

# UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

REPÚBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

INFORME DE INVESTIGACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

MAGÍSTER EN BIOTECNOLOGÍA

TEMA:

Evaluación de un biofertilizante de estiércol vacuno con *Bacillus thuringiensis* y *Trichoderma harzianum* para control de cochinilla y mosca blanca en condiciones *in vivo* en cultivo de cacao clon ETPP 800.

Autor:

Junior Rodolfo López Engracia

Director:

Gustavo Elías Martínez Valenzuela, PhD

Milagro, 2023

## Derechos de autor

**Sr. Dr.**

**Fabricio Guevara Viejó**

Rector de la Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, **Junior Rodolfo López Engracia** en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de este informe de investigación, mediante el presente documento, libre y voluntariamente cedo los derechos de Autor de este proyecto de desarrollo, que fue realizada como requisito previo para la obtención de mi Grado, de Magister en Biotecnología, como aporte a la Línea de Investigación **Agrobiotecnología** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este Proyecto de Investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, **04 de febrero del 2024**



Firmado digitalmente por:  
**JUNIOR RODOLFO  
LOPEZ ENGRACIA**

**Junior Rodolfo López Engracia**

**1207051895**

## Aprobación del director del Trabajo de Titulación

Yo, **Gustavo Elías Martínez Valenzuela** en mi calidad de director del trabajo de titulación, elaborado por **Junior Rodolfo López Engracia**, cuyo tema es **Evaluación de un biofertilizante de estiércol vacuno con *Bacillus thuringiensis* y *Trichoderma harzianum* para control de cochinilla y mosca blanca en condiciones in vivo en cultivo de cacao clon ETTP 800**, que aporta a la Línea de Investigación **Agrobiotecnología**, previo a la obtención del Grado Magister en biotecnología. Trabajo de titulación que consiste en una propuesta innovadora que contiene, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Informe de Investigación de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, **04 de febrero del 2024**



Escaneado e certificado digitalmente por:  
**GUSTAVO ELIAS  
MARTINEZ VALENZUELA**

**Gustavo Elías Martínez Valenzuela**

**C.I 0922079595**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**  
**CERTIFICACIÓN DE LA DEFENSA**

El TRIBUNAL CALIFICADOR previo a la obtención del título de **MAGÍSTER EN BIOTECNOLOGÍA**, presentado por **ING. LOPEZ ENGRACIA JUNIOR RODOLFO**, otorga al presente proyecto de investigación denominado "EVALUACIÓN DE UN BIOFERTILIZANTE DE ESTIÉRCOL VACUNO CON BACILLUS THURINGIENSIS Y TRICHODERMA HARZIANUM PARA CONTROL DE COCHINILLA Y MOSCA BLANCA EN CONDICIONES IN VIVO EN CULTIVO DE CACAO CLON ETPP 800", las siguientes calificaciones:

TRABAJO ESCRITO	59.33
SUSTENTACIÓN	36.00
PROMEDIO	95.33
EQUIVALENTE	Muy Bueno



Msc GARCES MONCAYO MARÍA FERNANDA  
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



Mgs VERA RODRIGUEZ JOSE HUMBERTO  
VOCAL



Mgs RODAS PAZMIÑO KAREN ALEXANDRA  
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

## **DEDICATORIA**

A Dios por dirigir mi camino, permitiéndome realizar con éxito el presente proyecto de investigación, sabiendo que, a pesar de las adversidades encontradas, Esto me motiva constantemente a seguir avanzando con total confianza y estabilidad de que él me está protegiendo.

A mi familia por los maravillosos regalos de la vida, por ser esos seres que me muestran su amor incondicional, por ser ejemplos de valores, ética, moral y profesionalismo.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme alcanzar esta meta, llenándome de fuerza y sabiduría por cumplir con éxito uno de los objetivos que me he propuesto en mi vida, por colocar en mi camino a personas maravillosas que han sido mi apoyo para el cumplimiento del presente trabajo de investigación.

A mi familia por sus esfuerzos y sacrificios, por ser los pilares fundamentales en mi vida y por brindarme todos los recursos necesarios para que yo pueda culminar esta maestría.

A mi tutor al PhD. Gustavo Martínez Valenzuela por haber compartido conmigo sus conocimientos a lo largo del proyecto de investigación.

## Resumen

En la actualidad los principales problemas que presentan las plantaciones de cacao son la mala fertilización y el uso excesivo de agroquímicos como insecticida y funguicida, que no sólo causan daños ambientales, sino que también ponen en peligro la salud de los agricultores, el propósito de esta investigación fue evaluar el efecto del biofertilizante a base de estiércol vacuno potenciado con microorganismo eficientes (*Bacillus thuringiensis*) y (*Trichoderma harzianum*) para el control de cochinilla y mosca blanca en cultivo de cacao nacional clon EETP -800 en condiciones in vivo. En la cual se elaboró un biol común y se lo repotencio con estos microorganismos donde se evaluó la eficacia de este biofertilizante en una finca experimental del cantón Ventanas de la Provincia de Los Ríos, utilizando tres tratamientos y cuatro repeticiones, los tratamientos que fueron T1 (Testigo) en la cual fue un producto a base de oleatos vegetales, el tratamiento T2 (Biol con Microorganismo eficientes) y el tratamiento T3 (Biol sin microorganismos eficiente). Los resultados mostraron que el tratamiento que tuvo mayor eficacia en tiempo prolongado fue el tratamiento T2 (Biol con microorganismo eficiente) dando un control de cochinilla y mosca blanca a los 15 días de aplicación y se prolonga hasta los 60 días de monitoreo, en comparación con el tratamiento T1 (Testigo) que tuvo una re infestación de cochinilla y mosca blanca en el día 60 de monitoreo, en lo cual nos indica que se observó una diferencia significativa del T2 antes los otros tratamientos en estudio.

**Palabras claves:** cacao, biol y microorganismos eficientes.

## Abstract

Currently, the main problems that cocoa plantations present are poor fertilization and the excessive use of agrochemicals such as insecticides and fungicides, which not only cause environmental damage, but also endanger the health of farmers, the purpose of this The research was to evaluate the effect of biofertilizer based on cow manure enhanced with efficient microorganisms (*Bacillus thuringiensis*) and (*Trichoderma harzianum*) for the control of mealybug and whitefly in national cocoa crop clone EETP -800 under in vivo conditions. In which a common biol was prepared and repotentiated with these microorganisms where the effectiveness of this biofertilizer was evaluated in an experimental farm in the Ventanas canton of the Province of Los Ríos, using three treatments and four repetitions, the treatments that were T1 (Control) in which it was a product based on vegetable oleates, treatment T2 (Biol with efficient microorganisms) and treatment T3 (Biol without efficient microorganisms). The results showed that the treatment that had the greatest effectiveness over a long period of time was treatment T2 (Biol with efficient microorganism), giving control of mealybug and whitefly after 15 days of application and lasting up to 60 days of monitoring, compared to Treatment T1 (Control) had a re-infestation of mealybug and whitefly on day 60 of monitoring, which indicates that a significant difference from T2 was observed before the other treatments under study.

