



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ

MANUEL FÉLIX LÓPEZ

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**EFECTO DE *Trichoderma* spp. Y *Bacillus* spp. EN EL
CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MANÍ (*Arachis
hypogaea*) VARIEDAD INIAP 382**

AUTORES:

KARLA LORENA FARIAS CEDEÑO

JOSÉ LEONARDO LUCAS GARCÍA

TUTOR:

ING. SERGIO MIGUEL VÉLEZ ZAMBRANO, MG.

CALCETA, OCTUBRE DE 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

YO **KARLA LORENA FARIAS CEDEÑO**, con cédula de ciudadanía **1314518190**, y **JOSÉ LEONARDO LUCAS GARCÍA**, con cédula de ciudadanía **1314981745**, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTO DE *Trichoderma* spp. Y *Bacillus* spp. EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MANÍ (*Arachis hypogaea*) VARIEDAD INIAP 382** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedo a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Económica Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



KARLA LORENA FARIAS CEDEÑO

CC: 1314518190



JOSÉ LEONARDO LUCAS GARCÍA

CC: 1314981745

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **KARLA LORENA FARIAS CEDEÑO**, con cédula de ciudadanía **1314518190** y **JOSÉ LEONARDO LUCAS GARCÍA**, con cédula de ciudadanía **1314981745**, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFECTO DE *Trichoderma* spp. Y *Bacillus* spp. EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MANÍ (*Arachis hypogaea*) VARIEDAD INIAP 382**, cuyo contenido, idea y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



KARLA LORENA FARIAS CEDEÑO

CC: 1314518190



JOSÉ LEONARDO LUCAS GARCÍA

CC: 1314981745

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING.SERGIO MIGEL VELEZ ZAMBRANO, certifica haber tutelado el trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTO DE *Trichoderma spp.* Y *Bacillus spp.* EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MANÍ (*Arachis hypogaea*) VARIEDAD INIAP 382**, que ha sido desarrollado por **KARLA LORENA FARIAS CEDEÑO Y JOSE LEONARDO LUCAS GARCIA**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. SERGIO MIGUEL VÉLEZ ZAMBRANO

CC: 1310476773

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrales del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTO DE *Trichoderma* spp. Y *Bacillus* spp. EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MANÍ (*Arachis hypogaea*) VARIEDAD INIAP 382**, que ha sido desarrollado por **KARLA LORENA FARIAS CEDEÑO Y JOSE LEONARDO LUCAS GARCÍA**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. LENIN OSWALDO VERA MONTENEGRO, Ph. D

CC: 1309126462

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ING. ANGEL FROWEN CEDEÑO SACON, M. Sc.

CC: 1310353121

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. JOSÉ LIZARDO REYNA BOWEN, Ph. D

CC: 1309899407

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como persona mediante su educación de calidad y su acogida que hicieron que el camino recorrido fuese más llevadero.

De manera infinita al todopoderoso Dios por brindarme salud, fuerza para ser persistente en este propósito.

A mis padres Elías Fariás y Letty Cedeño por su apoyo incondicional estando presente siempre a pesar de las adversidades y situaciones vividas.

A mis hermanas y hermanos y a cada una de las personas de mi familia y amigos que de alguna manera estuvieron presentes en este arduo camino dándome palabras de aliento de constancia y perseverancia.

A mis docentes Ingenieros, por sus consejos, atención y conocimientos brindados durante todo el proceso académico.

A mis amigas quienes me apoyaron en el trabajo de campo y demás experiencias vividas.

Fariás Cedeño Karla Lorena

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como persona mediante su educación de calidad y su acogida que hicieron que el camino recorrido fuese más llevadero.

A si mismo agradezco a Dios por darme la vida y por llenarme de bendiciones en todo este tiempo, a él que por su infinito amor me ha dado la sabiduría suficiente para culminar mi carrera universitaria.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis padres por darme la confianza y el apoyo brindado, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mi triunfo.

Quiero agradecer a mi esposa y a mi hijo, ya que ellos me comprendieron, tuvieron tolerancia e infinita paciencia y cedieron su tiempo para que estudie y por brindarme el apoyo incondicional en el desarrollo de mi carrera universitaria y realización del proyecto.

Sin dejar de mencionar a los docentes que me brindaron sus conocimientos de ingenieros en el transcurso de mi carrera.

José Leonardo Lucas García

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios por ser mi guía y protector en todo momento de mi vida, a mis queridos y amados padres Elías Farías y Letty Cedeño ya que ellos han sido mi principal inspiración para salir adelante brindándome su amor, cariño consejos sabiduría y sobre todo depositando su confianza en mí, sin temor a equivocarse.

Farías Cedeño Karla Lorena

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, por haberme dado la oportunidad de vivir y por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi vida, por estar conmigo en cada paso que doy, iluminar mi mente y mi corazón y haber puesto personas en transcurso de mi camino.

A mis padres Jacinta y José por haberme apoyado económicamente y emocionalmente, por darme esos valores que me han permitido ser una persona de bien, pero más que nada es por su amor.

A mi esposa y a mi hijo por haberme dado el apoyo y acompañarme siempre en las dificultades que se me presentaban en el transcurso de mi camino de estudio.

A mis hermanas Lorena, Martha, Angelica, a mi hermano Juan a pesar de nuestra distancia física, a mi sobrino Geovanny, ellos siempre estuvieron presentes, acompañándome, con sus consejos, apoyo y comprensión incondicional estuvieron siempre a lo largo de mi vida estudiantil.

José Leonardo Lucas García

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	v
AGRADECIMIENTO	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
DEDICATORIA	ix
CONTENIDO GENERAL	x
CONTENIDO DE TABLA.....	xii
CONTENIDO DE FIGURA.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4. HIPÓTESIS.....	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO.....	4
2.2. BIOFERTILIZANTES	4
2.3. MICROORGANISMO PROMOTORES DE CRECIMIENTO VEGETAL (PGPM) COMO BIOFERTILIZANTE	4
2.3.1. Trichoderma spp.	4

2.4. PRINCIPALES BENEFICIOS AGRÍCOLAS DEL Trichoderma	5
2.4.1. ESTIMULADOR DE CRECIMIENTO EN LAS PLANTAS	6
2.4.2. PROTECCIÓN DIRECTA A SUELOS Y DIFERENTES CULTIVOS	6
2.4.3. Trichoderma COMO ALTERNATIVA PARA EL AHORRO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS Y PESTICIDAS	6
2.5. Bacillus spp.	7
2.5.1. Bacillus spp. COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO	7
2.5.2. EFECTOS DE Bacillus spp. COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO	8
2.6. EXPERIENCIA DE ESTOS MICROORGANISMOS EN OTROS CULTIVOS	8
2.7. BIOESTIMULANTES COMERCIALES	8
2.7.1. BACILLTIC	8
2.7.1 TRICHOTIC	9
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	10
3.1. UBICACIÓN	10
3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS	10
3.3. DURACIÓN	11
3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS	11
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	12
3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL	12
3.6.1. FACTORES EN ESTUDIO	12
3.6.2. Tratamientos	13
3.6.3. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL	13
3.7. VARIABLES A MEDIR	14
3.7.1. MORFO-AGRONÓMICA	14
3.7.2. COMPONENTES DE RENDIMIENTO	14
3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	14
3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO	15

3.9.1. PREPARACIÓN DEL SUELO	15
3.9.2. TRATAMIENTOS DE LA SEMILLA	15
3.9.3. SIEMBRA	15
3.9.4. APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTE	15
3.9.5. COSECHA	16
3.9.6. CONTROL DE MALEZAS	16
3.9.7 FERTILIZACIÓN	16
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1. Efecto de Trichoderma spp. y Bacillus spp. sobre el crecimiento en planta del maní variedad INIAP 382	17
4.3. Rendimiento del maní variedad INIAP 382 con el uso de microorganismos benéficos (Trichoderma spp. y Bacillus spp.)	18
4.4. DISCUSIÓN	19
CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES	22
5.1. Conclusiones	22
5.2 Recomendaciones	22
BIBLIOGRAFÍA	23
ANEXOS	30

