



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA DE RIZOBACTERIAS
AISLADAS DE *Clitoria ternatea***

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Suárez Roca Marco Josué

LA LIBERTAD, DICIEMBRE 2025



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA DE RIZOBACTERIAS
AISLADAS DE *Clitoria ternatea***

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Suárez Roca Marco Josué

Tutor: Blgo. Javier Soto Valenzuela, Ph.D.

LA LIBERTAD, DICIEMBRE 2025

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **MARCO JOSUÉ SUÁREZ ROCA** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 08/12/2025

Ing. Lenni Ramírez Flores, MSc.
DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Ferdinand Cruz Méndez, Mgt.
PROFESOR ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Blgo. Javier Soto Valenzuela, Ph.D.
PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D.
PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Washington Perero Vera, MSc.
ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIO

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Dios quien no me dejó desfallecer, brindando fuerzas, sabiduría y apoyo en todo este periodo académico.

Al Blgo. Javier Soto Valenzuela, PhD., tutor de mi trabajo de investigación, por brindarme todo su apoyo, conocimiento y tiempo para poder culminar de la mejor manera este trabajo.

A los Ing. Anthony Perero y Kelly Pin quienes no me dejaron solo en ningún momento, agradezco de todo corazón por su tiempo y apoyo que me brindaron muy generosamente.

A mis padres, Marco Suárez y Victoria Roca por ser ese pilar fundamental en mi vida.

Agradecer su confianza, apoyo incondicional y sobre todo el esfuerzo que hicieron constantemente para seguir logrando esta etapa académica. A mis hermanas Priscila, Laura y Magdalena por apoyarme en todo, por su cariño y las palabras de aliento de seguir adelante.

A mis amig@s Tamara, Pin, Méndez, Dennisse, Paredes, Alexis, Katty y Mayito por brindarme su amistad y apoyo tanto dentro como fuera del laboratorio. Gracias por hacer de estos años de estudios, experiencias inolvidables.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo especialmente a Dios por darme vida, fé y perseverancia para culminar esta etapa y mi formación profesional. Gracias por no dejarme desfallecer y por mostrarme que con fé todo se puede lograr. A mis padres Marco Suárez y Victoria Roca por su apoyo incondicional, por su gran esfuerzo que realizan día a día, por sus sabios consejos en cada decisión que debía tomar, por inculcarme los valores que han formado la persona que soy. A mis hermanas, Laura, Priscila y Magdalena por su constante apoyo físico y emocional, y por motivarme siempre seguir adelante hasta alcanzar esta meta. A mis compañeros de cuatro patas, Nazly, Stay y Copita quienes con sus miradas y su alegría me dieron fuerzas cuando el cansancio me vencía, gracias por levantarme el ánimo y recordarme que siempre hay motivos para sonreír. Mención final a mi chicle Tamara Borbor unas de las amistades más lindas que me brindo la universidad, gracias por apoyarme en todas las situaciones posibles y sobre todo la paciencia que me tuvo en todo este periodo académico, gracias por todo.

RESUMEN

La presente investigación se enfoca en la caracterización bioquímica de las rizobacterias aisladas de *Clitoria ternatea* en el Centro de Apoyo Manglaralto – UPSE, provincia de Santa Elena, para su consideración como Rizobacterias Promotoras del Crecimiento de las plantas (PGPR). El objetivo de este trabajo fue caracterizar rizobacterias de la colección de cepas del Centro de Investigaciones Biotecnológicas (CEB-UPSE), realizado en dos fases: a nivel in vitro en pruebas que incluyeron tinción de Gram, catalasa, capacidad de virar el medio LMA-ABT; así como también pruebas de crecimiento en niveles de pH, salinidad y resistencia a los antibióticos. Mientras que, la fase vivero incluyó la inoculación de semillas en tres variedades de frijoles evaluando variables como porcentaje de germinación, longitud parte aérea, longitud radicular, número de hojas, ancho y largo de hojas; así como la presencia de nódulos evaluados a los 10, 15 y 30 días, respectivamente. Encontrando resultados significativos en los tratamientos T8 MCT 105R3B, T7 MCT 103R1A, T3 MCT 105R1A, T4 MCT 103R3B y T6 MCT 105R3C. Los cuales, mediante análisis clúster sugieren características potenciales de PGPR a tres de las siete cepas estudiadas.

Palabras claves: Bioestimulante, Cepas, In Vitro, Vivero, Nódulos, Rizobacterias.

ABSTRACT

The present research focuses on the biochemical characterization of the rhizobacteria isolated from *Clitoria ternatea* at the Manglaralto Support Center – UPSE, province of Santa Elena, for consideration as Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR). The objective of this work was to characterize rhizobacteria from the collection of strains of the Center for Biotechnological Research (CEB-UPSE), carried out in two phases: at the in vitro level in tests that included Gram staining, catalase, ability to turn the AML-ABT medium; as well as growth tests on pH levels, salinity, and antibiotic resistance. Meanwhile, the nursery phase included the inoculation of seeds in three varieties of beans evaluating variables such as germination percentage, aerial part length, root length, number of leaves, width and length of leaves; as well as the presence of nodules evaluated at 10, 15 and 30 days, respectively. Significant results were found in the treatments T8 MCT 105R3B, T7 MCT 103R1A, T3 MCT 105R1A, T4 MCT 103R3B and T6 MCT 105R3C. These, through cluster analysis, suggest potential characteristics of PGPR to three of the seven strains studied.

Keywords: Biostimulant, Strains, In Vitro, Nursery, Nodules, Rhizobacteria.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado “**CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA DE RIZOBACTERIAS AISLADAS DE *Clitoria ternatea***” y elaborado por **Marco Josué Suárez Roca**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".

Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
Problema Científico.....	3
Objetivos.....	3
Objetivo General:	3
Objetivos Específicos:	3
Hipótesis	3
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1 Comunidades microbianas rizosféricas	4
1.2 Producción de cepas con características PGPR.....	4
1.3 Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal.....	4
1.3.1 Mecanismos directos.....	4
1.3.2 Mecanismos indirectos.....	5
1.4 Sistemas de producción agropecuaria	5
1.5 Pruebas fisiológicas, microbiológicas y fisicoquímicas	6
1.5.1 Catalasa	6
1.5.2 Tinción de Gram	7
1.5.3 pH.....	7
1.5.4 Salinidad	7
1.5.5 ANTIMIC	7
1.5.6 Inoculación de semillas.....	8
1.6 Producción de leguminosas.....	8
1.6.1 Clasificación de Las leguminosas	8
1.6.2 Según sus usos	8
1.7 Composición nutricional	9
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	10
2.1 Caracterización del área	10
2.2 Materiales, equipos y reactivos.....	10
2.2.1 Material biológico.....	10
2.2.2 Material de laboratorio.....	10
2.2.3 Equipos de laboratorio	11
2.2.4 Reactivos para medios de cultivo	11
2.4 Tipo de investigación	13
2.5 Diseño de investigación	13
2.5.1 Diseño experimental	13
2.6 Manejo del experimento.....	14
2.6.1 Esterilización de materiales y reactivación de cepas	14
2.6.2 Pruebas morfo-bioquímicas	15
2.6.3 Pruebas fisiológicas	15
2.6.4 Screening biológico	16
2.7 Parámetros evaluados	17
2.7.1 Morfo-bioquímicos y fisiológicos de bacterias.....	17
2.7.2 Screening biológico a los ocho días.....	19
2.7.3 Variables morfológicas a los quince días.....	19
2.7.4 Variables morfológicas a los treinta días	20
2.8 Análisis estadístico de los resultados.....	20
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
3.1 Pruebas morfo-bioquímicas.....	21

3.1.1	Resultados del crecimiento de las bacterias en tres niveles de pH	23
3.1.2	Resultados del crecimiento de las bacterias en tres concentraciones de salinidad	24
3.1.3	Resultados de la prueba de antibióticos en bacterias PGPR	25
3.2	Screening biológico en tres variedades de frijoles	26
3.2.1	Resultados de las variables morfológicas a los 10 días	26
3.2.2	Resultados de las variables morfológicas a los quince días.....	28
3.2.3	Resultado de las variables morfológicas a los treinta días.....	29
3.2.4	Presencia de nódulos en las tres variedades de frijoles.....	31
3.2.5	Análisis clúster de pruebas fisiológicas y efecto de cepas bacterianas tipo PGPR en cultivos de leguminosas.....	32
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	33
	Conclusiones.....	33
	Recomendaciones.....	33
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Esquema ANOVA.....	14
Tabla 2. Descripción de tratamientos a nivel vivero.....	14
Tabla 3. Rango para evaluar el diámetro de crecimiento de las cepas en tres niveles de pH	18
Tabla 4. Rango para evaluar el diámetro de crecimiento de las cepas en tres niveles de salinidad ..	18
Tabla 5. Rango para medir el halo de inhibición de bacterias en antibiograma	18
Tabla 6. Características morfo-bioquímica de las cepas estudiadas.....	21
Tabla 7. Diámetro del crecimiento de cepas en tres niveles de pH (mm)	23
Tabla 8. Diámetro del crecimiento de cepas en concentraciones de NaCl (mm)	24
Tabla 9. Diámetro del halo de inhibición frente a cuatro antibióticos (mm).....	25
Tabla 10. Efecto de la inoculación a los diez días	26
Tabla 11. Efecto de la inoculación a los quince días	28
Tabla 12. Efecto de la inoculación a los treinta días.....	30
Tabla 13A. Promedio de nódulos formados en las tres variedades de frijoles	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Prueba de reacción a la catalasa	22
Figura 2. Capacidad de viraje del medio LMA-ABT	22
Figura 3. Crecimiento de cepas en diferentes niveles de pH	23
Figura 4. Prueba de crecimiento en diferentes concentraciones de NaCl	24
Figura 5. Crecimiento del halo de inhibición en la prueba de antibiograma.....	25
Figura 6. Efecto de la inoculación de PGPR en semillas de frijoles	27
Figura 8. Análisis clúster del efecto de las cepas en tres variedades de frijoles.....	32
Figura 7. Análisis clúster en las pruebas fisiológicas de las siete cepas bacterianas.....	32

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1A.** Reactivación de bacterias
- Anexo 2A.** Purificación de bacterias en LMC
- Anexo 3A.** Tinción de Gram
- Anexo 4A.** Inoculación de semillas de frijoles
- Anexo 5A.** Cultivo de leguminosas en vivero
- Anexo 6A.** Variables morfológicas
- Anexo 7A.** Porcentaje de germinación a los diez días
- Anexo 8A.** Longitud aérea a los diez días
- Anexo 9A.** Longitud radicular a los diez días
- Anexo 10A.** Resultados de las variables morfológicas a los quince días
- Anexo 11A.** Resultados de las variables morfológicas a los treinta días
- Anexo 12A.** Efectos de la inoculación de PGPR en variables morfológicas: porcentaje de germinación, longitud parte aérea y longitud radicular a los diez días
- Anexo 13A.** Efectos de la inoculación de PGPR en variable morfológicas: longitud radicular, diámetro del tallo, longitud parte aérea, número de hojas, ancho de hojas y largo de hojas a los quince días
- Anexo 14A.** Efectos de la inoculación de PGPR en variable morfológicas: longitud radicular, diámetro del tallo, longitud parte aérea, número de hojas, ancho de hojas y largo de hojas a los treinta días
- Anexo 15A.** Descripción de análisis de la varianza en el cultivo de frijol rojo
- Anexo 16A.** Descripción del análisis de la varianza en el cultivo de frijol canario
- Anexo 17A.** Descripción del análisis de la varianza en el cultivo de frijol caupí morado

INTRODUCCIÓN

El suelo alberga una gran diversidad de microorganismos que pueden mejorar significativamente la capacidad de las plantas para acceder a nutrientes esenciales para su crecimiento. La cantidad y el tipo de microorganismos presentes varían según la composición, textura y humedad del suelo. Actualmente, se estima que hay alrededor de 3,000 especies descritas de bacterias y 69,000 especies de hongos (Angulo *et al.*, 2014).

Numerosas especies de bacterias, en su mayor parte asociadas con la rizósfera, se las denomina rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal en inglés, *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). El uso de PGPR es una forma potencial de disminuir el impacto ambiental negativo resultante del uso excesivo de fertilizantes químicos, pesticidas y herbicidas. Este término fue definido por primera vez por describir las bacterias del suelo que colonizan la rizosfera de las plantas, creciendo dentro, sobre o alrededor de los tejidos vegetales que estimulan el crecimiento de las plantas mediante varios mecanismos (dos Santos *et al.*, 2020).

Estas PGPR colonizan activamente el sistema radicular para favorecer y mejorar su crecimiento y rendimiento; representan alrededor del 2 al 5 % de las bacterias rizosféricas. Sus siglas hacen referencia a todas las bacterias que son capaces de mejorar el crecimiento de las plantas a través de uno o más mecanismos. Los géneros de bacterias PGPR más reportados incluyen *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* y *Serratia* (Moreno *et al.*, 2018).

En este trabajo se caracterizaron 7 cepas de rizobacterias aisladas del cultivo *C. ternatea*, empleando varias técnicas de reactivación, caracterización e inoculación; en este último para tres tipos de semillas de leguminosas de importancia para la agricultura convencional y forestal para la zona de estudio.

Problema Científico

¿Qué características bioquímicas presentan las rizobacterias aisladas de *Clitoria ternatea* y cuál es su potencial como promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) en condiciones controladas?

Objetivos

Objetivo General:

- ❖ Caracterizar bioquímicamente cepas de rizobacterias aisladas de *Clitoria ternatea* y evaluar su potencial como promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) en condiciones controladas.

Objetivos Específicos:

- Determinar el comportamiento de las cepas aisladas de *C. ternatea*, frente a las pruebas bioquímicas.
- Evaluar el efecto de las cepas aisladas de *C. ternatea*, sobre la germinación y desarrollo inicial de tres variedades de frijoles.
- Sugerir las mejores cepas con características tipo PGPR, obtenidas de los resultados de las fase in vitro y vivero.

Hipótesis

Las rizobacterias aisladas de *Clitoria ternatea* presentan características bioquímicas compatibles con su clasificación como promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) y, al ser inoculadas, mejoran la germinación y el desarrollo inicial de las plantas en condiciones controladas.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 *Comunidades microbianas rizosféricas*

La rizósfera es una zona de abundante actividad microbiana localizada cerca las raíces de las plantas. La comunidad microbiana del suelo está conformada principalmente por tres grandes grupos de organismos: bacterias, hongos y protistas, que cumplen diversas funciones en la formación y conservación del suelo (De Souza, 2022).

Las comunidades microbianas del suelo son determinadas por la ubicación geográfica y los factores físico-químicos. La naturaleza química de los exudados radiculares es considerada el elemento más determinante en el ensamble de las comunidades microbianas, lo cual se debe a que estas secreciones generan un ambiente selectivo altamente competitivo mediado por el potencial para ser metabolizados (Lizarazo y Gómez, 2015).

1.2 **Producción de cepas con características PGPR**

Los microorganismos de la rizosfera son beneficiosos para los cultivos pueden clasificarse en dos categorías: las bacterias simbióticas, las especies de *Rhizobium* son las más estudiadas. Estos mecanismos de interacción entre cultivos y microorganismos tienen el potencial de mejorar significativamente el rendimiento de los cultivos en condiciones específicas; las bacterias autótrofas suelen encontrarse cerca del sistema radicular. Además, se las denominan colectivamente rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR). Los géneros más estudiados incluyen *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Enterobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Acetobacter* (Liu *et al.*, 2025).

1.3 **Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal**

En la actualidad, se discuten dos tipos de mecanismos: directos e indirectos. Los mecanismos directos son aquellos mediante los cuales las rizobacterias favorecen el crecimiento vegetal a través de la producción de fitohormonas o la solubilización de minerales. Por otro lado, los mecanismos indirectos promueven el crecimiento al reducir o suprimir enfermedades. Nos referiremos a estos mecanismos como biofertilización y biocontrol, respectivamente (Lopera y Rodríguez, 2023).

1.3.1 *Mecanismos directos*

- Fijación biológica de nitrógeno
- Solubilización de fosfatos
- Regulación del crecimiento vegetal y síntesis de auxinas

1.3.2 Mecanismos indirectos

- Producción de sideróforos
- Controladores de estrés, regulación de los niveles de etileno en la planta.
- Resistencia sistémica inducida.

1.4 Sistemas de producción agropecuaria

Estos microorganismos son conocidos PGPR por sus siglas en inglés. Dentro de estas bacterias se incluyen especies de géneros como *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* y *Enterobacter* entre otros. Los mecanismos que utilizan estas bacterias para favorecer el crecimiento de las plantas pueden dividirse en directos e indirectos (Ochoa *et al.*, 2022).

- ***Arthrobacter***: un género bacteriano, presente en diversos rangos de temperatura y altitud, se encuentra en entornos que van desde áreas <contaminadas hasta suelos agrícolas, lo que lo posiciona como un candidato prometedor para la biorremediación. Además, promueven el crecimiento de las plantas en condiciones adversas, lo que las convierte en aliadas clave en los agroecosistemas y una herramienta valiosa para fomentar la agricultura sostenible (Roy y Kumar, 2020).
- ***Azospirillum***: Este género contribuye a la fijación biológica de nitrógeno, promoviendo un crecimiento vegetal más saludable y un mayor rendimiento, al mejorar el desarrollo radicular, la absorción de nutrientes y la tolerancia al estrés en cultivos como trigo y soya. Además, produce fitohormonas que estimulan el crecimiento destacando su potencial para optimizar la agricultura (Newton *et al.*, 2024)
- ***Azotobacter***: El género *Azotobacter*, es una de las bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre. Además, producen fitohormonas, como giberelinas, ácido indol acético y citoquininas, que estimulan el crecimiento de las plantas y mejoran la disponibilidad de nutrientes para la absorción de las raíces a través de una mejor solubilidad de los nutrientes y una mayor fotosíntesis (Ali *et al.*, 2025).
- ***Bacillus***: es una bacteria cosmopolita que se encuentra en una amplia variedad de ambientes, incluido el suelo rizosférico. Este género promueve el crecimiento vegetal mediante diversos mecanismos, como la producción de

precursores de fitohormonas, la solubilización de fosfatos y la producción de sideróforos. Además, actúan como agentes de biocontrol, Este género también puede emplearse en conjunto con otras bacterias biocompatibles, como las especies fijadoras de nitrógeno *Azospirillum* y *Azotobacter*, formando consorcios bacterianos que mejoran la fertilidad del suelo (Kashyap *et al.*, 2019).

- ***Pseudomonas***: *Pseudomonas fluorescens* es una bacteria promotora del crecimiento vegetal que moviliza fosfatos, produce sideróforos y fitohormonas. Además, mejora la biomasa y el desarrollo radicular en cultivos como *Brachiaria* y tomate (Ai *et al.*, 2025).
- ***Rhizobium***: El género *Rhizobium* juega un papel importante dentro de las PGPR al secretar hormonas como ácido indol acético, ácido giberélico y citoquininas, que favorecen el desarrollo de las plantas y la formación de nódulos radiculares. Además, su diversidad y taxonomía, junto con sus múltiples características promotoras, contribuyen significativamente a la salud del suelo y la producción sostenible de cultivos (Verma *et al.*, 2020).
- ***Enterobacter***: El género *Enterobacter*, perteneciente a la familia Enterobacteriaceae dentro de la clase Gammaproteobacteria. Estas bacterias favorecen el crecimiento vegetal mediante la fijación de nitrógeno, mejora la absorción de nutrientes, la solubilización de fosfatos inorgánicos, la producción de hormonas vegetales, además de proteger a las plantas contra patógenos (Khalifa, 2020).

1.5 Pruebas fisiológicas, microbiológicas y fisicoquímicas

1.5.1 Catalasa

El peróxido de hidrógeno, un subproducto del metabolismo celular en numerosos organismos vivos, desempeña una función protectora contra microorganismos patógenos, especialmente anaerobios; en este proceso interviene la catalasa, una enzima que facilita la descomposición del peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en agua y oxígeno, evitando así la acumulación nociva de H_2O_2 , que es el producto final del metabolismo aeróbico de carbohidratos y resulta tóxico para las bacterias; por ello, la mayoría de las bacterias aerobias y anaerobias facultativas sintetizan esta enzima para protegerse eficazmente. Un resultado positivo se manifiesta con la aparición de burbujas (Lozano *et al.*, 2022).

1.5.2 Tinción de Gram

La base de la tinción de Gram radica en las diferencias que existen en la estructura y composición de la pared celular entre distintos tipos de bacterias. Las bacterias llamadas Gram + cuentan con una pared celular gruesa, formada en gran parte por peptidoglicano y con muchos enlaces de ácido teicoico, por lo que después de aplicar la tinción de Gram se observan de color violeta bajo el microscopio. En cambio, las bacterias Gram - tienen una pared más delgada de peptidoglicano que está unida a una membrana externa compuesta por lípidos y proteínas (Casasola, 2022).

1.5.3 pH

El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutro o alcalino, por medio del cálculo del número de iones de hidrógeno presentes. Los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es alcalino (Canaza y Mamani, 2020).

El pH es un grado de acidez. Algunas bacterias pueden desarrollarse en condiciones de pH bajo, alrededor de 3.0, aunque el rango óptimo para la mayoría de ellas se sitúa entre 6.0 y 8.5. Solo unas pocas especies bacterianas prefieren un pH superior a 8.5.

Además, ciertas bacterias tienen la capacidad de virar el pH del medio en el que crecen mediante los productos que generan durante su metabolismo (Gésime, 2019).

1.5.4 Salinidad

La salinidad indica la cantidad total de sales disueltas presentes en el suelo o en su solución, y afecta la estructura del suelo, limita la acumulación de materia orgánica y el desarrollo de cultivos. Debido a esto, se han realizado investigaciones para encontrar y aplicar microorganismos adaptados a estos ambientes, como las bacterias halófilas, que prosperan en condiciones salinas (Tang y Wang, 2021).

1.5.5 ANTIMIC

La evolución de las bacterias sigue un proceso darwiniano: ante la presencia de antibióticos, sobreviven aquellas que mejor se adaptan. Esta adaptabilidad se debe a la plasticidad genética de las bacterias y su rápida replicación. El avance de la resistencia bacteriana a los antibióticos es inevitable, se puede retrasar. La resistencia puede ser reversible cuando es rara, pero si se vuelve común, es difícil de controlar (Alós, 2015).