**Keywords:** cocoa, biol and efficient microorganisms.



## Lista de Figuras

Figura 1. Promedio de los niveles de infestaciones .....	50
--	----

## Lista de Tablas

Tabla 1. Diseño del campo experimental .....	43
Tabla 2. Análisis de viabilidad del biol con microorganismo eficientes.....	49
Tabla 3. Análisis de los tratamientos en el día 15 .....	50
Tabla 4. Análisis de los tratamientos en el día 30 .....	50
Tabla 5. Análisis de los tratamientos en el día 45 .....	51
Tbala 6. Análisis de los tratamientos en el día 60 .....	52

## Índice / Sumario

Derechos de autor .....	i
Aprobación del director del Trabajo de Titulación .....	iii
Aprobación del tribunal calificador .....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vi
Resumen.....	vii
Abstract .....	viii
Introducción.....	1
Capítulo I: El problema de la investigación .....	3
CAPÍTULO II: Marco teórico referencial .....	7
2.2.1 Origen y producción de cacao.....	9
2.2.2 Taxonomía .....	10
2.2.3 Características edafoclimáticas.....	11
<b>2.2.3.1 Precipitación .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.3.2 Temperatura .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.3.3 Luminosidad.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.3.4 Suelos .....</b>	<b>13</b>
2.2.4 Producción orgánica en el Ecuador .....	13
2.2.5 Mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> ).....	14
2.2.5.1 Ciclo de vida.....	14
2.2.6 Características Morfológicas .....	14
2.2.6.1 Huevo.....	14
2.2.6.2 Ninfas.....	14
2.2.6.3 Adulto .....	15
2.2.7 Cochinilla harinosa ( <i>Hemíptera: Pseudococcidae</i> ).....	15
2.2.7.1 Taxonomía.....	15
2.2.7.2 Biología de la cochinilla harinosa.....	16
2.2.7.3 Daños en plantas hospedantes.....	16

2.2.7.4 Plantas hospedantes .....	17
2.2.8 Abonos Orgánicos .....	17
2.2.8.1 Importancia de los abonos orgánicos .....	18
2.2.8.2 Propiedades de los abonos orgánicos .....	18
2.2.8.3 Propiedades físicas.....	18
2.2.8.4 Propiedades químicas .....	19
2.2.8.5 Propiedades biológicas .....	19
2.2.9 Tipos de abonos orgánicos .....	19
2.2.9.1 Compostaje .....	19
2.2.9.2 Fertilizantes .....	19
2.2.9.3 Biofertilizantes .....	20
2.2.10 Microorganismos eficientes .....	21
2.2.10.1 Efectos de los microorganismos eficientes sobre la fisiología de las plantas 22	
2.2.10.2 Aplicación agrícola de los microorganismos eficientes.....	23
2.2.11 <i>Bacillus thuringiensis</i> en el control biológico de insectos.....	24
2.2.11.1 Modo de acción sobre larvas de lepidópteros .....	25
2.2.11.2 Productos comerciales en base a <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	26
2.2.12 <i>Trichoderma Hazarium</i> en el control biológico de insectos.....	26
2.2.12.1 Taxonomía de <i>Trichoderma Hazarium</i> .....	27
2.2.12.2 Mecanismos de acción de <i>Trichoderma</i> .....	27
2.2.12.3 Acción bio-controladora de <i>Trichoderma</i> .....	28
2.2.13 Relación carbono-nitrógeno.....	29
CAPÍTULO III: Diseño metodológico .....	30
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	30
3.2 La población y la muestra .....	31
3.2.1 Características de la población .....	31
3.2.2 Delimitación de la población .....	31

3.2.3	Tipo de muestra.....	31
3.2.4	Tamaño de la muestra .....	31
3.2.5	Proceso de selección de la muestra .....	31
3.3	Los métodos y las técnicas .....	31
3.3.1	Recursos .....	31
3.3.2	Métodos empleados.....	32
	Aplicación del biol .....	34
3.4	Procesamiento estadístico de la información .....	34
	CAPÍTULO IV: Análisis e interpretación de resultados.....	36
4.1	Análisis del nivel de infestación.....	36
4.2	Analizar la viabilidad inicial del biol a base de estiércol vacuno y del biofertilizante una vez potenciado con <i>Bacillus thuringiensis</i> y <i>Trichoderma harzianum</i> .....	36
4.3	Determinar la eficacia del biocontrolador en el cultivo de cacao EETP - 800 mediante análisis de incidencia de cochinilla y mosca blanca a los 0, 15, 30, 45 y 60 días de aplicación.....	38
	CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones .....	42
5.1	Conclusiones .....	42
5.2	Recomendaciones .....	43

## Introducción

El desarrollo de la agricultura es cada vez más intensivo para producir mayores cantidades de producción debido a la creciente demanda de productos, esto provoca que la tierra necesite cada vez más fertilizantes y otros químicos en mayor cantidad, provocando la contaminación y erosión del suelo, esto causa pérdida de fertilidad de la materia orgánica, dando lugar a la falta de nutrientes, disminución en la calidad del producto y elevación de los costos de producción.

El cacao (*Theobroma cacao L.*), es una especie originaria de los bosques húmedos en América, en el Ecuador, el cacao es uno de los productos agrícolas más cultivado en todas las provincias costeras, en la Amazonía oriental, en algunas provincias de la sierra e incluso en la región peninsular, el cual es considerado una de las principales fuentes de ingresos económicos de los productores de estas provincias mediante la venta del producto cosechado.

Uno de los requisitos de los países al que se exporta el cacao es limitar el uso de insumos agrícolas sintéticos, es decir, no utilizar productos químicos. Sin embargo, la falta de asesoría técnica brindada a los agricultores para erradicar malezas, plagas y enfermedades los obliga a utilizar químicos y fertilizantes sintéticos en grandes cantidades, contaminando el suelo y afectando el medio ambiente.

En el cultivo de cacao las enfermedades y plagas atacan directamente a las flores, hojas y frutos, reduciendo así la producción. Esta afectación comienza en plantaciones juveniles, que abarca desde la edad de 3 años en adelante, o cultivos que aún no han logrado un buen manejo agronómico. Además, la plantación de cacao también es afectada por otros organismos que habitan en sistema de monocultivo.

Este proyecto de investigación está orientado a conocer el proceso que conlleva la potenciación del biol a base de estiércol vacuno con microorganismo eficientes, mediante el uso de una nueva tecnología de bajo costos y de fácil acceso como alternativa en la agricultura para pequeños y medianos productores de cacao. La aplicación abonos orgánicos (biol) nos ayuda a restaurar la fertilidad del suelo dañado por el uso exagerado de agroquímicos.

