., 2008., 188 p.
14. Gill, S, M, R Pop, P DeBoy, P Eckburg, B Turnbaugh, y J, Gordon Samuel. «Metagenomic analysis of the human distal gut microbiome.» *Science* 312, 2006.
15. Gonzaeles, Ortiz, C, y Aquino, J Vilca. *Micropropagación vegetativa "in vitro" de aliso (*Ainus acuminata*)*. Cajamarca: ADEFOR, 1998.
16. González, Pozuelo, y M J. «Estudio de Grupos Funcionales de Microorganismos Edáficos en la Rizósfera de *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. Madrid.» *UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADEID.*, 1991.
17. GUIBAN, A., ZIMMERMANN, N. *Predictive habitat distribution models in ecology*. Editado por Model 135. 2000.
18. Gujral, Mandeep Singh, Parinita Agrawal, Madhukar Baburao Khetmalas, y Rachna Pandey. «Colonization and plant growth promotion of *Sorghum* seedlings by endorhizospheric *Serratia* sp.» *Acta Biologica Indica*, 2013: 343-352.
19. Hinton, M. Dorothy, y W. Charles Bacon. «*Enterobacter cloacae* is an endophytic symbiont of corn.» *Mycopathologia*, 1995: 117-125.

20. Kaushansky, G, y T Kenneth. «Glossary of Molecular Biology Terminology.» *American Society of Hematology*, 2001: 522-841.
21. KRUMPHOLZ, E. «Cambios en el patrón de crecimiento y producción de etileno en plantas de tomate inoculadas con Azospirillum.» *Tesis Lic. Agr. Universidad de Buenos Aires, Argentina*. Buenos Aires , 2003.
22. Kumar, Manoj, Sankalp Mishra, Vijaykant Dixit, Lalit Agarwal, Singh Puneet Chauhan, y Shekhar Chandra Nautiyal. «Synergistic effect of Pseudomonas putida and Bacillus amyloliquefaciens ameliorates drought.» *Plant Signaling & Behavior*, 2015: 1-31.
23. Kumar, Vivek, Singh ,Solanki Amar, y Sharma Shivesh. «Yield and economics of Withania somnifera influenced by dual inoculation of Azotobacter chroococcum and Pseudomonas putida .» *Turk J Biol*, 2009: 219-223.
24. Leal Pinedo, J, M, y Palomino, R Linares. «The dry forests of t Biosphere Reserve of Northwestern (Peru) Tree diversity and conservation status.» *Caldasea*, 2005: 195-202.
25. Levitus, G., Echenique, V., Rubinstein, C., Hopp, E., & Mroginski, L.). «Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II. Argentina.» *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA.*, 2010.
26. Levitus, Gabriela, Viviana Echenique, Clara Rubinstein, Esteban Hopp, y Luis Mroginski. *Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II*. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA, 2010.
27. Llacsá Sánchez, Luis Xavier. «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.» Tesis de maestría, Tumbes, Tumbes, 2016.
28. Luque Cabrera, José, y Ángel Herráez Sánchez. *Texto Ilustrado de Biología Molecular e Ingeniería Genética Conceptos, Técnicas y*

- Aplicaciones en Ciencias de la Salud*. Alcalá de Henares, Madrid: ELSEVIER, 2001.
29. MIGUEL, S. «Modelado de nicho ecológico para estimación del área de dispersión de *Prosopis hassleri* harms en la provincia de Formosa .» Tesina de pre grado, Universidad Nacional de Formosa. Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales, 2013.
30. MINAM. *El Perú de los bosques, ministerio del ambiente* . Lima: Primera edición., 2013.
31. Montoya, O,J, y M. Cámara O. «La planta y el vivero forestal.» *Ediciones Mundi-Prensa. Madrid*, 1996: 127.
32. Mrkovacki, N. & Milic, V. «Use of *Azotobacter chroococcum* as potentially useful in agricultural application.» *Annals of Microbiology* , 2001: 51.
33. Müller, Thomas , y Silke Ruppel. «Progress in cultivation-independent phyllosphere microbiology.» *FEMS Microbiol Ecol*, 2014: 2–17.
34. Pardo, A., y M.,A. Ruiz. «Análisis de datos con SPSS 13 base.» (McGraw-Hill) 2005.
35. Paulina, Vega,C, C Hayron, J Martínez, G Myriam, y Michael S. «Biosynthesis of indole-3-acetic acid and plant growth promoting by bacteria.» *Cultivos Tropicales*, 2016.
36. Poole, Elizabeth J. , Gary D. Bending, John M. Whipps, y David J. Read. «Bacteria associated with *Pinus sylvestris*–*Lactarius rufus* ectomycorrhizas and their effects on mycorrhiza formation in vitro.» *New Phytologist*, 2001: 743–751.
37. Pozuelo González, Jose Manuel . *Estudio de Grupos Funcionales de Microorganismos Edáficos en la Rizósfera de *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.* Tesis Doctoral, Madrid: UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADEID, 1991.
38. Resh, H, M. «Cultivo hidropónico, nuevas técnicas de producción.» *Ediciones Mundi-Prensa*, 1982: 232-238.

39. Rodicio, M,R, y M,C Mendoza. «Identification of bacteria through 16S rRNA sequencing: principles, methods and applications in clinical microbiology.» *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 2004: 238.
40. Rojas, Gonzáaes, Lozano García, J, y Rojas, M Alarcón. «Propagación asexual de plantas.» *Colombia: Produmedios.*, 2004.
41. Santi, Carole, Bogusz Didier, y Franche Claudine. «Biological nitrogen fixation in non legume plants.» *Annals of Botany*, 2013: 743–767.
42. Schüßler, Arthur, y Krüger, y Narcisa Urgiles. Claudia. «Phylogenetically diverse AM fungi from Ecuador strongly improve seedling growth of native potential crop trees.» *Mycorrhiza*, 2015: 1-9.
43. Snedecor, G,W. «Statistical methods applied to experiments.» *The Iowa State College Press. Ames. IA, USA*, 1946.
44. Taghavi, S, S Monchy, C Garafola, L Newman, A Hoffman, y N Weyens. «Genome Survey and Characterization of Endophytic Bacteria Exhibiting a Beneficial Effect on Growth and Development of Poplar Trees.» *APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY*, 2009: 748–757.
45. Talboys, Peter J. , Darren W Owen,, John R. Healey, Paul JA Withers, y David L. Jones. «Auxin secretion by *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42 both stimulates root exudation and limits phosphorus uptake in *Triticum aestivum*.» *BMC Plant Biology* , 2014: 1-9.
46. Thomas, T, J Gilbert, y F Meyer. «Metagenomics-a guide from sampling to data analysis.» *Microbial informatics and experimentation*, 2012.
47. Trabelsi, D, y R Mhamdi. «Microbial Inoculants and Their Impact on Soil Microbial.» *BioMed Research International*, 2013: 1-11.
48. Tsavkelova, E, Klimova, S Yu, T Cherdyntseva, y A Netrusov. «Microbial Producers of Plant Growth Stimulators and Their Practical Use:A Review. .» *Applied Biochemistry and Microbiology* , 2006: 42: 117-126.

49. Vega, Celedón, P, H Canchignia, y M. y Seeger, M. González. «"Biosíntesis de ácido indol- 3-acético y promoción del crecimiento de plantas por la bacteria Burkholderia xenovorans LB400" .» *X Congreso Internacional de Biotecnología Vegetal*, 2015: 23-35.
50. Venator, C, y Liegel, L H. «Manual de viveros mecanizados para plantas a raíz desnuda y sistema semimecanizado con recipientes menores a 130 cc.» *Ministro de Agricultura y ganadería. Programa Nacional Forestal*, 1985: 430.
51. Zaid, A, G Hughes, E Porceddu, y F Nicholas. «Glossary of biotechnology for food and agriculture: Arevised and aumented edition of the glossary of biotechnology and genetic engineering.» *FAO*, 2001.
52. Zamioudis, Christos, Mastranesti, Pankaj, Dhonukshe Parthena, Blilou Ikram, M Corné, y J Pieterse. «Unraveling Root Developmental Programs Initiated by Beneficial Pseudomonas spp. Bacteria.» *Plant Physiology*, 2013: 304–318.
53. Zinniel, Denise, K. «Isolation and Characterization of Endophytic Colonizing Bacteria from Agronomic Crops and Prairie Plants.» *APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY*, 2002: 2198–2208.