CONTENIDO DE TABLA

Tabla 3. 1: datos climatológicos.....	10
Tabla 3.2: Esquema ADEVA.....	12
Tabla 3.3: Descripción de los tratamientos y sus respectivos códigos.....	13
Tabla 4.1: Análisis de varianza de componentes de crecimiento y productividad del cultivo de maní, en función de frecuencias de microorganismos.	17

Tabla 4.2. Análisis estadístico del efecto de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Bacillus</i> spp. sobre el crecimiento en plantas del maní (<i>Arachis hypogaea</i> . L) variedad INIAP 382. Calceta, Manabí, Ecuador, 2024.....	18
Tabla 4.3: Análisis estadístico del Efecto de la aplicación de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Bacillus</i> spp. Sobre el rendimiento en el cultivo de maní (<i>Arachis hypogaea</i> L). Calceta, Manabí, Ecuador, 2024.....	18

CONTENIDO DE FIGURA

Figura 3.1. Campus Politécnico en la ESPAM MFL carrera de Ing. Agrícola.....	10
---	----

RESUMEN

Esta investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp. en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maní (*Arachis hypogaea*) variedad INIAP 382; para lo cual se utilizaron siete tratamientos a base de microorganismos con diferentes frecuencias de aplicación: *Trichoderma* / 8 días (T1), *Trichoderma* / 15 días (T2), *Bacillus* / 8 días (T3), *Bacillus* / 15 días (T4), *Trichoderma* x *Bacillus* / 8 días (T5), *Trichoderma* x *Bacillus* / 15 días (T6) y el testigo. Se utilizó un Diseño de Bloque Completamente al Azar, con 4 repeticiones. Los mejores rendimientos se alcanzaron al aplicar *Trichoderma* solo y combinado con *Bacillus* en los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 respecto al testigo en las variables número de ramas, número de granos por vaina, peso de 100 granos (g) y rendimiento kg ha⁻¹, mientras que para las variables altura de planta y número de vainas no se presentaron diferencias. Por lo cual la utilización de ambos microorganismos solos y combinados permite incrementar valores en ciertas variables productivas del cultivo de maní.

Palabra clave: *Trichoderma* spp, *Bacillus* spp, Maní, rendimiento.

ABSTRACT

This research was developed with the aim of evaluating the effect of *Trichoderma* spp. and *Bacillus* spp. on the growth and yield of the peanut crop (*Arachis hipogaea*) variety INIAP 382; for which seven treatments based on microorganisms were used with different application frequencies: *Trichoderma* / 8 days (T1), *Trichoderma* / 15 days (T2), *Bacillus* / 8 days (T3), *Bacillus* / 15 days (T4), *Trichoderma* x *Bacillus* / 8 days (T5), *Trichoderma* x *Bacillus* / 15 days (T6) and the control. A Completely Randomized Block Design was used, with 4 replications. The best yields were achieved by applying *Trichoderma* alone and in combination with *Bacillus* in treatments T1, T2, T3, T4 and T5 compared to the control in the variables number of branches, number of grains per pod, weight of 100 grains (g) and yield kg ha⁻¹, while for the variables plant height and number of pods there are no differences. Therefore, the use of both microorganisms alone and in combination allows to increase values in certain productive variables of peanut cultivation.

Keyword: *Trichoderma* spp, *Bacillus* spp, Peanut, yield.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los cultivos de las familias Fabaceae tienen un reducido crecimiento y productividad debido a que existen suelos que se encuentran con grandes deficiencias de nutrientes, lo cual dificulta el desarrollo de las plantas y por ende la producción. Además, los agricultores en la actualidad tienden a explotar el suelo de una manera intensiva y discriminatoria utilizando agroquímicos de forma directa al aplicarse al terreno e indirectamente desde la planta, por la acción de la lluvia y el riego. Posteriormente constituyen un serio problema para el ambiente en general provocando daños irreversibles sobre las plantas (Alegre et al., 2017).

El uso excesivo de los plaguicidas contaminan a los ecosistemas del suelo que son esenciales para la vida, por funciones como el mantenimiento de la estructura del mismo, la transformación del carbono y la regulación de plagas y enfermedades. Adicionalmente existen agroquímicos uno más tóxicos que otros para los organismos del suelo ya que pueden degradarse rápidamente cuando se aplican, mientras que otros resisten durante periodos largos, en la cual produce pérdida de los nutrientes importante que son benéficos para el desarrollo de la planta (National Pesticide Information Center [NPIC], 2015).

Según (Ardisana et al., 2020) mencionan que una alternativa orgánica para estimular los procesos de crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo de maní es emplear la utilización de *Trichoderma* y *Bacillus*, ya que se definen como microorganismos que se aplican a las plantas para aumentar la absorción, asimilación de nutrientes y aumentar la tolerancia al estrés y de esta manera mejorar las propiedades agrícolas independientemente de los nutrientes que aporten. De tal manera estos microorganismos tienen como funcionalidad la solubilización de los minerales en el suelo que serán aprovechados por las plantas para su normal desarrollo radicular, generando resistencia a enfermedades, y así obtener rendimiento sustentable en la cosecha de dicho cultivo (Morocho y Mora, 2019).

¿Cómo incide el efecto de *Trichoderma* spp y *Bacillus* spp en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maní (*Arachis hypogaea*) variedad INIAP 382?

1.2. JUSTIFICACIÓN

En Ecuador el maní es considerado un cultivo de amplia importancia debido a que es un producto de alto consumo y se ha convertido en un negocio de tipo familiar para los agricultores (Zurita, 2017). A nivel nacional existen 6,681 ha sembradas en el año 2021, el 93 % corresponde a la región costa, donde las provincias con mayor extensión son Guayas, Loja y Manabí, el promedio de producción es de 6,892 Tm, representando un promedio de 10 qq/ha. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2021).

El uso de microorganismos benéficos (MB) como hongos y bacterias, constituye una herramienta básica, y de gran utilidad para el desarrollo y crecimiento de la planta en el entorno productivo ya que tiene como objetivo producir una cantidad suficiente de alimentos para satisfacer la demanda actual y futura mediante el uso eficiente de los recursos naturales, con la finalidad de generar ingresos para el agricultor, producir productos limpios y con menor impacto al medio ambiente (Andina, 2020).

Entre los principales microorganismos aplicados a la agricultura están el hongo *Trichoderma*, así como la bacteria *Bacillus* en la cual son agentes biológicos donde se ha probado su eficiencia en el control de plagas a través de distintos mecanismos de acción. Además, se han confirmado su efecto como organismos promotores de crecimiento vegetal, especialmente a nivel de biomasa molecular y su incidencia a la mejora de la absorción de nutrientes y el crecimiento de la planta, incrementando el rendimiento de producción del cultivo y de esta manera contribuir una alternativa al desarrollo económico en los sectores locales como internacionales (Viera, 2020).

Este tema de investigación contribuye a los objetivo de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030 en el objetivo dos “hambre cero” y su meta es asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al

cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad de la tierra.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp. en crecimiento y rendimiento del cultivo de maní (*Arachis hypogaea*) variedad INIAP 382 en la ESPAM MFL

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el impacto de *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp. en el crecimiento del maní INIAP 382.
- Cuantificar el rendimiento del maní INIAP 382 con *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp.

1.4. HIPÓTESIS

Los microorganismos promueven el crecimiento y rendimiento productivo en el cultivo de maní variedad INIAP 382.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO

El cultivo de maní (*Arachis hypogaea*) es una oleaginosa productora de aceite y una leguminosa fijadora de nitrógeno, que por ende necesita cantidades considerables de azufre para la síntesis de aceite, además de otros nutrientes como el fósforo, hierro molibdeno para la fijación del nitrógeno, potasio, calcio, boro y zinc para el desarrollo de ginóforos y vainas que influyen los componentes de rendimiento del maní (Moreira, 2018)

2.2. BIOFERTILIZANTES

Los biofertilizantes o abonos son aquellos insumos los cuales están formulados con uno o diversos microorganismos benéficos (hongos y bacterias sobre todo), los cuales incrementan la disponibilidad de nutrientes para las plantas pueden ofrecer grandes ventajas como una producción a menor costo protección del medio ambiente y el incremento de la fertilidad y biodiversidad del suelo se usan en la agricultura orgánica de manera abundante no obstante es factible y ampliamente recomendable usarlos de manera integral en cultivos intensivos en el sistema tradicional. (Intagri, 2021).