Ante esta realidad, surge la necesidad de plantearse otras perspectivas e impulsar la mejora de sistemas productivos orgánicos y disponer de un mejor producto

potenciado con microorganismo eficientes y que sea de buena calidad. Por lo cual, es necesario un sistema de agricultura ecológica que sea menos contaminante, económico y amigable con el medio ambiente.

La producción de fertilizantes orgánicos (Biol) es muy económica y sus beneficios ambientales y de salud para las personas son muy altos, traduciéndose en mejores ingresos, en comparación con la compra y aplicación de productos químicos, cuyo valor ha aumentado un 200% en la última década (Rumbea, 2020). Estos microorganismos eficientes restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando su condiciones físicas y químicas que incrementan la producción y a su vez dar protección a los cultivos. Además, conservan los recursos naturales y garantizan una agricultura y un medio ambiente más sostenibles.

# Capítulo I: El problema de la investigación

## 1.1 Planteamiento del problema

Los principales problemas que presentan las plantaciones de cacao son la mala fertilización y el uso excesivo de agroquímicos como insecticida y funguicida, que no sólo causan daños ambientales, sino que también ponen en peligro la salud de los agricultores que se dedican a este cultivo. Por lo tanto, estas actividades han provocado pérdidas constantes en las propiedades físicas y biológicas del suelo, lo que se refleja en una pérdida de su nivel de productividad y calidad.

La mayoría de los agricultores utilizan productos químicos para controlar las innumerables plagas y enfermedades que atacan constantemente sus cultivos, así como fertilizantes para nutrir el suelo, pero el uso de estos productos conlleva deterioro y daño al ecosistema (Corrales, 2019).

El uso de productos químicos se ha convertido en la principal herramienta de control agronómico de los cultivos, permitiendo rentabilidad y producción con margen económico. Sin embargo, el uso excesivo de este tipo de fertilizantes puede tener efectos negativos en el medio ambiente, así como efectos secundarios en el cultivo. Para evitarlo, es importante adoptar prácticas agrícolas más sostenibles que redunden en productividad y buena productividad de los cultivos y minimicen el impacto ambiental (Ortega et al., 2021)

## 1.2 Delimitación del problema

La investigación se realizó en una finca experimental ubicada en la provincia de Los Ríos cantón Ventanas, dado en un lapso de tiempo de un año cacaotero (noviembre de 2022 a octubre de 2023) en el cual se analizó el efecto de microorganismos eficientes como biocontroladores de cochinilla y mosca blanca.

## 1.3 Formulación del problema

¿La aplicación de biofertilizante a base de estiércol vacuno potenciado con microorganismos eficientes *Bacillus thuringiensis* y *Trichoderma harzianum* permitirá disminuir la población de cochinilla y mosca blanca en el cultivo de cacao?



## 1.4 Preguntas de investigación

¿Cuál es la densidad inicial de población de cochinilla y mosca blanca en el cultivo de cacao seleccionado?

¿Qué efecto tendrá la aplicación de microorganismos eficientes *Bacillus thuringiensis* y *Trichoderma harzianum* en el biofertilizante?

¿La aplicación de biofertilizante potenciado con *Bacillus thuringiensis* y *Trichoderma harzianum* en el cultivo de cacao disminuirá la población de cochinilla y mosca blanca?

## 1.5 Determinación del tema

Evaluar el efecto del biofertilizante a base de estiércol vacuno potenciado con microorganismo eficientes (*Bacillus thuringiensis*) y (*Trichoderma harzianum*) para el control de cochinilla y mosca blanca en cultivo de cacao nacional clon EETP-800 en condiciones *in vivo*

## 1.6 Objetivo general

Evaluar el efecto del biofertilizante a base de estiércol vacuno potenciado con microorganismo eficientes (*Bacillus thuringiensis*) y (*Trichoderma harzianum*) para el control de cochinilla y mosca blanca en cultivo de cacao nacional clon EETP - 800 en condiciones *in vivo*.

## 1.7 Objetivos específicos

- Analizar la población inicial de cochinilla y mosca blanca en el cultivo de cacao EETP - 800 mediante el análisis de hojas y mazorcas
- Analizar la viabilidad inicial del biol a base de estiércol vacuno y del biofertilizante una vez potenciado con *Bacillus thuringiensis* y *Trichoderma harzianum*
- Determinar la eficacia del biocontrolador en el cultivo de cacao EETP - 800 mediante análisis de incidencia de cochinilla y mosca blanca a los 0, 15, 30, 45 y 60 días de aplicación.

## 1.8 Hipótesis (de existir)

El empleo de biofertilizante a base de estiércol vacuno potenciado con microorganismo eficientes (*Bacillus thuringiensis* y *Trichoderma harzianum*) disminuirá la incidencia de cochinilla y mosca blanca en cultivo de cacao nacional clon EETP – 800.

## 1.9 Justificación

Este estudio busca una alternativa a los cambios en la agricultura orgánica para abordar las limitaciones encontradas en la producción convencional. La agricultura orgánica representa una parte cada vez más importante del sector agrícola por sus beneficios medioambientales y económicos, lo que nos lleva a creer que cada día más personas se dan cuenta de la importancia de consumir alimentos saludables y libres de residuos que la agricultura tradicional (Adedeji et al., 2020).

La agricultura orgánica no es sólo una tecnología de reducción de emisiones, es una estrategia de desarrollo que se basa no sólo en el cuidado del suelo y el medio ambiente, sino que también fomenta el uso de materias primas locales, que son menos costosas y que en muchos casos pueden ser proporcionada por los propios agricultores, lo que les permite gastar menos en su producción (Etesami y Maheshwari, 2018).

La consideración de los componentes biológicos ha aumentado la disponibilidad de componentes orgánicos, también conocidos como biofertilizantes, convirtiéndose en una alternativa de manejo para restaurar las condiciones de fertilidad del suelo en el cultivo y al mismo tiempo promover la utilización de biocontroladores eficientes como *Bacillus thuringiensis* y *Trichoderma harzianum* para combatir la cochinilla y la mosca blanca

El presente estudio experimental se justifica ante la necesidad de nutrir a la planta de cacao de manera orgánica, con el uso del biol hecho a base de estiércol vacuno, que mejorará la productividad de manera sustentable y con la potenciación con

microorganismo eficientes no solo actuarán como biofertilizantes si no también como biocontroladores (Gamez et al., 2019).

### **1.10 Alcance y limitaciones**

La investigación abarcara desde la elaboración y aplicación de los bioles a base de estiércol vacuno repotenciado con microorganismos eficientes *Bacillus Thuringiensis* y *Trichoderma Harzianum* para evaluar su eficacia biocontrolador de cochinilla y mosca blanca en el cultivo de cacao clon ETPP-800 en los días 0, 15, 30, 45 y 60 de evaluación.