9. ANEXOS

Anexo N° 01. Proceso de desinfección de semillas. (Ferrera 1993)

La desinfección de semillas se realizó por el protocolo descrito por Ferrera 1993 con algunas modificaciones a continuación:

- Se colocó las semillas de Guayacán en alcohol al 65 %, agitar suavemente por 1 minuto pasado ese tiempo se descarta el líquido o sobrenadante.
- Se enjuagó con agua estéril 2 veces, agitando suavemente por 3 minutos el envase, pasado el tiempo descartar el sobrenadante.
- Se agregó de hipoclorito de sodio al 0.5% y agitar por 10 minutos.
- Se enjuagó con agua estéril por 1 minuto agitando el envase, luego realizar 4 enjuagues por 3 minutos cada uno, tomar 1 ml del agua del tercer enjuague y sembrarlo en una placa con medio de cultivo TCA con la finalidad de evaluar la desinfección.

Anexo N° 02. Proceso de desinfección del sustrato.

Se utilizó arena como sustrato la cual fue lavada hasta eliminar los sustratos finos como limo y arcilla autoclavada (18 Psi por 30 minutos). Las proporciones y tipos de sustrato descritas por Llacsá, (2016) que se utilizaron en esta investigación fueron:

- Limo de río 60 %.
- Arena 10 %.
- Perlita 20 %.
- Vermiculita 10 %.

Anexo Nº 03: Parámetros evaluados en el grupo control en la especie *T. ch.* En la primera evaluación. (*) El asterisco indica el código de plántula sacrificada para peso seco y fresco.

Tratamiento control T.CH Código de Plántula	(Cm)			(Unidad)		Raíces secundarias (Cm)							(g)		
	Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundarias	1	2	3	4	5	6	7	Peso fresco	Peso seco 100° x 12h	Peso papel
1	12.33	3.20	9.11	4	19	0.25	1.27	0.54	1.53	1.28	1.02	0.25			
* 2	6.17	2.25	3.76	2	7	0.10	0.25	1.25	0.95	0.10	1.10	0.15	0.10	0.03	1.50
3	12.09	2.14	9.77	4	16	1.15	0.15	0.50	0.35	0.38	2.07	0.54			
* 4	4.29	3.16	1.12	2	5	0.95	0.90	0.15	0.25	1.12			0.20	0.03	1.55
5	12.94	3.76	9.19	4	15	1.20	0.22	0.88	1.00	0.36	0.29	0.96			
* 6	7.42	2.62	4.72	2	19	1.31	2.40	0.75	0.52	1.17	0.50	1.05	0.32	0.09	1.52
7	9.45	2.02	7.37	4	17	1.00	0.55	0.35	0.70	1.20	0.25	0.90			
* 8	7.35	2.99	4.32	2	5	1.28	1.20	0.15	0.70	0.99			0.07	0.02	1.42
9	10.00	2.72	7.26	4	12	2.37	2.43	1.19	0.20	0.28	0.85	0.25			
* 10	8.72	3.01	5.69	4	15	3.20	2.34	1.21	1.10	0.90	0.82	1.12	0.36	0.10	1.52

Anexo Nº 04: Parámetros evaluados en el tratamiento 01 en la especie *T. ch.* En la primera evaluación (*) El asterisco indica el código de plántula sacrificada para peso seco y fresco.

Primer Tratamiento T.CH Código de Plántula	(Cm)			(Unidad)		Raíces secundarias (Cm)							(g)		
	Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundarias	1	2	3	4	5	6	7	Peso fresco	Peso seco 100° x 12h	Peso papel
1	6.20	2.95	3.19	4	16	0.21	0.37	0.90	1.10	0.95	0.99	1.01			
* 2	14.56	4.32	10.18	4	26	1.10	2.00	1.25	0.96	1.20	1.22	0.92	0.31	0.07	1.54
3	13.28	2.76	10.47	4	31	0.75	1.04	1.15	1.05	0.99	3.13	1.90			
* 4	18.44	2.50	15.91	4	33	1.00	2.22	0.20	2.15	1.01	0.82	2.35	0.25	0.07	1.62
5	13.27	2.98	10.22	4	15	2.11	3.10	0.85	1.90	1.00	1.10	0.65			
* 6	18.29	2.75	15.50	4	21	0.99	2.19	1.20	1.11	1.50	1.22	1.05	0.28	0.06	1.49
7	8.19	1.93	6.24	4	17	0.90	1.02	1.27	2.18	2.44	3.01	1.18			
* 8	17.71	3.22	14.47	4	22	0.50	1.76	0.95	1.19	1.75	1.22	0.20	0.22	0.06	1.56
9	14.35	2.09	12.19	4	14	1.65	2.15	0.49	1.92	2.88	1.15	2.06			
* 10	13.92	2.17	11.71	4	12	2.30	2.76	0.90	0.99	1.25	1.15	1.10	0.29	0.09	1.50

Anexo Nº 05: La segunda evaluación para tratamiento control en la especie *T. ch.* (*) El asterisco indica el código de plántula sacrificada para peso seco y fresco.

Tratamiento control T.CH Código de Plántula	(Cm)			(Unidad)		Raíces secundarias (Cm)							(g)		
	Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundarias	1	2	3	4	5	6	7	Peso fresco	Peso seco 100° x 12h	Peso papel
* 1	18.25	3.26	14.93	6	22	1.22	0.85	1.35	1.84	1.29	1.84	1.22	0.19	0.06	1.60
2	10.21	2.28	7.89	4	12	1.81	1.10	1.55	2.19	1.75	1.23	1.95			
* 3	17.79	2.17	15.58	4	19	0.93	1.50	1.65	1.72	1.21	2.02	0.99	0.10	0.04	1.60
4	6.29	3.18	3.09	6	16	1.71	1.15	2.17	2.05	1.80	1.66	1.75			
* 5	13.82	3.77	10.00	6	21	2.99	2.00	1.10	0.75	2.18	2.74	3.28	0.20	0.04	1.58
6	16.82	2.66	14.15	4	29	3.30	1.99	2.12	1.20	3.20	3.12	1.17			
* 7	15.33	2.18	13.11	6	31	1.50	2.50	2.81	1.12	0.98	2.92	1.11	0.29	0.08	1.62
8	16.19	3.01	13.12	4	9	1.20	1.15	2.47	1.72	1.25	2.22	1.90			
* 9	12.79	2.79	9.93	4	19	1.97	1.01	2.21	2.10	1.01	1.15	0.97	0.23	0.03	1.60
10	11.95	3.03	8.90	6	27	3.19	3.05	2.93	1.79	1.25	1.71	1.10			

Anexo Nº 06: Segunda evaluación para el primer tratamiento de la especie *T. ch.* (*)El asterisco indica el código de plántula sacrificada para peso seco y fresco.