1.5.6 Inoculación de semillas

El uso de microorganismos como bioinoculantes ha ganado relevancia porque pueden ayudar a las plantas con un mejor crecimiento, mejorar la calidad del suelo y combatir enfermedades que se transmiten por este medio. Una práctica común es la inoculación de leguminosas, que consiste en aplicar bacterias fijadoras de nitrógeno en las semillas (Sarti *et al.*, 2024).

1.6 Producción de leguminosas

Las leguminosas agrícolas y de conservación que se emplean en todo el mundo destacan por su capacidad de adaptarse a distintos factores bióticos y abióticos. Sin embargo, las leguminosas tienen una función principal, la de fijar nitrógeno atmosférico gracias a la relación simbiótica que establecen con bacterias especiales en sus raíces, lo que evita el uso de fertilizantes químicos (Muir *et al.*, 2025).

1.6.1 Clasificación de Las leguminosas

1.6.1.1 Según sus características

Las leguminosas son la segunda familia de plantas cultivadas más importante, después de las gramíneas o Poaceae, que incluyen los cereales. Las leguminosas de grano constituyen el 27% de la producción agrícola mundial y aportan el 33% de la proteína en la dieta humana. Además, las gramíneas y leguminosas forrajeras son esenciales para la alimentación animal debido a su alto valor nutricional. Entre las leguminosas cuentan con, soja (*Glycine max* L.), frijoles y habas (varias especies de *Phaseolus* L. y *Vicia faba* L.), maní (*Arachis hypogaea* L.), garbanzos (*Cicer arietinum* L.), así como cultivos forrajeros importantes en climas templados y tropicales, como la alfalfa (*Medicago sativa* L.) y los tréboles (*Trifolium* L.) (Foresto, 2022).

1.6.2 Según sus usos

Las especies de plantas de esta familia se distinguen por su amplia variedad de usos agrícolas, lo que da lugar a diversas categorías económicas. Entre estas categorías, encontramos plantas con usos significativos como alimenticias, forrajeras, oleaginosas, tintóreas, curtientes, forestales, textiles, melíferas, medicinales, insecticidas y ornamentales (Akchaya *et al.*, 2025).

1.7 Composición nutricional

Las leguminosas, son reconocidas por su alto valor nutricional, ya que contienen entre un 19% y 36% de proteínas. Además de su contenido proteico, las leguminosas aportan aminoácidos esenciales, carbohidratos complejos y fibra dietética, que contribuyen a una digestión saludable y proporcionan energía sostenida. En cuanto a micronutrientes, contienen diversas vitaminas del grupo B y minerales como hierro, magnesio y potasio, indispensables para múltiples funciones biológicas y el buen estado general del organismo (Quispe, 2025).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización del área

El presente trabajo de investigación se realizó en condiciones controladas, en el laboratorio de análisis químicos y microbiológicos que pertenece al Centro de Investigaciones Biotecnológicas (CEB) de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), ubicada en la latitud sur 2°14'01.5", longitud oeste 80°52'33.6".

2.2 Materiales, equipos y reactivos

2.2.1 Material biológico

El material biológico para la ejecución de este trabajo fueron siete cepas de la colección de microorganismos del CEB-UPSE, aisladas de la rizosfera de cultivos de leguminosas del Centro de Apoyo Manglaralto (UPSE).

2.2.2 Material de laboratorio

- Micropipetas de 1000µl, 200µl y 10µl
- Puntas de micropipetas de 1000µl, 200µl y 10µl
- Cajas Petri de vidrio y plástico
- Papel toalla
- Toallas absorbentes reutilizables
- Contenedores desechables (bandeja)
- Espátula
- Guantes de nitrilo
- Mascarilla
- Parafilm
- Papel aluminio
- Porta y cubre objetos
- Mechero de alcohol y bunsen
- Semillas de cultivos vegetales (Frijol rojo, Frijol canario, Frijol caupí morado)
- Luna de reloj
- Tiras indicadoras de pH 13
- Beakers 250 mL y 500 mL

- Matraces Erlenmeyer 250 mL, 500mL y 1L
- Probeta 100 mL
- Alcohol

2.2.3 *Equipos de laboratorio*

- Balanza analítica
- Autoclave
- Cámara de flujo laminar
- Incubadora
- Refrigeradora
- Ultracongelador
- Agitador
- Microscopio
- Estereoscopio
- Calibrador Vernier
- Espectrofotómetro

2.2.4 *Reactivos para medios de cultivo*

- Medio extracto de levadura-Manitol-Agar (LMA y LMC)
- Reactivos para Tinción de Gram (Cristal violeta, Lugol, Safranina)
- Reactivos para Catalasa (Peróxido de hidrogeno)
- Reactivos para prueba de pH (Ácido clorhídrico, Hidróxido de sodio)
- Medio de cultivo (LMARC, con rojo congo)
- Medio de cultivo Azul de Bromotimol (LMA-ABT)
- Cloruro de Sodio
- Sulfato de magnesio
- Fosfato de potasio
- Solución de sacarosa
- Antibióticos (Tetraciclina, Amoxicilina, Penicilina y Ciprofloxacina)

2.4 Tipo de investigación

La investigación tiene un enfoque experimental de carácter científico, ya que las variables de estudio se manipularon directamente. Se llevó a cabo una caracterización morfológica y bioquímica, incluyendo la evaluación de la germinación, el crecimiento radicular en leguminosas, así como el desarrollo de pre-nódulos y nódulos.

2.5 Diseño de investigación

Para lograr el objetivo de este trabajo se realizó la reactivación de las cepas bacterianas. Luego la caracterización morfológica y bioquímica que consistió en pruebas de crecimiento en LMA, LMC, LMARC y LMA-ABT; tres niveles de pH y cuatro niveles de NaCl; y, prueba de antibiograma con cuatro antibióticos. Seguido de la medición de la capacidad promotora del crecimiento vegetal (PGPR), en tres tipos de frijoles según lo descrito en la metodología.

2.5.1 Diseño experimental

Este trabajo de investigación abarcó dos fases, in vitro y vivero. La fase in vitro donde se realizó la caracterización morfológica y bioquímica de las rizobacterias aisladas del cultivo *Clitoria ternatea*, considerando a cada caja Petri una unidad experimental.

Los experimentos de la fase vivero incluyeron tratamientos con siete cepas reactivadas, incluyendo dos controles sin inoculación (Agua destilada y Yara Vita), cada unidad experimental fue una maceta, con cuatro repeticiones por tratamiento (Tablas 1 y 2). Se aplicaron medias y análisis de correlación, utilizando un diseño experimental completamente al azar (DCA), cuyo modelo lineal del diseño experimental es:

$$\gamma_{ij} = \mu + ai + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

γ_{ij} : Valor de la variable de respuesta

μ : Media general

ai : Efecto del i-ésimo tratamiento

ε_{ij} : Error experimental

Tabla 1. Esquema ANOVA

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Tratamientos	$t - 1$	8
Error	$t * (r-1)$	27
Total	$(t * r) - 1$	35

*t = número de tratamientos (11). *r = número de repeticiones (4)

2.6 Manejo del experimento

Tabla 2. Descripción de tratamientos a nivel vivero

Tratamientos	Códigos	Descripción
T1	Control Agua Destilada	Sin inoculación
T2	Control Químico Yara Vita	
T3	MCT105R1A	Inoculación en tres variedades de frijoles (Rojo, Canario y Caupí Morado)
T4	MCT103R3B	
T5	MCT103R3A	
T6	MCT105R3C	
T7	MCT103R1A	
T8	MCT105R3B	
T9	MCT105R3A	

M: Manglaralto; CT: *Clitoria ternatea*.

La fase in vitro incluyó pruebas morfo-bioquímicas como Tinción de Gram (1), Catalasa (2) y Capacidad de virar el pH del medio de cultivo con azul de bromotimol (ABT) (3); así como también pruebas fisiológicas como crecimiento en diferentes niveles de pH (1), salinidad (2) y prueba antibiograma (3). En todas estas pruebas se consideró como unidad experimental a cada caja Petri con dos repeticiones con su respectivo control.

En la fase vivero se inocularon las siete cepas bacterianas más dos controles Agua destilada (1) y Yara Vita (2) en tres tipos de semillas de leguminosas. Considerando cuatro repeticiones para la evaluación del porcentaje de germinación, longitud aérea y longitud radicular, evaluadas a los ocho días. También a los quince y treinta días, para evaluar la longitud radicular, diámetro y longitud aérea, número, ancho y largo de hojas. Se aplicó la prueba de Tukey para comparación de medias al 0.05% del límite del error.

2.6.1 Esterilización de materiales y reactivación de cepas

Se llevó a cabo un control de la esterilización de todos los materiales y medios de cultivo para asegurar no presencia de microorganismos contaminantes. Todo el proceso de esterilización mediante el autoclave a 121 °C a 1 atmosfera por 15 minutos.

La reactivación de cepas se realizó en cámara de flujo laminar, descongelando las 7 rizobacterias conservadas en el ultracongelador y realizando pases sucesivos a medio de cultivo LMARC, hasta lograr homogeneidad de crecimiento y color en cada colonia.

2.6.2 Pruebas morfo-bioquímicas

2.6.2.1 Prueba de Tinción de Gram

Realizar el frotis de cada cepa bacteriana, luego fijarlo al calor de la llama y cubrirlo con cristal violeta durante un minuto. Luego, enjuagar suavemente con agua destilada y aplicar lugol durante otro minuto. Lavar nuevamente con agua destilada y proceder a decolorar con una mezcla de alcohol y acetona en proporción 1:1, seguido de un nuevo enjuague. Seguidamente, cubrir la muestra con safranina durante 30 segundos, enjuagar con agua, secar la preparación y observar al microscopio, con aceite de inmersión para el objetivo 100X (Ansar *et al.*, 2023).

2.6.2.2 Prueba Catalasa

La prueba de catalasa es un método bioquímico utilizado para detectar la presencia de la enzima catalasa en bacterias. Consiste en tomar una pequeña muestra de la bacteria y añadirle unas gotas de peróxido de hidrógeno (H_2O_2). Si la bacteria produce catalasa, se observó la liberación inmediata de burbujas de oxígeno, indicando una reacción positiva. Este ensayo es útil para diferenciar entre géneros bacterianos, como los estafilococos (catalasa positivos) y los estreptococos (catalasa negativos) (Khatoon *et al.*, 2022).

2.6.2.3 Capacidad de virar el pH en medio de cultivo con azul de bromotimol (ABT)

Las cepas se sembraron en un caldo de LMC, adicional se preparó un medio de cultivo LMA y adicionando el reactivo de azul de bromotimol. Utilizando una micropipeta calibrada, se tomaron 20 μ l de la muestra, inoculando por gotas, estas mismas tenían que secar para luego incubarlas durante un período de 3 a 5 días. El cambio de color del medio será evaluado, donde un color azul indica alcalinidad, amarillo señala acidez, y la ausencia de cambio refleja un pH neutro (Pin, 2025).

2.6.3 Pruebas fisiológicas

2.6.3.1 Prueba de crecimiento en tras niveles de pH

Las cepas se inocularon mediante gotas en LMA, previamente ajustado con ácido clorhídrico hasta alcanzar los pH 3, 4 y 8. Posteriormente, se incubaron a una temperatura de 28 °C. Inoculadas un periodo de 4 a 6 días, evaluando el crecimiento de cada cepa.

2.6.3.2 Pruebas de crecimiento en tres niveles de salinidad

Las cepas se inocularon mediante la técnica de gota en medio LMA, ajustado con concentraciones de NaCl al 1%, 2% y 3%. Las placas se incubaron durante un período de 4 a 6 días, evaluando el crecimiento de cada cepa (Chevez, 2025).

2.6.3.3 Prueba de crecimiento en tres tipos de antibióticos

En esta prueba denominada Antimic, se evaluó la resistencia y capacidad de crecimiento de diversas cepas bacterianas frente a diferentes antibióticos; Tetraciclina (TE), Amoxicilina (AM), Penicilina (PE), Ciprofloxacina (CI). Se observó si las cepas bacterianas pueden sobrevivir y proliferar en presencia de estos agentes antimicrobianos, lo que permitirá determinar su nivel de resistencia. Este tipo de pruebas es crucial para entender mejor la eficacia de los antibióticos y para el desarrollo de nuevas estrategias en el combate contra las infecciones bacterianas.

2.6.4 Screening biológico

2.6.4.1 Infección, germinación, promoción de crecimiento y nodulación en semillas de leguminosas

Las semillas de frijol fueron adquiridas comercialmente. Luego, fueron lavadas y desinfectadas en una solución de hipoclorito de sodio al 0,8%, agitándolas constantemente. De igual manera en alcohol al 75% durante 3 minutos, respectivamente. Se enjuagaron tres veces con abundante agua destilada estéril. Se colocaron 2,880 semillas (20 semillas por contenedor de polietileno, con cuatro réplicas por cepa), para su germinación; colocando papel toalla humedecida estéril. Todas las semillas fueron previamente impregnadas con una solución de 1% de sacarosa, con el objetivo de adherir el inóculo a las semillas.

Los inóculos fueron preparados a partir de cada cepa reactivada, tomando una azada (0,1 uL) luego de tres días de crecimiento a 25°, empleando tubos estériles con 7 ml de LMC.

Como controles, se añadieron únicamente agua destilada estéril a las semillas sin inocular y un producto químico (Yaravita) promovedor de crecimiento y germinador de semillas. Finalmente, Los contenedores se rotularán según los diferentes tratamientos y se colocaron a 25 °C (+ -), durante cinco a ocho días en oscuridad (Soto et al., 2016).

2.6.4.2 Preparación del sustrato

Se mezcló turba más arena de río (0,063-0,125 mm) en proporción 1:1.

2.6.4.3 *Trasplante*

Después de los días de germinación se realizó el trasplante en macetas esterilizadas escogiendo cuatro plantas para cada repetición.

2.6.4.4 *Inoculación de cepas*

Se inoculó a los días 10 y 15 con 20 uL a cada planta, con las cepas respectivas.

2.6.4.5 *Riego*

La cantidad de agua esterilizada fue regada acorde a las necesidades del cultivo.

2.7 **Parámetros evaluados**

2.7.1 *Morfo-bioquímicos y fisiológicos de bacterias*

2.7.1.1 *Tinción de Gram*

A través de la observación microscópica, se diferenciaron los organismos en Gram positivos y Gram negativos. Las bacterias Gram positivas retendrán el color violeta, mientras que las Gram negativas perderán este color y se teñirán de rojo. Se evaluará en porcentaje de Gram (-) y Gram (+) de cada cepa (Işıl *et al.*, 2025).

2.7.1.2 *Catalasa*

La catalasa es una enzima que descompone el peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno. Su presencia se detectó al observar la liberación de burbujas de gas cuando la colonia bacteriana entra en contacto con el peróxido de hidrógeno. Se evaluaron acorde al tipo de reacción (Baja, mediana y abundante) (Hadwan *et al.*, 2024).

2.7.1.3 *Viración del pH en el medio de cultivo*

El cambio de color en el medio de cultivo permite evaluar su acidez o alcalinidad: un color azul indica alcalinidad, amarillo señala acidez, y la ausencia de cambio de color indica un pH neutro. Se evaluará acorde a la habilidad de cada cepa bacteriana para generar cambio en el pH (Poco, mediana o abundante capacidad de viraje del color), respecto al control (Zúñiga, 2012).

2.7.1.4 *Crecimientos en tres diferentes condiciones de pH*

Se evaluó la capacidad de crecimiento de las cepas en medios con los niveles de pH 3, 4 y 8, monitoreando su desarrollo entre el cuarto y sexto día. Se midió el diámetro de crecimiento formado por cada cepa inoculada, tomando en cuenta los rangos descritos en la Tabla 3.

Tabla 3. Rango para evaluar el diámetro de crecimiento de las cepas en tres niveles de pH

Significado	Rango (mm)	Símbolo
Poco crecimiento	0-18	(+)
Mediano crecimiento	18,1-25	(++)
Abundante crecimiento	25.1- 35	(+++)

2.7.1.5 *Crecimientos en tres diferentes concentraciones de salinidad*

Se evaluó la capacidad de crecimiento de las cepas en medios con distintos niveles de cloruro de sodio, monitoreando su desarrollo entre el cuarto y sexto día. Se midió el diámetro de crecimiento formado por cada cepa inoculada, tomando en cuanto los rangos descritos en la Tabla 4.

Tabla 4. Rango para evaluar el diámetro de crecimiento de las cepas en tres niveles de salinidad

Significado	Rango (mm)	Símbolo
Poco crecimiento	5-8	(+)
Buen crecimiento	8.1-10	(++)
Abundante crecimiento	10.1-12	(+++)

2.7.1.6 *Prueba de antibiograma*

Con el calibrador Vernier se midió el diámetro del halo formado por cada cepa. Se clasificó de acuerdo al rango establecido como sensible (S), Intermedio (I) y resistente (R), descritos en la Tabla 5. Aguilar, (2022), muestra la evaluación bacteriana que incluye al antibiótico ciprofloxacina.

Tabla 5. Rango para medir el halo de inhibición de bacterias en antibiograma

Significado	Rango (mm)	Símbolo
Resistente	0-5	R
Intermedio	5.1-10	I
Sensible	10.1-16	S

2.7.2 *Screening biológico a los ocho días*

2.7.2.1 *Porcentaje de germinación*

Se consideró como semilla germinada aquella con una radícula de longitud mayor o igual a 2 mm. El porcentaje de germinación (PG) se calculó con la siguiente fórmula descrita por Caroca *et al.* (2016):

$$PG = \frac{(N^{\circ} \text{ de semillas germinadas})}{(N^{\circ} \text{ total de semillas})} \times 100$$

2.7.2.2 *Longitud parte aérea de la planta*

Se midió la longitud desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja más alta.

2.7.2.3 *Longitud radicular*

Se midió la longitud desde la base del tallo hasta la punta más distal de la raíz principal (Patati *et al.*, 2023).

2.7.3 *Variables morfológicas a los quince días*

2.7.3.1 *Longitud radicular (LR)*

Se midió la longitud desde la base del tallo hasta la punta más distal de la raíz principal.

2.7.3.2 *Diámetro de tallo (DT)*

Se midió el grosor de los tallos debajo de la cabeza de la planta (Rehan *et al.*, 2023).

2.7.3.3 *Longitud parte aérea (LA)*

La longitud del tallo de la planta se realizaron medidas desde la base del tallo hasta el último brote de hojas en el ápice del tallo.

2.7.3.4 *Número de hojas (NH)*

Se realizó el conteo del total de número de hojas por planta.

2.7.3.5 *Ancho de la hoja (AH)*

Se midió una de las dos primeras hojas primarias (Zhang *et al.*, 2023).

2.7.3.6 *Largo de la hoja (LH)*

Se midió una de las dos primeras hojas primarias.

2.7.4 Variables morfológicas a los treinta días

2.7.4.1 Longitud radicular (LR)

Se midió la longitud desde la base del tallo hasta la punta más distal de la raíz principal.

2.7.4.2 Diámetro de tallo (DT)

Se midió el grosor de los tallos debajo de la cabeza de la planta (*Halimursyadah et al., 2024*).

2.7.4.3 Longitud parte aérea (LA)

La longitud del tallo de la planta se realizaron medidas desde la base del tallo hasta el último brote de hojas en el ápice del tallo.

2.7.4.4 Número de hojas (NH)

Se realizó el conteo del total de número de hojas por planta.

2.7.4.5 Ancho de la hoja (AH)

Se midió una de las dos primeras hojas primarias.

2.7.4.6 Largo de la hoja (LH)

Se midió una de las dos primeras hojas primarias.

2.8 Análisis estadístico de los resultados

Los datos de las pruebas morfo-bioquímicas y fisiológicas se procesaron en hojas de cálculo de Excel (Microsoft) para la organización de datos y el software R para la generación de gráficos. Todas las variables fueron analizadas con el programa InfoStat, elaborando un análisis de la varianza (ANOVA), con coeficiente de variación y comparación de medias, aplicando pruebas múltiples de Tukey al 0,05%. Además, para obtener grupos de características compatibles entre las cepas aisladas, se aplicó el análisis de Clúster conglomerado de distancias euclidianas ligado al método de Ward.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Pruebas morfo-bioquímicas

La tabla 6 muestra los resultados de las pruebas morfo-bioquímicas; tinción de Gram, morfología de las bacterias, prueba catalasa y capacidad de virar el pH del medio de cultivo con azul de bromotimol (ABT) en las siete cepas experimentadas.

Tabla 6. Características morfo-bioquímica de las cepas estudiadas

Cepas PGPR	Tinción Gram	de Morfología de las bacterias	Prueba catalasa	Capacidad de virar el medio (LMA-ABT)
MCT105R3B	(-)	Bacilos	***	Medio viraje
MCT103R3B	(-)	Bacilos	***	Poco viraje
MCT103R3A	(-)	Cocos	*	Medio viraje
MCT105R3C	(+)	Cocos	**	Abundante viraje
MCT105R1A	(-)	Cocobacilos	*	Abundante viraje
MCT105R3A	(+)	Cocobacilos	**	Poco viraje
MCT103R1A	(+)	Cocos	***	Abundante viraje

M: Manglaralto; CT: *Clitoria ternatea*; (+): Positivo; (-): Negativo; Poco: *; Medio: **; Abundante: ***

Los resultados de Tinción de Gram mostraron que el 57.14% fueron Gram negativas, mientras que el 42.86% Gram positivas.

Ayala (2018) menciona que la microscopía es una de las tareas principales para la identificación y clasificación de microorganismos ya que con la, Tinción de Gran permite diferenciar a dos dominios de especies bacterianas, siendo estas Gram negativas y Gram positivas, y también permite caracterizar fenotípicamente su tamaño y morfología celular.

Pichardo (2019); Tapia y Ortega (2023) indican que, la tinción es un proceso diferencial acorde a la cantidad de peptidoglicano en la pared celular de la bacteria. Y que las bacterias Gram (+) están compuestas por una capa gruesa de peptidoglicano y las bacterias Gram (-) una capa delgada de peptidoglicano, y además una membrana externa compuesta principalmente de lipopolisacáridos.

En la prueba de catalasa las cepas MCT105R3B, MECT103R3B, MCT103R3AM obtuvieron 42.86% abundante reacción. Mientras que las cepas MCT105R3C, MCT105R3A con el 28.57% presentaron reacción media. Y, las cepas MCT105R1A, MCT103R1A con el 28.57% mostraron poca reacción, acorde con los resultados obtenidos por Badillo et al. (2023), como se evidencia en la Figura 1.