## CAPÍTULO II: Marco teórico referencial

### 2.1 Antecedentes

En su estudio, Cairo y Álvarez (2017) examinaron el efecto de diferentes dosis de estiércol de vaca sobre las propiedades del suelo. Los tratamientos estudiados son: T1 testigo, T2 estiércol vacuno 4 toneladas/ha, T3 estiércol vacuno 8 toneladas/ha en cuatro repeticiones. Los resultados mostraron que el uso de estiércol aumentó significativamente la cantidad de materia orgánica del suelo hasta un 66,95% y ayudó a prevenir la presencia de poblaciones de pentastómida.

Morocho (2019) en su estudio buscó profundizar y resumir parte de la información demostrada en los últimos 10 años relacionada con los microorganismos eficientes (ME), sus propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. Reúnen los diferentes tipos de microbios que encontramos: bacterias lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y hongos. Desde una perspectiva agrícola, los ME promueve la germinación de las semillas, beneficia el crecimiento, rendimiento y progreso de los frutos y permite una reproducción más fértil de las plantas. Asimismo, se ha demostrado que mejora el sistema físico del suelo, aumenta su fertilidad química y erradica diversos compuestos fitopatógenos que causan enfermedades en muchas plantas.

Este estudio detalla los resultados de un estudio de morbilidad microbiana. Se utilizó un diseño de Bloques Aleatorios; Con 3 repeticiones y 6 tratamientos, se evaluaron 12 muestras por tratamiento. Concentrados de ME utilizados: C1=10%, C2=50% y C3=80%. Estadísticamente se notaron diferencias en el efecto del uso de ME en cuanto a altura de planta, número de frutos por planta, así como rentabilidad superando el T5 con 14,57 kg/4,2 m<sup>2</sup> (Callisaya Quispe, 2017).

En Japón se han desarrollado inoculantes microbianos basados en microorganismos eficientes y se ha demostrado que mejoran las condiciones del suelo, el desarrollo y la producción de cultivos, y están ganando atención en todo el mundo. Como productor, se espera que el cambio de una agricultura respaldada por el uso de productos químicos agrícolas a una agricultura sostenible con métodos eficaces y asequibles sea exitoso. La tecnología EM es vista como un instrumento potencial que

tiende a beneficiar a los productores para desarrollar sistemas de productividad que sean económica, ambiental y socialmente sostenibles (Higa, 2018).

Otro estudio realizado por Piña (2017) sobre el control de trips en cultivos de pimiento, en el que se combinaron extractos de plantas (chile, ajo y ortiga + dosis de 400 ml de solución) con otro tratamiento (chile, ajo y ortiga + dosis de 300 ml de solución) y (chile, ajo y ortiga + dosis de 200 ml de solución) con control. Como resultado, el primer tratamiento fue el mejor controlador logrando un promedio de (6.92%) respecto al resto de tratamientos, sin embargo, al considerar la relación costo-beneficio, los extractos (ortiga + ajo) con mayor beneficio en producción, el autor recomienda cada 8 o 10 días utilizar estas alternativas orgánicas.

Los nematodos son parásitos de las plantas que desempeñan un papel importante en la producción de cacao. No está definido un rasgo a identificar, aunque en ocasiones se considera un estrés abiótico. Desde aproximadamente 1900, se ha observado la presencia de nematodos o nódulos radiculares en las raíces de este cultivo. Existen muchas especies de nematodos asociados a plantas; ocurren en plantas sanas o enfermas (End et al., 2021).

Se trata de un estudio de Irua (2022) quien extrajo chiles mediante la técnica de endoterapia para combatir *Tetranychus urticae* en la planta de Babaco, cuyo diseño fue completamente al azar a partir de 32 + un control con tres repeticiones en un cultivo ya establecido de 11 meses, en dosis de (20 ml) directamente al suelo. Los resultados obtenidos fueron una mortalidad del (96,8%), la del control fue del (11,7%). Conseguir efectos satisfactorios en la lucha contra los ácaros

En Brasil se realizaron experimentos, los tratamientos utilizados fueron: manejo, inoculación y aplicación foliar de microorganismos efectivos, inoculación y aplicación foliar con Fitomas E y la relación entre ambos. Los resultados muestran que la mayor respuesta se logra en el período medio de siembra y se incrementa la productividad mediante la aplicación de microorganismos eficientes y Fitomas E (Calero, 2019).

En Cuba, con base en la experiencia de investigadores cubanos, el uso de microorganismos efectivos (ME) se incorpora a la productividad agrícola y ganadera, donde hasta la fecha se ha visto un aumento de la productividad a través de prácticas

agroecológicas y sustentables con gran aprovechamiento de recursos. Esta tecnología consiste en lograr un cultivo mixto de microorganismos benéficos, habitantes naturales del suelo forestal, sin manejo genético, existentes en áreas naturales y fisiológicamente coincidentes, que se encuentran en el suelo y pueden ser explotados. Para ello, los microorganismos quedan atrapados en suelo sano, o en sectores cercanos a los sitios de productividad de biopreparados. De esta manera, los microorganismos se adaptan mejor a las condiciones locales, contribuyendo al proceso de recuperación del suelo vivo y dañado (Almogaea, 2016).

## **2.2 Contenido teórico que fundamenta la investigación**

### **2.2.1 Origen y producción de cacao**

El cultivo de cacao se produce principalmente en África occidental, América Central, América del Sur y Asia. *Theobroma Cacao* es una planta de la familia *esterculiáceas* que se puede cosechar varias veces al año prestando atención a condicionantes de producción como el clima y el suelo, además requiere suelos ricos en materia orgánica, profundos, arenosos y con buen drenaje (Almeida, 2019).

Así como los españoles no vieron la cosecha recogida en América del Sur cuando llegaron al continente, pudieron comprobar que se desarrollaba de forma natural en una gran cantidad de bosques a lo largo del Amazonas, el Orinoco y sus afluentes, de los que aún quedan varios son clases genéticas de alto valor (Cahuana, 2021).

El cacao (*Theobroma cacao, L.*) fue nombrado así por Carl Von Linne, quien fue el primero en catalogar el árbol del que proceden las semillas del cacao. Esta planta cultivada es originaria de la zona tropical, que comprende la región amazónica, que comprende los territorios de Ecuador, Perú, Bolivia, Colombia y Brasil. Se cree que este cultivo fue comercializado y cultivado en toda la zona por los pueblos indígenas del Imperio Inca. Otro hecho es que el cacao se cultivaba directamente en los lugares de cultivo actuales y hay una tercera ideología que podrían haber sido monos y ardillas transportando las semillas por las distintas zonas tropicales debido a su agradable sabor. Baba de cacao (Peralta 2019).