Primer Tratamiento T.CH Código de Plántula	(Cm)			(Unidad)		Raíces secundarias (Cm)							(g)		
	Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundarias	1	2	3	4	5	6	7	Peso fresco	Peso seco 100° x 12h	Peso papel
* 1	18.41	3.05	15.33	6	19	0.35	2.79	2.50	2.75	1.16	2.22	3.00	0.20	0.04	1.61
2	23.79	4.40	19.37	6	37	1.46	2.06	3.10	1.99	3.24	2.92	2.95			
* 3	33.62	2.82	30.75	6	41	2.38	1.21	2.85	0.94	1.28	3.05	3.55	0.18	0.06	1.57
4	27.14	2.63	24.49	6	39	3.01	1.90	1.37	3.17	1.25	2.62	1.60			
* 5	19.36	3.07	16.22	6	21	2.15	1.15	1.19	1.10	2.71	2.91	1.77	0.28	0.07	1.59
6	27.12	2.93	24.11	6	27	1.75	2.70	3.11	1.50	3.01	1.13	2.51			
* 7	21.44	2.09	19.33	4	33	1.99	2.45	0.95	1.70	1.61	2.72	0.95	0.27	0.07	1.56
8	36.06	3.36	32.67	4	39	0.95	3.07	1.15	1.05	2.98	0.97	1.49			
* 9	27.19	2.17	25.00	6	31	1.15	2.66	3.00	1.09	3.19	2.94	1.06	0.21	0.04	1.55
10	23.95	2.21	21.72	6	35	1.50	3.28	1.20	2.00	2.60	1.85	2.58			

Anexo Nº 07: 5 plántulas de *T. ch.* Evaluación de las plántulas en repique segunda evaluación, teniendo 30 días de crecimiento.

Mes de evaluación después del repique.	Tratamiento o control T.CH Código de Plántula	(Cm)			(unidad)		Raíces secundarias (Cm)							NUMERO DE PLANTULA SEMBRADAS Y EVALUADAS EN EL SEGUNDO MES
		Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundarias	1	2	3	4	5	6	7	
Primero	1	12.33	3.20	9.11	4	19	0.25	1.27	0.54	1.53	1.28	1.02	0.25	1 (1) plántula
Segundo	1	19.15	3.36	15.79	8	28	1.74	1.19	1.50	2.18	1.50	2.19	0.50	
Primero	3	12.09	2.14	9.77	4	16	1.15	0.15	0.50	0.35	0.38	2.07	0.54	2 (3) plántula
Segundo	3	M	U	E	R	T	A	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Primero	5	12.94	3.76	9.19	4	15	1.20	0.22	0.88	1.00	0.36	0.29	0.96	3 (5) plántula
Segundo	5	M	U	E	R	T	A	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Primero	7	9.45	2.02	7.37	4	17	1.00	0.55	0.35	0.70	1.20	0.25	0.90	4 (7) plántula
Segundo	7	18.73	2.31	16.38	10	41	1.39	1.12	0.95	1.15	1.50	1.79	2.16	
Primero	9	10.00	2.72	7.26	4	12	2.37	2.43	1.19	0.20	0.28	0.85	0.25	5 (9) plántula
Segundo	9	M	U	E	R	T	A	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Anexo Nº 08: Tratamiento 01 de *T. ch.* Evaluación de las plántulas en repique segunda evaluación, en 30 días de crecimiento.

Mes de evaluación después del repique	Primer tratamiento T.CH Código de Plántula	(Cm)			(unidad)		Raíces secundarias (Cm)							NUMERO DE PLANTULA SEMBRADAS Y EVALUADAS EN EL SEGUNDO MES
		Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundarias	1	2	3	4	5	6	7	
Primero	1	6.20	2.95	3.19	4	16	0.21	0.37	0.90	1.10	0.95	0.99	1.01	1 (1) plántula
Segundo	1	11.91	3.07	8.77	8	21	1.10	1.17	2.01	1.09	1.13	2.17	2.77	
Primero	3	13.28	2.76	10.47	4	31	0.75	1.04	1.15	1.05	0.99	3.13	1.90	2 (3) plántula
Segundo	3	25.74	2.81	22.90	10	37	0.95	1.09	1.27	1.33	1.11	3.57	2.15	
Primero	5	13.27	2.98	10.22	4	15	2.11	3.10	0.85	1.90	1.00	1.10	0.65	3 (5) plántula
Segundo	5	M	U	E	R	T	A	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Primero	7	8.19	1.93	6.24	4	17	0.90	1.02	1.27	2.18	2.44	3.01	1.18	4 (7) plántula
Segundo	7	33.17	1.99	31.13	8	54	1.05	1.15	1.31	2.25	3.07	2.59	1.22	
Primero	9	14.35	2.09	12.19	4	14	1.65	2.15	0.49	1.92	2.88	1.15	2.06	5 (9) plántula
Segundo	9	39.76	2.52	37.19	8	41	2.17	1.98	1.10	1.99	2.92	1.50	2.52	

Anexo Nº 09: Primera evaluación para el tratamiento control en la especie *T. b.* (*) Plántulas pares sacrificadas.

Tratamiento control T.B Código de Plántula	(Cm)			(Unidad)		Raíces secundarias (Cm)							(g)		
	Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundarias	1	2	3	4	5	6	7	Peso fresco	Peso seco 100° x 12h	Peso papel
1	10.81	3.22	7.51	8	12	1.72	1.25	2.31	2.11	0.76	0.10	0.25			
* 2	9.27	2.79	6.44	2	8	1.20	1.15	0.31	0.20	0.65	0.92	1.34	0.03	0.02	1.54
3	34.26	3.49	30.75	10	39	1.00	2.02	1.37	0.44	0.62	0.70	0.55			
* 4	7.49	1.05	6.40	4	16	1.50	2.04	1.50	1.10	1.59	2.20	1.10	0.06	0.05	1.61
5	16.33	2.18	14.13	2	18	0.90	1.71	1.15	0.88	2.25	0.10	1.27			
* 6	41.07	3.37	37.68	8	21	0.59	1.15	2.36	2.02	2.10	1.01	0.95	0.29	0.19	1.55
7	17.22	1.27	15.90	8	28	1.07	2.10	0.75	1.17	1.35	1.75	1.15			
* 8	40.56	3.38	37.15	8	17	2.05	1.15	0.90	0.19	1.75	1.90	2.03	0.15	0.10	1.59
9	7.25	2.11	5.12	6	11	2.10	1.65	1.99	0.99	0.80	1.90	0.25			
* 10	19.08	2.17	16.89	8	13	1.15	0.90	2.00	0.50	2.17	1.20	0.15	0.17	0.12	1.53

Anexo Nº 10: Primera evaluación para el tratamiento 01 en la especie *T. b.* (*) Plántulas pares sacrificadas.

Primer Tratamiento T.B Código de Plántula	(Cm)			(Unidad)		Raíces secundarias (Cm)							(g)		
	Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundarias	1	2	3	4	5	6	7	Peso fresco	Peso seco 100° x 12h	Peso papel
1	45.35	3.12	42.19	10	35	1.55	0.50	2.17	1.66	2.15	0.95	1.25			
* 2	7.92	1.57	6.31	4	4	2.01	1.70	2.66	1.99	1.13	1.06	0.44	0.08	0.02	1.54
3	44.71	3.27	41.38	4	27	0.90	1.53	0.15	1.92	2.00	1.15	0.60			
* 4	10.28	1.59	8.63	10	7	0.86	2.05	2.20	1.98	2.30	1.00	0.50	0.07	0.04	1.53
5	15.35	2.67	12.66	10	31	0.50	0.21	0.95	2.10	2.04	2.17	0.38			
* 6	33.71	3.25	30.44	10	17	1.10	2.17	2.22	0.25	1.70	1.59	1.90	0.25	0.15	1.62
7	30.23	3.04	26.99	7	31	1.15	2.05	1.50	0.10	2.11	0.45	1.77			
* 8	17.21	2.32	14.83	8	11	1.15	0.99	1.62	1.95	1.45	0.25	2.35	0.04	0.03	1.53
9	36.71	3.11	33.57	10	22	1.90	0.10	2.01	2.19	2.20	2.11	2.25			
* 10	8.54	1.99	6.53	6	16	2.25	2.19	0.33	1.75	1.90	0.77	0.10	0.05	0.02	1.60

Anexo N° 11: Primera evaluación para el tratamiento 02 en la especie *T. b.* (*) Plántulas pares sacrificadas.