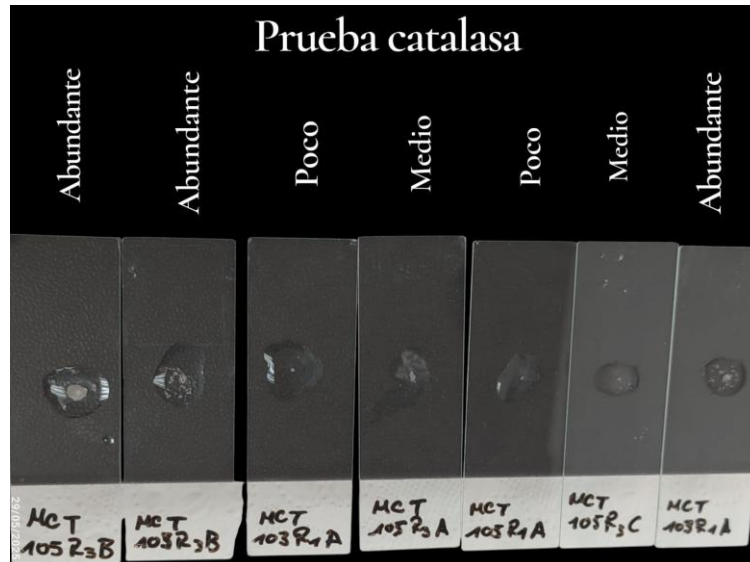


Figura 1. Prueba de reacción a la catalasa

En la capacidad de virar el medio LMA-ABT (Figura 2), las cepas MCT105R3C, MCT105R1A, MCT103R1A, presentaron viraje abundante de color amarillo el cual nos indica un pH ácido. Mientras que las cepas MCT105R3B, MCT103R3A no evidenciaron cambio de color en el medio, lo que se interpreta como pH neutro. Estos resultados obtenidos coinciden las conclusiones del estudio de Soto - Valenzuela (2021) que algunas cepas mostraron poco viraje debido a su baja actividad metabólica.

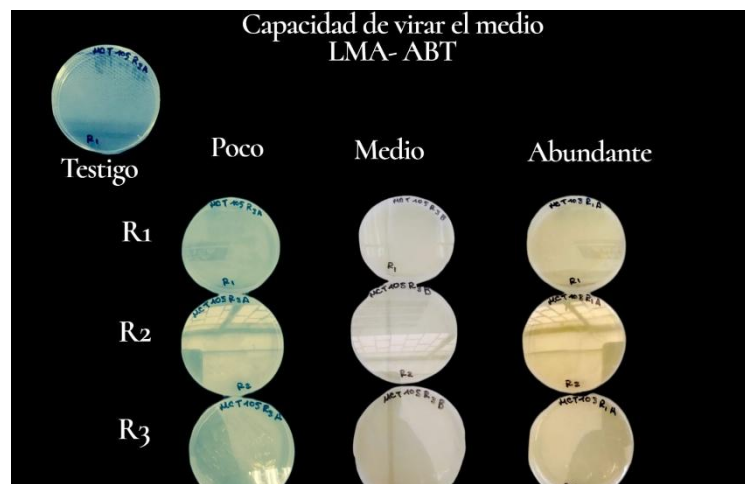


Figura 2. Capacidad de viraje del medio LMA-ABT

3.1.1 Resultados del crecimiento de las bacterias en tres niveles de pH

La Tabla 7 presenta los resultados de las cepas en los niveles de pH 3, 4 y 8

Tabla 7. Diámetro del crecimiento de cepas en tres niveles de pH (mm)

TRATAMIENTOS	pH3	pH4	pH8
MCT105R3B	16.73 (+)	28.67 (+++)	19.67 (++)
MCT103R3B	23.71 (++)	19.45 (++)	17.01 (+)
MCT103R3A	28.88 (+++)	16.78 (+)	21.40 (++)
MCT105R3C	21.54 (++)	30.27 (+++)	31.80 (+++)
MCT105R1A	20.70 (++)	22.58 (++)	22.82 (++)
MCT105R3A	28.99 (+++)	24.03 (++)	20.07 (++)
MCT103R1A	30.53 (+++)	34.05 (+++)	24.27 (++)

M: Manglaralto; CT: *Clitoria ternatea*

La cepa MCT103R1A presentó abundante crecimiento en los niveles de pH3 (30.53 mm) y pH4 (34.05 mm). También, la cepa MCT105R3C en el pH8 (31.80 mm) evidenció un crecimiento abundante.

Mientras que la cepa MCT105R1A presentó un crecimiento sostenido en los tres niveles pH3 (20.70 mm), pH4 (22.58 mm) y pH8 (22.82 mm). En este sentido, Cuba *et al.* (2022) y Macías-Holguín *et al.* (2024), mencionaron que las rizobacterias pueden tener un crecimiento viable a partir de pH 3.5 con mejor crecimiento en pH7 (neutro), hasta pH8 (alcalino).

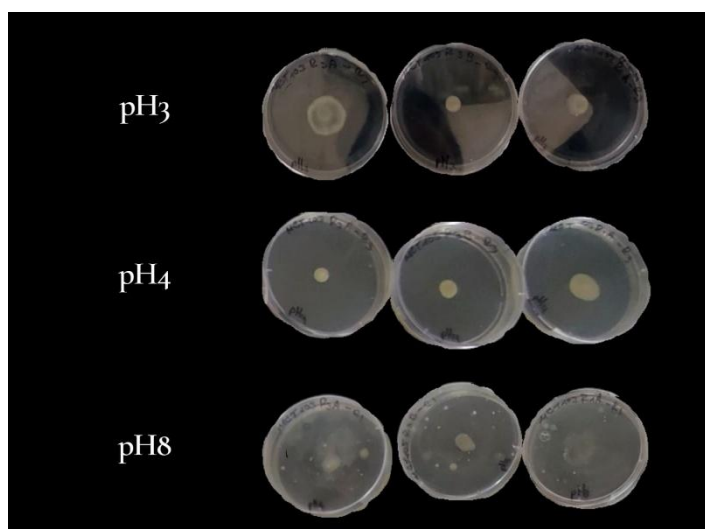


Figura 3. Crecimiento de cepas en diferentes niveles de pH

3.1.2 Resultados del crecimiento de las bacterias en tres concentraciones de salinidad

La Tabla 8 presenta los resultados de los niveles de concentración 1%, 2%, 3% de NaCl.

Tabla 8. Diámetro del crecimiento de cepas en concentraciones de NaCl (mm)

TRATAMIENTOS	NaCl 1%	NaCl 2%	NaCl 3%
MCT105R3B	8.68 (+)	6.96 (+)	8.16 (++)
MCT103R3B	9.66 (++)	9.22 (++)	7.63 (+)
MCT103R3A	8.21 (++)	7.34 (+)	9.09 (++)
MCT105R3C	11.58 (+++)	7.85 (+)	7.81 (+)
MCT105R1A	5.88 (+)	8.13 (++)	7.97 (+)
MCT105R3A	11.78 (+++)	7.58 (+)	7.72 (+)
MCT103R1A	8.60 (++)	6.87 (+)	7.00 (+)

M: Manglaralto; TC: *Clitoria ternatea*

Los resultados obtenidos presentaron que tres de las siete cepas mostraron un buen crecimiento en NaCl 1%, mientras que, en el 2% y 3% de NaCl cinco de las siete cepas evidenciaron poco crecimiento.

Las cepas que presentaron mayor crecimiento fueron MCT105R3A (11.78 mm), MCT103R3B (9.22 mm) y MCT103R3A (9.09 mm) en las tres concentraciones, respectivamente. Acorde a los resultados de Alexander *et al.* (2022), donde mencionan que algunas rizobacterias toleran concentraciones hasta 15 % de NaCl.



Figura 4. Prueba de crecimiento en diferentes concentraciones de NaCl

3.1.3 Resultados de la prueba de antibióticos en bacterias PGPR

Los resultados de la prueba de antibiograma, descritos en la Tabla 9, evidenciaron que el 100% de las cepas tuvo sensibilidad a los antibióticos Tetraciclina y Ciprofloxacina. Mientras que, para los antibióticos Amoxicilina el 57.14 % y Penicilina el 85.71 % mostraron resistencia. Acorde a lo publicado por Alcivar *et al.* (2025), que evidenciaron el halo de inhibición con el antibiótico Tetraciclina.

En los antibióticos Tetraciclina y Ciprofloxacina todas las cepas mostraron sensibilidad. Mientras que, las cepas MCT105R3B, MCT103R3A, MCT105R3C y MCT105R3A demostraron ser resistentes al antibiótico Amoxicilina. En cuanto a Penicilina las cepas que mostraron resistencia fueron MCT105R3B, MCT103R3B, MCT103R3A, MCT105R3C, MCT105R1A y MCT105R3A. Acorde lo publicado por Vallin (2023), en pruebas similares de resistencia con Amoxicilina y Ciprofloxacina.

Tabla 9. Diámetro del halo de inhibición frente a cuatro antibióticos (mm)

TRATAMIENTOS	TTL	AML	PNL	CPX
MCT105R3B	11.62 S	0.00 R	0.00 R	15.06 S
MCT103R3B	10.22 S	7.91 I	0.00 R	12.70 S
MCT103R3A	10.93 S	2.62 R	3.00 R	12.45 S
MCT105R3C	12.20 S	2.42 R	4.66 R	13.26 S
MCT105R1A	11.05 S	5.14 I	0.00 R	12.75 S
MCT105R3A	11.40 S	0.00 R	4.85 R	10.63 S
MCT103R1A	10.48 S	5.61 I	8.17 I	14.23 S

TTL: Tetraciclina; AML: Amoxicilina; PNL: Penicilina; CPX: Ciprofloxacina

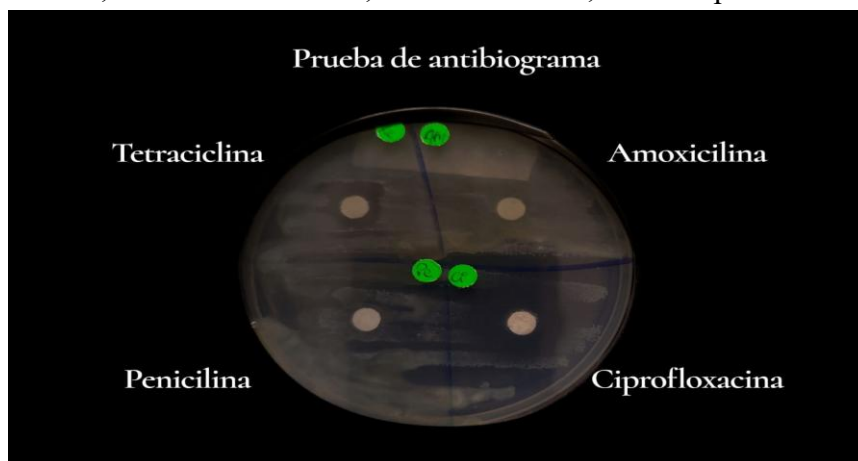


Figura 5. Crecimiento del halo de inhibición en la prueba de antibiograma

3.2 Screening biológico en tres variedades de frijoles

Las variables morfológicas evaluadas incluyeron tres variedades de frijoles; Frijol Rojo (FR), Frijol Canario (FC) y Frijol Caupí Morado (FM)

3.2.1 Resultados de las variables morfológicas a los 10 días

La Tabla 10 y Figura 6, presentan resultados del porcentaje de germinación, longitud parte aérea y longitud radicular, en donde se evidencia diferencias significativas de las plantulas entre los tratamientos para las tres variedades de frijol.

3.2.1.1 Germinación de la semilla

En las variedades de Frijol Rojo y Frijol Canario no presentaron diferencias significativas. Mientras que en la variedad de Frijol Caupí Morado presentó diferencia significativa en el T5 (100 %). Acorde a lo publicado por Bakhshandeh *et al.* (2020), los cuales reportan valores similares de germinación con *Pseudomonas* sp. y *Enterobacter* sp. con el 95 y 96% en semillas de soya.

3.2.1.2 Resultados de la longitud parte aérea

En la longitud aérea de la planta, la variedad FR presentó diferencias significativas en el T1 Control Agua destilada (51.09 mm). Sin embargo, el T8 (23.89 mm) para el FC y T9 (81.90 mm) para el FM, no presentaron diferencias significativas, pero con mayor promedio que los demás tratamientos para esta variable. Acorde a Alcarraz *et al.* (2020), con valores similares para el FM con una altura de 84.4 mm a los 10 días de germinación.

3.2.1.3 Resultados de la longitud radicular

En la longitud radicular demostró que, para el FR con el T1 (107.11 mm) y T7 (65.43 mm), presentaron diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos. Mientras que, para el FC y FM, no hubo diferencias significativas. Heba *et al.* (2021), obtuvieron mayor longitud radicular en el Frijol Rojo (126.6 mm).

Tabla 10. Efecto de la inoculación a los diez días

Tratamientos	Frijol Rojo	Frijol Canario	Frijol Caupí Morado	
Porcentaje de germinación				
T3 MCT105R1A	96.25 a	92.50 a	98.75 a	
T4 MCT103R3B	90 a	96.25 a	100 a	
T5 MCT103R3A	95 a	93.75 a	100 a	

T9 MCT105R3A	91.25 a	99.75 a	100 a
Longitud parte aérea			
T1 Agua Destilada	51.09 a	21.96 a	79.09 a
T3 MCT105R1A	33.62 abc	19.27 a	75.73 a
T8 MCT105R3B	24.93 bc	23.89 a	70.27 a
T9 MCT105R3A	39.65abc	21.58 a	81.60 a
Longitud radicular			
T1 Agua Destilada	107.11 a	101.39 a	59.72 a
T6 MCT105R3C	54.44 b	105.29 a	66.58 a
T7 MCT103R1A	65.43 b	106.61 a	72.61 a
T9 MCT10R3A	80.75 ab	110.24 a	59.99 a

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

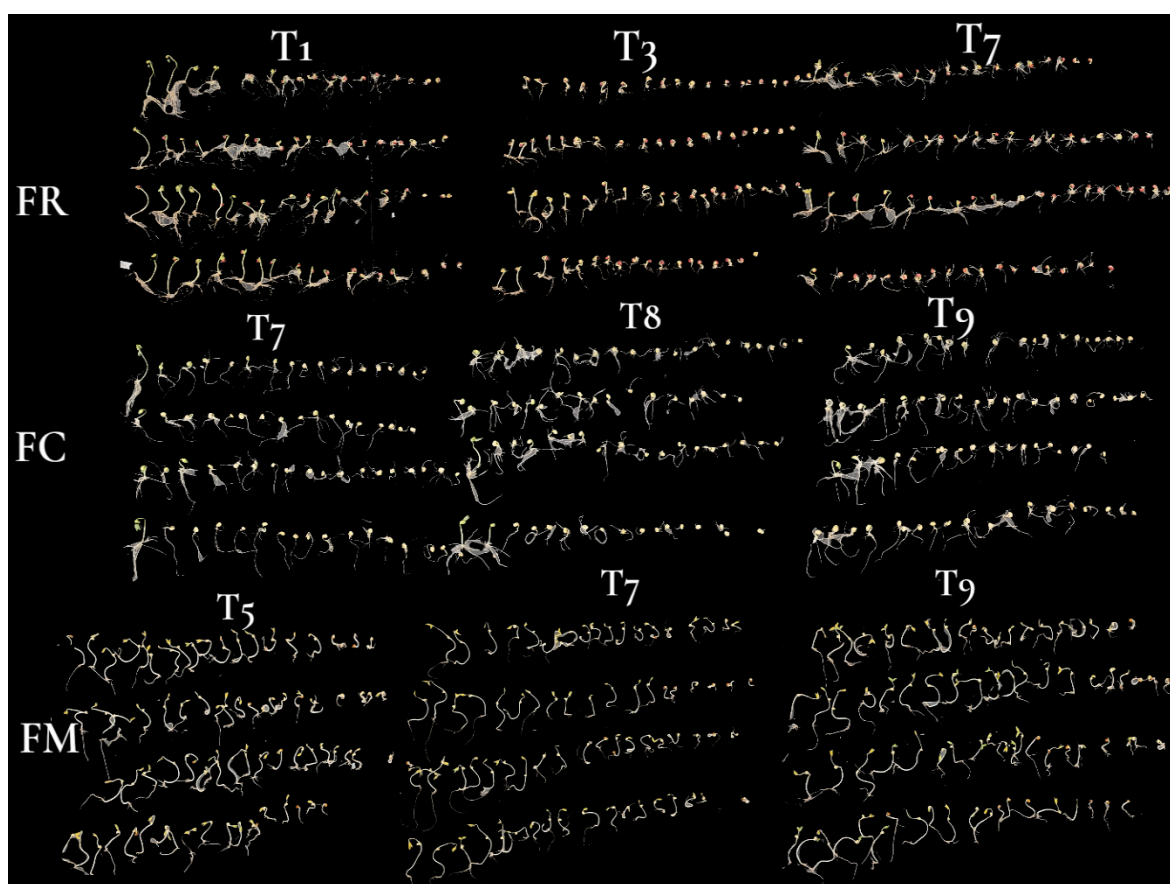


Figura 6. Efecto de la inoculación de PGPR en semillas de frijoles

3.2.2 Resultados de las variables morfológicas a los quince días

En la tabla 11 se evidencian los tratamientos con las variables: longitud radicular, diámetro del tallo, longitud parte aérea, número, ancho y largo de hojas, en las tres variedades de Frijol Rojo (FR), Frijol Canario (FC) y Frijol Caupí Morado (FM).

En las variables longitud radicular y diámetro del tallo, no presentaron diferencias significativas en las tres variedades de frijol.

En la longitud parte aérea, el T8 (104.98 mm) presentó mayor diferencia significativa que el T1 (73.66 mm) en la variedad FR. Mientras que, para el FC y FM no mostraron diferencias significativas. Gohil *et al.* (2022), evidenciaron mayor crecimiento para longitud radicular, diámetro del tallo, longitud aérea y número de hojas en el cultivo de maní inoculadas con *Bacillus* sp.

En el número de hojas se evidenció diferencia significativa con el T8 (12.75 mm) para el FR. Mientras que para el FC y FM no se mostraron diferencias significativas.

En el ancho de la hoja, se evidenció diferencia significativa con el T8 (87.12 mm) para el FM. Sin embargo, no mostraron diferencias significativas para el FR y FC. Acorde a Sedri *et al.* (2022), donde mencionan que el efecto de las PGPR destaca como potenciadores del sistema que puede igualar o superar a los fertilizantes químicos.

En la variable largo de la hoja no se presentaron diferencias significativas para ninguna de las variedades.

Tabla 11. Efecto de la inoculación a los quince días

Tratamientos	Frijol Rojo	Frijol Canario	Frijol Morado	Caupí
Longitud radicular				
T1 Agua Destilada	17.24 a	19.94 a	8.71 a	
T4 MCT103R3B	16.57 a	20.73 a	7.01 a	
T6 MCT105R3C	22.27 a	16.51 a	8.46 a	
T8 MCT105R3B	20.61 a	17.88 a	8.70 a	
Diámetro del tallo				
T3 MCT105R1A	6.76 a	3.45 a	2.25 a	
T5 MCT103R3A	4.35 a	3.58 a	2.65 a	
T7 MCT103R1A	3.81 a	4.32 a	1.99 a	
T8 MCT105R3B	3.86 a	4.31 a	2.15 a	

Longitud parte aérea

T1 Agua Destilada	73.66 b	96.03 a	28.44 a
T5 MCT103R3A	90.79 ab	111.22 a	26.19 a
T8 MCT105R3B	104.98 a	87.59 a	25.37 a
T9 MCT103R3A	82.43 ab	63.96 a	28.31 a

Número de hojas

T8 MCT105R3B	12.75 a	14.25 a	5 a
T7 MCT103R1A	10.50 ab	16.50 a	5 a
T2 Yara Vita	9 ab	14.75 a	5.75 a

Ancho de hoja

T8 MCT105R3B	87.12 a	49.90 a	49.09 a
T9 MCT103R3A	69.04 a	56.37 a	45.56 ab

Largo de hoja

T3 MCT105R1A	92.33 a	97.56 a	52.79 a
T5 MCT103R3A	47.93 a	119.79 a	67.53 a
T8 MCT105R3B	66.15 a	110.91 a	73.45 a

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

3.2.3 Resultado de las variables morfológicas a los treinta días

En la tabla 12 se evidencian los tratamientos con las variables: longitud radicular, diámetro del tallo, longitud parte aérea, número, ancho y largo de hojas, en las tres variedades de Frijol Rojo (FR), Frijol Canario (FC) Y Frijol Caupí Morado (FM).

En la longitud radicular no se encontraron diferencias significativas en las tres variedades de frijol. Turco *et al.* (2021), mencionan que no siempre las bacterias PGPR presentan el mismo grado de respuesta, lo que demuestra una gran especificidad en la relación microorganismo – planta.

En el diámetro del tallo se evidenció diferencias significativas para el FR con T3 (3.62 mm) y T8 (3.57 mm) con respecto a los demás tratamientos. Así mismo, para el FC con el T9 (3.93 mm), también mostró diferencia significativa. Sin embargo, para el FM no evidenció diferencia significativa en ninguno de los tratamientos. Mokrani *et al.* (2018), con *Bacillus amyloliquefaciens* en frijol común mostraron un mejor crecimiento en longitud radicular, diámetro del tallo.

En la longitud parte aérea no se presentaron diferencias significativas para ninguna de las variedades.

En el número de hojas para el FC con el T7 (33.50) evidenció diferencia significativa. Sin embargo, para las variedades FR y FM no mostraron diferencias significativas.

En el ancho de la hoja se evidenció diferencias significativas para el FR con el T8 (88,82 mm). Mientras que, para el FC con el T6 (58.08 mm) y T7 (55.14 mm) evidenciaron diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos. En cuanto al FM ningún tratamiento mostró diferencia significativa.

En el largo de la hoja no se evidenciaron diferencias significativas para las tres variedades de frijol. De Souza *et al.* (2015), muestra que, en el estudio de garbanzo (*Cicer arietinum* L), la inoculación del género *Pseudomonas jessenii*, no evidenció diferencias significativas en el crecimiento de las plantulas.