2.3. MICROORGANISMO PROMOTORES DE CRECIMIENTO VEGETAL (PGPM) COMO BIOFERTILIZANTE

Se reconocen comúnmente como microorganismos promotores del crecimiento vegetal (PGPM, por sus siglas en inglés) las especies bacterianas y fúngicas del suelo que comparten algún beneficio a las plantas las cuales se han desarrollado para su distribución comercial como enmiendas del suelo para asentamiento en sistemas agrícolas (Lapsansky et al., 2016),

2.3.1. *Trichoderma* spp.

Las especies pertenecientes al género *Trichoderma* spp. Se diferencian por ser hongos saprófitos que sobreviven en suelos con diferentes cantidades de materia

orgánica, los cuales son capaces de descomponerla y en determinadas condiciones pueden ser anaerobios facultativos, lo que les permite mostrar una mayor plasticidad ecológica. Las especies de *Trichoderma* se encuentran presentes en todas las latitudes, desde las zonas polares hasta la ecuatorial. Esta partición tan amplia y está fuertemente relacionada con la alta capacidad enzimática que poseen para degradar sustratos, un metabolismo versátil y resistencia a inhibidores microbianos. Dicha especie puede ejercer diferentes mecanismos biocontroladores como: competencia por espacio y nutrientes, el micoparasitismo, la antibiosis y la inducción de resistencia (Cepeda Ávila, 2014). Contribuyen beneficios a las plantas, a través de la descomposición de materia orgánica, libera nutrientes en formas inmediatamente disponibles, por medio de la actividad solubilizadora de fosfatos estimula el crecimiento y el desarrollo de los cultivos (Camargo y Cepeda, 2013).

Una de muchas alternativas empleadas para mejorar el desarrollo vegetativo en distintas especies de plantas es el uso de microorganismos eficientes tales como *Trichoderma*, por que impulsan el crecimiento de la planta, mejoran la calidad de frutos y potencializan el rendimiento en los cultivos mediante la producción de fitohormonas y promoción de la disponibilidad de fosfatos y otros minerales necesarios para el metabolismo de las plantas (Ruiz y Onelas, 2018). En algunas investigaciones realizadas se ha demostrado que al utilizar este género de hongo como un biofertilizante estos hacen que la planta crezca más y además coloniza rápidamente las raíces, y como parásita otros hongos no permite que los fitopatógenos produzcan enfermedades. Se tiene hasta un incremento de desarrollo vegetal del 30% (Sede Central Luján, 2016).

2.4. PRINCIPALES BENEFICIOS AGRÍCOLAS DEL *Trichoderma*

El *Trichoderma* está entre los agentes de control biológico más exitosos en la agricultura, formando parte de más del 60% de los biofungicidas registrados en el mundo. Este microorganismo está presente en el mercado como bioplaguicida, biofertilizante, promotor del rendimiento y crecimiento vegetal, y como solubilizador de nutrientes en campos agrícolas o descomponedor de materia orgánica (Hernández, Ferrera y Alarcón, 2019).

2.4.1. ESTIMULADOR DE CRECIMIENTO EN LAS PLANTAS

Se ha comprobado que el *Trichoderma* produce sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas sustancias actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristemáticos primarios (los que tienen potencial de formar nuevas raíces) en las partes jóvenes de éstas, acelerando su reproducción celular, logrando que las plantas alcancen un desarrollo más rápido que aquellas plantas que no hayan sido tratadas con dicho microorganismo (Chuez, 2018).

2.4.2. PROTECCIÓN DIRECTA A SUELOS Y DIFERENTES CULTIVOS

El manejo de las plantas mediante la rotación de cultivos favorece a *Trichoderma* a librar el suelo de los propágulos del fitopatógeno (las estructuras de resistencia que el patógeno deja en el suelo con el fin de que cuando vuelvas a sembrar te vuelva a infectar la cosecha), vulnerables durante su latencia en ausencia del hospedante, por esta razón la utilización del biopreparado en los cultivos a rotar en las áreas altamente infectadas será una forma a contribuir en la reducción de la población del patógeno en un menor plazo de tiempo.

Además, la preparación adecuada del terreno, la mejor fecha de plantación, fertilización y riego actúan a favor de la combinación *Planta-Trichoderma* asociadas. La aplicación del *Trichoderma*, directa al suelo ofrece incluso una protección mayor a los cultivos. Cuando *Trichoderma* es utilizado para el control de hongos del suelo, pueden mezclarse con materia orgánica y otras enmiendas utilizadas como biofertilizantes, tal como se hace con inoculantes bacterianos usados como fertilizantes ecológicos (Chuez, 2018).

2.4.3. *Trichoderma* COMO ALTERNATIVA PARA EL AHORRO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS Y PESTICIDAS

Investigaciones recientes han demostrado que la aplicación del *Trichoderma* en el cultivo del maíz y cuyas raíces han sido colonizadas por dicho microorganismo, requieren menos fertilizante nitrogenado, que el maíz no tratado; lo cual implica un ahorro del 35 al 40% de fertilizante. El empleo del *Trichoderma* puede beneficiar a los productores agrícolas en sus propósitos de lograr cosechas más sanas y con

mayor productividad. Está comprobado el efecto que hace el *Trichoderma* en la solubilización de los fosfatos insolubles del suelo, facilitando su asimilación por los cultivos (Chuez, 2018).

2.5. *Bacillus* spp.

Es uno más de los microorganismos con un doble uso en agricultura, debido a que es un agente de control biológico en patologías de plantas además permite la absorción de nutrientes (Galeote, 2018). Se caracteriza por ser un excelente solubilizador, adicionalmente es una rizobacteria promotora del desarrollo de las plantas de los tejidos meristemáticos primarios, como en las raíces, en las cuales acelera la reproducción celular, permitiendo que las plantas alcancen un desarrollo más veloz (Amaguaña, 2020).

(Klopper y Zhang, 2004) describen al género *Bacillus* spp. como promotor de crecimiento en plantas debido a los mecanismos de resistencia sistémica inducida (ISR), que poseen frente a bacterias y hongos patógenos, virus sistémicos y nemátodos de la raíz. Su importancia en la agricultura viene de su implicación en las transformaciones biológicas y químicas como la liberación el ion fosfato soluble para la planta, fijación de nitrógeno, control de fitopatógenos y recuperación de la estructura de la rizosfera, aspectos de gran interés para la producción (Ramírez et al., 2016).

Según (Gómez, et al, 2012) reafirman el potencial de *Bacillus* spp. como biofertilizante en base a los resultados obtenidos manifiestan que las rizobacterias promotoras del crecimiento de plantas aisladas de suelos muestran excelente opción para formular un biofertilizante específico para la producción de diferentes especies de cultivos tales como frutales.

2.5.1. *Bacillus* spp. COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO

El género *Bacillus* es secretor de proteínas y metabolitos eficientes para el control de plagas y enfermedades, promueve el crecimiento vegetal a través de la solubilización de fósforo y la producción de reguladores de crecimiento como el ácido indol acético (AIA); así mismo participa en la fijación de nitrógeno cuando

hace parte de consorcios microbianos. Como biofertilizante es una opción amigable para el suelo y el ambiente que da respuesta a la necesidad de implementar la agricultura sostenible (Corrales et al., 2017).

2.5.2. EFECTOS DE *Bacillus* spp. COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO

Las bacterias promotoras de crecimiento en plantas son un grupo de especies de bacterias que pueden incrementar el crecimiento y la productividad vegetal. Entre los organismos más conocidos están las especies pertenecientes a los géneros *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Pseudomonas*. Como resultado de su metabolismo, estas bacterias liberan compuestos al medio (Alvarado et al., 2015).