Segundo Tratamiento T.B Código de Plántula	(Cm)			(Unidad)		Raíces secundarias (Cm)							(g)		
	Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundarias	1	2	3	4	5	6	7	Peso fresco	Peso seco 100° x 12h	Peso papel
1	24.01	3.19	20.77	10	49	2.18	1.15	1.99	3.05	1.96	2.31	3.09			
* 2	27.20	2.12	25.04	8	19	1.15	1.20	1.58	1.70	3.00	1.23	1.50	0.18	0.12	1.58
3	21.16	3.15	17.98	10	45	3.58	0.43	1.33	0.75	2.20	3.50	2.10			
* 4	5.56	3.77	1.79	8	12	0.90	2.65	3.25	1.00	0.50	1.15	0.59	0.07	0.04	1.51
5	31.46	3.65	27.79	8	29	3.07	2.38	1.71	2.21	0.99	1.05	2.02			
* 6	15.20	2.99	12.19	10	24	2.45	2.18	1.15	0.31	1.60	1.26	1.25	0.30	0.18	1.47
7	18.91	3.02	15.87	8	32	1.29	0.94	1.15	2.16	3.06	1.10	1.06			
* 8	31.10	3.41	27.58	8	36	2.19	2.47	0.92	3.17	1.44	2.10	1.55	0.30	0.17	1.48
9	46.93	3.47	43.41	8	30	1.15	1.15	1.50	2.15	1.79	1.50	1.25			
* 10	38.05	3.18	34.83	10	36	1.99	0.95	2.10	3.10	2.10	1.75	3.30	0.37	0.23	1.58

Anexo N° 12: Primera evaluación para el tratamiento 03 en la especie *T. b.* (*) Plántulas pares sacrificadas.

Tercer Tratamiento T.B Código de Plántula	(Cm)			(Unidad)		Raíces secundarias (Cm)							(g)		
	Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundarias	1	2	3	4	5	6	7	Peso fresco	Peso seco 100° x 12h	Peso papel
1	17.22	3.09	14.09	7	17	1.21	4.10	0.99	0.15	0.63	2.12	1.88			
* 2	5.86	3.29	2.51	6	11	0.73	3.35	1.55	2.94	2.19	1.50	1.37	0.16	0.06	1.53
3	36.15	4.04	32.03	8	15	2.24	0.81	0.25	1.27	2.11	1.15	1.20			
* 4	38.24	3.18	34.99	10	19	1.18	1.99	3.21	0.90	2.75	1.70	0.89	0.33	0.10	1.56
5	28.98	3.27	25.68	10	21	1.93	0.98	1.25	4.15	1.66	1.80	1.13			
* 6	32.25	2.66	28.98	8	24	1.00	1.14	0.93	1.15	2.31	3.19	2.19	0.29	0.12	1.59
7	10.26	2.75	7.47	6	22	1.11	1.26	3.96	1.95	3.21	1.17	3.17			
* 8	28.46	2.54	25.88	6	15	0.90	0.95	1.13	0.60	3.52	1.03	1.33	0.26	0.12	1.58
9	8.26	2.31	5.90	6	12	1.20	1.49	3.09	0.77	1.33	4.07	2.11			
* 10	29.62	2.50	27.04	6	10	1.25	2.14	2.21	1.18	0.10	2.08	1.10	0.25	0.11	1.58

Anexo N° 13: Primera evaluación para el tratamiento 04 en la especie *T. b.* (*) Plántulas pares sacrificadas.

Cuarto Tratamiento T.B Código de Plántula	(Cm)			(Unidad)		Raíces secundarias (Cm)							(g)		
	Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundarias	1	2	3	4	5	6	7	Peso fresco	Peso seco 100° x 12h	Peso papel
1	17.44	2.28	15.10	2	16	0.10	0.86	1.20	1.00	0.99	2.15	1.50			
* 2	6.44	2.09	4.29	6	12	1.20	1.19	0.30	0.55	1.22	1.20	2.06	0.09	0.04	1.59
3	11.71	2.13	9.55	4	18	0.30	1.11	1.25	1.70	1.10	0.35	0.95			
* 4	12.33	2.17	10.08	1	16	0.45	1.45	1.57	0.95	0.10	0.95	1.39	0.09	0.02	1.54
5	24.08	1.99	22.02	6	13	0.75	1.15	0.10	1.79	1.00	0.25	2.27			
* 6	6.59	2.53	4.01	2	9	2.16	0.10	0.77	2.03	1.75	0.50	1.13	0.09	0.02	1.54
7	11.35	2.89	8.40	8	25	2.22	2.10	2.05	1.15	0.28	0.20	1.99			
* 8	7.79	2.45	5.27	6	12	1.50	0.50	0.85	0.89	0.15	1.10	1.15	0.12	0.05	1.59
9	5.34	2.00	3.28	6	9	1.05	1.15	0.57	0.10	0.35	1.05	1.25			
* 10	5.10	1.79	3.26	3	9	0.15	1.32	2.07	1.99	0.70	0.99	0.90	0.10	0.04	1.56

Anexo N° 14: Tratamiento control de *T. b.* Evaluación de plántulas en repique segunda evaluación, teniendo 30 días de crecimiento.

Mes de evaluación después de resembrarlas	Tratamiento control T.B Código de Plántula	(Cm)			(Unidad)		Raíces secundarias (Cm)							NUMERO DE PLANTULA SEMBRADAS Y EVALUADAS EN EL SEGUNDO MES
		Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundarias	1	2	3	4	5	6	7	
Primero	1	10.81	3.22	7.51	8	12	1.72	1.25	2.31	2.11	0.76	0.10	0.25	1 (1) plántula
Segundo	1	26.04	4.14	21.88	11	46	1.96	2.14	3.36	1.77	2.09	1.24	3.45	
Primero	3	34.26	3.49	30.75	10	39	1.00	2.02	1.37	0.44	0.62	0.70	0.55	2 (3) plántula
Segundo	3	37.61	4.22	33.35	11	25	1.35	2.41	3.18	1.91	2.00	1.15	0.96	
Primero	5	16.33	2.18	14.13	2	18	0.90	1.71	1.15	0.88	2.25	0.10	1.27	3 (5) plántula
Segundo	5	M	U	E	R	T	A	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Primero	7	17.22	1.27	15.90	8	28	1.07	2.10	0.75	1.17	1.35	1.75	1.15	4 (7) plántula
Segundo	7	M	U	E	R	T	A	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Primero	9	7.25	2.11	5.12	6	11	2.10	1.65	1.99	0.99	0.80	1.90	0.25	5 (9) plántula
Segundo	9	18.21	3.05	15.07	10	18	2.46	1.75	2.14	1.05	0.80	1.50	1.92	

Anexo Nº 15: Tratamiento 01 de *T. b.* Evaluación de plántulas en repique segunda evaluación, teniendo 30 días de crecimiento.

Mes de evaluación después de resementarlas	Primer Tratamiento T.B Código de Plántula	(Cm)			(Unidad)		Raíces secundarias (Cm)							NUMERO DE PLANTULA SEMBRADAS Y EVALUADAS EN EL SEGUNDO MES
		Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundaria	1	2	3	4	5	6	7	
Primero	1	45.35	3.12	42.19	10	35	1.55	0.50	2.17	1.66	2.15	0.95	1.25	1 (1) plántula
Segundo	1	41.77	3.16	38.57	10	21	1.73	1.28	1.45	0.76	1.25	2.10	2.98	
Primero	3	44.71	3.27	41.38	4	27	0.90	1.53	0.15	1.92	2.00	1.15	0.60	2 (3) plántula
Segundo	3	48.01	3.87	44.03	10	27	1.14	1.18	2.10	2.05	1.44	1.21	1.78	
Primero	5	15.35	2.67	12.66	10	31	0.50	0.21	0.95	2.10	2.04	2.17	0.38	3 (5) plántula
Segundo	5	17.79	2.63	15.11	9	47	4.10	3.96	2.81	1.99	2.70	2.52	3.06	
Primero	7	30.23	3.04	26.99	7	31	1.15	2.05	1.50	0.10	2.11	0.45	1.77	4 (7) plántula
Segundo	7	36.00	2.13	33.79	9	34	3.96	3.15	2.50	1.95	1.85	1.21	2.44	
Primero	9	36.71	3.11	33.57	10	22	1.90	0.10	2.01	2.19	2.20	2.11	2.25	5 (9) plántula
Segundo	9	33.72	2.31	31.39	9	38	1.90	2.45	2.00	1.87	2.60	2.71	2.64	

Anexo Nº 16: Tratamiento 02 de *T. b.* Evaluación de plántulas en repique segunda evaluación, teniendo 30 días de crecimiento.