Tabla 12. Efecto de la inoculación a los treinta días

Tratamientos	Frijol Rojo	Frijol Canario	Frijol Morado	Caupí
Longitud radicular				
T4 MCT103R3B	21.70 a	33.37 a	24.96 a	
T6 MCT105R3C	29.40 a	24.38 a	23.64 a	
T5 MCT103R3A	23.80 a	26.59 a	28.91 a	
Diámetro del tallo				
T3 MCT105R1A	3.62 a	2.95 ab	1.91 a	
T8 MCT105R3B	3.57 a	3.06 ab	2.48 a	
T9 MCT103R3A	2.91 ab	3.93 a	2.23 a	
T2 Yara Vita	2.56 b	2.72 ab	2.30 a	
T4 MCT103R3B	2.73 ab	1.98 b	2.26 a	
Longitud parte aérea				
T6 MCT105R3C	169.12 a	148.07 a	34.66 a	
T9 MCT103R3A	156.03 a	174.85 a	40.39 a	
T8 MCT105R3B	146.80 a	165.45 a	41.97 a	
T1 Agua Destilada	128.69 a	155.97 a	41.86 a	
Número de hojas				
T3 MCT105R1A	27.25 a	24.50 b	8 a	

T7 MCT103R1A	21.25 a	33.50 a	8 a
T4 MCT103R3B	25 a	26.25 b	8 a
T2 Yara Vita	24.50 a	24 b	9 a
Ancho de hoja			
T8 MCT105R3B	88.82 a	51.66 ab	43.55 a
T1 Agua Destilada	61.38 b	48.36 ab	40.68 a
T6 MCT105R3C	80.51 ab	58.08 a	39.04 a
T7 MCT103R1A	70.89 ab	55.14 a	39.94 a
T5 MCT103R3A	66.55 ab	53.47 ab	45.26 a
T4 MCT103R3B	79.92 ab	39.78 b	41.67 a
Largo de hoja			
T8 MCT105R3B	85.14 a	111.87 a	83.01 a
T4 MCT103R3B	58.64 a	122.20 a	80.53 a

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

3.2.4 Presencia de nódulos en las tres variedades de frijoles

En la tabla 13 se evidenciaron la presencia de nódulos en las tres variedades de frijoles, mostrando formación nodular en todos los tratamientos. Sin embargo, se destacan las cepas T7 MCT103R1A y T8 MCT105R3B mostraron una mayor capacidad noduladora con respecto a los demás tratamientos. Reflejando una interacción más eficiente con las raíces de las plantas. Acorde Kebede *et al.* (2020), mostraron veintiocho rizobios nodulantes del frijol caupí morado.

Tabla 13A. Promedio de nódulos formados en las tres variedades de frijoles

Tratamientos	Presencia de nódulos (Sí/No)	N° nódulos prom Frijol Rojo	N° nódulos Prom Frijol Canario	N° nódulos Prom Frijol Caupí Morado	Color del nódulo
T1 Agua Destilada	No	0	0	0	-----
T2 Yara Vita	Sí	1.25	0.5	1.75	Blanco
T3 MCT105R1A	Sí	6.5	0.75	2	Blanco
T4 MCT103R3B	Sí	0.75	0	2.25	Blanco
T5 MCT103R3A	Sí	8	1	1	Blanco
T6 MCT105R3C	Sí	4.5	0.25	2.25	Blanco
T7 MCT103R1A	Sí	18.25	0	3	Blanco
T8 MCT105R3B	Sí	10	0.25	3	Blanco
T9 MCT103R3A	Sí	5.5	0.25	1.75	Blanco

3.2.5 Análisis clúster de pruebas fisiológicas y efecto de cepas bacterianas tipo PGPR en cultivos de leguminosas

La figura 7 muestra el clúster con dos grupos. El primer grupo con las cepas (MCT105R1A, 103R3B, 105R3A y 103R3A), las cuales destacaron por su alta reacción a la catalasa y viraje del medio LMA-ABT; así como su crecimiento favorable en pH8. En el segundo grupo las cepas (MCT105R3C, 105R3B y 103R1A) mostraron mejor crecimiento en condiciones ácidas pH3 y 4, además se diferencian por su resistencia a los antibióticos, tolerancia a tres niveles pH y salinidad, respectivamente.

La figura 8 presenta el clúster conformado por tres grupos del efecto de la inoculación de las cepas PGPR en las tres variedades de frijol. En el grupo uno, el T3 alcanzó un desempeño equiparable al control químico en las tres variedades especialmente en FR y FC, también destacó en la germinación a los 10 días, longitud radicular y largo de hoja a los 15 días, diámetro del tallo y número de hojas a los 30 días. En el grupo dos, los tratamientos T4, T7 y T6 mostraron varios efectos bioestimulantes. Sin embargo, el T8 destacó en las variables diámetro del tallo, longitud parte aérea y número de hojas a los 15 días y 30 días. Finalmente, el tercer grupo presentó al T1 con menor efecto bioestimulante. Destacando el T9, con efectos puntuales sobre la fase in vitro de germinación a los 10 días; mientras que en la fase vivero destacó en la longitud radicular, longitud parte aérea en FM a los 15 días, diámetro del tallo en FC a los 30 días.

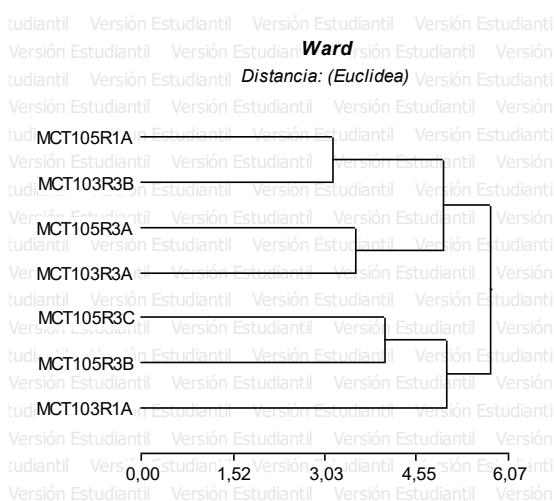


Figura 8. Análisis clúster en las pruebas fisiológicas de las siete cepas bacterianas.

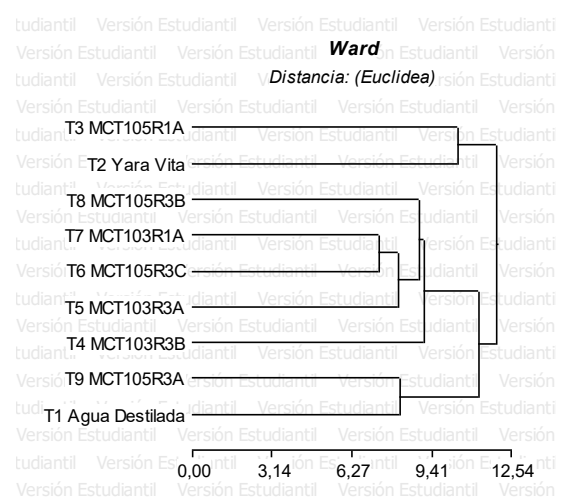


Figura 7. Análisis clúster del efecto de las cepas en tres variedades de frijoles.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La mayoría de las 7 cepas caracterizadas resultaron ser Gram negativas, con morfología entre cocos, bacilos y cocobacilos, abundante reacción a la prueba catalasa y con abundante viraje del medio LMA-ABT. Además, las cepas MCT103R3B, MCT103R3A, MCT105R3C, MECT105R1A mostraron resistencia al antibiótico penicilina; mientras que, las cepas MCT105R3B y MCT105R3A evidenciaron resistencia a los antibióticos penicilina y amoxicilina.

Los resultados de la inoculación de la cepa T9 (MCT103R3A) mostró significancia en la fase in vitro en variables como la germinación, longitud radicular y longitud parte aérea en el FM y FC; mientras que, T8 (MCT105R3B) presentó significancia en la fase vivero a los quince y treinta días en las variables número de hojas, diámetro del tallo, longitud aérea y ancho de hoja. Aunque ninguna cepa presentó diferencias significativas en las tres variedades simultáneamente. Destacando el T8 (MCT105R3B) como la cepa más eficiente en el crecimiento de las plantas.

Acorde los resultados obtenidos se sugiere que las cepas T8 (MCT105R3B), T4 (MCT103R3B) y T9 (MCT103R3A), se sugiere continuar con los estudios en campo y confirmar su característica PGPR en esta última fase.

Recomendaciones

Se recomienda continuar con este estudio para la formulación de biofertilizantes microbianos que permitan mejorar la productividad agrícola y disminuir la contaminación ambiental. Además, se sugiere replicar este trabajo en diferentes localidades de la provincia de Santa Elena, con el fin de validar la consistencia de resultados en diferentes condiciones edafoclimáticas y promover el uso de inoculantes microbianos como una alternativa sostenible. Así mismo probar estas cepas en otras especies de leguminosas, para comprobar los efectos promotores de crecimiento y ampliar su potencial de aplicación agrícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, K. (2022). Aislamiento e identificación de enterobacterias resistentes a ciprofloxacina y sulfametoxazol de agua residual de uso agrícola. *Acta de Ciencia En Salud*, 20. <https://actadecienciaensalud.cutonala.udg.mx/index.php/ACS/article/view/172>
- Ai, W. y Qiu, Y. y Hua, J. y Chen, Z. y Cheng, W. y Chen, Y. y Zhang, S. y Xue, Y. y Li, S. y Hong, R. y Dong, R. y Cao, Y. (2025). *Pseudomonas fluorescens* P34 colonization impacts expression changes in wheat roots, reshapes rhizosphere microbial communities and promotes wheat plant growth. *Microbiological Research*, 301. <https://doi.org/10.1016/J.MICRES.2025.128306>
- Akchaya, K. y Parasuraman, P. y Pandian, K. y Vijayakumar, S. y Thirukumaran, K. y Mustaffa, M. R. A. F. y Rajpoot, S. K. y Choudhary, A. K. (2025). Boosting resource use efficiency, soil fertility, food security, ecosystem services, and climate resilience with legume intercropping: a review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9, 1527256. <https://doi.org/10.3389/FSUFS.2025.1527256/FULL>
- Alcarraz, M. y Gonzales, E. y Heredia, V. (2020). Evaluation of Maize Nutrient Contents in a Maize/Cowpea Intercropping Systems in South Africa. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 2(6). <https://doi.org/10.15406/APAR.2015.02.00069>
- Alcívar, W. y Vanoni, E. y Medrano, N. y González, A. (2025). Potencial probiótico de bacterias ácido lácticas presentes en el mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(4), 9135–9148. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V9I4.19472
- Alexander, D. y Orozco, R. y José, H. y Anillo, B. (2022). *Aislamiento y caracterización de bacterias endófitas de manglar con capacidad de tolerar altas concentraciones de NaCl*.
- Ali, W. M. y Sultan, S. M. E. y Ali, A. M. y Al-Sayed, H. M. y Mahmoud, M. A. y Ismail, H. G. y Teiba, I. I. y Yousef, A. F. (2025). Organic fertilizers and Azotobacter: effects on onion growth, yield, metabolites, and soil fertility. *AMB Express*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/S13568-025-01895-5>
- Alós, J. I. (2015). Resistencia bacteriana a los antibióticos: una crisis global. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 33(10), 692–699. <https://doi.org/10.1016/J.EIMC.2014.10.004>
- Angulo, V. C. y Sanfuentes, E. A. y Rodríguez, F. y Sossa, Y. K. E. (2014). Caracterización de rizobacterias promotoras de crecimiento en plántulas de *Eucalyptus nitens*. *Revista Argentina de Microbiología*, 46(4), 338–347. [https://doi.org/10.1016/S0325-7541\(14\)70093-8](https://doi.org/10.1016/S0325-7541(14)70093-8)
- Ansar, A. y Manju, S. y Mohsin, A. y Amandeep, K. (2023). Gram Staining: A Brief Review. *International Journal of Research and Review (Ijrrjournal.Com)*, 10(9). <https://doi.org/10.52403/ijrr.20230934>

- Ayala, Franco. (2018). *Enfermedades infecciosas en ginecología y obstetricia* . https://books.google.com/books/about/Enfermedades_infecciosas_en_ginecolog%C3%A1Da.html?hl=es&id=r9jDEAAAQBAJ
- Badillo, F. y Pérez, J. y Gómez, O. y Calva, G. (2023). Caracterización morfológica y bioquímica de cepas fijadoras de nitrógeno de un consorcio degradador de hidrocarburos aislado de Tlaxcala. *Revista Tendencias En Docencia e Investigación En Química*. <https://revistatediq.azc.uam.mx>
- Bakhshandeh, E. y Gholamhosseini, M. y Yaghoubian, Y. y Pirdashti, H. (2020). Plant growth promoting microorganisms can improve germination, seedling growth and potassium uptake of soybean under drought and salt stress. *Plant Growth Regulation*, 90(1), 123–136. <https://doi.org/10.1007/S10725-019-00556-5/METRICS>
- Canaza, G. y Mamani, Y. (2020). *Revisión del uso de coagulantes naturales para remoción de turbidez del agua*. Universidad Peruana Unión. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3334>
- Caroca, R. y Zapata, N. y Vargas, M. (2016). Research: Temperature effect on the germination of four peanut genotypes (*arachis hypogaea* l.). *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences*, 32(2), 94–101. <https://doi.org/10.4067/S0719-38902016000200002>
- Casasola, M. (2022). Importance of a correct Gram Stain in identifying bacteria. *N*, 27. <https://revista.microbiologos.cr/wp-content/uploads/2023/11/Volumen-27-No2-Articulo-3-89-98.pdf>
- Chevez, N. (2025). *Caracterización de cepas bacterianas tipo PGPR obtenidas de la rizosfera de cultivos vegetales de la parroquia Manglaralto, provincia de Santa Elena*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2025. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/12966>
- Cuba, M. V. B. y Livaque, R. A. y Rojas, L. V. y Dominguez, F. F. y Mialhe, E. (2022). Caracterización molecular y determinación del carácter probiótico de las bacterias ácido lácticas aisladas del microbioma gastrointestinal del pollo en crecimiento. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 2(2), e395–e395. <https://doi.org/10.51252/REVZA.V2I2.395>
- de Souza, L. (2022). *Intensificación en los sistemas arroceros y su impacto sobre el potencial funcional de la comunidad microbiana edáfica*. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/35347>
- De Souza, R. y Ambrosini, A. y Passaglia, L. M. P. (2015). *Plant growth-promoting bacteria as inoculants in agricultural soils*. <https://doi.org/10.1590/S1415-475738420150053>
- dos Santos, R. M. y Diaz, P. A. E. y Lobo, L. L. B. y Rigobelo, E. C. (2020). Use of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria in Maize and Sugarcane: Characteristics and Applications. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 565611. <https://doi.org/10.3389/FSUFS.2020.00136/XML>
- Foresto, E. (2022). *¿Qué es una leguminosa y cómo se clasifican?: Una actualización para estudiantes de nivel medio y superior*. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/186050>

- Gésime, J. (2019). *Influence of pH on the oral cavity microbial relations*. <https://www.researchgate.net/publication/331844249>
- Gohil, R. B. y Raval, V. H. y Panchal, R. R. y Rajput, K. N. (2022). Plant Growth-Promoting Activity of Bacillus sp. PG-8 Isolated From Fermented Panchagavya and Its Effect on the Growth of Arachis hypogea. *Frontiers in Agronomy*, 4, 805454. <https://doi.org/10.3389/FAGRO.2022.805454/BIBTEX>
- Hadwan, M. H. y Hassan, A. y Ee, A. ' y Mohammed, R. M. y Hadwan, A. M. y Al-Kawaz, H. S. y Abbas, Z. y Talebi, A. (2024). An efficient protocol for quantifying catalase activity in biological samples. *Bulletin of the National Research Centre 2024 48:1*, 48(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/S42269-024-01189-Z>
- Halimursyadah, H. y Fidia, Y. y Husna, R. (2024). Effectiveness test of indigenous plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) isolate on the growth of acehnese patchouli (Pogostemon cablin Benth.) sidikalang variety. *Agriin*, 28(1), 27–36. <https://doi.org/10.20884/1.AGRIN.2024.28.1.844>
- Heba, A. y Ashraf, C. y Mohammed, A. (2021). Plant growth-promoting rhizobacteria from Ocimum basilicum improve growth of Phaseolus vulgaris and Abelmoschus esculentus. *South African Journal of Botany*, 139, 200–209. <https://doi.org/10.1016/J.SAJB.2021.02.019>
- Işıl, Ç. y Koydemir, H. C. y Eryılmaz, M. y de Haan, K. y Pillar, N. y Menteshoglu, K. y Unal, A. F. y Rivenson, Y. y Chandrasekaran, S. y Garner, O. B. y Ozcan, A. (2025). Virtual Gram staining of label-free bacteria using dark-field microscopy and deep learning. *Science Advances*, 11(2), 2757. <https://doi.org/10.1126/SCIADV.ADS2757>
- Kashyap, B. K. y Solanki, M. K. y Pandey, A. K. y Prabha, S. y Kumar, P. y Kumari, B. (2019). Bacillus as plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): A promising green agriculture technology. *Plant Health Under Biotic Stress*, 219–236. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6040-4_11
- Kebede, E. y Amsalu, B. y Argaw, A. y Tamiru, S. (2020). Symbiotic effectiveness of cowpea (Vigna unguiculata (L.) Walp.) nodulating rhizobia isolated from soils of major cowpea producing areas in Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*, 6(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1763648>
- Khalifa, A. (2020). Enterobacter. *Beneficial Microbes in Agro-Ecology: Bacteria and Fungi*, 259–270. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823414-3.00014-9>
- Khatoon, H. y Chavan, D. y Anokhe, A. y Kaila, V. (2022). *Catalase Test: A biochemical protocol for bacterial identification*. https://www.researchgate.net/publication/357604311_Catalase_Test_A_Biochemical_Protocol_for_Bacterial_Identification
- Liu, K. y Deng, F. y Zeng, F. y Chen, Z. H. y Qin, Y. y Chen, G. (2025). Plant growth-promoting rhizobacteria improve drought tolerance of crops: a review. *Plant Growth Regulation*, 105(3), 567–581. <https://doi.org/10.1007/S10725-025-01300-Y>

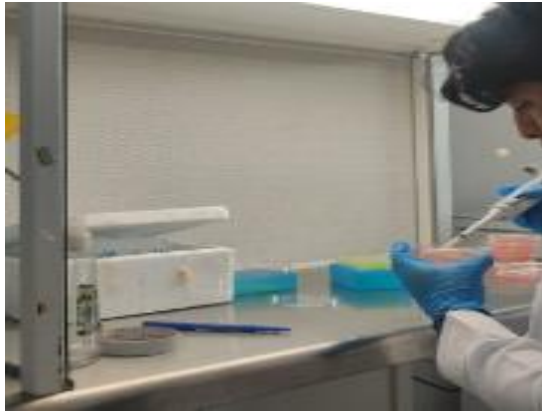
- Lizarazo, P. y Gómez, D. (2015). Microbiota rizosférica de *Espeletia* spp. de los páramos de Santa Inés y de Frontino-Urrao en Antioquia, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 20(1), 175–182. <https://doi.org/10.15446/ABC.V20N1.42827>
- Lopera, P. y Rodríguez, J. (2023). Bacterias promotoras de crecimiento vegetal, importancia y avances en la agricultura. *Innovagro*, 02. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/INNOVAGRO/article/view/6153>
- Lozano, L. C. y Ramírez, L. C. C. y Duarte, S. Q. (2022). Catalisis, enzimas y pruebas rápidas. *REVISTA NOVA*, 20(39), 121–150. <https://doi.org/10.22490/24629448.6591>
- Macías-Holguin, C. y Tapia-Quintana, D. y Canchignia-Martínez, H. y Villasagua-Villasagua, A. y Miranda-Salas, C. y Vera-Benites, L. (2024). Efecto de la pendimentalina sobre el crecimiento celular de rizobacterias Promotoras de Crecimiento Vegetal (PGPR) Effect of pendimentalin on the cell growth of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR). *Manglar*, 21(3), 291–298. <https://doi.org/10.57188/manglar.2024.031>
- Mokrani, S. y Belabid, L. y Bedjaoui, B. y Nabti, E. (2018). *JOJ Horti Arboric Growth Stimulation of Phaseolus Vulgaris L Plantules by Strain Bacillus Amyloliquefaciens Hla Producer of Beneficial Agricultural Enzymes*. 2(2). <https://doi.org/10.19080/JOJHA.2018.01.555581>
- Moreno Reséndez, A. y Carda Mendoza, V. y Reyes Carrillo, J. L. y Vásquez Arroyo, J. y Cano Ríos, P. y Moreno Reséndez, A. y Carda Mendoza, V. y Reyes Carrillo, J. L. y Vásquez Arroyo, J. y Cano Ríos, P. (2018). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 20(1), 68–83. <https://doi.org/10.15446/REV.COLOMB.BIOTE.V20N1.73707>
- Muir, J. P. y Batista Dubeux Junior, J. C. y Santos, M. V. F. dos y Foster, J. L. y Caraciolo Ferreira, R. L. y Lira, M. de A. y Bellows, B. y Osei, E. y Singh, B. B. y Brady, J. A. (2025). Sustainable Warm-Climate Forage Legumes: Versatile Products and Services. *Grasses 2025, Vol. 4, Page 16, 4(2)*, 16. <https://doi.org/10.3390/GRASSES4020016>
- Newton, T. y Monçon, G. y Müller, T. y Cechín, J. y Faé, G. y Almeida, G. (2024). *Azospirillum brasilense*: Inoculation and Nitrogen Management on the Development and Yield of Barley. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 55(8), 1148–1158. <https://doi.org/10.1080/00103624.2023.2296541>;CTYPE:STRING:JOURNAL
- Ochoa, Y. y Pedro, A. y Montori, M. y Blanco, D. y Eva, P. y Calvo, T. (2022). *Estudio de la función de las bacterias PGPR en el desarrollo de la trufa*.
- Patati, A. y Prajapati, D. y Ali, D. y Kalasariya, H. y Kumar, V. y Tank. Jigna y Bagatharia, S. y Joshi, M. y Patel, A. (2023). Evaluation of the growth-inducing efficacy of various *Bacillus* species on the salt-stressed tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Frontiers in Plant Science*, 14, 1168155. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2023.1168155/FULL>
- Pichardo González, A. (2019, April). *Microbiología I*. https://www.medicpresents.com/medicfiles/757e_repasso%20microbiolog%C3%ADa%20i.pdf