2.6. EXPERIENCIA DE ESTOS MICROORGANISMOS EN OTROS CULTIVOS

Trichoderma ejerce un efecto multifuncional en la biología de los cultivos como el maíz, el frijol y la soya, incrementan las defensas y las plantas se hacen más resistentes a las enfermedades causadas por hongos y bacterias. Este fenómeno puede ser ocasionado por la inducción de compuestos químicos llamados fitoalexinas, los cuales se acumulan en altas concentraciones en la planta y ayudan a limitar la dispersión del patógeno o por la activación de rutas de señalización implicadas en defensa como la del ácido salicílico, ácido jasmónico o etileno (Esparza et al., 2020).

2.7. BIOESTIMULANTES COMERCIALES

2.7.1. BACILLTIC

Microorganismos usados en programas de control biológico, por su capacidad de ser antagonistas frente a varios microorganismos fitopatógenos, inclusive aquellos que son parásitos obligados. Su principal mecanismo de acción es la producción de sustancias que inhiben el crecimiento microbiano (antibióticos naturales), Puede ser usado en semillas para evitar el desarrollo de microorganismos fitopatógenos. Actúa contra un grupo importante de microorganismos fitopatógenos presentes en

el suelo, agua y planta en general: *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Armillaria* spp, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Cylindrocladium scoparium*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum*, *Macrophomina phaseolina*, *Phytophthora infestans*, *Phytophthora* spp, *Pythium* spp, *Rhizoctonia solanii*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rosellinia bunodes*, *Rosellinia necatrix*, *Verticillium* spp, *Peronospora*, *Mycosphaerella fijiensis* (Valtec, 2020).

2.7.1 TRICHOTIC

Trichoderma spp. se emplea como agente de control biológico debido a su capacidad para antagonizar una amplia variedad de microorganismos fitopatógenos. Su principal mecanismo de acción consiste en la síntesis de compuestos bioactivos que inhiben el crecimiento de otros microorganismos, funcionando como antibióticos naturales. Este hongo ofrece beneficios sustanciales a las plantas, especialmente en la región radicular, donde se utiliza como un promotor del desarrollo de raíces. Además, *Trichoderma* spp. contribuye a la inducción de mecanismos de resistencia en las plantas frente a los patógenos que coloniza. Su aplicación también puede ser eficaz en el tratamiento de semillas, con el objetivo de prevenir la proliferación de microorganismos fitopatógenos. En términos de control de hongos, *Trichoderma* spp. presenta una actividad antifúngica significativa contra un espectro relevante de hongos fitopatógenos. Su uso como preventivo de enfermedades causadas por *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, y patógenos formadores de esclerocios como *Sclerotinia* y *Sclerotium*. Además controla enfermedades causadas por: *Armillaria* spp, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Cylindrocladium scoparium*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum*, *Macrophomina phaseolina*, *Phytophthora infestans*, *Phytophthora* spp, *Pythium* spp, *Rhizoctonia solanii*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rosellinia bunodes*, *Rosellinia necatrix*, *Verticillium* spp (ECUAPLANTAS, 2020)

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

El trabajo investigativo experimental, se realizó en el área de cultivos convencionales de la carrera de Ingeniería Agrícola, de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” ubicada en el sitio el Limón, situado geográficamente entre las coordenadas 0° 49' 23" Latitud Sur; 80° 11' 01" Longitud Oeste y una Altitud de 15 msnm. **Figura 3.1.**

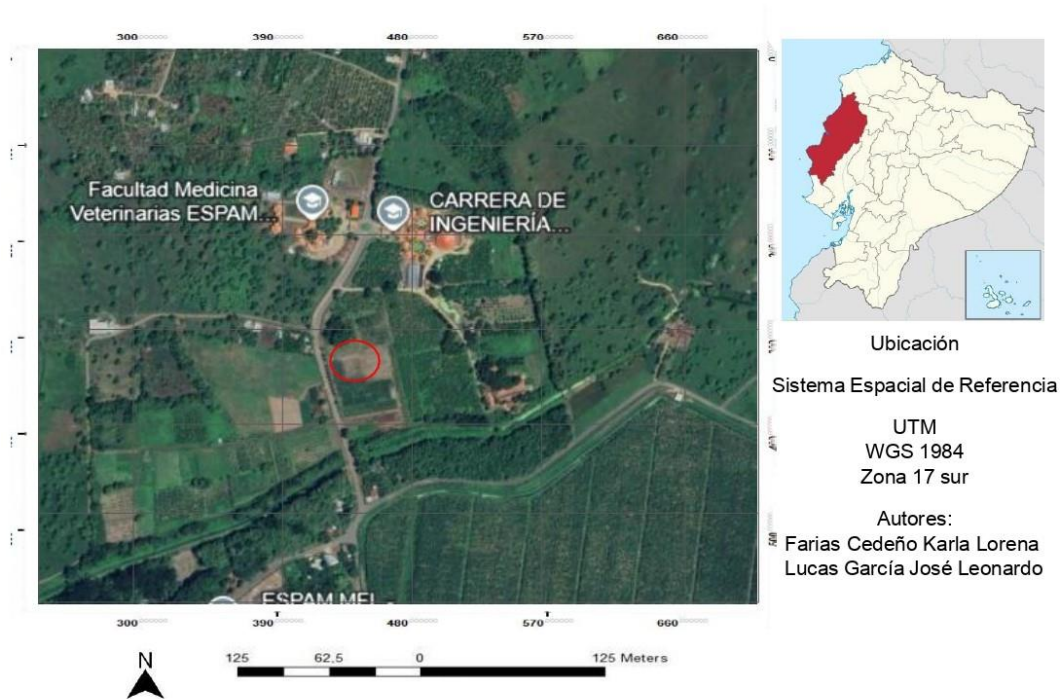


Figura 3.1. Campus Politécnico en la ESPAM MFL carrera de Ing. Agrícola.

3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

Tabla 3. 1: datos climatológicos

Precipitación anual:	986.19 mm anual ⁻¹
Temperatura máxima:	30,67 °C
Temperatura mínima:	21,87 °C
Humedad relativa:	82,23 %
Heliofanía:	1043,96 h/sol/año

Fuente: Estación meteorológica de la ESPAM MFL

3.3. DURACIÓN

El trabajo investigativo tuvo una duración de 16 semanas, de ejecución a partir del mes de marzo a junio del 2023.

3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS

Se rotularon los tratamientos de cada unidad experimental y, una vez germinado el cultivo, ocho días después se comenzó a administrar los bioestimuladores comerciales *Trichoderma spp.* y *Bacillus spp.* Estos bioestimuladores se aplicaron de forma foliar a los tratamientos T1, T3 y T5 en los intervalos de 8, 16, 24, 32, 40 y 48 días, totalizando seis aplicaciones. Las dosis utilizadas fueron de 5 ml de *Trichoderma spp.* y 5 g de *Bacillus spp.* en 20 litros de agua, respectivamente.

Para los tratamientos T2, T4 y T6, se empleó la misma combinación de bioestimuladores y método de aplicación, pero con un calendario diferente: a los 15, 30 y 45 días, como se indica en la **Tabla 3.2**. Las variables a evaluar comenzaron a registrarse al inicio de la cosecha. Finalmente, para determinar si el uso de microorganismos benéficos (*Trichoderma spp.* y *Bacillus spp.*) induce un incremento favorable en el crecimiento y rendimiento del maní INIAP 382, se emplearon las fórmulas descritas en la Fórmula 1 y Fórmula 2.

Fórmula1. Uniformidad del peso

$$PU(14\%) = \frac{Pa(100-Ha)}{100-Hd} \quad [1]$$

Donde:

PU = Peso uniformizado (kg)

Pa = Peso actual (kg)

Ha = Humedad actual (%)

Hd = Humedad deseada (13%)

Para enunciar el rendimiento en kg/ha^{-1} se manejó con la fórmula siguiente:

Fórmula 2. Rendimiento

$$\text{Rend} (\text{kg ha}^{-1}) = \frac{\text{PU} (10000 \text{ m}^2)}{\text{Área parcela útil} (\text{m}^2)} \quad [2]$$

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) bifactorial ($A \times b + 1$), con seis tratamientos más un testigo y cuatro repeticiones con un total de 28 unidades experimentales y un área total del ensayo 252 m^2 se conformó parcelas de 9 m^2 , donde las plantas se establecieron a $0,50 \text{ m}$ entre hileras y $0,20 \text{ m}$ entre planta, dos semillas por sitio. A continuación, se muestra el esquema del análisis de varianza.