Mes de evaluación después de resementarlas	Segundo Tratamiento T.B Código de Plántula	(Cm)			(Unidad)		Raíces secundarias (Cm)							NUMERO DE PLANTULA SEMBRADAS Y EVALUADAS EN EL SEGUNDO MES
		Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundarias	1	2	3	4	5	6	7	
Primero	1	24.01	3.19	20.77	10	49	2.18	1.15	1.99	3.05	1.96	2.31	3.09	1 (1) plántula
Segundo	1	27.41	3.81	23.55	10	49	4.40	4.31	3.80	2.75	2.05	1.99	2.76	
Primero	3	21.16	3.15	17.98	10	45	3.58	0.43	1.33	0.75	2.20	3.50	2.10	2 (3) plántula
Segundo	3	39.71	3.50	36.19	10	45	4.10	4.21	3.99	4.05	2.66	5.03	2.16	
Primero	5	31.46	3.65	27.79	8	29	3.07	2.38	1.71	2.21	0.99	1.05	2.02	3 (5) plántula
Segundo	5	25.90	3.40	22.47	8	26	1.90	1.81	1.94	2.10	2.55	5.03	2.16	
Primero	7	18.91	3.02	15.87	8	32	1.29	0.94	1.15	2.16	3.06	1.10	1.06	4 (7) plántula
Segundo	7	27.91	3.46	24.41	10	20	1.57	1.76	1.99	3.10	2.79	1.80	1.97	
Primero	9	46.93	3.47	43.41	8	30	1.15	1.15	1.50	2.15	1.79	1.50	1.25	5 (9) plántula
Segundo	9	51.83	3.09	48.66	10	22	0.90	1.20	1.91	2.43	0.99	1.91	1.41	

Anexo N° 17: Tratamiento 03 de *T. b.* Evaluación de las plántulas en repique segunda evaluación, teniendo 30 días de crecimiento.

Mes de evaluación después de resembrarlas	Tercer Tratamiento T.B Código de Plántula	(Cm)			(Unidad)		Raíces secundarias (Cm)							NUMERO DE PLANTULA SEMBRADAS Y EVALUADAS EN EL SEGUNDO MES
		Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundarias	1	2	3	4	5	6	7	
Primero	1	17.22	3.09	14.09	7	17	1.21	4.10	0.99	0.15	0.63	2.12	1.88	1 (1) plántula
Segundo	1	18.72	3.33	15.31	8	14	3.90	2.44	2.31	2.19	1.49	2.77	0.73	
Primero	3	36.15	4.04	32.03	8	15	2.24	0.81	0.25	1.27	2.11	1.15	1.20	2 (3) plántula
Segundo	3	31.79	4.10	27.58	9	21	3.18	3.46	2.73	2.45	1.73	1.19	0.99	
Primero	5	28.98	3.27	25.68	10	21	1.93	0.98	1.25	4.15	1.66	1.80	1.13	3 (5) plántula
Segundo	5	28.41	2.19	26.17	10	19	0.93	1.10	1.44	1.27	2.10	1.15	2.41	
Primero	7	10.26	2.75	7.47	6	22	1.11	1.26	3.96	1.95	3.21	1.17	3.17	4 (7) plántula
Segundo	7	19.90	2.18	17.66	6	20	1.10	1.91	2.13	1.84	1.20	1.95	1.11	
Primero	9	8.26	2.31	5.90	6	12	1.20	1.49	3.09	0.77	1.33	4.07	2.11	5 (9) plántula
Segundo	9	15.27	2.17	12.94	8	13	2.17	2.10	2.05	1.07	0.99	1.90	1.21	

Anexo N° 18: 4 Tratamiento de *T. b.* Evaluación de plántulas en repique segunda evaluación, teniendo 30 días de crecimiento.

Mes de evaluación después de resembrarlas	Cuarto Tratamiento T.B Código de Plántula	(Cm)			(Unidad)		Raíces secundarias (Cm)							NUMERO DE PLANTULA SEMBRADAS Y EVALUADAS EN EL SEGUNDO MES
		Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundarias	1	2	3	4	5	6	7	
Primero	1	17.44	2.28	15.10	2	16	0.10	0.86	1.20	1.00	0.99	2.15	1.50	1 (1) plántula
Segundo	1	16.20	3.34	12.81	10	17	2.05	1.83	2.77	1.05	1.17	0.25	0.31	
Primero	3	11.71	2.13	9.55	4	18	0.30	1.11	1.25	1.70	1.10	0.35	0.95	2 (3) plántula
Segundo	3	37.81	3.51	34.27	4	36	2.81	1.88	1.51	0.95	1.71	2.19	1.11	
Primero	5	24.08	1.99	22.02	6	13	0.75	1.15	0.10	1.79	1.00	0.25	2.27	3 (5) plántula
Segundo	5	37.21	2.22	34.91	4	28	1.15	1.83	1.42	1.27	2.39	1.09	1.53	
Primero	7	11.35	2.89	8.40	8	25	2.22	2.10	2.05	1.15	0.28	0.20	1.99	4 (7) plántula
Segundo	7	28.13	1.75	26.38	9	31	2.10	2.60	2.10	3.28	2.37	3.52	2.92	
Primero	9	5.34	2.00	3.28	6	9	1.05	1.15	0.57	0.10	0.35	1.05	1.25	5 (9) plántula
Segundo	9	22.38	2.29	20.09	4	19	0.92	1.92	2.29	1.98	0.91	2.50	1.22	

Anexo N° 19: Segunda evaluación, para el tratamiento control en la especie *T. b.* (*) Plántulas impares sacrificadas.

Tratamiento Control T.B Código de Plántula	(Cm)			(Unidad)		Raíces secundarias (Cm)							(g)		
	Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundarias	1	2	3	4	5	6	7	Peso fresco	Peso seco 100° x 12h	Peso papel
* 1	11.38	4.19	7.07	4	15	1.20	0.92	2.55	1.90	2.67	3.16	1.89	0.21	0.10	1.55
2	9.28	1.28	7.92	4	6	0.91	3.19	2.61	0.88	3.28	1.94	2.50			
* 3	37.72	2.37	35.28	8	29	1.29	2.08	2.10	1.90	1.35	2.79	1.60	0.18	0.10	1.60
4	35.27	2.99	32.17	8	13	2.17	1.35	2.76	1.49	2.50	1.10	1.50			
* 5	23.49	3.06	20.41	8	26	2.20	0.53	0.97	2.30	2.11	2.00	1.52	0.23	0.10	1.60
6	29.37	2.55	26.79	8	29	2.14	3.02	0.85	0.75	3.34	2.24	2.37			
* 7	18.79	1.27	17.44	4	17	0.91	1.16	2.44	1.05	1.99	1.09	2.62	0.21	0.10	1.60
8	19.15	2.11	16.99	8	12	1.09	0.60	2.05	0.25	1.50	1.22	3.92			
* 9	11.28	2.07	9.15	8	14	1.45	1.50	2.33	2.78	2.72	2.01	2.38	0.26	0.12	1.58
10	11.75	3.09	8.53	7	19	3.07	2.99	0.80	1.53	3.13	2.19	0.97			

Anexo N° 20: Segunda evaluación, para el tratamiento 01 en la especie *T. b.* (*) Plántulas impares sacrificadas.