- Pin, K. (2025). *Caracterización morfológica y bioquímica de rizobacterias del cultivo de Arachis sp. aisladas de Manglaralto, provincia de Santa Elena*. <http://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/fb8d07f5-b547-4462-9fee-bb7ecab7173d/content>
- Quispe, M. (2025). *Optimización y evaluación nutricional, funcional, reológica, sensorial de mezclas enriquecidas a base de cereales y leguminosas*. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/12846>
- Rehan, M. y Al-Turki, A. y Abdelmageed, A. H. A. y Abdelhameid, N. M. y Omar, A. F. (2023). Performance of Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) Isolated from Sandy Soil on Growth of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Plants* 2023, Vol. 12, Page 1588, 12(8), 1588. <https://doi.org/10.3390/PLANTS12081588>
- Roy, P. y Kumar, A. (2020). Arthrobacter. *Beneficial Microbes in Agro-Ecology: Bacteria and Fungi*, 3–11. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823414-3.00001-0>
- Sarti, G. C. y Galelli, M. E. y Cristóbal-Miguez, J. A. E. y Cárdenas-Aguilar, E. y Chudil, H. D. y García, A. R. y Paz-González, A. (2024). Inoculation with Biofilm of *Bacillus subtilis* Is a Safe and Sustainable Alternative to Promote Tomato (*Solanum lycopersicum*) Growth. *Environments - MDPI*, 11(3), 54. <https://doi.org/10.3390/ENVIRONMENTS11030054/S1>
- Sedri, M. H. y Niedbała, G. y Roohi, E. y Niazian, M. y Szulc, P. y Rahmani, H. A. y Fiezasl, V. (2022). Comparative Analysis of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Chemical Fertilizers on Quantitative and Qualitative Characteristics of Rainfed Wheat. *Agronomy*, 12(7), 1524. <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY12071524/S1>
- Soto Valenzuela, J. y Julio, A. y Crespo, L. y Borbor, G. y Borbor, V. (2016). Efecto de la inoculación de bacterias nativas en dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.) provincia de Santa Elena. *UPSE*, III(2), 50–60. <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1aa38532-c512-459f-b345-e47e0a221dac/content>
- Soto Valenzuela, J. O. (2021). *Taxonomía fenotípica y molecular de bacterias aisladas de nódulos de Clitoria brachystegia Benth., una leguminosa en peligro de extinción*. Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4870>
- Tang, S. y She, D. y Wang, H. (2021). Effect of salinity on soil structure and soil hydraulic characteristics. *Canadian Journal of Soil Science*, 101(1), 62–73. <https://doi.org/10.1139/CJSS-2020-0018/ASSET/IMAGES/LARGE/CJSS-2020-0018F7.JPEG>
- Tapia, J. y Ortega, S. (2023). *Guía de tinciones microbiológicas herramientas para el éxito en el laboratorio*. https://books.google.com/books/about/GU%C3%8DA_DE_TINCIONES_MICROBIOLOG%C3%8DCAS.html?hl=es&id=fhDiEAAAQBAJ
- Turco, F. R. y Banchio, E. y Chaves, A. G. y Torres, L. E. (2021). *Emergencia de plántulas de Hedeoma multifora benth inoculadas con rizobacterias promotoras del crecimiento de*

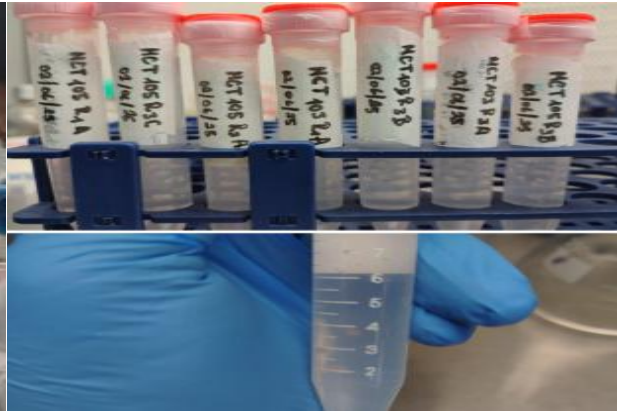
las plantas (PGPR)P.
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/nexoagro/article/view/35413/36419>

- Vallin, N. (2023). *Estudio del efecto sinérgico de la combinación de amoxicilina y ciprofloxacina frente a klebsiella pneumoniae resistente a antibióticos betalactámicos*.
<https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/1fd781c3-e39f-49d2-8480-b5dfae705433>
- Verma, R. y Annapragada, H. y Katiyar, N. y Shrutika, N. y Das, K. y Murugesan, S. (2020). Rhizobium. *Beneficial Microbes in Agro-Ecology: Bacteria and Fungi*, 37–54.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823414-3.00004-6>
- Zhang, M. y Hua, M. y Guo, D. y Xue, Y. y Chen, X. y Rui, L. y Zhou, N. (2023). Effects of plant growth-promoting rhizobacteria on growth indicators and physiological characteristics of *Peucedanum praeruptorum* Dunn leaves. *Plant Signaling & Behavior*, 18(1), 2203571. <https://doi.org/10.1080/15592324.2023.2203571>
- Zuñiga, D. (2012). *Manual de microbiología agrícola*.
<http://agraria.lamolina.edu.pe/uie/index.php/2019/07/03/manual-de-microbiologia-agricola/>

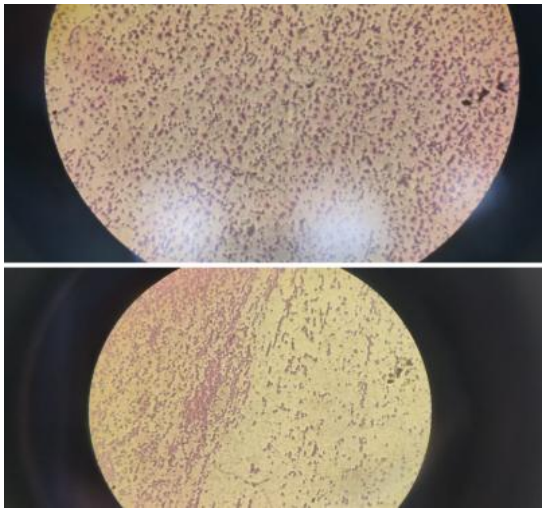
ANEXOS



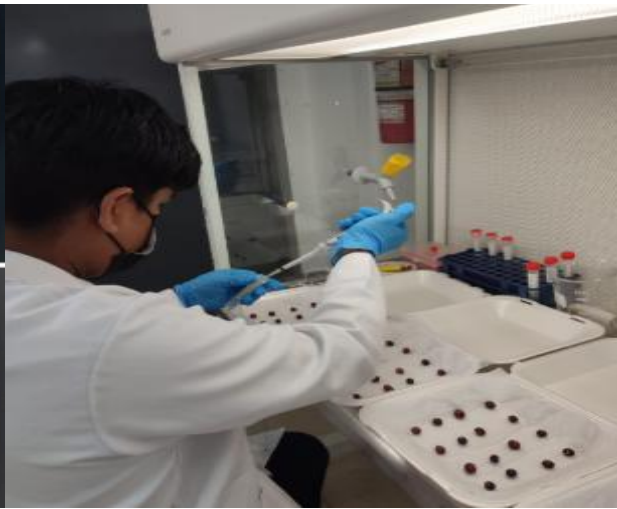
Anexo 1A. Reactivación de bacterias



Anexo 2A. Purificación de bacterias en LMC



Anexo 3A. Tinción de Gram



Anexo 4A. Inoculación de semillas de frijoles



Anexo 5A. Cultivo de leguminosas en vivero



Anexo 6A. Variables morfológicas

Tratamiento	F. R	F.C	F.M
T1 Agua Destilada	88.75 a	87.50 a	82 b
T2 Yara Vita	96,25 a	83.75 a	100 a
T3 MCT105R1A	96.25 a	92.50 a	98.75 a
T4 MCT103R3B	90 a	96.25 a	100 a
T5 MCT103R3A	95 a	93.75 a	100 a
T6 MCT105R3C	90 a	91.25 a	100 a
T7 MCT103R1A	93.75 a	95 a	96.25 ab
T8 MCT105R3B	96.25 a	87.50 a	100 a
T9 MCT103R3A	91.25 a	99.75 a	100 a

Anexo 7A. Porcentaje de germinación a los diez días

Tratamiento	F. R	F.C	F.M
T1 Agua Destilada	51.09 a	21.96 a	79.09 a
T2 Yara Vita	42.46 ab	21.59 a	79.73 a
T3 MCT105R1A	33.62 abc	19.27 a	75.73 a
T4 MCT103R3B	28.32 bc	18.70 a	62.10 a
T5 MCT103R3A	30.03 bc	21.37 a	81.23 a
T6 MCT105R3C	21.91 c	20.88 a	80.14 a
T7 MCT103R1A	21.95 c	18.03 a	74.92 a
T8 MCT105R3B	24.93 bc	23.89 a	70.27 a
T9 MCT103R3A	39.65abc	21.58 a	81.60 a

Anexo 8A. Longitud aérea a los diez días

Tratamiento	F. R	F.C	F.M
T1 Agua Destilada	107.11 a	101.39 a	59.72 a
T2 Yara Vita	101.08 a	89.44 a	56.29 a
T3 MCT105R1A	68.20 b	106.05 a	59.69 a
T4 MCT103R3B	56.79 b	106.73 a	61.02 a
T5 MCT103R3A	68.53 b	99.92 a	60.74 a
T6 MCT105R3C	54.44 b	105.29 a	66.58 a
T7 MCT103R1A	65.43 b	106.61 a	72.61 a
T8 MCT105R3B	63.95 b	93.75 a	63.59 a
T9 MCT103R3A	80.75 ab	110.24 a	59.99 a

Anexo 9A. Longitud radicular a los diez días

LONGITUD RADICULAR 15 DIAS			
Tratamiento	F. R	F.C	F.M
T1 Agua Destilada	17.24 a	19.94 a	8.71 a
T2 Yara Vita	13.88 a	18.89 a	8.49 a
T3 MCT105R1A	15.92 a	18.80 a	6.76 a
T4 MCT103R3B	16.57 a	20.73 a	7.01 a
T5 MCT103R3A	17.63 a	20.67 a	5.83 a
T6 MCT105R3C	22.27 a	16.51 a	8.46 a
T7 MCT103R1A	19.55 a	16.56 a	8.66 a
T8 MCT105R3B	20.61 a	17.88 a	8.70 a
T9 MCT103R3A	20.57 a	14.92 a	7.22 a
DIAMETRO DEL TALLO 15 DIAS			

Tratamiento	F. R	F.C	F.M
T1 Agua Destilada	4.30 a	3.52 a	2.42 a
T2 Yara Vita	4.13 a	3.55 a	2.04 a
T3 MCT105R1A	6.76 a	3.45 a	2.25 a
T4 MCT103R3B	4.45 a	3.76 a	1.92 a
T5 MCT103R3A	4.35 a	3.58 a	2.65 a
T6 MCT105R3C	4.27 a	3.16 a	2.40 a
T7 MCT103R1A	3.81 a	4.32 a	1.99 a
T8 MCT105R3B	3.86 a	4.31 a	2.15 a
T9 MCT103R3A	3.50 a	3.40 a	2.34 a
LONGITUD AEREA 15 DIAS			
Tratamiento	F. R si	F.C	F.M
T1 Agua Destilada	73.66 b	96.03 a	28.44 a
T2 Yara Vita	8.52 ab	106.50 a	25.69 a
T3 MCT105R1A	92.71 ab	86.96 a	21.90 a
T4 MCT103R3B	93.55 ab	94.29 a	25.61 a
T5 MCT103R3A	90.79 ab	111.22 a	26.19 a
T6 MCT105R3C	93.42 ab	100.74 a	25.94 a
T7 MCT103R1A	92.26 ab	94.77 a	25.26 a
T8 MCT105R3B	104.98 a	87.59 a	25.37 a
T9 MCT103R3A	82.43 ab	63.96 a	28.31 a
NUMERO DE HOJAS 15 DIAS			
Tratamiento	F. R si	F.C	F.M
T1 Agua Destilada	10 ab	12.50 a	5 a
T2 Yara Vita	9 ab	14.75 a	5.75 a
T3 MCT105R1A	12.50 ab	15.75 a	4.25 a
T4 MCT103R3B	12.50 ab	14.75 a	5 a
T5 MCT103R3A	11 ab	14.25 a	5 a
T6 MCT105R3C	10 ab	15 a	5 a
T7 MCT103R1A	10.50 ab	16.50 a	5 a
T8 MCT105R3B	12.75 a	14.25 a	5 a
T9 MCT103R3A	8 b	12 a	5 a
ANCHO DE HOJA 15 DIAS			
Tratamiento	F. R	F.C	F.M si
T1 Agua Destilada	66.03 a	53.13 a	39.93 ab
T2 Yara Vita	79.80 a	41.84 a	40.60 ab
T3 MCT105R1A	83.13 a	51.29 a	34.98 b
T4 MCT103R3B	82.73 a	45.09 a	43.47 ab
T5 MCT103R3A	64.62 a	54.93 a	44.07 ab
T6 MCT105R3C	81.16 a	54.80 a	41.41 ab
T7 MCT103R1A	72.86 a	49.79 a	43.74 ab
T8 MCT105R3B	87.12 a	49.90 a	49.09 a
T9 MCT103R3A	69.04 a	56.37 a	45.56 ab
LARGO HOJA 15 DIAS			
Tratamiento	F. R	F.C	F.M
T1 Agua Destilada	59.20 a	97.64 a	66.56 a
T2 Yara Vita	71.63 a	98.41 a	62.34 a
T3 MCT105R1A	92.33 a	97.56 a	52.79 a
T4 MCT103R3B	59.51 a	112.59 a	66.80 a
T5 MCT103R3A	47.93 a	119.79 a	67.53 a
T6 MCT105R3C	52.96 a	103.27 a	65.56 a
T7 MCT103R1A	52.10 a	118.28 a	70.94 a

T8 MCT105R3B	66.15 a	110.91 a	73.45 a
T9 MCT103R3A	55.28 a	98.61 a	73.07 a

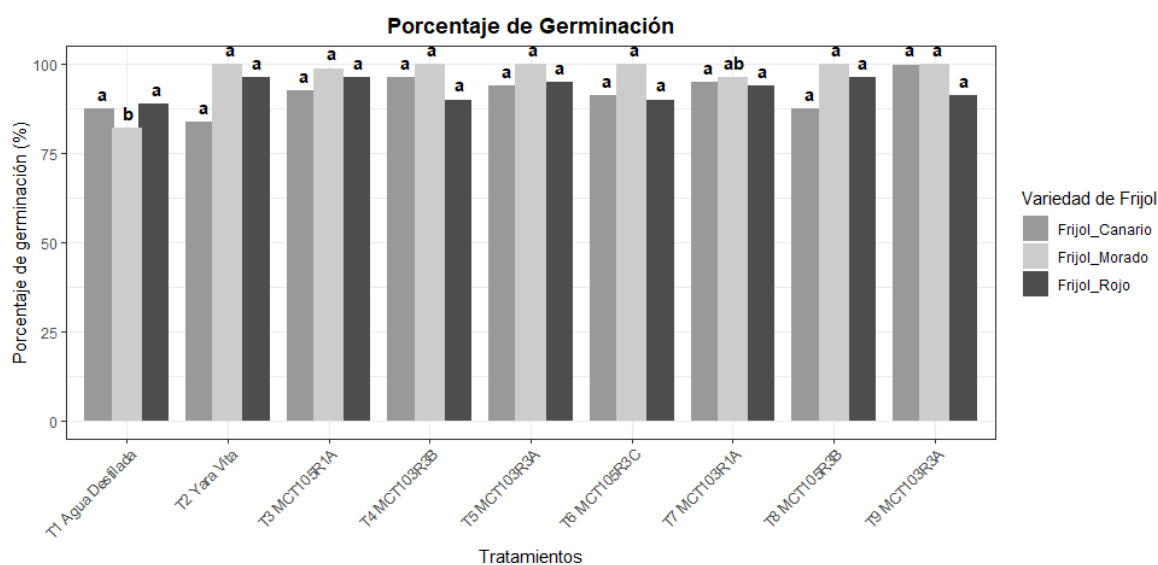
Anexo 10A. Resultados de las variables morfológicas a los quince días

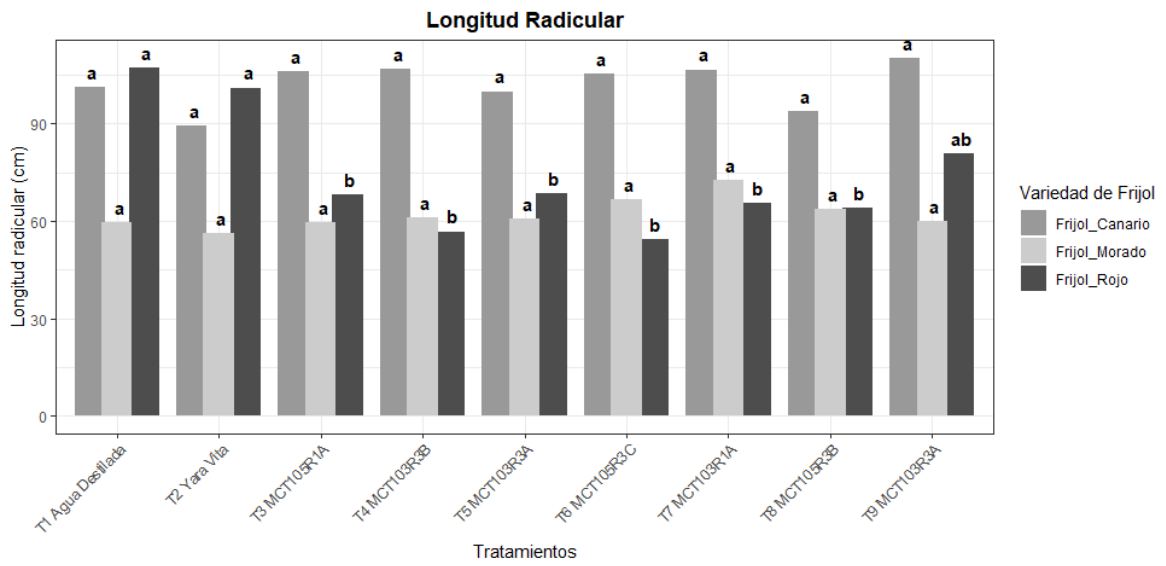
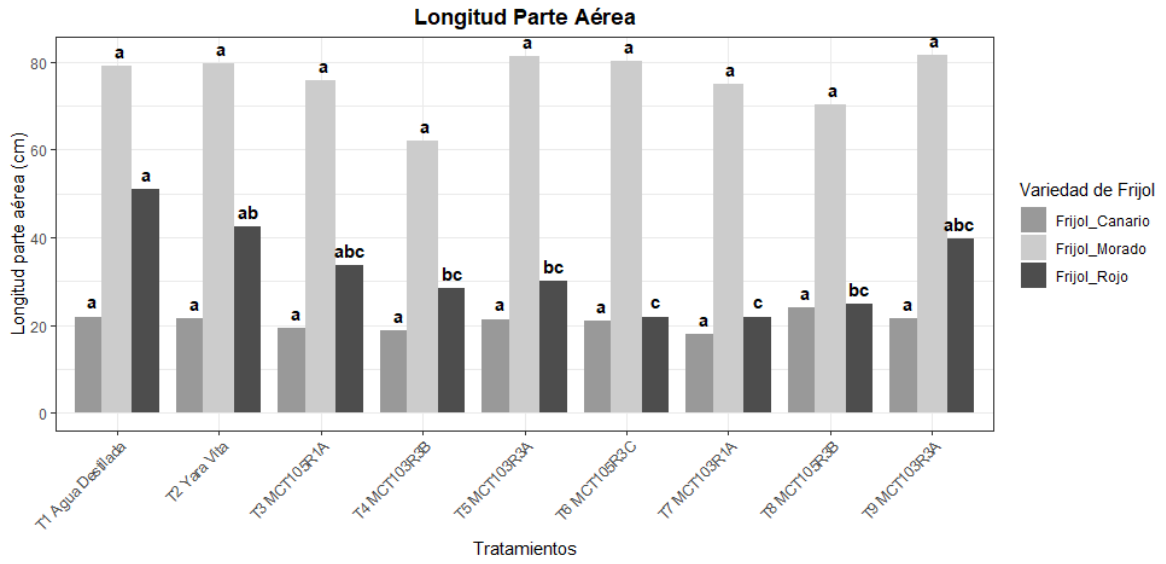
LONGITUD RADICULAR 30 DIAS			
Tratamiento	F. R	F.C	F.M
T1 Agua Destilada	27.24 a	30.03 a	27.97 a
T2 Yara Vita	25.12 a	22.88 a	21.28 a
T3 MCT105R1A	23.34 a	28.08 a	25.87 a
T4 MCT103R3B	21.70 a	33.37 a	24.96 a
T5 MCT103R3A	23.80 a	26.59 a	28.91 a
T6 MCT105R3C	29.40 a	24.38 a	23.64 a
T7 MCT103R1A	26 a	27.73 a	23.72 a
T8 MCT105R3B	28.44 a	28.62 a	24.51 a
T9 MCT103R3A	27.02 a	31.30 a	26.29 a
DIAMETRO DEL TALLO 30 DIAS			
Tratamiento	F. R si	F.C si	F.M
T1 Agua Destilada	3.38 ab	2.72 ab	1.89 a
T2 Yara Vita	2.56 b	2.72 ab	2.30 a
T3 MCT105R1A	3.62 a	2.95 ab	1.91 a
T4 MCT103R3B	2.73 ab	1.98 b	2.26 a
T5 MCT103R3A	3.19 ab	2.61 ab	2.13 a
T6 MCT105R3C	3.27 ab	2.54 ab	2.10 a
T7 MCT103R1A	3.12 ab	3.38 ab	2.40 a
T8 MCT105R3B	3.57 a	3.06 ab	2.48 a
T9 MCT103R3A	2.91 ab	3.93 a	2.23 a
LONGITUD AEREA 30 DIAS			
Tratamiento	F. R	F.C	F.M
T1 Agua Destilada	128.69 a	155.97 a	41.86 a
T2 Yara Vita	145.45 a	138.77 a	40.24 a
T3 MCT105R1A	163.38 a	151.23 a	28.75 a
T4 MCT103R3B	150.83 a	160.39 a	34.23 a
T5 MCT103R3A	151.37 a	144.33 a	36.42 a
T6 MCT105R3C	169.12 a	148.07 a	34.66 a
T7 MCT103R1A	133.26 a	150.41 a	37.28 a
T8 MCT105R3B	146.80 a	165.45 a	41.97 a
T9 MCT103R3A	156.03 a	174.85 a	40.39 a
NUMERO DE HOJAS 30 DIAS			
Tratamiento	F. R	F.C si	F.M
T1 Agua Destilada	21.50 a	23.75 b	8 a
T2 Yara Vita	24.50 a	24 b	9 a
T3 MCT105R1A	27.25 a	24.50 b	8 a
T4 MCT103R3B	25 a	26.25 b	8 a
T5 MCT103R3A	23 a	25.50 b	8 a
T6 MCT105R3C	23.50 a	27.50 ab	8 a
T7 MCT103R1A	21.25 a	33.50 a	8 a
T8 MCT105R3B	24.50 a	27.50 ab	8 a
T9 MCT103R3A	22 a	27.75 ab	8 a
ANCHO DE HOJA 30 DIAS			
Tratamiento	F. R si	F.C si	F.M
T1 Agua Destilada	61.38 b	48.36 ab	40.68 a
T2 Yara Vita	80.43 ab	44.91 ab	39.51 a