La producción de cacao en América latina se remonta a siglos pasado, incluso antes de la llegada de los españoles. Recientes investigaciones realizadas en el cantón Palanda de la provincia de Zamora Chinchipe, muestran que al menos una variedad de *Theobroma Cacao* es originaria del Alto Amazonas, según pruebas arqueológica encontrada en una cultura llamada Mayo -Chinchipe donde se ha confirmado el uso del cacao en el año 3.300 a.C. en el yacimiento Santa Ana -La Florida, ubicado a 1.040 metros sobre el nivel del mar. (Ecuador y Chocolate, 2020).

El cacao históricamente ha jugado un papel importante en la economía de las familias campesinas y en la economía del país en general. Durante varios siglos fue la principal fuente de divisas, dio origen a los primeros capitales y contribuyó significativamente al desarrollo de la banca, la industria y el comercio. Hoy el cacao sigue siendo la base económica de alrededor de 100 mil familias pequeñas, medianas y grandes productoras, que representan el 5% de la Población Económica Activa (PEA) nacional y el 15% de la PEA agrícola (MAG, Proyecto Café Cacao,2019).

A nivel nacional, se exporta el 80% del cacao de calidad nacional, que se dice que es el exportador número uno de cacao del mundo y representa el 70% de toda la productividad global en el mercado internacional. Por otro lado, el 20% de las exportaciones provienen de otros tipos de cacao como el Ccn-51 (Zambrano et al., 2021).

El cacao es considerado un fruto tropical de gran importancia en el país. Para un crecimiento adecuado se requiere una temperatura mínima de 15°C y máxima de 35°C, requiere suelos ricos, francos y profundos, con drenaje ideal y topografía regular, y un pH que oscila entre 4 y 7,4. (Alvarado et al., 2018).

### 2.2.2 Taxonomía

The International Plant Name Index Index, (2021), describe a la especie *Theobroma cacao* L., de la siguiente forma:

- Reino: *Plantae*
- Subreino: *Tracheobionta*
- División: *Magnoliophyta*
- Clase: *Magnoliopsida*
- Subclase: *Dilleniidae*

- 10 -

- Orden: *Malvales*
- Familia: *Sterculiaceae*
- Subfamilia: *Byttnerioideae*

Tiene una raíz principal que puede crecer hasta dos metros por debajo de ella, además de tener raíces secundarias. La tarea de las raíces no es solo sostener la planta en el suelo, sino también asimilar y dirigir los nutrientes del suelo hacia la planta (Bajaña, 2020).

Las hojas son simples y palmeadas, variando en color verdoso. Aunque son jóvenes, algunos árboles tienen hojas suaves y muy pigmentadas, que varían en color desde el verde pálido hasta el morado o rojizo (Chávez, 2020).

El cacao tiene la apariencia de un árbol de hoja perenne, de pequeño a alto, con una altura que oscila entre 4 y 7 m. El cacao silvestre tiende a crecer hasta más de 20 metros de altura. Los tallos son rectos y uniformes de color marrón pálido a blanco (Barberán, 2017).

Las flores del cacao crecen en los troncos y ramas de los árboles, por eso se les llama cauliflora. Las flores pueden ser rosadas, moradas o blancas y crecen en racimos que miden de 0,5 a 1 cm de diámetro y de 2 a 2,5 cm de largo, con aspecto estrellado (Arias, 2021).

Su fruto mide unos 25 cm de largo, tiene un diámetro de 8 a 10 cm y puede pesar entre 300 y 400 gramos. Crece entre flores en periodos de 5 a 6 meses. Su cáscara tiene 20 mm de espesor y recubre la pulpa, la cual es gelatinosa y agrídulce con alto contenido de azúcar (Vergara, 2017).

## **2.2.3 Características edafoclimáticas**

### **2.2.3.1 Precipitación**

Casi todos los sectores donde se cultiva cacao reciben precipitaciones anuales entre 1.200 y 2.500 mm, aunque el cultivo del cacao en realidad está sujeto a restricciones más estrictas. Se pueden destacar algunas regiones, por ejemplo, Nueva Guinea, donde se cultiva cacao (Salvador et al., 2012).

Cuando las plantaciones crecen a su máximo potencial con suficiente lluvia, reciben los nutrientes adecuados y están protegidas del viento, producen más cacao debido



a la mayor tasa de fotosíntesis que a la sombra en las mismas secciones. (Vélez, 2018).

Según Sullca (2013), el cacao se cultiva en sectores donde las precipitaciones superan los 1.200 mm, en ocasiones incluso hasta los 4.000 mm; Sin embargo, más importante que la cantidad total de lluvia es una distribución suficiente del agua durante todo el año.

### **2.2.3.2 Temperatura**

La temperatura, así como sus fluctuaciones temporales o diarias, influye en los procesos fisiológicos más importantes en las plantas y, especialmente en el cacao, la frecuencia de formación de yemas foliares, toda la superficie foliar, el desarrollo secundario y la floración (Noboa, 2019).

La temperatura media anual ideal para el cultivo del cacao está entre 24 y 26°C, por debajo de 22°C la floración es difícil y a temperaturas más bajas el fruto tarda más en madurar. La temperatura del suelo para una adecuada retención de materia orgánica no debe ser superior a los 25 °C (Engracia, 2018).

El clima ideal para el cultivo del cacao es la temperatura y la precipitación, los cuales se consideran componentes esenciales para el desarrollo; Asimismo, el viento, la radiación solar y la humedad relativa influyen en muchos procesos fisiológicos de las plantas (Domínguez, 2018).

### **2.2.3.3 Luminosidad**

La luz del sol influye en el desarrollo y formación de frutos de la planta del cacao. En los sectores productivos del Ecuador se requieren 800 – 1000 horas/año de luz solar; esto está directamente relacionado con la disponibilidad de agua y nutrientes en el suelo, siendo mayor o menor en la intensidad de los procesos fisiológicos que realiza la planta (Quinine, 2015).

La alta productividad del cacao a plena luz del sol requiere mayores aportes al mantenimiento y nutrición del cultivo. La radiación anual durante la estación seca explica el 70% de la variación en los rendimientos anuales de granos (Cedeño, 2017).

El grado de insolación acentuado en la plantación de cacao tiene un impacto directo en el desarrollo, la rentabilidad del cultivo y los requerimientos nutricionales. Si hay

una cobertura significativa de sombra en una plantación de cacao, la rentabilidad es baja (Furcal, 2017).

#### **2.2.3.4 Suelos**

Para el cultivo del cacao es adecuado un suelo de textura media, es decir arcilloso-arenoso, con una profundidad de alrededor de 1 metro, con adecuada capacidad de drenaje, sin encharcamientos durante la fase de fuertes lluvias y un pH de 5,5 a 6,5 (Gómez, 2017).