Primer Tratamiento T.B Código de Plántula	(Cm)			(Unidad)		Raíces secundarias (Cm)							(g)		
	Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundarias	1	2	3	4	5	6	7	Peso fresco	Peso seco 100° x 12h	Peso papel
* 1	29.15	3.21	25.89	8	17	1.44	0.55	2.05	2.35	2.77	3.21	5.05	0.09	0.05	1.60
2	39.44	2.79	36.57	8	29	1.10	5.10	2.10	1.90	3.24	0.99	1.90			
* 3	49.21	3.56	45.61	8	31	2.35	1.25	1.95	2.19	1.13	0.20	1.25	0.27	0.17	1.61
4	37.17	2.50	34.59	8	45	2.27	0.92	2.65	2.74	1.21	1.52	1.80			
* 5	21.70	4.19	17.45	9	52	4.01	2.95	2.40	2.10	4.09	2.25	3.50	0.31	0.18	1.61
6	15.92	3.77	12.10	6	36	2.81	0.43	1.30	1.77	1.66	0.75	2.32			
* 7	40.99	3.16	37.76	4	33	0.99	5.24	2.12	1.29	1.03	2.39	2.89	0.25	0.16	1.61
8	18.93	2.58	16.29	4	48	1.75	2.00	3.17	1.91	1.48	3.18	2.19			
* 9	37.12	2.31	34.75	8	21	0.21	1.90	3.01	1.51	2.33	1.56	0.25	0.23	0.16	1.60
10	33.01	3.52	29.44	8	31	2.39	2.03	2.91	0.55	1.15	4.11	2.65			

Anexo N° 21: Segunda evaluación, para el tratamiento 02 en la especie *T. b.* (*) Plántulas impares sacrificadas.

Segundo Tratamiento T.B Código de Plántula	(Cm)			(Unidad)		Raíces secundarias (Cm)							(g)		
	Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundarias	1	2	3	4	5	6	7	Peso fresco	Peso seco 100° x 12h	Peso papel
* 1	25.91	3.72	22.14	10	38	1.99	2.90	0.75	2.95	1.29	1.18	3.55	0.30	0.15	1.55
2	33.52	3.21	30.28	10	33	1.41	1.16	0.99	1.12	2.40	2.10	2.29			
* 3	41.04	2.96	37.99	10	28	2.21	2.98	2.25	0.99	3.25	4.11	1.04	0.10	0.04	1.55
4	27.19	2.37	24.75	10	19	2.50	1.53	2.67	2.41	3.99	5.07	1.17			
* 5	21.27	3.44	17.76	8	37	1.70	2.15	3.31	4.09	1.91	2.25	2.75	0.19	0.08	1.59
6	31.33	4.52	26.73	10	41	0.29	1.52	1.29	4.27	0.66	1.78	2.13			
* 7	29.03	2.91	25.97	8	44	1.10	2.30	1.15	3.56	3.53	2.92	2.48	0.36	0.18	1.59
8	34.69	3.11	31.51	8	49	3.00	1.05	2.59	2.28	1.44	3.14	0.37			
* 9	24.21	4.05	20.09	10	51	0.25	3.00	4.05	1.05	1.50	2.22	1.40	0.30	0.15	1.60
10	47.99	3.83	44.11	10	33	3.17	2.49	4.17	2.12	1.17	1.19	1.10			

Anexo N° 22: Segunda evaluación, para el tratamiento 03 en la especie *T. b.* (*) Plántulas impares sacrificadas.

Tercer Tratamiento T.B Código de Plántula	(Cm)			(Unidad)		Raíces secundarias (Cm)							(g)		
	Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundarias	1	2	3	4	5	6	7	Peso fresco	Peso seco 100° x 12h	Peso papel
* 1	25.27	3.35	21.85	10	31	2.25	2.30	1.81	3.10	2.29	2.46	3.95	0.27	0.08	1.58
2	31.44	3.71	27.65	10	22	2.60	1.39	2.11	2.21	1.91	1.99	2.43			
* 3	35.76	3.90	31.77	9	21	0.19	1.00	5.01	2.27	4.40	2.13	1.12	0.18	0.06	1.55
4	27.81	2.99	24.73	8	17	5.10	2.19	3.58	4.01	1.55	1.82	0.50			
* 5	19.93	3.67	16.15	8	15	0.89	3.10	3.27	1.46	1.17	1.11	1.64	0.29	0.11	1.59
6	11.28	2.83	8.40	8	19	3.45	1.54	2.54	0.84	1.03	1.14	2.22			
* 7	41.63	2.55	39.01	10	32	2.76	1.21	2.77	2.15	2.63	2.44	2.10	0.35	0.12	1.62
8	33.77	4.01	29.68	8	25	1.94	0.17	2.20	2.70	2.33	3.82	1.04			
* 9	26.10	4.00	21.92	8	37	1.10	0.99	2.15	2.00	1.35	3.76	1.65	0.31	0.11	1.61
10	17.22	2.25	14.88	10	20	4.49	1.40	1.04	1.10	3.59	1.56	1.15			

Anexo Nº 23: Segunda evaluación, para el tratamiento 04 en la especie *T. b.* (*) Plántulas impares sacrificadas.

Cuarto Tratamiento T.B Código de Plántula	(Cm)			(Unidad)		Raíces secundarias (Cm)							(g)		
	Longitud total	Longitud tallo	Longitud de raíz	Nº de hojas	Nº de raíces secundarias	1	2	3	4	5	6	7	Peso fresco	Peso seco 100° x 12h	Peso papel
* 1	35.97	3.12	32.76	10	28	2.30	2.38	2.29	1.90	1.25	2.99	1.93	0.09	0.03	1.61
2	18.09	3.31	14.69	8	31	1.95	2.40	0.61	2.52	2.50	0.75	0.10			
* 3	31.42	2.62	28.73	8	27	2.63	1.19	3.11	1.64	2.14	1.35	0.39	0.12	0.05	1.61
4	22.28	3.11	19.08	6	16	1.41	1.08	1.20	0.18	1.16	1.24	3.22			
* 5	27.53	3.18	24.26	6	19	1.87	3.66	1.79	1.95	2.94	2.20	0.38	0.10	0.04	1.58
6	14.81	2.77	11.99	4	37	3.45	2.10	0.50	1.75	2.70	1.18	1.20			
* 7	37.47	3.45	33.98	6	27	1.09	4.51	3.15	1.69	1.72	2.44	1.91	0.32	0.17	1.61
8	19.70	2.30	16.36	6	19	2.17	1.38	2.16	2.41	4.66	0.90	1.70			
* 9	37.12	3.19	33.87	6	15	2.32	1.44	2.22	2.76	1.70	1.47	2.10	0.12	0.04	1.58
10	16.45	2.72	13.69	7	19	2.60	1.28	2.45	2.50	2.25	3.33	1.46			

Nota. En este trabajo de investigación se usan las abreviaturas

- **T. ch.** *Tabebuia chrysantha*
- **T. b.** *Tabebuia billbergii*
- **dpi** días posteriores a la inoculación.

Anexo 24: Anexos fotográficos



Foto N° 01. Las muestras y vasitos con sus respectivas plántulas, fueron rotuladas siguiendo un orden de evaluación según la fecha de inoculación para cada especie.



Foto N° 02. Longitud total de la plántula evaluada a los 30 primeros días de su germinación inicial.



Foto N° 03. Esta foto se muestra que para el conteo de las raíces secundarias se colocó la plántula en una placa con agua destilada y se procedió a contar y solo se evaluó las primeras 7 raíces secundarias.



Foto N° 04. Medición de la longitud del tallo, esto se hizo por cada plántula evaluada, tomando 10 plántulas como muestras.