T3 MCT105R1A	80.28 ab	49.37 ab	38.34 a
T4 MCT103R3B	79.92 ab	39.78 b	41.67 a
T5 MCT103R3A	66.55 ab	53.47 ab	45.26 a
T6 MCT105R3C	80.51 ab	58.08 a	39.04 a
T7 MCT103R1A	70.89 ab	55.14 a	39.94 a
T8 MCT105R3B	88.82 a	51.66 ab	43.55 a
T9 MCT103R3A	77.24 ab	51.37 ab	42.88 a
LARGO HOJA 30 DIAS			
Tratamiento	F. R	F.C	F.M
T1 Agua Destilada	67.22 a	101.34 a	77.60 a
T2 Yara Vita	74.38 a	98.46 a	76.80 a
T3 MCT105R1A	67.13 a	99.44 a	75.11 a
T4 MCT103R3B	58.64 a	122.20 a	80.53 a
T5 MCT103R3A	68.41 a	106.58 a	78.14 a
T6 MCT105R3C	63.86 a	106.01 a	77.75 a
T7 MCT103R1A	70.31 a	116.01 a	81.05 a
T8 MCT105R3B	85.14 a	111.87 a	83.01 a
T9 MCT103R3A	67.66 a	112.43 a	82.33 a

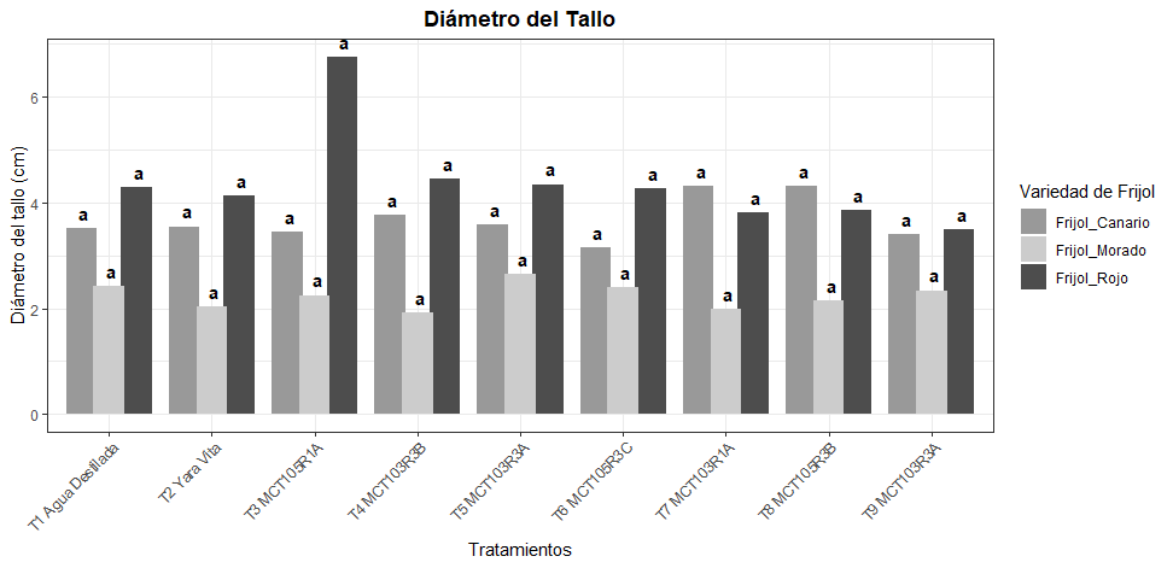
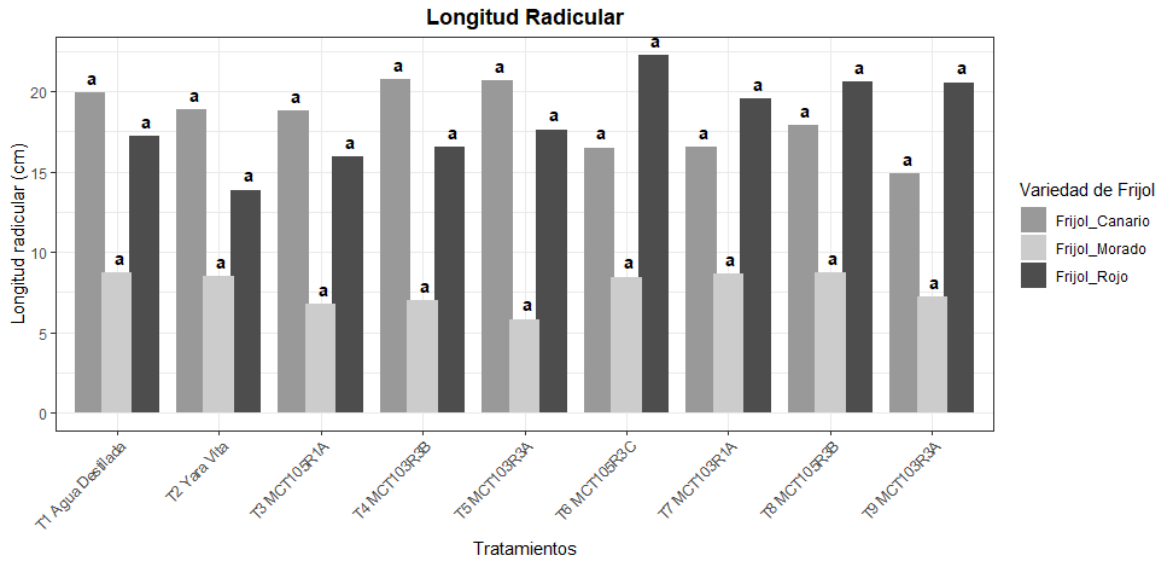
Anexo 11A. Resultados de las variables morfológicas a los treinta días

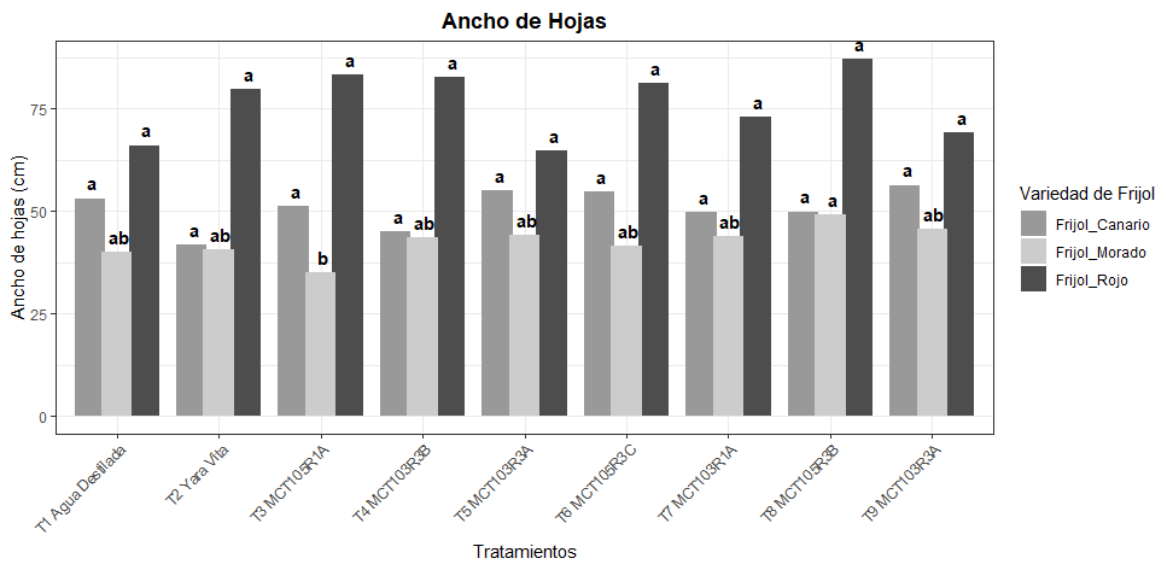
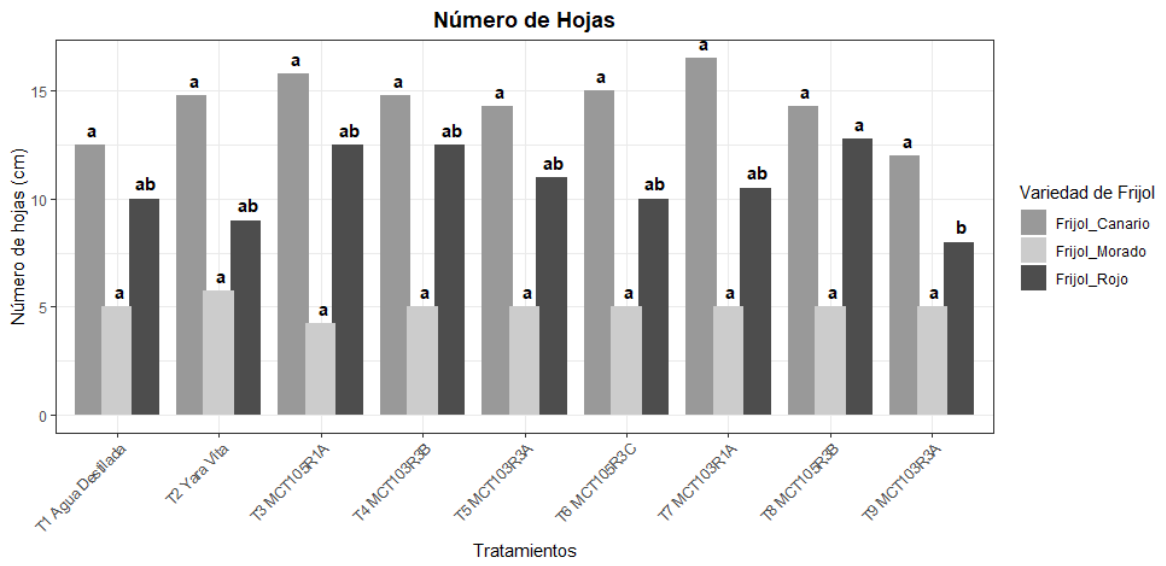
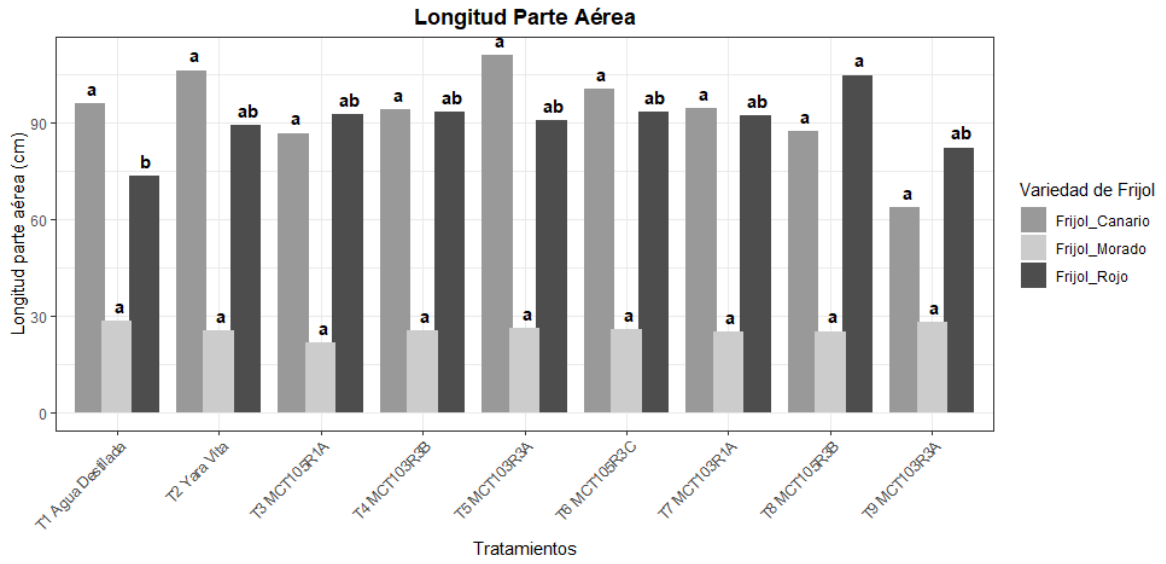
Anexo 12A. Efectos de la inoculación de PGPR en variables morfológicas: porcentaje de germinación, longitud parte aérea y longitud radicular a los diez días

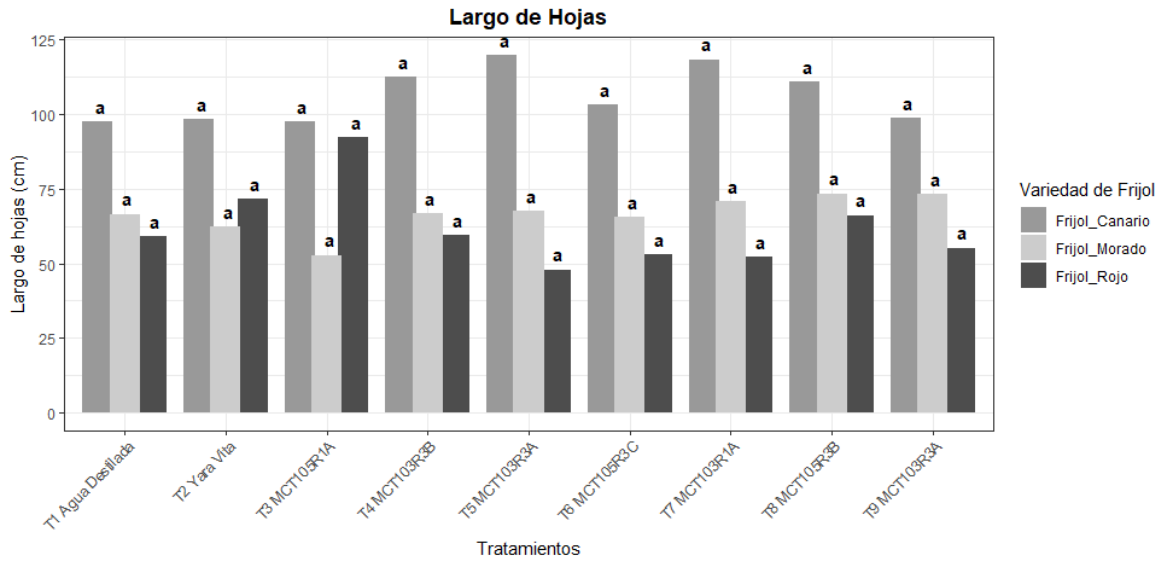




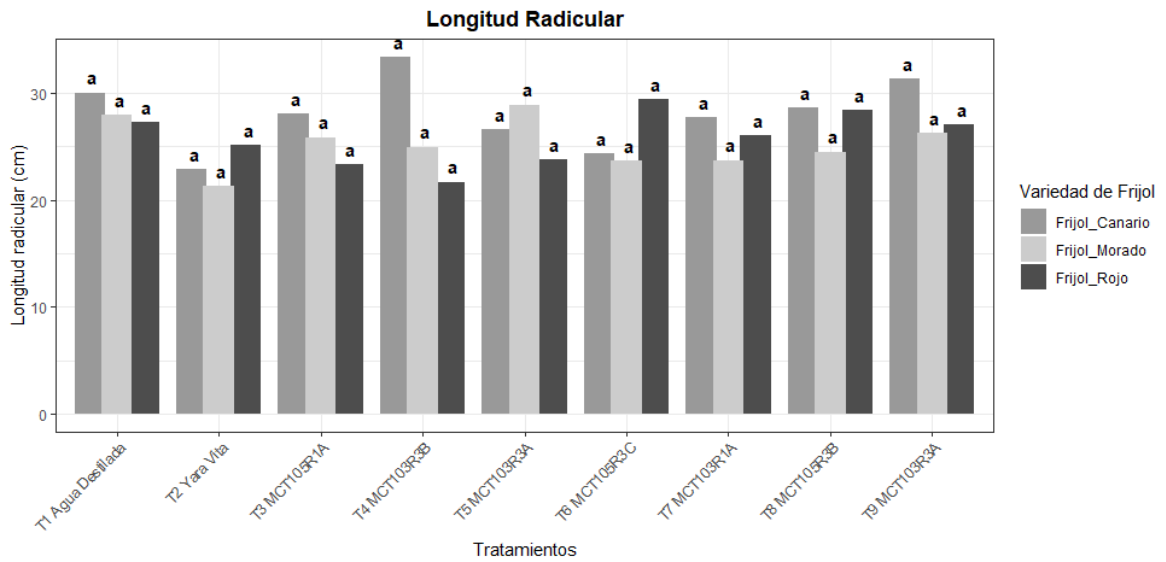
Anexo 13A. Efectos de la inoculación de PGPR en variable morfológicas: longitud radicular, diámetro del tallo, longitud parte aérea, número de hojas, ancho de hojas y largo de hojas a los quince días

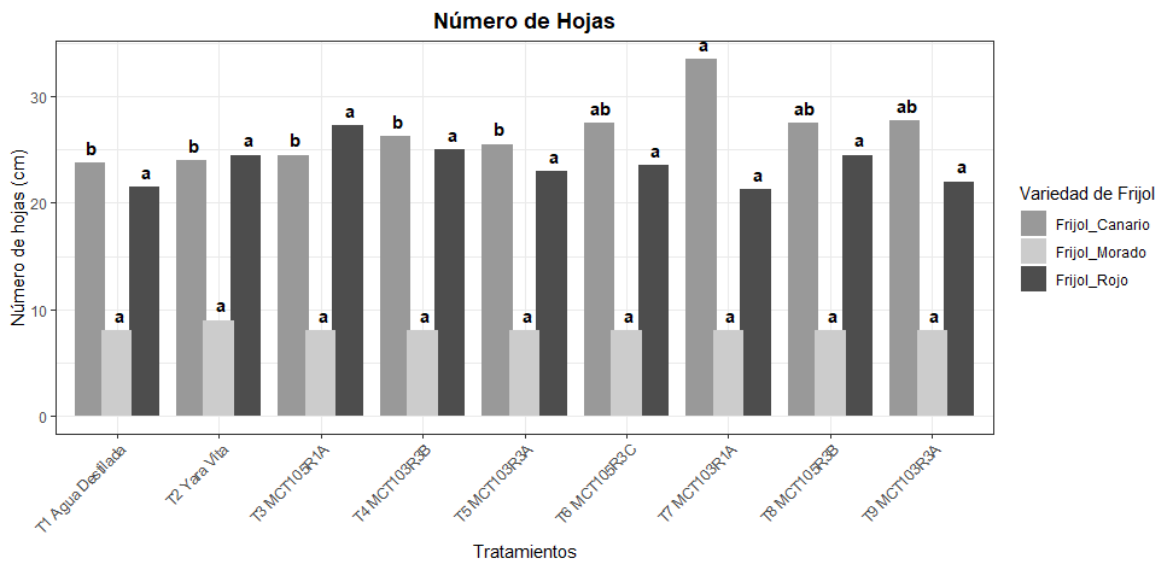
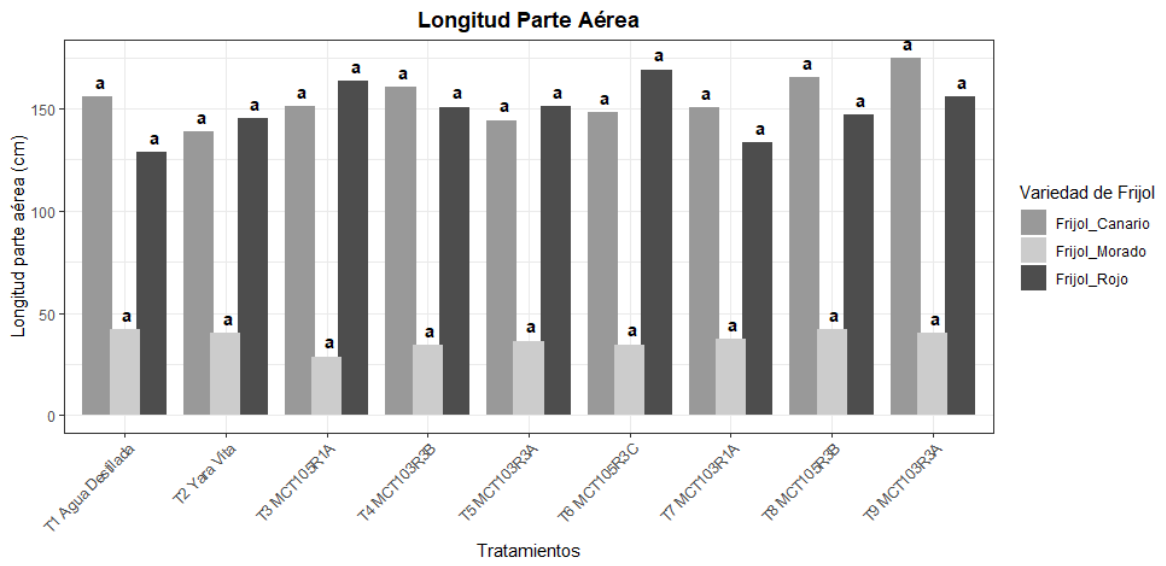
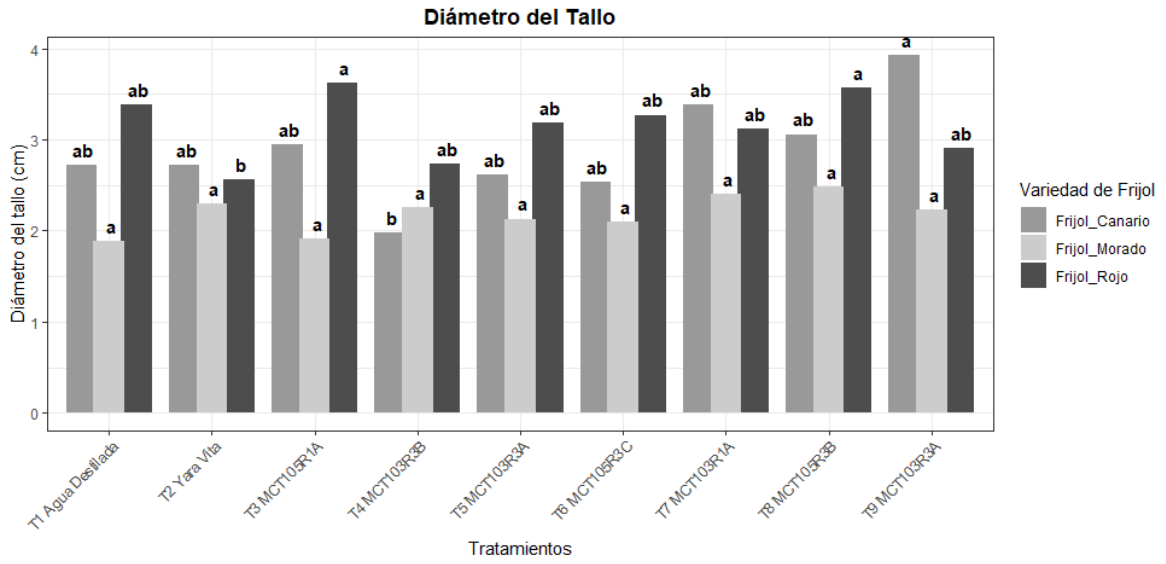