El cacao puede adaptarse a varios tipos de suelo, incluso a suelos cuyo contenido de nutrientes es demasiado bajo. En estos suelos, la productividad tiende a ser muy limitada, pero se pueden lograr rendimientos promedio si las plantas están bajo una sombra adecuada y si otros componentes ecológicos son beneficiosos (Barry, 2017).

#### **2.2.4 Producción orgánica en el Ecuador**

Ecuador cuenta con 14.933 productores orgánicos, procesadores y comercializadores, de estos, 672 operadores cuentan con registros individuales y 14.261 productores están agrupados en un total de 69 registros grupales entre asociaciones, federaciones y empresas. Actualmente, existen 52.277 hectáreas de tierra certificada, de las cuales 42.864 hectáreas son tierras orgánicas y 9.413 hectáreas son de transición de agricultura convencional a orgánica. Asimismo, se encuentran registrados 45 operadores con cobertura procesadora y 13 comercializadores orgánicos (Anzules, 2019).

Las provincias que cuentan con el mayor número de productores orgánicos son: Napo (3.334), Guayas (1.782), Loja (1.409), Chimborazo (1.335), Zamora Chinchipe (1.239), Manabí (1.199), Esmeraldas (1.171) y Pichincha (1.045), el resto se encuentran repartidos en otras provincias del país. La mayor superficie por cultivo dedicada a la producción orgánica es el cacao con una superficie de 18.493 hectáreas, seguido del plátano con una superficie de 16.186 hectáreas y la quinua con una superficie de 1.076 hectáreas (Acevedo & Angarita, 2020).

La provincia con mayor superficie de producción orgánica es Guayas con una superficie certificada de 15.211 hectáreas, seguida de El Oro con una superficie de 9.262 hectáreas y Esmeraldas con una superficie de 8.757 hectáreas. Además, se

registran para el consumo nacional más de mil 609 productos frescos y 754 productos procesados y entre ellos los más destacados son: banano, cacao, café, frutales, hortalizas, caña de azúcar y palma africana (Acevedo & Angarita, 2020).

## **2.2.5 Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)**

### **2.2.5.1 Ciclo de vida**

*B. tabaci* pone sus huevos en el envés de las hojas, solos o en grupos irregulares o formando un semicírculo; La eclosión se produce después de 5 a 9 días a 30 °C, dependiendo de la especie huésped y en correlación con la temperatura y la humedad. La mosca blanca adulta emerge a través de un espacio en forma de 'T' invertida en el tegumento de la pupa y extiende sus alas antes de convertirse en polvo con cera de las glándulas del abdomen (Alvarado, 2021).

Se alimenta unos minutos después de la emergencia; En un plazo de 2 a 4 horas, las hembras vírgenes pueden poner los huevos y luego emerge el macho. El ligamento comienza entre 12 y 20 horas después de la emergencia y ocurre varias veces a lo largo de la vida del adulto. Una hembra puede vivir 60 días, aunque la esperanza de vida de los machos suele ser mucho más corta, entre 9 y 17 días. El tiempo de desarrollo depende de la temperatura y de la planta huésped (Arevalo, 2019).

## **2.2.6 Características Morfológicas**

### **2.2.6.1 Huevo**

El huevo de *B. tabaci* tiene una estructura suave de forma ovalada con una parte en la superficie puntiaguda y una parte inferior redondeada. Al principio es de color blanco verdoso, pero con el tiempo se vuelve amarillo y marrón claro cuando está a punto de eclosionar; Tiene 0,23 mm de largo y 0,1 mm de ancho (Castilo et al., 2018).

### **2.2.6.2 Ninfas**

Primer estadio: Tiene forma ovalada siendo la parte distal ligeramente más estrecha. Es traslúcido y tiene algunas manchas amarillas. Es muy pequeño (0,27 mm de largo y 0,15 mm de ancho) y dura una media de 3 días. Segunda etapa: Es traslúcida, ovalada con bordes ondulados. Tiene 0,38 mm de largo y 0,23 mm de ancho. La

duración media es de tres. Tercer estadio: La ninfa del tercer estadio es ovalada, aplanada y translúcida, similar a la del segundo estadio (García, 2018).

El tamaño es el doble que el del primer estadio (0,54 mm de largo y 0,33 mm de ancho). Es fácil de reconocer por el envés de la hoja. La duración media de la tercera etapa es de 3 días. Cuarto estadio: La ninfa del cuarto estadio recién formada es ovalada, plana y casi transparente. A medida que avanza el desarrollo, se vuelve opaco y luego se llama pupa. Son característicos los hilos de cera largos y erguidos. De perfil parece elevado respecto a la superficie de la hoja. En las pupas más desarrolladas, justo antes de que emerjan los adultos, los ojos son fáciles de ver. La muñeca mide 0,73 mm de largo y 0,45 mm de ancho. La duración promedio de la cuarta etapa es de ocho días (Herrera, 2021).

### **2.2.6.3 Adulto**

El adulto que nace de la pupa mide aproximadamente 1 mm de largo. Su cuerpo presenta coloración amarillo limón; Las alas son transparentes en la cual son muy estrechas al frente y más anchas hacia atrás están cubiertas con un polvo blanco. Los ojos tienen una coloración rojo oscuro. Las hembras tienen una fisiología más grande que los machos y llegan a vivir en un lazo de 5 y 28 días (Horowitz et al., 2020).

## **2.2.7 Cochinilla harinosa (*Hemíptera: Pseudococcidae*)**

### **2.2.7.1 Taxonomía**

Las cochinillas o cochinillas del algodón, son insectos que pertenecen al orden *Hemíptera* y a la familia *Pseudococcidae*, se caracterizan por presentar un marcado dimorfismo sexual; el macho es pequeño (aproximadamente 1 mm), tiene antenas largas, un par de alas por lo que tiene gran movilidad, tiene una vida útil corta, no come, su única función es fertilizar a la hembra. La caracterización taxonómica de diversos grupos de cochinillas se basa en el estudio de los caracteres femeninos, a partir del número y posición de las estructuras corporales (Hernández et al., 2019).

Las cochinillas son muy conocidas por su importancia ya que estas pueden afectar todas las etapas del desarrollo fenológico de las plantas y provocar pérdidas en los cultivos, así provocando con ello el rechazo particular de la fruta para su exportación. El daño causado por las cochinillas se manifiesta como un debilitamiento de la planta,

también se puede observar un cambio en el color de las hojas, acompañado de necrosis de los bordes y los síntomas que produce este insecto son característicos de la mayor parte de los miembros de la familia *Pseudococcidae*. Atacan partes de las plantas como yemas axilares, las raíces, los tallos y frutos. Las investigaciones muestran que las plantas de cacao están en gran medida influenciadas por especies de estos géneros (Caballero, 2018).