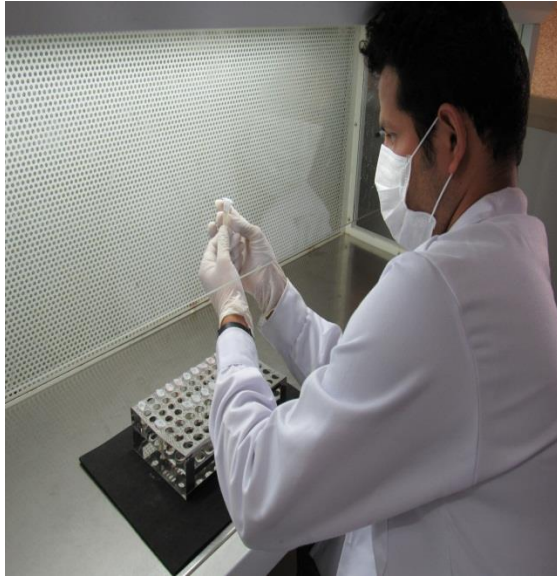


Foto N° 05. Reactivación de las cepas de *Tabebuia chrysantha* y *T. billbergii*.

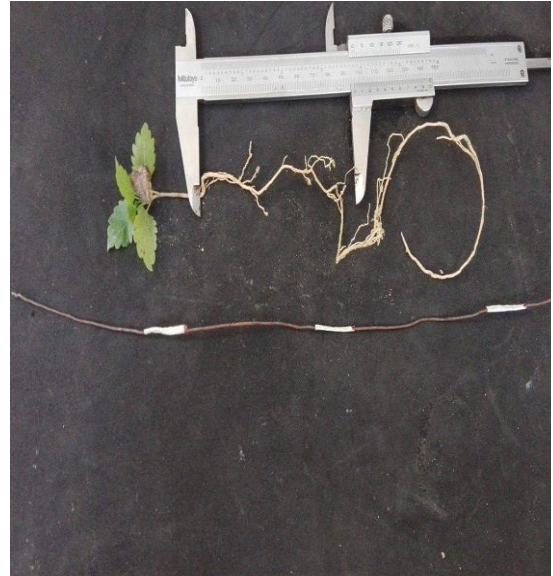


Foto N° 06. Para medir la totalidad de las raíz principal en utilizo un alambre graduado por cada 10 Cm.



Foto N° 07. Desarrollo de las raíces y hojas verdaderas en el segundo mes de evaluación en *T. billbergii* tratamiento 01.

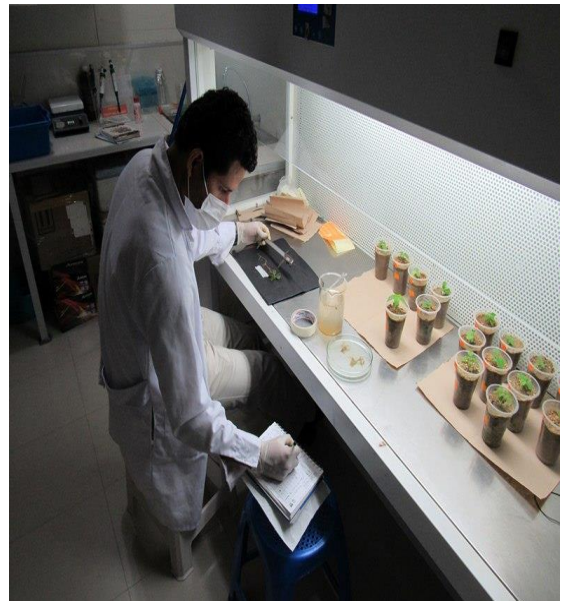


Foto N° 08. Toma de datos teniendo en cuenta los parámetros evaluados.

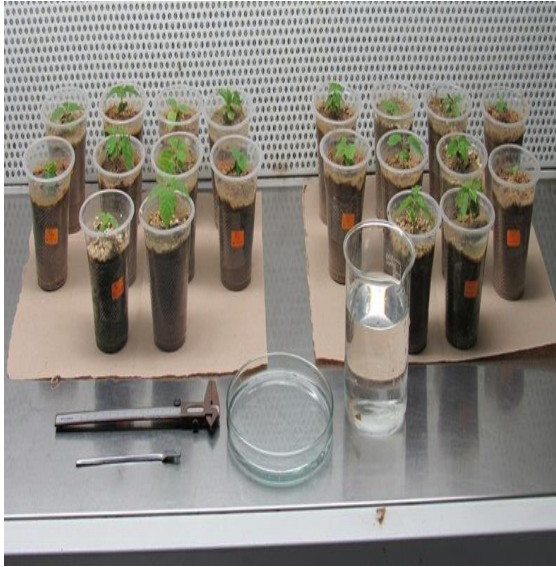


Foto N° 09. Preparación de la cámara de flujo y el material disponible para la evaluación final.



Foto N° 10. Plántula sacrificada para la evaluación del peso seco. En el primer mes (pares) y en el segundo mes (impares).



Foto N° 11. Evaluación de Peso fresco en la especie *T. billbergii*.



Foto N° 12. Prueba de compatibilidad bacteriana, se observa el halo inhibitorio en la cepa bacteriana codificada N° 7 sobre la N° 5.

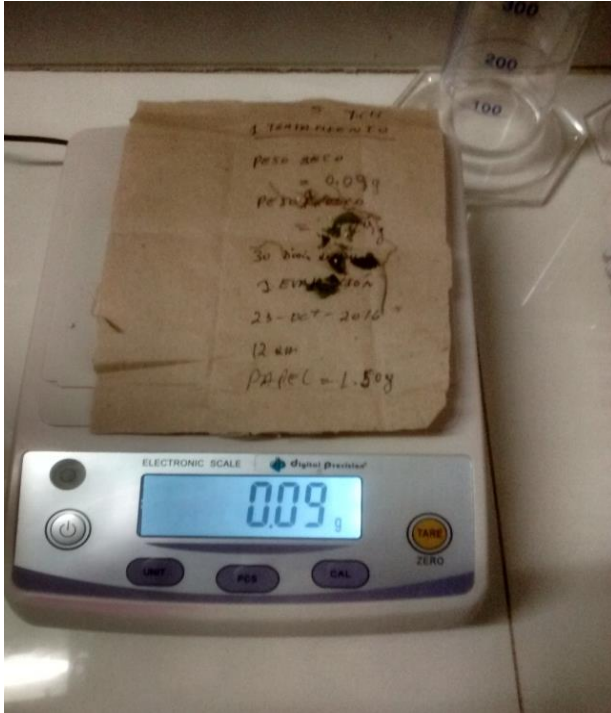


Foto N° 13. Peso seco del primer consorcio bacteriano o tratamiento 01 en la especie *T. chrysantha*.



Foto N° 14. Se utilizó la implementación acondicionada para los trabajos de laboratorio: guantes, guardapolvo y mascarilla.

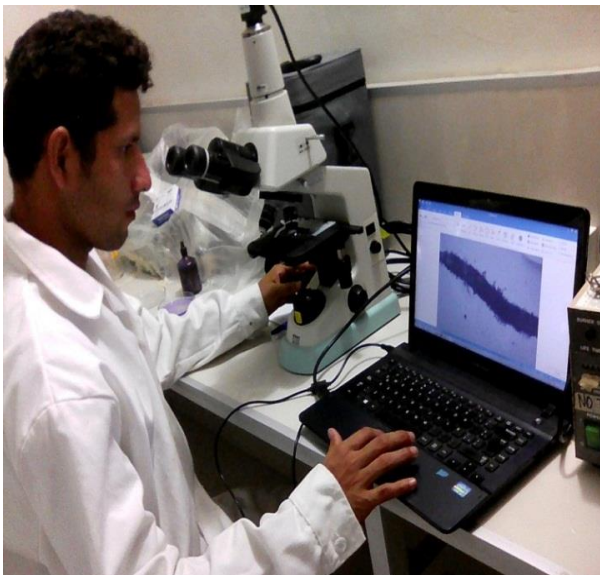


Foto N° 15. Observación de los pelos absorbentes en el microscopio óptico en las instalaciones de la empresa Inca Biotec.



Foto N° 16. Proceso de desinfección de las semillas, siguiendo el protocolo de desinfección con alcohol al 65% e hipoclorito de sodio al 0.5%.