Tabla 3.2: Esquema ADEVA

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Repeticiones	3
Tratamientos	6
Microorganismos (A)	2
Frecuencia (B)	1
Microorganismos x Frecuencia (AxB)	2
Error	12
Testigo vs resto	1
Total	27

Fuente. Autores

3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

3.6.1. FACTORES EN ESTUDIO

Los microorganismos utilizados en este estudio, provienen de productos comerciales, y la dosis empleada fue la recomendada por el fabricante.

- **Factor A (Microorganismos)**

A1: *Trichoderma* spp.

A2: *Bacillus* spp.

A3: *Trichoderma* spp. + *Bacillus* spp.

● **Factor B (Frecuencias)**

B1: 8 días

B2: 15 días

3.6.2. Tratamientos

Los tratamientos en estudio son el resultado de la combinación de los tres niveles de microorganismos y los dos niveles del factor frecuencia más un testigo absoluto.

Tabla 3.3: Descripción de los tratamientos y sus respectivos códigos

	Código	Descripción
T1	A1B1	<i>Trichoderma</i> + 0.5 g/L agua (8dds)
T2	A1B2	<i>Trichoderma</i> + 0.5 g/L agua (15dds)
T3	A2B1	<i>Bacillus</i> + 0.5 ml/L agua (8dds)
T4	A2B2	<i>Bacillus</i> + 0.5 ml/L agua (15dds)
T5	A3B1	<i>Trichoderma</i> x <i>Bacillus</i> + 1 ml/L agua (8dds)
T6	A3B2	<i>Trichoderma</i> x <i>Bacillus</i> + 1 ml/L agua (15dds)
TESTIGO	T	-----

Fuente. Autores

3.6.3. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL

- Área total del ensayo = 252 m²
- Número de unidades experimentales = 28
- Separación entre unidades experimentales = 1 m
- Superficie de la unidad experimental = 9m² (3m x 3m)
- Superficie de la parcela útil = 4 m² (2m x 2 m)
- Distanciamiento entre plantas = 0,20 m entre planta x 0,50m entre hilera
- Número total de plantas en la unidad experimental = 112 plantas
- Número total de plantas en el área útil = 30 plantas

3.7. VARIABLES A MEDIR

3.7.1. MORFO-AGRONÓMICA

- **Altura de planta (cm):** Se seleccionaron cinco plantas al azar por tratamiento dentro de la parcela útil, las cuales fueron medidas con una regla, expresada en centímetros, desde la altura del suelo hasta el ápice del eje central.
- **Número de ramas/planta:** En las cinco plantas que se escogieron al azar dentro de la parcela útil de cada tratamiento, se registró el conteo de número de ramas por planta, para luego obtener un promedio de los datos obtenidos.

3.7.2. COMPONENTES DE RENDIMIENTO

- **Vainas/planta:** En el momento de la cosecha se muestrearon cinco plantas al azar donde se contaron el número de vainas por planta.
- **Granos/planta:** Se contabilizaron el número de semillas por cada planta, para luego promediar los datos de cada tratamiento.
- **Granos/vaina:** Se obtuvo dividiendo el número de granos por plantas, para el número de vainas por planta.
- **Porcentaje de vaneamiento:** Del total de vainas obtenidas por planta se separaron las buenas y las que están vanas, para luego obtener un promedio y expresar en porcentaje.
- **Relación cáscara/semilla (%):** De cada tratamiento se tomarán 100 vainas al azar, se desgranaron y se pesaron por separado la cáscara y la semilla y así se obtuvo su relación.
- **Peso de 100 granos (g):** Se registró el peso de 100 granos sanos en gramos.
- **Rendimiento (kg/ha):** Se pesó en gramos el total de las vainas llenas de cada tratamiento, para luego ser transformada a kilogramos por hectárea.

3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó el análisis de los valores mediante varianza (ADEVA) y la separación de medidas por medio de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), se hizo el cálculo de los

estadígrafos de las variables en estudios, recurriendo al software estadístico InfoStat.

3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.9.1. PREPARACIÓN DEL SUELO

La preparación del suelo se realizó de forma convencional ejecutando un pase de arado de discos y dos pases de rastra, para luego proceder a delimitar las parcelas.

3.9.2. TRATAMIENTOS DE LA SEMILLA

Las semillas fueron tratadas con la mezcla insecticida a base de thiametoxan en dosis de 3 cc. + thiodicarb en dosis de 15 cc. por kg de semillas, esto con la finalidad de proteger las plántulas durante la emergencia, particularmente de insectos chupadores y cortadores.

3.9.3. SIEMBRA

Se realizó un tratamiento a la semilla con *Thiodicarb* en dosis de 1.5 ml por kilo. Las hileras estarán distanciadas 50 cm y las plantas dentro de las hileras a 20 cm colocando 1 semillas por sitio, obteniendo una población de 112 plantas por parcela; sembrándose de forma tradicional con espeque en el terreno previamente humedecido.

3.9.4. APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTE

Pasado ocho días una vez germinado el cultivo se realizó la primera aplicación en el siguiente orden; se le aplicó los bioestimulante *Trichoderma* spp y *Bacillus* spp y combinados a los tratamientos; T1, T3, T5 a los 8, 16, 24, 32, 40 y 48 días, los cuales fueron suministrados directamente al follaje de la planta con un total de 6 aplicaciones en cuanto a los tratamientos T2, T4, T6 se le aplicó la misma combinación de manera foliar con la diferencia de días es decir a los 15, 30 y 45 días después de la germinación con dosis de 5 ml (Bacilltic) y 5 g (Trichotic) en 20 L de agua para todos los tratamiento.

3.9.5. COSECHA

La cosecha se realizó a los 120 días después de la siembra una vez que el cultivo alcance su madurez fisiológica. A la vez se determinará el rendimiento del maní variedad INIAP 382 con el uso de microorganismos benéficos (*Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp.) utilizando el análisis de las variables en estudio.

3.9.6. CONTROL DE MALEZAS

Se utilizaron dosis de 2,5 L/ha⁻¹ de Pendimetalin + 1 L/ha⁻¹ de Linuron para controlar las malezas en pre-emergencia. Para el control pos-emergente de maleza se aplicó fomesafen 1L/ha⁻¹ + clethodim 1L/ha⁻¹ para el manejo de las hojas angostas y anchas.

3.9.7 FERTILIZACIÓN

La fertilización se llevó a cabo con las siguientes dosis precisas: 3 g de nitrógeno (N), 3 g de potasio (K), 0,61 g de fósforo (P), 0,70 g de magnesio (Mg) y 0,61 g de calcio (Ca). La aplicación de estos fertilizantes se efectuó en una única sesión durante el ciclo del cultivo. La elección de estas dosis se fundamentó en un análisis de suelo histórico que reveló deficiencias en nitrógeno (N) y azufre (S) en el suelo del Valle del Río Carrizal, al tiempo que los niveles de fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) se encontraban en niveles elevados (Motato y Pincay, 2015).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp. sobre el crecimiento en planta del maní variedad INIAP 382.

De acuerdo al análisis de varianza realizado, se verificó que el factor frecuencias de aplicación y la interacción entre los microorganismos y las frecuencias, no influyeron significativamente ($p > 0,05$) sobre las variables analizadas, a excepción de la variable número de ramas donde los tratamientos si fueron determinantes, además el factor microorganismos demostró un efecto significativo únicamente en la variable número de ramas. Es importante destacar que los tratamientos prevalecieron sobre el testigo, al presentar diferencias estadísticas en las variables número de ramas, número de granos por vaina, peso de 100 granos (g), y rendimiento en kg. ha^{-1} , tal como lo indica el contraste ortogonal. Sin embargo, los tratamientos no ejercieron efecto sobre la altura de planta, número de vainas y porcentaje de vaneamiento en relación con el testigo **tabla 4.1**.