### **2.2.7.2 Biología de la cochinilla harinosa**

Todos los insectos escamosos tienen un estilo de vida similar y son diferente en su morfología según la especie. Predomina la reproducción sexual, aunque algunas especies son partenogenéticas (surgen de células sexuales femeninas sin fecundación). Las cochinillas hembras tienen cuatro etapas de desarrollo, mientras que las cochinillas masculinas tienen cinco (incluida la etapa adulta). Ambos sexos tienen tres estadios larvales y las hembras solo forman un ovisaco en la edad adulta, los machos también tienen un estadio de pupa (Caballero et al., 2019).

Las cochinillas ponen de 300 a 600 huevos durante un período de aproximadamente una a dos semanas, de los cuales las ninfas eclosionan después de seis a nueve días, lo que hace que su población crezca rápidamente. Su desarrollo se produce en un saco algodonoso y ceroso debajo del esternón. los sacos de huevos generalmente se depositan y reproducen en la base de los tallos y hojas ramificadas de las plantas. Factores como la temperatura y la especie influyen en el tiempo de desarrollo de una generación (de huevo a adulto), que pueden perdurar alrededor de un mes. Las cochinillas poseen de una a nueve generaciones por año, dependiendo de las condiciones edafoclimáticas y de la especie de esta plaga (Kondo et al., 2022).

### **2.2.7.3 Daños en plantas hospedantes**

Las cochinillas se alimentan mediante la absorción de savia de las plantas y de tal manera que la dañan ya estas que son portadoras de patógenos. La extracción de la savia la realizan las ninfas y las hembras adultas mientras se alimentan. Al mismo tiempo, inyectan un veneno, transmiten virus o secretan melaza (azúcar líquido), que sirve como caldo de cultivo para la colonización de hongos (moho del humo) en la

superficie de los órganos afectados. Los síntomas provocados por el ataque a los distintos órganos son los siguientes: deformación de las yemas terminales y axilares, secado y caída de las flores, frutos pequeños y deformados que sufren la caída por la acción de las toxinas inyectadas; con el tiempo, el huésped gravemente infectado puede morir (Noyes y Triapitsyn, 2018).

#### **2.2.7.4 Plantas hospedantes**

Las cochinillas pueden infectar una amplia gama de plantas, desde ornamentales hasta cultivos agrícolas; la mayoría de los géneros tienen una amplia distribución geográfica. Pueden ser transportados durante el envío de cultivos para exportación, ya que eluden las regulaciones fitosanitarias, con un alto riesgo de convertirse en plagas de cultivos de importancia económica en otros países. Para identificar los individuos a nivel de especie solo se utilizan hembras adultas, los machos y las ninfas no presentan las características pertinentes para la clasificación (Balladares, 2022).

#### **2.2.8 Abonos Orgánicos**

Se trata de fertilizantes de base biológica elaborados a partir de ingredientes de origen animal o vegetal que el propio fabricante puede preparar utilizando recursos agrícolas; sirven como nutrientes para que las plantas puedan crecer y ser más productivas. (Anzules et al., 2018).

Los fertilizantes orgánicos son todo tipo de residuos orgánicos (vegetales o animales) que, tras su descomposición, fertilizan el suelo y le aportan los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas, mejorando las características biológicas, químicas y físicas del suelo. Ejemplos de fertilizantes orgánicos son: estiércol, compost, residuos de cultivos, biol, abonos verdes, residuos orgánicos industriales y otros (Avilez, 2022).

Los fertilizantes orgánicos se utilizan desde hace mucho tiempo para aumentar la fertilidad del suelo, así como mejorar sus características en beneficio del correcto desarrollo de los cultivos agrícolas. Hoy en día su uso es de gran importancia, ya que han demostrado su eficacia para aumentar los rendimientos y mejorar la calidad del producto (Álvarez & Gómez, 2020).

El uso de fertilizantes orgánicos para cualquier tipo de cultivos agrícolas es una alternativa beneficiosa para eliminar las consecuencias negativas del uso de químicos, y además ayuda a aumentar la fertilidad del suelo al restituir los nutrientes que las plantas necesitan para absorberlos. Este es un factor muy importante porque nos permite restaurar el medio ambiente y el ecosistema.

(Alcívar et al., 2019)

#### **2.2.8.1 Importancia de los abonos orgánicos**

En muchos países se empezó a dar prioridad a la agricultura orgánica, dejando de lado el uso de productos químicos en el cultivo de diversos cultivos, reemplazándolos por diversos tipos de fertilizantes orgánicos, tanto sólidos como líquidos. Utilizar fertilizantes orgánicos nos ayuda a mantener la fertilidad del suelo ya que contienen tres nutrientes esenciales como son el nitrógeno, fósforo y potasio, sustancias que encierran numerosos beneficios, por lo que cuando las plantas absorben estos nutrientes, tienen un correcto desarrollo y una mejor producción. (Acevedo-Osorio et al., 2020).

#### **2.2.8.2 Propiedades de los abonos orgánicos**

Los abonos orgánicos se utilizan desde la antigüedad y está comprobado su efecto sobre la fertilidad del suelo, aunque su composición química, aporte de nutrientes a las plantas y sus efectos sobre el suelo varían según origen, edad, manejo y contenido favorece el desarrollo de las raíces, principal fuente de nutrición de las plantas; en terrenos donde estos elementos no están presentes, el suelo se enfría y las condiciones de crecimiento son malas (Olivo, 2023).

#### **2.2.8.3 Propiedades físicas**

Los abonos orgánicos, por su color oscuro, absorben más radiación solar, lo que hace que el suelo sea más cálido y los nutrientes sean más fáciles de absorber. El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo que los suelos arcillosos sean más ligeros y los arenosos más compactados, y por su permeabilidad al agua afecta el drenaje y la aireación. Reducen la erosión del suelo, tanto hídrica como eólica. Esto provoca la retención de agua en el suelo, por lo que se drena más agua durante la lluvia o el riego, y en verano en el suelo las aguas se retienen durante mucho tiempo (Pino, 2021).

#### **2.2.8.4 Propiedades químicas**

Los abonos orgánicos aumentan la capacidad amortiguadora del suelo y, en consecuencia, reducen las fluctuaciones del pH. También aumentan la capacidad de intercambio catiónico del suelo, aumentando así la fertilidad. (Quito et al., 2022).

#### **2.2.8.5 Propiedades biológicas**

Los abonos orgánicos producen y aumentan una aireación y oxigenación en el suelo, lo que se traduce en un mayor dinamismo radicular y una mayor actividad de los microorganismos aeróbicos. El biofertilizante orgánico es una fuente de energía para la reproducción de los microorganismos por lo que se multiplican rápidamente. (Ramos, 2022).