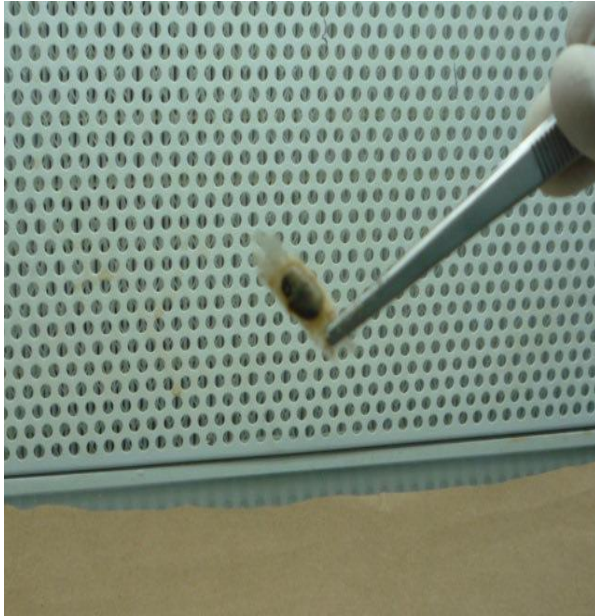


Foto N° 17. Semillas de *T. billbergii* desinfectadas con alcohol e hipoclorito de sodio lista para su respectiva inoculación.



Foto N° 18. Raíz principal del control de la especie *T. billbergii* en el primer mes de evaluación.

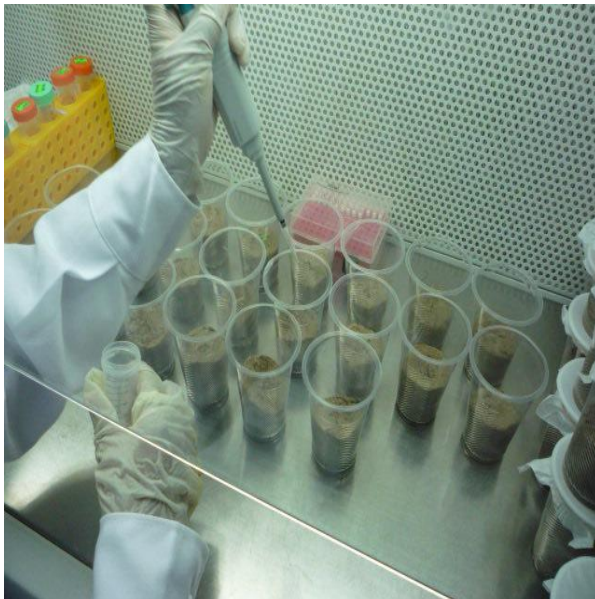


Foto N° 19. Aplicación del inoculo a cada consorcio o tratamiento bacteriano en las dos especies en estudio con el sustrato estéril.



Foto N° 20. Se selló cada vasito con bolsas plásticas con el inoculo correspondiente para evitar la contaminación del trabajo de investigación.



Foto N° 21. Un pote de 10 plántulas fue separado para cada tratamiento.



Foto N° 22. Evaluación de las plántulas a nivel del tallo con un vernier manual.



Foto N° 23. Raíces secundarias obtenidas del segundo consorcio en la especie *T. billbergii* en el segundo mes de evaluación 28 de Diciembre 2016.



Foto N° 24. En algunas plántulas de *T. billbergii* se encontraron unas pequeñas desviaciones en la arquitectura de la raíz principal.



Foto N° 25. Área de microscopía en los ambientes de la empresa Inca`Biotec realizando una tinción de 15 minutos con azul violeta.



Foto N° 26. Realizando el último proceso para la toma de datos para los pelos absorbentes.

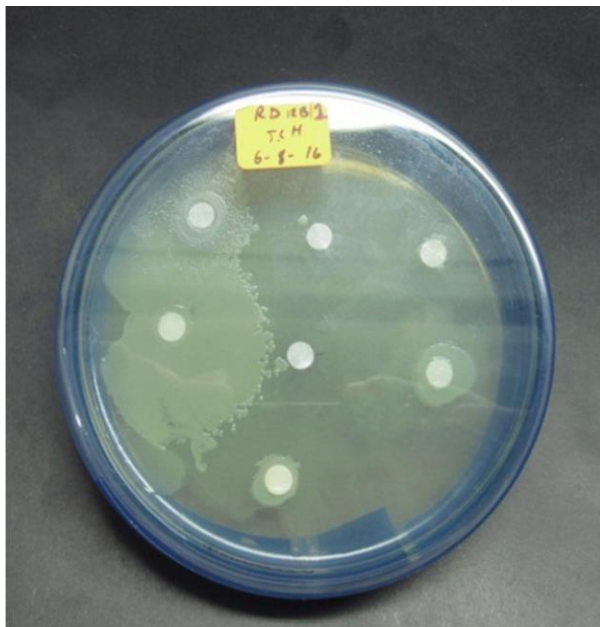


Foto N° 27. Prueba de compatibilidad bacteriana para la especie *T. chrysantha*: código con la cepa bacteriana RS 12B.

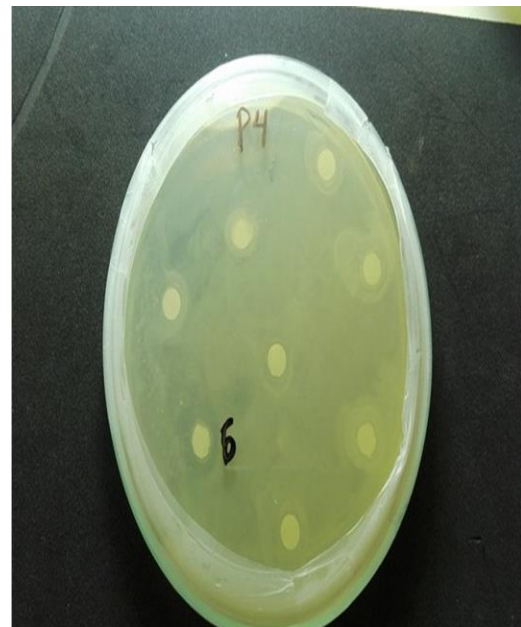


Foto N° 28. Prueba de compatibilidad bacteriana para la especie *T. billbergii*: código con la cepa bacteriana STB 12D.

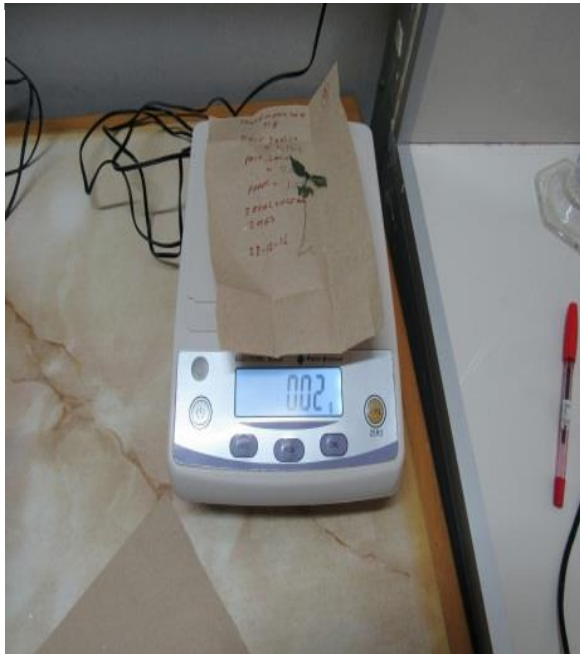


Foto N° 29. Peso seco, tratamiento control *T. billbergii*: código de plántula 3.



Foto N° 30. Peso fresco, tratamiento control *T. billbergii*: código de plántula 3.



Foto N° 31. Plántula evaluada a nivel de la raíz, tratamiento control en la especie *T. chrysantha*: código de plántula 5.



Foto N° 32. Plántula evaluada a nivel del tallo, tratamiento 01 en la especie *T. chrysantha*: código de plántula 5