Tabla 4.1: Análisis de varianza de componentes de crecimiento y productividad del cultivo de maní, en función de frecuencias de microorganismos.

Fuentes de variación	Altura de planta (cm)	Número de ramas	Número de granos por planta	Número de grano por vaina	Peso de 100 granos (g)	Número de vaina	% de vaneamiento	Rendimiento (kg/ha)
Microorganismo (A)	0,3282	0,0528	0,7773	0,8486	0,0701	0,8313	0,6076	0,7034
Frecuencia (B)	0,7753	0,7250	0,7849	0,6500	0,1034	0,6560	0,4210	0,7127
A*B	0,4485	0,3911	0,8498	0,5474	0,3426	0,9386	0,4815	0,6818
Tratamientos vs testigo	0,0405	0,0010*	0,0078*	0,0001*	0,0008*	0,0315	0,0638	0,0012*
C.V. %	10,18	10,77	14,44	2,00	4,45	14,76	80,99	14,26

Fuente: Autores

En la **tabla 4.2**, se observa, que las plantas de maní tratadas con *Trichoderma* spp. y la combinación de *Trichoderma* spp. con *Bacillus* spp. tuvieron mayor altura, mayor número de ramas y produjeron más granos por planta, en comparación con el testigo. Sin embargo, no se observaron diferencias en el número de granos por

vaina entre los tratamientos. Esto indica que *Trichoderma* spp. mejora el crecimiento y la producción de granos de las plantas de maní.

Tabla 4.2. Análisis estadístico del efecto de *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp. sobre el crecimiento en plantas del maní (*Arachis hypogaea*. L) variedad INIAP 382. Calceta, Manabí, Ecuador, 2024.

Fuente de variación	Altura de planta (cm)	Número de ramas	Número de granos por planta	Número de granos por vaina
T1	127,50	9,00 ab	51,50	1,87 a
T2	126,50	9,75 a	52,50	1,89 a
T3	111,50	8,25 abc	54,00	1,90 a
T4	122,75	7,50 bc	50,50	1,88 a
T5	122,25	9,00 ab	54,75	1,88 a
T6	116,74	8,50 abc	54,50	1,90 a
Testigo	106,75	6,75 c	41,00	1,76 b
A1: <i>Trichoderma</i> spp.	127,00	9,38 a	52,00	1,88
A2: <i>Bacillus</i> spp.	117,13	7,88 b	52,25	1,89
A3: <i>Trichoderma</i> spp. + <i>Bacillus</i> spp	119,50	8,75 ab	54,63	1,89
B1: 8 Dias	120,42	8,75	53,42	1,88
B2: 15 Dias	122,00	8,58	52,50	1,89
C.V.%	10,18	10,77	14,44	2,00

Fuente: Autores

4.3. Rendimiento del maní variedad INIAP 382 con el uso de microorganismos benéficos (*Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp.).

En la **tabla 4.3** se indica que los tratamientos con *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., y su combinación mejoraron el peso de 100 granos y el rendimiento de las plantas de maní en comparación con el testigo; presentando promedios superiores a los 63 g y 3040 kg ha⁻¹, respectivamente. No obstante, no se encontraron diferencias estadísticas entre los distintos tratamientos aplicados.

Tabla 4.3: Análisis estadístico del Efecto de la aplicación de *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp. Sobre el rendimiento en el cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L). Calceta, Manabí, Ecuador, 2024.

Fuente de variación	Peso de 100 granos (g)	Número de vaina	% de vaneamiento	Rendimiento kg ha ⁻¹
T1	68,75 a	28,00	1,41	3040,00 a
T2	65,50 a	27,50	1,04	3200,00 a
T3	69,50 a	28,50	1,04	3220,00 a
T4	70,00 a	26,75	1,83	3045,00 a
T5	67,75 a	29,00	0,64	3385,00 a
T6	63,25 a	28,75	1,23	3195,00 a
Testigo	61,00 b	23,00	2,38	2275,00 b
A1: <i>Trichoderma</i> spp.	67,13	27,75	1,22	3120,00
A2: <i>Bacillus</i> spp.	69,75	27,63	1,44	3132,50

Fuente de variación	Peso de 100 granos (g)	Número de vaina	% de vaneamiento	Rendimiento kg ha ⁻¹
T1	68,75 a	28,00	1,41	3040,00 a
A3: <i>Trichoderma</i> spp. + <i>Bacillus</i> spp	65,50	28,88	0,93	3290,00
B1: 8 Dias	68,67	28,50	1,03	3215,00
B2: 15 Dias	66,25	27,67	1,03	3146,67
C.V.%	4,45	14,76	80,99	14,26

Fuente: Autores

4.4. DISCUSIÓN

Los hallazgos encontrados en esta investigación destacan que el uso de *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp en los sistemas productivo de maní proporcionan múltiples beneficios tanto para la optimización del suelo como para el rendimiento del cultivo. Estos resultados están en concordancia con los hallazgos de Kist et al., 2020 y Kasozi et al., 2021, quienes señalan que la incorporación de estos microorganismos mejora la calidad biológica del suelo y, en consecuencia, el desempeño productivo del cultivo.

Así mismo (Rosa y Castellanos, 2020; Andrade et al., 2023) mencionan, que los microorganismos poseen una excelente capacidad de estimular la resistencia sistémica inducida en las plantas, lo que conlleva a que las plantas presenten un crecimiento más saludable con una menor afectación por parte de los microorganismos fitopatógenos y puedan desarrollarse de mejor forma, derivando en mayor eficiencia en el uso de nutrientes.

En particular, el hongo *Trichoderma* spp. no solo actúa como promotor del crecimiento vegetal, sino que también fortalece el sistema de defensa de las plantas frente a diversos tipos de estrés biótico y abiótico, como lo mencionan Woo et al. (2023). Por su parte, *Bacillus* spp. se distingue por su capacidad para controlar fitopatógenos y mejorar el rendimiento de los cultivos a través de la fijación de nitrógeno, la solubilización de fósforo y potasio, y la producción de enzimas líticas, antibióticos y fitohormonas (Aloo et al., 2019; Khan et al., 2022).

En esta investigación, las variables como número de granos por vaina y peso de 100 granos demostraron un incremento significativo con la aplicación de *Trichoderma* spp y *Bacillus* spp. Estos resultados están alineados con los hallazgos de Elkelany *et al.* (2021), quienes observaron que el uso de microorganismos beneficiosos también condujo a mejoras significativas en los criterios de crecimiento y rendimiento del maní. Según su estudio, estas mejoras se reflejaron en el aumento de pesos frescos y secos de las plantas, así como en el número y peso de las cápsulas y el peso de 100 semillas.

Los datos obtenidos en este ensayo coinciden con hallazgos de estudios similares que respaldan el uso de microorganismos beneficiosos en el cultivo de maní. En particular, el estudio de Vera *et al.* (2022), en 3 variedades de maní INIAP 380, 381 y 382, destaca el efecto benéfico de *Trichoderma* spp., debido al incremento de los niveles productivos en todas las variedades al recibir la aplicación del microorganismo, así como una disminución de la intensidad de enfermedades provocadas por hongos fitopatógenos. En este sentido, en cuanto al peso de los 100 granos de la variedad 382 fue de 73 g, valor cercano al reportado en este estudio de 70 g; de la misma forma se asemejan a los reportados por Zambrano (2020), que obtuvo en la variedad INIAP-383 – pintado e INIAP-382 caramelo, valores de 76 y 77 gramos por cada 100 granos, respectivamente en cada caso.