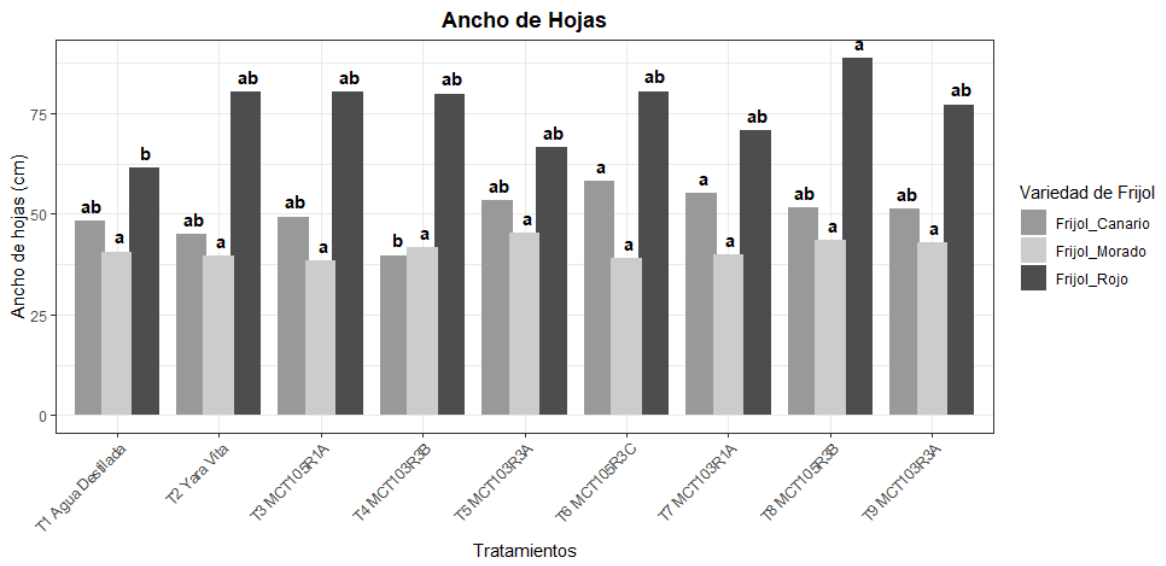
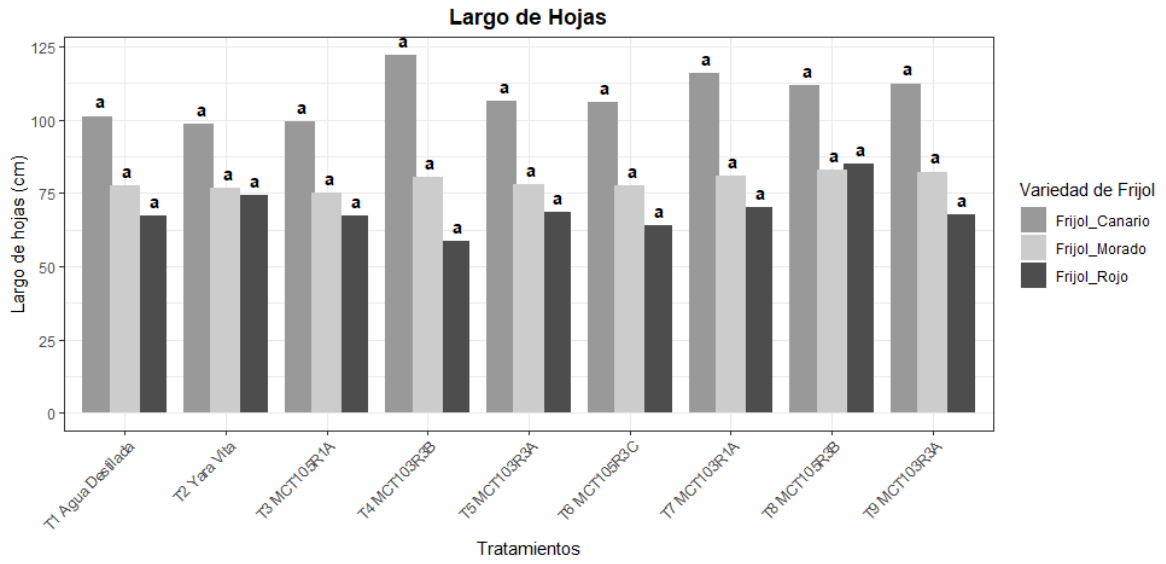




Anexo 14A. Efectos de la inoculación de PGPR en variable morfológicas: longitud radicular, diámetro del tallo, longitud parte aérea, número de hojas, ancho de hojas y largo de hojas a los treinta días







Anexo 15A. Descripción de análisis de la varianza en el cultivo de frijol rojo

Análisis de la varianza

% Frijol Rojo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Frijol Rojo	36	0,27	0,05	5,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor		
Modelo		301,39	8	37,67	1,25	0,3086	
TRATAMIENTO			301,39	8	37,67	1,25	0,3086
Error		812,50	27	30,09			
Total		1113,89	35				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,05151

Error: 30,0926 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T3 MCT105R1A	96,25	4	2,74	A
T2 Yara Vita	96,25	4	2,74	A
T8 MCT105R3B	96,25	4	2,74	A
T5 MCT103R3A	95,00	4	2,74	A
T7 MCT103R1A	93,75	4	2,74	A
T9 MCT105R3A	91,25	4	2,74	A
T4 MCT103R3B	90,00	4	2,74	A
T6 MCT105R3C	90,00	4	2,74	A
T1 Agua Destilada	88,75	4	2,74	A

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

Longitud Aérea Frijol Rojo a los 10 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L. A Frijol Rojo	36	0,65	0,54	24,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor		
Modelo		3205,39	8	400,67	6,19	0,0001	
TRATAMIENTO			3205,39	8	400,67	6,19	0,0001
Error		1748,74	27	64,77			
Total		4954,13	35				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=19,14750

Error: 64,7683 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
T1 Agua Destilada	51,09	4	4,02	A		
T2 Yara Vita	42,46	4	4,02	A	B	
T9 MCT105R3A	39,65	4	4,02	A	B	C
T3 MCT105R1A	33,62	4	4,02	A	B	C
T5 MCT103R3A	30,03	4	4,02		B	C
T4 MCT103R3B	28,32	4	4,02		B	C
T8 MCT105R3B	24,93	4	4,02		B	C
T7 MCT103R1A	21,95	4	4,02			C
T6 MCT105R3C	21,91	4	4,02			C

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

Longitud Radicular Frijol Rojo a los 10 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L.R Frijol Rojo	36	0,71	0,63	17,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		11167,34		8	1395,92 8,30 <0,0001
TRATAMIENTO		11167,34		8	1395,92 8,30 <0,0001
Error		4539,7227		168,14	
Total		15707,06		35	

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=30,85060

Error: 168,1377 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1 Agua Destilada	107,11	4	6,48 A
T2 Yara Vita	101,08	4	6,48 A
T9 MCT105R3A	80,75	4	6,48 A B
T5 MCT103R3A	68,53	4	6,48 B
T3 MCT105R1A	68,20	4	6,48 B
T7 MCT103R1A	65,43	4	6,48 B
T8 MCT105R3B	63,95	4	6,48 B
T4 MCT103R3B	56,79	4	6,48 B
T6 MCT105R3C	54,44	4	6,48 B

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

F,R_Longitud radicular a los 15 días

VariableN	R ²	R ² Aj	CV
F.R L.R	36	0,38	0,20 20,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		230,21		8	28,78 2,10 0,0717
TRATAMIENTO		230,21		8	28,78 2,10 0,0717
Error		370,11		27	13,71
Total		600,33		35	

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,80879

Error: 13,7079 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T6 MCT105R3C	22,27	4	1,85 A
T8 MCT105R3B	20,61	4	1,85 A
T9 MCT105R3A	20,57	4	1,85 A
T7 MCT103R1A	19,55	4	1,85 A
T5 MCT103R3A	17,63	4	1,85 A
T1 Agua Destilada	17,24	4	1,85 A
T4 MCT103R3B	16,57	4	1,85 A
T3 MCT105R1A	15,92	4	1,85 A
T2 Yara Vita	13,88	4	1,85 A

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

F,R_Longitud radicular a los 30 días

VariableN	R ²	R ² Aj	CV
F.R L.R	36	0,22	0,00 19,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		205,10		8	25,64 0,97 0,4806
TRATAMIENTO		205,10		8	25,64 0,97 0,4806
Error		714,79		27	26,47
Total		919,89		35	

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=12,24157

Error: 26,4736 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T6 MCT105R3C	29,40	4	2,57	A
T8 MCT105R3B	28,44	4	2,57	A
T1 Agua Destilada	27,24	4	2,57	A
T9 MCT105R3A	27,02	4	2,57	A
T7 MCT103R1A	26,00	4	2,57	A
T2 Yara Vita	25,12	4	2,57	A
T5 MCT103R3A	23,80	4	2,57	A
T3 MCT105R1A	23,24	4	2,57	A
T4 MCT103R3B	21,70	4	2,57	A

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

F,R_Diámetro del tallo a los 15 días

VariableN	R ²	R ² Aj	CV
F,R_D.T	36	0,28	0,06 37,79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28,50	8	3,56	1,30	0,2848
TRATAMIENTO	28,50	8	3,56	1,30	0,2848
Error	73,96	27	2,74		
Total	102,46	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,93774

Error: 2,7393 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T3 MCT105R1A	6,76	4	0,83	A
T4 MCT103R3B	4,45	4	0,83	A
T5 MCT103R3A	4,35	4	0,83	A
T1 Agua Destilada	4,30	4	0,83	A
T6 MCT105R3C	4,27	4	0,83	A
T2 Yara Vita	4,13	4	0,83	A
T8 MCT105R3B	3,86	4	0,83	A
T7 MCT103R1A	3,81	4	0,83	A
T9 MCT105R3A	3,50	4	0,83	A

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

F,R_Diámetro del tallo a los 30 días

VariableN	R ²	R ² Aj	CV
F,R_D.T	36	0,28	0,06 37,79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28,50	8	3,56	1,30	0,2848
TRATAMIENTO	28,50	8	3,56	1,30	0,2848
Error	73,96	27	2,74		
Total	102,46	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,93774

Error: 2,7393 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T3 MCT105R1A	6,76	4	0,83	A
T4 MCT103R3B	4,45	4	0,83	A
T5 MCT103R3A	4,35	4	0,83	A
T1 Agua Destilada	4,30	4	0,83	A
T6 MCT105R3C	4,27	4	0,83	A
T2 Yara Vita	4,13	4	0,83	A
T8 MCT105R3B	3,86	4	0,83	A
T7 MCT103R1A	3,81	4	0,83	A
T9 MCT105R3A	3,50	4	0,83	A

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

F,R_ Longitud aérea a los 15 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
F,R_ L.A	36	0,44	0,28	11,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2341,18	8	292,65	2,70	0,0253
TRATAMIENTO	2341,18	8	292,65	2,70	0,0253
Error	2926,08	27	108,37		
Total	5267,27	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=24,76809

Error: 108,3735 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T8 MCT105R3B	104,98	4	5,21 A
T4 MCT103R3B	93,55	4	5,21 A B
T6 MCT105R3C	93,42	4	5,21 A B
T3 MCT105R1A	92,71	4	5,21 A B
T7 MCT103R1A	92,26	4	5,21 A B
T5 MCT103R3A	90,79	4	5,21 A B
T2 Yara Vita	89,52	4	5,21 A B
T9 MCT105R3A	82,43	4	5,21 A B
T1 Agua Destilada	73,66	4	5,21 B

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

F,R_ Longitud aérea a los 30 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
F,R_ L.A	36	0,30	0,09	14,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5385,06	8	673,13	1,42	0,2323
TRATAMIENTO	5385,06	8	673,13	1,42	0,2323
Error	12776,64	27	473,21		
Total	18161,70	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=51,75560

Error: 473,2088 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T6 MCT105R3C	169,12	4	10,88 A
T3 MCT105R1A	163,38	4	10,88 A
T9 MCT105R3A	156,03	4	10,88 A
T5 MCT103R3A	151,37	4	10,88 A
T4 MCT103R3B	150,83	4	10,88 A
T8 MCT105R3B	146,80	4	10,88 A
T2 Yara Vita	145,45	4	10,88 A
T7 MCT103R1A	133,26	4	10,88 A
T1 Agua Destilada	128,69	4	10,88 A

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

F,R_ N°Hojas a los 15 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
F,R_ N°HOJAS	36	0,45	0,29	18,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	87,89	8	10,99	2,80	0,0212

TRATAMIENTO	87,89	8	10,99	2,80	0,0212
Error	105,75	27	3,92		
Total	193,64	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,70857

Error: 3,9167 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
T8 MCT105R3B	12,75	4	0,99	A	
T3 MCT105R1A	12,50	4	0,99	A	B
T4 MCT103R3B	12,50	4	0,99	A	B
T5 MCT103R3A	11,00	4	0,99	A	B
T7 MCT103R1A	10,50	4	0,99	A	B
T6 MCT105R3C	10,00	4	0,99	A	B
T1 Agua Destilada	10,00	4	0,99	A	B
T2 Yara Vita	9,00	4	0,99	A	B
T9 MCT105R3A	8,00	4	0,99		B

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

F.R_ N°Hojas a los 30 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
F.R_ N°HOJAS	36	0,22	0,00	16,93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	119,06	8	14,88	0,93	0,5073	
TRATAMIENTO	119,06	8	14,88	0,93	0,5073	
Error	431,50	27	15,98			
Total	550,56	35				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,51129

Error: 15,9815 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T3 MCT105R1A	27,25	4	2,00	A
T4 MCT103R3B	25,00	4	2,00	A
T8 MCT105R3B	24,50	4	2,00	A
T2 Yara Vita	24,50	4	2,00	A
T6 MCT105R3C	23,50	4	2,00	A
T5 MCT103R3A	23,00	4	2,00	A
T9 MCT105R3A	22,00	4	2,00	A
T1 Agua Destilada	21,50	4	2,00	A
T7 MCT103R1A	21,25	4	2,00	A

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

F,R_ Ancho de hoja a los 15 días

VariableN	R ²	R ² Aj	CV
F,R_ A,H	36	0,45	0,29 12,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	2191,78	8	273,97	2,79	0,0218	
TRATAMIENTO	2191,78	8	273,97	2,79	0,0218	
Error	2652,39	27	98,24			
Total	4844,18	35				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=23,58132

Error: 98,2368 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T8 MCT105R3B	87,12	4	4,96	A
T3 MCT105R1A	83,18	4	4,96	A
T4 MCT103R3B	82,73	4	4,96	A

T6 MCT105R3C	81,16	4	4,96	A
T2 Yara Vita	79,80	4	4,96	A
T7 MCT103R1A	72,86	4	4,96	A
T9 MCT105R3A	69,04	4	4,96	A
T1 Agua Destilada	66,03	4	4,96	A
T5 MCT103R3A	64,62	4	4,96	A

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

F.R_ Ancho de hoja a los 30 días

VariableN	R ²	R ² Aj	CV
F.R_ A.H	36	0,41	0,24 14,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2273,27	8	284,16	2,39	0,0429
TRATAMIENTO	2273,27	8	284,16	2,39	0,0429
Error	3205,96	27	118,74		
Total	5479,23	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=25,92554

Error: 118,7391 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T8 MCT105R3B	88,82	4	5,45	A
T6 MCT105R3C	80,51	4	5,45	A B
T2 Yara Vita	80,43	4	5,45	A B
T3 MCT105R1A	80,28	4	5,45	A B
T4 MCT103R3B	79,92	4	5,45	A B
T9 MCT105R3A	77,24	4	5,45	A B
T7 MCT103R1A	70,89	4	5,45	A B
T5 MCT103R3A	66,55	4	5,45	A B
T1 Agua Destilada	61,38	4	5,45	B

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

F,R_ Largo de hoja a los 15 días

VariableN	R ²	R ² Aj	CV
F,R_ L.H	36	0,31	0,11 35,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5867,90	8	733,49	1,53	0,1932
TRATAMIENTO	5867,90	8	733,49	1,53	0,1932
Error	12939,70	27	479,25		
Total	18807,60	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=52,08482

Error: 479,2480 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T3 MCT105R1A	92,33	4	10,95	A
T2 Yara Vita	71,63	4	10,95	A
T8 MCT105R3B	66,15	4	10,95	A
T4 MCT103R3B	59,51	4	10,95	A
T1 Agua Destilada	59,20	4	10,95	A
T9 MCT105R3A	55,28	4	10,95	A
T6 MCT105R3C	52,96	4	10,95	A
T7 MCT103R1A	52,10	4	10,95	A
T5 MCT103R3A	47,93	4	10,95	A

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

F,R_ Largo de hoja a los 39 días

VariableN	R ²	R ² Aj	CV
-----------	----------------	-------------------	----

F.R. L.H 36 0,17 0,00 25,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		1733,72	8	216,72	0,68	0,7047
TRATAMIENTO		1733,72	8	216,72	0,68	0,7047
Error		8601,3627		318,57		
Total		10335,08		35		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=42,46516

Error: 318,5690 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T8 MCT105R3B	85,14	4	8,92	A
T2 Yara Vita	74,38	4	8,92	A
T7 MCT103R1A	70,31	4	8,92	A
T5 MCT103R3A	68,41	4	8,92	A
T9 MCT105R3A	67,66	4	8,92	A
T1 Agua Destilada	67,22	4	8,92	A
T3 MCT105R1A	67,13	4	8,92	A
T6 MCT105R3C	63,86	4	8,92	A
T4 MCT103R3B	58,64	4	8,92	A

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

Anexo 16A. Descripción del análisis de la varianza en el cultivo de frijol canario

% Frijol Canario a los 10 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Frijol Canario	36	0,33	0,13	7,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		538,89	8	67,36	1,63	0,1639
TRATAMIENTO		538,89	8	67,36	1,63	0,1639
Error		1118,75	27	41,44		
Total		1657,64	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=15,31495

Error: 41,4352 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T4 MCT103R3B	96,25	4	3,22	A
T7 MCT103R1A	95,00	4	3,22	A
T5 MCT103R3A	93,75	4	3,22	A
T3 MCT105R1A	92,50	4	3,22	A
T6 MCT105R3C	91,25	4	3,22	A
T9 MCT105R3A	88,75	4	3,22	A
T8 MCT105R3B	87,50	4	3,22	A
T1 Agua Destilada	87,50	4	3,22	A
T2 Yara Vita	83,75	4	3,22	A

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

Longitud aérea Frijol Canario a los 10 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L.A.Frijol Canario	36	0,18	0,00	20,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		107,28	8	13,41	0,73	0,6662
TRATAMIENTO		107,28	8	13,41	0,73	0,6662

Error	497,66	27	18,43
Total	604,94	35	

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,21445

Error: 18,4318 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T8 MCT105R3B	23,89	4	2,15	A
T1 Agua Destilada	21,96	4	2,15	A
T2 Yara Vita	21,59	4	2,15	A
T9 MCT105R3A	21,58	4	2,15	A
T5 MCT103R3A	21,37	4	2,15	A
T6 MCT105R3C	20,88	4	2,15	A
T3 MCT105R1A	19,27	4	2,15	A
T4 MCT103R3B	18,70	4	2,15	A
T7 MCT103R1A	18,03	4	2,15	A

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

Longitud radicular Frijol Canario a los 10 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L.R Frijol Canario	36	0,36	0,17	9,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1476,85	8	184,61	1,92	0,0985
TRATAMIENTO	1476,85	8	184,61	1,92	0,0985
Error	2598,81	27	96,25		
Total	4075,65	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=23,34190

Error: 96,2522 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T9 MCT105R3A	110,24	4	4,91	A
T4 MCT103R3B	106,73	4	4,91	A
T7 MCT103R1A	106,61	4	4,91	A
T3 MCT105R1A	106,05	4	4,91	A
T6 MCT105R3C	105,29	4	4,91	A
T1 Agua Destilada	101,39	4	4,91	A
T5 MCT103R3A	99,92	4	4,91	A
T8 MCT105R3B	93,75	4	4,91	A
T2 Yara Vita	89,44	4	4,91	A

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

F,C_ Longitud radicular a los 15 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
F,C_L.R	36	0,21	0,00	23,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	130,60	8	16,32	0,90	0,5320
TRATAMIENTO	130,60	8	16,32	0,90	0,5320
Error	490,95	27	18,18		
Total	621,54	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,14532

Error: 18,1832 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T4 MCT103R3B	20,73	4	2,13	A
T5 MCT103R3A	20,67	4	2,13	A
T1 Agua Destilada	19,94	4	2,13	A
T2 Yara Vita	18,89	4	2,13	A

T3 MCT105R1A	18,80	4	2,13	A
T8 MCT105R3B	17,88	4	2,13	A
T7 MCT103R1A	16,56	4	2,13	A
T6 MCT105R3C	16,51	4	2,13	A
T9 MCT105R3A	14,92	4	2,13	A