De forma similar, Guamán *et al.* (2010), resalta que la variedad INIAP 382-caramelo puede alcanzar un rendimiento de $3341 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, lo que se asemeja al rendimiento obtenido en nuestra investigación con un rendimiento de 3385 kg ha^{-1} . Bajo este contexto se asemeja levemente a (INIAP, 2024), que expresa que, en estudios desarrollados en las provincias de Loja, Manabí, Guayas, Península de Santa Elena, Los Ríos, Bolívar y Esmeraldas los niveles de producción alcanzados fueron de 3.878 kg/ha^{-1} de maní en cascara. Esta leve diferencia podría asumirse a otras condiciones de manejo del cultivo, así como a una mayor colonización de las raíces por parte de microorganismos fijadores de nitrógeno como los rizobios (Palai *et al.*, 2021; Shang *et al.*, 2021; Mondal *et al.*, 2020).

De la misma manera Leu y Petruzzi (2023), sostienen que la aplicación de *Trichoderma* y *Bacillus* combinados presentan mejores beneficios al cultivo de albahaca. Así mismo, los resultados expuestos por Rojo, *et al.* (2007) coinciden con

los mostrados en nuestra investigación, donde menciona que el incremento en los rendimientos aparece como consecuencia del efecto promotor del crecimiento por los biológicos aplicados.

En este sentido, debido al impacto positivo que tienen *Trichoderma* y *Bacillus* en la agricultura (Lodi et al., 2023, Illa et al., 2020) por su potencial como promotores de crecimiento vegetal, al estimular diversos procesos fisiológicos necesarios para el desarrollo del cultivo de maní y otras plantas cultivables (Kubiak et al., 2023; Wang et al., 2023); se considera ampliamente necesario el uso de estos microorganismos; lo que los convierte en una estrategia tecnológica complementaria que puede ser usada en el manejo sostenible de los cultivos de maní.

CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La aplicación de *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp. ha demostrado efectos positivos en el crecimiento vegetativo de la variedad de maní INIAP 382, al estimular el incremento de ramas; así como favorece el aumento de las variables productivas como número de vainas, peso de 100 granos y rendimiento.
- El uso de *Trichoderma* spp y *Bacillus* spp, se convierte en una estrategia adicional en el manejo productivo del cultivo de caupí, en la zona del Valle del río Carrizal.

5.2 Recomendaciones

- Se puede realizar la aplicación de *Trichoderma* solo y combinados con *Bacillus* para estimular la condición productiva del cultivo de maní.
- Realizar estudios adicionales para entender mejor las interacciones entre *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., y las condiciones del suelo, así como su sinergia en la promoción del crecimiento y la resistencia a enfermedades

BIBLIOGRAFÍA

- Alegre, F., Balaria, B., Barbey, L., Bono, I., Lufiego, X., y Menetti, P. (2017). Impacto de agroquímicos en el suelo y en la salud. *Crea*. <https://lossuelosdemipais.crea.org.ar/wp-content/uploads/2020/11/Impacto-de-los-agroquimicos-en-el-suelo-y-la-salud.pdf>.
- Alvarado, Y., Martín, C., Mena, E., Suárez, A., Roque, B., Pichardo, T., y Leiva-Mora, M. (2015). Efecto de *Bacillus* spp. sobre el crecimiento y rendimiento agrícola de plantas in vitro de papa cv. Romano en casa de cultivo. *Biotecnología Vegetal*, 15(2). <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/18/16>
- Aloo, B.N.; Makumba, B.A.; Mbega, E.R. (2019). The potential of Bacilli rhizobacteria for sustainable crop production and environmental sustainability. *Microbiol. Res*, 219, 26–39
- Amaguaña, D. (2020). Efecto de la aplicación de *Bacillus subtilis* en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) a tres dosis y tres frecuencias. (Tesis de Grado, Universidad Central del Ecuador). <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21977/1/T-UCE-0004-CAG-274.pdf>
- Andina, J. (2020). Role of beneficial microorganisms in Sustainable Agriculture. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2), 67-68. http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v8n2/v8n2_a01.pdf
- Andrade, P., Rivera, N., Landero, N., Silva, H. V., Martínez, J., y Romero, O. (2023). Beneficios ecológicos y biológicos del hongo cosmopolita *Trichoderma* spp. en la agricultura: una perspectiva en el campo mexicano. *Revista Argentina de Microbiología*, 55(4), 366-377. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2023.06.005>
- Ardisana, E., Garcia, A., Tellez, O., Bravo, S., Bravo, J., Mendoza, V., Vera, F., y Bazan, J. (2020). Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y rendimiento de cultivo de ciclo corto en Manabí, Ecuador. *Instituto Nacional de Ciencia Agraria (INCA)*, 41(4).

- Bader, A. N., Salerno, G. L., Covacevich, F., Consolo, V. F. (2020). Native *Trichoderma harzianum* strains from Argentina produce indole-3 acetic acid and phosphorus solubilization, promote growth and control wilt disease on tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of King Saud University - Science*, 32(1), 867–873. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2019.04.002>
- Cepeda, D., y Ávila, E. (2014). Efectos del *Trichoderma* spp. sobre el crecimiento y desarrollo de la arveja (*Pisum sativum* L.). *Ciencia y Agricultura*, 11(1), 91-100.
https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/view/3492/3112
- Chuez, J. (2018). *Trichoderma harzianum* en el control de *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L. (Tesis de Grado, en la zona de Babahoyo (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB).
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/5441/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000147.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Corrales, L., Caycedo, L., Gómez, M., Ramos, S., y Rodríguez, J. (2017). *Bacillus* spp: An alternative for plant promotion by two enzymatic pathways. *Facultad Ciencias de la Salud*, 15(27), 46-65.
<http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v15n27/1794-2470-nova-15-27-00046.pdf>
- ECUAPLANTAS. (2020, septiembre 09). Ficha técnica de Bacillitc. Blog.
<http://ecuaplantas.com/wp-content/uploads/2020/09/ficha-te%CC%81cnica-BACILLTIC-AGRODIAGNOSTIC-MOD.pdf>.
- ECUAPLANTAS. (09 de Septiembre de 2020). Ficha Tecnica de TRICHOTIC - SOLIDO. Blog.
<https://ecuaplantas.com/wp-content/uploads/2020/09/fichate%CC%81cnica-TRICHOTIC-so%CC%81lido-AGRODIAGNO>
- Elkelany, U., Hammam, M., El-Nagdi, W., y Abd-El-Khair, H. (2021). Field application of *Trichoderma* spp. for controlling the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* in peanut plants. *Egyptian Journal of*

Agronomy, 20(2),

85-100.

<https://dx.doi.org/10.21608/ejaj.2021.183249>

ESPAM, (Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí). (2022). Estación meteorológica de la ESPAM.

Galeote, M. (2018). *Efecto de la aplicación de microorganismos (Bacillus subtilis y Trichoderma asperellum T34) y ácidos orgánicos, en un medio calcáreo con diferentes formas de zn y dosis de p, sobre la bioacumulación de p y zn en trigo. (Tesis de grado, Universidad de Sevilla).*
<https://idus.us.es/handle/11441/70609>

Gómez, B., Hernández, A., Herrera, H., Arroyo, G., Vargas, L., y Olalde, V. (2012). *Aislamiento de bacterias promotoras del crecimiento de la rizósfera de plantas de guayaba (Psidium guajava). Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, 8(3), 97-102. http://uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-25aarticulosPDF/10.AISLAMIENTO%20DE%20BACTERIAS%20PROMOTORAS-Blanca_Alejandro_Carlos_Gabriela_Lorena_Victor.pdf

Guamán, R., Andrade, C., Ullauri, J., y Mendoza, H. (2010). INIAP 382 – caramelo. Variedad de maní tipo runner para zonas semisecas del Ecuador. INIAP, Estación Experimental Litoral Sur, Programa Nacional de Oleaginosas. (Boletín Divulgativo no. 380).
<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2008>

Hernández, J., Ferrera, R., y Alarcón, A. (2019). *Trichoderma*: importancia agrícola, biotecnológica, y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial. *Chilean journal of agricultural y animal sciences*, 35(1), 98-112. <https://www.scielo.cl/pdf/chjaasc/v35n1/0719-3890-chjaasc-00205.pdf>

Illa, Camila, Torassa, Matias, Pérez, Maria Alejandra, & Pérez, Alejandro Andrés. (2020). Effect of biocontrol and promotion of peanut growth by inoculating *Trichoderma harzianum* and *Bacillus subtilis* under controlled conditions and

- field. Revista mexicana de fitopatología, 38(1), 119-131. Epub 27 de noviembre de 2020. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1910-6>
- INEC, (Instituto Nacional de Estadística y Censo). (2021). Boletín de Tabulados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua – ESPAC 2021. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP. (2024). INIAP presentó Maní INIAP-383 PINTADO de alta productividad para zonas semisecas del Ecuador. <https://iniap.gob.ec/iniap-presento-mani-iniap-383-pintado-de-alta-productividad-para-zonas-semisecas-del-ecuador/#>
- Intagri. (2021). Los Biofertilizantes en la Agricultura. <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura>
- Kasozi, N., Kaiser, H., y Wilhelmi, B. (2021). Effect of *Bacillus* spp. on Lettuce growth and root associated bacterial community in a small-scale aquaponics system. *Agronomy*, 11(5), 947. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050947>
- Khan AR, Mustafa A, Hyder S, Valipour M, Rizvi ZF, Gondal AS, Yousuf Z, Iqbal R, Daraz U. (2022). *Bacillus* spp. as Bioagents: Uses and Application for Sustainable Agriculture. *Biology* 11(12):1763. <https://doi.org/10.3390/biology11121763>
- Kist, G., Bemfica, R., Maldaner, J., Matos, R., Guilherme, V., de Freitas, A., ... y Cezimbra, A. (2021). Increasing productivity of cabbage by two species of *Trichoderma* fungi. *International Journal of Environmental Studies*, 78(5), 797-803. <https://doi.org/10.1080/00207233.2020.1845551>
- Kloepper, J., y Zhang, S. (2004). Induced Systemic Resistance and Promotion of Plant Growth by *Bacillus* spp. *The American Phyto pathological Society*, 94(11), 1259-1266. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHTO.2004.94.11.1259>

- Kubiak A, Wolna-Maruwka A, Pilarska AA, Niewiadomska A, Piotrowska-Cyplik A. (2023). Fungi of the *Trichoderma* Genus: Future Perspectives of Benefits in Sustainable Agriculture. *Applied Sciences*, 13(11):6434. <https://doi.org/10.3390/app13116434>
- Lapsansky, R., Milroy, M., Andales, J. y Vivanco, M. (2016) Soil memory as a potential mechanism for encouraging sustainable plant health and productivity. *Current Opinion in Biotechnology*, 38, 137-142. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2016.01.014>.
- Leu, F. G., Gilesky, N., & Petruzzi, L. (2023). Evaluación del efecto de *Trichoderma Atroviride* cepa α cp8 y *Bacillus velezensis* en el cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) En hidroponía en Córdoba capital. *Nexo agropecuario*, 11(2), 46-53. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/nexoagro/article/view/42974>
- Lodi RS, Peng C, Dong X, Deng P, Peng L. (2023). *Trichoderma hamatum* and Its Benefits. *Journal of Fungi*, 9(10):994. <https://doi.org/10.3390/jof910099>
- Mondal, M., Skalicky, M., Garai, S., Hossain, A., Sarkar, S., Banerjee, H., ... & Laing, A. M. (2020). Supplementing nitrogen in combination with rhizobium inoculation and soil mulch in peanut (*Arachis hypogaea* L.) production system: Part II. Effect on phenology, growth, yield attributes, pod quality, profitability and nitrogen use efficiency. *Agronomy*, 10(10), 1513.
- Moreira Vergara, Y. F. (2018). Efecto de varias enmiendas aplicadas al suelo sobre el desarrollo y rendimiento del maní (*Arachis hypogaea* L.) (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López "ESPAM MFL"). <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/872/1/TTA6.pdf>
- Morocho, M., y Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícola. *Centro Agrícola*, 46(2). http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V46-Numero_2/cag11219.pdf. gg
- Motato, N. y Pincay, J. 2015. Calidad de los suelos y aguas para riego en áreas cacaoteras de Manabí. *La técnica* 14: 6 – 23

- National Pesticide Information Center [NPIC]. (2015, noviembre, 15). *Suelos y Pesticida*. BLOG. <http://npic.orst.edu/envir/soil.es.html>
- Palai, J.B.; Malik, G.C.; Maitra, S.; Banerjee, M. (2021). Role of Rhizobium on Growth and Development of Groundnut: A Review. *Int. J. Agric. Environ. Biotechnol*, 14, 63–73
- Rajo, F. G., Reynoso, M. M., Ferez, M., Chulze, S. N., & Torres, A. M. (2007). Biological control by *Trichoderma* species of *Fusarium solani* causing peanut brown root rot under field conditions. *Crop protection*, 26(4), 549-555. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219406001384>
- Rozo, C., y Castellanos, L. (2020). Empleo de *Trichoderma* spp. para el control de enfermedades y producción más limpia en lechuga. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*, 11(2), 1-38. <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2483>
- Ruiz, M., y Ornelas, J. (2018). Efecto de *Trichoderma* spp. y hongos fitopatógenos sobre el crecimiento vegetal y calidad del fruto de jimote. *Revista mexicana de fitopatología*, 36(3), 444-456. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1804-5>
- Sede Central Luján (2016). Con un hongo como agente de crecimiento mejoran la producción de viveros. https://argentinainvestiga.edu.ar/noticia.php?titulo=con_un_hongo_como_agente_de_crecimiento_mejoran_la_produccion_de_viveros&id=2665
- Shang, J. Y., Wu, Y., Huo, B., Chen, L., Wang, E. T., Sui, Y., ... & Sui, X. H. (2021). Potential of Bradyrhizobia inoculation to promote peanut growth and beneficial Rhizobacteria abundance. *Journal of Applied Microbiology*, 131(5), 2500-2515.
- Vera, F., Quevedo, N., Tuz, G., Chabla, E., y Cuenca, A. (2023). Evaluación de *Trichoderma* en tres variedades de maní (*Arachis Hypogaea* L.). *Ciencia y Agricultura*, 20(1), 14691-14691.

<https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/19877/1/TTUACA-2022-IA-DE00019.pdf>

Vialtec. (2020, enero 23). Bioestimulantes AC.MICRO. <http://ecuaplantas.com/wp-content/uploads/2020/09/ficha-te%CC%81cnica-BACILLTIC-AGRODIAGNOSTIC-MOD.pdf>

Viera Arroyo, W. F. (2020). Rol de los microorganismos benéficos en la Agricultura Sustentable. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2), 67-68. http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v8n2/v8n2_a01.pdf

Wang J, Qin S, Fan R, Peng Q, Hu X, Yang L, Liu Z, Baccelli I, Migheli Q, Berg G, et al. (2023). Plant Growth Promotion and Biocontrol of Leaf Blight Caused by *Nigrospora sphaerica* on Passion Fruit by Endophytic *Bacillus subtilis* Strain GUCC4. *Journal of Fungi*, 9(2):132. <https://doi.org/10.3390/jof9020132>

Woo, S.L., Hermosa, R., Lorito, M. et al. (2023). Trichoderma: a multipurpose, plant-beneficial microorganism for eco-sustainable agriculture. *Nat Rev Microbiol* 21, 312–326. <https://doi.org/10.1038/s41579-022-00819-5>

Zambrano, S. (2020). Evaluación de diferentes biofertilizantes en la producción de dos variedades de maní (*Arachis hypogaea L.*), en el cantón Palenque-Los Ríos. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ZAMBRANO%20ARIAS%20HAMILTON%20SIMON.pdf>

Zurita Castillo, S. L. (2017). La importancia del maní en la cultura alimentaria manabita (Tesis de grado, Universidad San Francisco de Quito "USFQ"). <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/683>

ANEXOS



Anexo 1. Preparación de terreno



Anexo 2. Siembra de las semillas



Anexo 1. Preparación del microorganismo



Anexo 4. Aplicación del microorganismo



Anexo 5. Cultivo



Anexo 6. Conteo de vaina



Anexo 7. Peso de vaina