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

F.C_ Longitud radicular a los 30 días

VariableN	R ²	R ² Aj	CV	
F.C_L.R	36	0,28	0,07	20,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	342,42	8	42,80	1,33	0,2707	
TRATAMIENTO		342,42	8	42,80	1,33	0,2707
Error	868,05	27	32,15			
Total	1210,48	35				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,49032

Error: 32,1501 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T4 MCT103R3B	33,37	4	2,84	A
T9 MCT105R3A	31,30	4	2,84	A
T1 Agua Destilada	30,03	4	2,84	A
T8 MCT105R3B	28,62	4	2,84	A
T3 MCT105R1A	28,08	4	2,84	A
T7 MCT103R1A	27,73	4	2,84	A
T5 MCT103R3A	26,59	4	2,84	A
T6 MCT105R3C	24,38	4	2,84	A
T2 Yara Vita	22,88	4	2,84	A

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

F,C_ Diametro del tallo a los 15 días

VariableN	R ²	R ² Aj	CV	
F.C_D.T	36	0,17	0,00	25,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	5,02	8	0,63	0,69	0,6939	
TRATAMIENTO		5,02	8	0,63	0,69	0,6939
Error	24,41	27	0,90			
Total	29,43	35				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,26240

Error: 0,9042 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T7 MCT103R1A	4,32	4	0,48	A
T8 MCT105R3B	4,31	4	0,48	A
T4 MCT103R3B	3,76	4	0,48	A
T5 MCT103R3A	3,58	4	0,48	A
T2 Yara Vita	3,55	4	0,48	A
T1 Agua Destilada	3,52	4	0,48	A
T3 MCT105R1A	3,45	4	0,48	A
T9 MCT105R3A	3,40	4	0,48	A
T6 MCT105R3C	3,16	4	0,48	A

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

F.C_ Diametro del tallo a los 30 días

VariableN	R ²	R ² Aj	CV	
-----------	----------------	-------------------	----	--

F.C D.T 36 0,44 0,27 23,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		9,76	8	1,22	2,64 0,0280
TRATAMIENTO			9,76	8	1,22 2,64 0,0280
Error		12,48	27	0,46	
Total		22,24	35		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,61726

Error: 0,4621 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T9 MCT105R3A	3,93	4	0,34 A
T7 MCT103R1A	3,38	4	0,34 A B
T8 MCT105R3B	3,06	4	0,34 A B
T3 MCT105R1A	2,95	4	0,34 A B
T2 Yara Vita	2,72	4	0,34 A B
T1 Agua Destilada	2,72	4	0,34 A B
T5 MCT103R3A	2,61	4	0,34 A B
T6 MCT105R3C	2,54	4	0,34 A B
T4 MCT103R3B	1,98	4	0,34 B

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

F,C_ Longitud aérea a los 15 días

VariableN R² R² Aj CV
 F,C L.A 36 0,29 0,08 25,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		5978,08	8	747,26	1,36 0,2584
TRATAMIENTO			5978,08	8	747,26 1,36 0,2584
Error		14844,31	27	549,79	
Total		20822,39	35		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=55,78649

Error: 549,7891 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T5 MCT103R3A	111,22	4	11,72 A
T2 Yara Vita	106,50	4	11,72 A
T6 MCT105R3C	100,74	4	11,72 A
T1 Agua Destilada	96,03	4	11,72 A
T7 MCT103R1A	94,77	4	11,72 A
T4 MCT103R3B	94,29	4	11,72 A
T8 MCT105R3B	87,59	4	11,72 A
T3 MCT105R1A	86,96	4	11,72 A
T9 MCT105R3A	63,96	4	11,72 A

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

F,C_ Longitud aérea a los 30 días

VariableN R² R² Aj CV
 F,C L.A 36 0,30 0,09 11,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		3961,23	8	495,15	1,45 0,2200
TRATAMIENTO			3961,23	8	495,15 1,45 0,2200
Error		9192,3527	27	340,46	
Total		13153,58	35		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=43,89977

Error: 340,4573 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T9 MCT105R3A	174,85	4	9,23	A
T8 MCT105R3B	165,45	4	9,23	A
T4 MCT103R3B	160,39	4	9,23	A
T1 Agua Destilada	155,97	4	9,23	A
T3 MCT105R1A	151,23	4	9,23	A
T7 MCT103R1A	150,41	4	9,23	A
T6 MCT105R3C	148,07	4	9,23	A
T5 MCT103R3A	144,33	4	9,23	A
T2 Yara Vita	138,77	4	9,23	A

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

F,C_N°Hojas a los 15 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
F,C_N°HOJAS	36	0,22	0,00	20,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		65,00	8	8,13	0,95	0,4902
TRATAMIENTO		65,00	8	8,13	0,95	0,4902
Error		229,75	27	8,51		
Total		294,75	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,94028

Error: 8,5093 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T7 MCT103R1A	16,50	4	1,46	A
T3 MCT105R1A	15,75	4	1,46	A
T6 MCT105R3C	15,00	4	1,46	A
T4 MCT103R3B	14,75	4	1,46	A
T2 Yara Vita	14,75	4	1,46	A
T8 MCT105R3B	14,25	4	1,46	A
T5 MCT103R3A	14,25	4	1,46	A
T1 Agua Destilada	12,50	4	1,46	A
T9 MCT105R3A	12,00	4	1,46	A

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

F,C_N°Hojas a los 30 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
F,C_N°HOJAS	36	0,53	0,40	11,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		284,39	8	35,55	3,88	0,0037
TRATAMIENTO		284,39	8	35,55	3,88	0,0037
Error		247,25	27	9,16		
Total		531,64	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,19975

Error: 9,1574 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
T7 MCT103R1A	33,50	4	1,51	A	
T9 MCT105R3A	27,75	4	1,51	A	B
T8 MCT105R3B	27,50	4	1,51	A	B
T6 MCT105R3C	27,50	4	1,51	A	B
T4 MCT103R3B	26,25	4	1,51		B
T5 MCT103R3A	25,50	4	1,51		B
T3 MCT105R1A	24,50	4	1,51		B
T2 Yara Vita	24,00	4	1,51		B

T1 Agua Destilada 23,75 4 1,51 B

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

F,C_Ancho de hoja a los 15 días

VariableN	R ²	R ² Aj	CV
F,C_A,H	36	0,21	0,00 20,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	738,19	8	92,27	0,89	0,5375
TRATAMIENTO	738,19	8	92,27	0,89	0,5375
Error	2797,59	27	103,61		
Total	3535,78	35			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=24,21814

Error: 103,6143 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T9 MCT105R3A	56,37	4	5,09 A
T5 MCT103R3A	54,93	4	5,09 A
T6 MCT105R3C	54,80	4	5,09 A
T1 Agua Destilada	53,15	4	5,09 A
T3 MCT105R1A	51,29	4	5,09 A
T8 MCT105R3B	49,90	4	5,09 A
T7 MCT103R1A	49,79	4	5,09 A
T4 MCT103R3B	45,09	4	5,09 A
T2 Yara Vita	41,84	4	5,09 A

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

F.C_Ancho de hoja a los 30 días

VariableN	R ²	R ² Aj	CV
F,C_A,H	36	0,47	0,32 12,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	965,07	8	120,63	3,05	0,0140
TRATAMIENTO	965,07	8	120,63	3,05	0,0140
Error	1067,77	27	39,55		
Total	2032,84	35			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=14,96195

Error: 39,5471 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T6 MCT105R3C	58,08	4	3,14 A
T7 MCT103R1A	55,14	4	3,14 A
T5 MCT103R3A	53,47	4	3,14 A B
T8 MCT105R3B	51,66	4	3,14 A B
T9 MCT105R3A	51,37	4	3,14 A B
T3 MCT105R1A	49,37	4	3,14 A B
T1 Agua Destilada	48,36	4	3,14 A B
T2 Yara Vita	44,91	4	3,14 A B
T4 MCT103R3B	39,78	4	3,14 B

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

F,C_Largo de hoja a los 15 días

VariableN	R ²	R ² Aj	CV
F,C_L,H	36	0,18	0,00 19,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Modelo	2673,28 8	334,16	0,77	0,6356
TRATAMIENTO	2673,28 8	334,16	0,77	0,6356
Error	11789,16	27	436,64	
Total	14462,44	35		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=49,71535

Error: 436,6356 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T5 MCT103R3A	119,79	4	10,45	A
T7 MCT103R1A	118,28	4	10,45	A
T4 MCT103R3B	112,59	4	10,45	A
T8 MCT105R3B	110,91	4	10,45	A
T6 MCT105R3C	103,27	4	10,45	A
T9 MCT105R3A	98,61	4	10,45	A
T2 Yara Vita	98,41	4	10,45	A
T1 Agua Destilada	97,64	4	10,45	A
T3 MCT105R1A	97,56	4	10,45	A

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

F.C_ Largo de hoja a los 30 días

VariableN	R ²	R ² Aj	CV
F.C_L.H	36	0,35	0,16 11,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2057,67	8	257,21	1,80	0,1204
TRATAMIENTO	2057,67	8	257,21	1,80	0,1204
Error	3851,99	27	142,67		
Total	5909,66	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=28,41789

Error: 142,6664 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T4 MCT103R3B	122,20	4	5,97	A
T7 MCT103R1A	116,01	4	5,97	A
T9 MCT105R3A	112,43	4	5,97	A
T8 MCT105R3B	111,87	4	5,97	A
T5 MCT103R3A	106,58	4	5,97	A
T6 MCT105R3C	106,01	4	5,97	A
T1 Agua Destilada	101,34	4	5,97	A
T3 MCT105R1A	99,44	4	5,97	A
T2 Yara Vita	98,46	4	5,97	A

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

Anexo 17A. Descripción del análisis de la varianza en el cultivo de frijol caupí morado

% Frijol Caupí Morado a los 10 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Frijol Cauipi Morado	36	0,47	0,31	7,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1123,39	8	140,42	2,99	0,0156
TRATAMIENTO	1123,39	8	140,42	2,99	0,0156
Error	1269,50	27	47,02		
Total	2392,89	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=16,31419

Error: 47,0185 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T5 MCT103R3A	100,00	4	3,43	A
T6 MCT105R3C	100,00	4	3,43	A
T8 MCT105R3B	100,00	4	3,43	A
T9 MCT105R3A	100,00	4	3,43	A
T4 MCT103R3B	100,00	4	3,43	A
T2 Yara Vita	100,00	4	3,43	A
T3 MCT105R1A	98,75	4	3,43	A
T7 MCT103R1A	96,25	4	3,43	A B
T1 Agua Destilada	82,00	4	3,43	B

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

Longitud aérea Frijol Cauquí Morado a los 10 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L.A Frijol Cauquí Morado	36	0,24	0,02	16,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1306,24	8	163,28	1,07	0,4104
TRATAMIENTO	1306,24	8	163,28	1,07	0,4104
Error	4108,44	27	152,16		
Total	5414,69	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=29,34863

Error: 152,1646 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T9 MCT105R3A	81,60	4	6,17	A
T5 MCT103R3A	81,23	4	6,17	A
T6 MCT105R3C	80,14	4	6,17	A
T2 Yara Vita	79,73	4	6,17	A
T1 Agua Destilada	79,09	4	6,17	A
T3 MCT105R1A	75,73	4	6,17	A
T7 MCT103R1A	74,92	4	6,17	A
T8 MCT105R3B	70,27	4	6,17	A
T4 MCT103R3B	62,10	4	6,17	A

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

Longitud radicular Frijol Cauquí Morado a los 10 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L.R Frijol Cauquí Morado	36	0,23	1,8E-03	15,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	740,79	8	92,60	1,01	0,4532
TRATAMIENTO	740,79	8	92,60	1,01	0,4532
Error	2480,42	27	91,87		
Total	3221,21	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=22,80404

Error: 91,8675 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T7 MCT103R1A	72,61	4	4,79	A
T6 MCT105R3C	66,58	4	4,79	A
T8 MCT105R3B	63,59	4	4,79	A
T4 MCT103R3B	61,02	4	4,79	A
T5 MCT103R3A	60,74	4	4,79	A
T9 MCT105R3A	59,99	4	4,79	A

T1 Agua Destilada	59,72	4	4,79	A
T3 MCT105R1A	59,69	4	4,79	A
T2 Yara Vita	56,29	4	4,79	A

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

F,M_ Longitud radicular a los 15 días

VariableN	R ²	R ² Aj	CV
F,M_L,R	36	0,12	0,00 40,02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	36,84	8	4,60	0,48	0,8613
TRATAMIENTO	36,84	8	4,60	0,48	0,8613
Error	260,43	27	9,65		
Total	297,26	35			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,38914

Error: 9,6455 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1 Agua Destilada	8,71	4	1,55 A
T8 MCT105R3B	8,70	4	1,55 A
T7 MCT103R1A	8,66	4	1,55 A
T2 Yara Vita	8,49	4	1,55 A
T6 MCT105R3C	8,46	4	1,55 A
T9 MCT105R3A	7,22	4	1,55 A
T4 MCT103R3B	7,01	4	1,55 A
T3 MCT105R1A	6,76	4	1,55 A
T5 MCT103R3A	5,83	4	1,55 A

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

F,M_ Longitud radicular a los 30 días

VariableN	R ²	R ² Aj	CV
F,M_L,R	36	0,22	0,00 19,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	174,43	8	21,80	0,94	0,5025
TRATAMIENTO	174,43	8	21,80	0,94	0,5025
Error	627,76	27	23,25		
Total	802,19	35			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,47217

Error: 23,2504 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T5 MCT103R3A	28,91	4	2,41 A
T1 Agua Destilada	27,97	4	2,41 A
T9 MCT105R3A	26,29	4	2,41 A
T3 MCT105R1A	25,87	4	2,41 A
T4 MCT103R3B	24,96	4	2,41 A
T8 MCT105R3B	24,51	4	2,41 A
T7 MCT103R1A	23,72	4	2,41 A
T6 MCT105R3C	23,64	4	2,41 A
T2 Yara Vita	21,28	4	2,41 A

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

F,M_ Diametro del tallo a los 15 días

VariableN	R ²	R ² Aj	CV
F,M_D,T	36	0,12	0,00 31,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		1,77	8	0,22	0,45	0,8803
TRATAMIENTO			1,77	8	0,22	0,45 0,8803
Error		13,32	27	0,49		
Total		15,09	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,67106

Error: 0,4933 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T5 MCT103R3A	2,65	4	0,35	A
T1 Agua Destilada	2,42	4	0,35	A
T6 MCT105R3C	2,40	4	0,35	A
T9 MCT105R3A	2,34	4	0,35	A
T3 MCT105R1A	2,25	4	0,35	A
T8 MCT105R3B	2,15	4	0,35	A
T2 Yara Vita	2,04	4	0,35	A
T7 MCT103R1A	1,99	4	0,35	A
T4 MCT103R3B	1,92	4	0,35	A

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

F,M_Diámetro del tallo a los 30 días

VariableN	R ²	R ² Aj	CV
F.M_D.T	36	0,20	0,00 20,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		1,31	8	0,16	0,84	0,5775
TRATAMIENTO			1,31	8	0,16	0,84 0,5775
Error		5,27	27	0,20		
Total		6,58	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,05146

Error: 0,1953 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T8 MCT105R3B	2,48	4	0,22	A
T7 MCT103R1A	2,40	4	0,22	A
T2 Yara Vita	2,30	4	0,22	A
T4 MCT103R3B	2,26	4	0,22	A
T9 MCT105R3A	2,23	4	0,22	A
T5 MCT103R3A	2,13	4	0,22	A
T6 MCT105R3C	2,10	4	0,22	A
T3 MCT105R1A	1,91	4	0,22	A
T1 Agua Destilada	1,89	4	0,22	A

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

F,M_Longitud aérea a los 15 días

VariableN	R ²	R ² Aj	CV
F.M_L.A	36	0,27	0,05 13,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		116,58	8	14,57	1,24	0,3146
TRATAMIENTO			116,58	8	14,57	1,24 0,3146
Error		317,29	27	11,75		
Total		433,88	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,15606

Error: 11,7516 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
-------------	--------	---	------

T1 Agua Destilada	28,44	4	1,71	A
T9 MCT105R3A	28,31	4	1,71	A
T5 MCT103R3A	26,19	4	1,71	A
T6 MCT105R3C	25,94	4	1,71	A
T2 Yara Vita	25,69	4	1,71	A
T4 MCT103R3B	25,61	4	1,71	A
T8 MCT105R3B	25,37	4	1,71	A
T7 MCT103R1A	25,26	4	1,71	A
T3 MCT105R1A	21,90	4	1,71	A

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

F,M_Longitud aérea a los 30 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
F.M_L.A	36	0,31	0,11	18,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		604,28	8	75,53	1,54	0,1907
TRATAMIENTO		604,28	8	75,53	1,54	0,1907
Error		1325,99	27	49,11		
Total		1930,27	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=16,67319

Error: 49,1106 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T8 MCT105R3B	41,97	4	3,50	A
T1 Agua Destilada	41,86	4	3,50	A
T9 MCT105R3A	40,39	4	3,50	A
T2 Yara Vita	40,24	4	3,50	A
T7 MCT103R1A	37,28	4	3,50	A
T5 MCT103R3A	36,42	4	3,50	A
T6 MCT105R3C	34,66	4	3,50	A
T4 MCT103R3B	34,23	4	3,50	A
T3 MCT105R1A	28,75	4	3,50	A

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

F,M_NºHojas a los 15 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
F.M_NºHOJAS	36	0,25	0,03	14,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		4,50	8	0,56	1,13	0,3784
TRATAMIENTO		4,50	8	0,56	1,13	0,3784
Error		13,50	27	0,50		
Total		18,00	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,68235

Error: 0,5000 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T2 Yara Vita	5,75	4	0,35	A
T6 MCT105R3C	5,00	4	0,35	A
T7 MCT103R1A	5,00	4	0,35	A
T8 MCT105R3B	5,00	4	0,35	A
T9 MCT105R3A	5,00	4	0,35	A
T1 Agua Destilada	5,00	4	0,35	A
T4 MCT103R3B	5,00	4	0,35	A
T5 MCT103R3A	5,00	4	0,35	A
T3 MCT105R1A	4,25	4	0,35	A

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

F,M_N°Hojas a los 30 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
F.M_N°HOJAS	36	0,23	0,00	8,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor		
Modelo		3,56	8	0,44	1,00	0,4586	
TRATAMIENTO			3,56	8	0,44	1,00	0,4586
Error		12,00	27	0,44			
Total		15,56	35				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,58613

Error: 0,4444 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T2 Yara Vita	9,00	4	0,33	A
T6 MCT105R3C	8,00	4	0,33	A
T7 MCT103R1A	8,00	4	0,33	A
T8 MCT105R3B	8,00	4	0,33	A
T9 MCT105R3A	8,00	4	0,33	A
T1 Agua Destilada	8,00	4	0,33	A
T3 MCT105R1A	8,00	4	0,33	A
T4 MCT103R3B	8,00	4	0,33	A
T5 MCT103R3A	8,00	4	0,33	A

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

F,M_Ancho de hoja a los 15 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
F.M_A.H	36	0,42	0,25	11,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor		
Modelo		502,65	8	62,83	2,45	0,0391	
TRATAMIENTO			502,65	8	62,83	2,45	0,0391
Error		693,08	27	25,67			
Total		1195,74	35				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=12,05430

Error: 25,6698 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
T8 MCT105R3B	49,09	4	2,53	A	
T9 MCT105R3A	45,56	4	2,53	A	B
T5 MCT103R3A	44,07	4	2,53	A	B
T7 MCT103R1A	43,74	4	2,53	A	B
T4 MCT103R3B	43,47	4	2,53	A	B
T6 MCT105R3C	41,41	4	2,53	A	B
T2 Yara Vita	40,60	4	2,53	A	B
T1 Agua Destilada	39,93	4	2,53	A	B
T3 MCT105R1A	34,98	4	2,53	A	B

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

F,M_Ancho de hoja a los 30 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
F.M_A.H	36	0,30	0,09	9,42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor		
Modelo		170,33	8	21,29	1,41	0,2354	
TRATAMIENTO			170,33	8	21,29	1,41	0,2354

Error	406,44	27	15,05
Total	576,77	35	

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,23093

Error: 15,0532 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T5 MCT103R3A	45,26	4	1,94	A
T8 MCT105R3B	43,55	4	1,94	A
T9 MCT105R3A	42,88	4	1,94	A
T4 MCT103R3B	41,67	4	1,94	A
T1 Agua Destilada	40,68	4	1,94	A
T7 MCT103R1A	39,94	4	1,94	A
T2 Yara Vita	39,51	4	1,94	A
T6 MCT105R3C	39,04	4	1,94	A
T3 MCT105R1A	38,34	4	1,94	A

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

F,M_Largo de hoja a los 15 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
F.M_L,H	36	0,36	0,17	13,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1273,82	8	159,23	1,90	0,1023
TRATAMIENTO	1273,82	8	159,23	1,90	0,1023
Error	2267,64	27	83,99		
Total	3541,46	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=21,80401

Error: 83,9868 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T8 MCT105R3B	73,45	4	4,58	A
T9 MCT105R3A	73,07	4	4,58	A
T7 MCT103R1A	70,94	4	4,58	A
T5 MCT103R3A	67,53	4	4,58	A
T4 MCT103R3B	66,80	4	4,58	A
T1 Agua Destilada	66,56	4	4,58	A
T6 MCT105R3C	65,56	4	4,58	A
T2 Yara Vita	62,34	4	4,58	A
T3 MCT105R1A	52,79	4	4,58	A

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

F,M_Largo de hoja a los 30 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
F.M_L,H	36	0,17	0,00	8,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	231,29	8	28,91	0,71	0,6816
TRATAMIENTO	231,29	8	28,91	0,71	0,6816
Error	1101,53	27	40,80		
Total	1332,82	35			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=15,19664

Error: 40,7975 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T8 MCT105R3B	83,01	4	3,19	A
T9 MCT105R3A	82,33	4	3,19	A
T7 MCT103R1A	81,05	4	3,19	A
T4 MCT103R3B	80,53	4	3,19	A

T5 MCT103R3A	78,14	4	3,19	A
T6 MCT105R3C	77,75	4	3,19	A
T1 Agua Destilada	77,60	4	3,19	A
T2 Yara Vita	76,80	4	3,19	A
<u>T3 MCT105R1A</u>	<u>75,11</u>	<u>4</u>	<u>3,19</u>	<u>A</u>

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