### **2.2.9 Tipos de abonos orgánicos**

#### **2.2.9.1 Compostaje**

El compostaje es el proceso natural de pudrir o descomponer la materia orgánica como desechos, desechos animales y desechos de alimentos mediante microorganismos en condiciones controladas. El compost es importante porque mejora la propiedad del suelo y su resistencia y produce una mejoras en crisis como la sequía, incluyendo un adaptamiento a los cambio climático. (Romero et al., 2020).

El compostaje es un proceso biooxidativo que involucra numerosos y diversos microorganismos que requiere suficiente humedad y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido. Este proceso implica el paso de una etapa termófila y la producción temporal de fitotoxinas, obteniéndose finalmente dióxido de carbono, agua y minerales como productos de los procesos de degradación, así como materia orgánica estabilizada, libre de fitotoxinas y lista para su uso. agricultura sin causar eventos adversos. (Suarez, 2022).

#### **2.2.9.2 Fertilizantes**

El compost contiene elementos nutricionales para el desarrollo de las plantas, pero de una forma orgánica y en menores cantidades que los fertilizantes sintéticos. Uno



de los mayores beneficios de utilizar compost como fuente de materia orgánica es que contiene nutrientes accesibles y de liberación lenta que son beneficiosos para la nutrición de las plantas. Por otro lado, el compost tiene un alto contenido en materia orgánica y los beneficios resultantes. Se recomienda realizar un análisis del suelo para monitorear los niveles de nutrientes antes de aplicar compost o materia orgánica o fertilizantes minerales y ajustar la aplicación de fertilizantes dependiendo del vertido que se produzca y las necesidades de la cultura romana (Vargas & Vite, 2020)

### **2.2.9.3 Biofertilizantes**

Los biofertilizantes también conocido como fertilizante orgánico, abonos orgánicos y abonos verdes, es un producto natural resultante por la descomposición y la fermentación de materia orgánicos como estiércol, restos vegetales y otros residuos agrícolas (Singh et al., 2019). Los fertilizantes orgánicos líquidos son muy diferentes en sus propiedades físicas y su composición química como nitrógeno amoniacal, hormonas, vitaminas y aminoácidos (Hipólito et al., 2017).

Principalmente contienen nutrientes esenciales, compuesto bioactivos, microorganismos beneficiosos estos nutrientes permiten la regulación del metabolismo de las plantas y que mejoran la estructura del suelo, aumentan su capacidad de retención de agua y estimulan la actividad microbiana beneficiosa puede ser un complemento a la fertilización integral que se aplica al suelo (Cisternas et al., 2020).

Dentro de las principales funcionalidades del biofertilizante se menciona la fijación biológica de nitrógeno, promoción del crecimiento de las plantas, solubilización del fósforo y translocación a las plantas y permite una distribución uniforme de nutrientes y microorganismos beneficiosos en todo el sistema radicular de las plantas donde los hongos micorrízicos que presentan asociación simbiótica y permitiendo la liberación de elementos minerales a la solución del suelo para que puedan ser asimilados por las raíces (Jacoby et al., 2017).

Por otro lado, también cuando se refiere a biofertilizante, incluyen compuestos donde se han adicionado microorganismos en su composición. Tal es el caso de abonos sólidos o líquidos como compost, bocashi, bioles que brindan beneficios a los suelos

agrícolas, estos productos deber ser estables y libres de patógenos donde los aportes biológicos y químicos se ven reflejados en el mejoramiento de las condiciones físicas de los suelos aumentando la calidad de los cultivos (Rodríguez et al., 2020).

### **2.2.10 Microorganismos eficientes**

Los microorganismos eficientes o ME (del inglés Efficient Microorganism) consisten en productos formulados líquidos que contienen más de 80 especies de microorganismos, algunas especies son aeróbicas, anaeróbicas e incluso especies fotosintéticas cuyo logro principal es que pueden coexistir como comunidades microbianas e incluso pueden completarse, estos microorganismos eficientes han mostrado efectos beneficiosos para el tratamiento de aguas negras, reducción de malos olores, en la producción de alimentos libres de agroquímicos, el manejo de desechos sólidos y líquidos generados por la producción agropecuaria, la industria de procesamiento de alimentos, fábricas de papel, mataderos y municipalidades, entre otros (Calero-Hurtado et al., 2019).

Los microorganismos eficientes actúan como un inoculador microbiano, restauran el equilibrio microbiológico de los suelos, sus condiciones químicas físicas mejoran, aumentan la producción y protección de los cultivos agrícolas, también conservan los recursos naturales, y generan una agricultura y medio ambiente sostenibles. Pueden ser utilizados en la rama de animal como: porcicultura, ganadería y avicultura, aumentando el incremento de las variables productivas, Esto maximiza la efectividad de los sistemas y procesamiento de excremento además se ha comprobado que algunos microorganismos presentes y son asperjados al follaje, son capaces de proteger a las plantas del ataque de determinados patógenos e insectos (Kakraliya & Singh, 2018).

Estos microorganismos se clasifican en grandes grupos funcionales, como: un grupo de ácido láctico, bacterias fotosintéticas, grupo de levadura, un grupo de actinomicetos y hongos, sus funciones en el suelo: fijación de nitrógeno atmosférico, descomposición de desechos orgánicos y residuos, supresión de patógenos del suelo. , procesamiento y mayor disponibilidad de nutrientes para plantas, degradación tóxica, incluidos pesticidas, productos antibióticos y otros componentes bioactivos, la producción de moléculas orgánicas simples para el consumo de plantas, la formación

de un complejo de metales pesados para su absorción limitada, disuelven fuentes de insoluble Nutrientes y producción de polisacáridos para mejoras de la agregación del suelo (Bargaz et al., 2018).

#### **2.2.10.1 Efectos de los microorganismos eficientes sobre la fisiología de las plantas.**

Efectos sobre la nutrición y adquisición del agua es conocido el efecto positivo que tiene la aplicación de microorganismos eficientes sobre la estimulación del desarrollo de las raíces y de la mejora en la nutrición debido a una mejora en la adquisición de nutrientes. En lo cual existen varios microorganismos que son responsable de la solubilización y fijación de nutrientes como P y K, otros son capaces de fijar el N<sub>2</sub> atmosférico convirtiéndolos en formas asimilables para las plantas. Asimismo, el incremento y desarrollo de nuevos pelos absorbente que logran una profundidad y superficie en el sistema radical ya que esto permite una mejor absorción del agua (Aung et al., 2018).

Efectos sobre la tolerancia a factores estresantes donde existen varias especies de *Pseudomonas* que al colonizar las raíces de las plantas o el interior del tejido pueden aliviar los efectos del estrés ambiental en la planta al ayudar a la adquisición de nutrientes por la planta, a modular los niveles de hormonas de la planta, inducir la acumulación de osmolitos y antioxidantes, también permiten regular o disminuir la expresión de los genes relacionados con el crecimiento de las plantas (Vurukonda et al., 2018).

El efecto sobre la fotosíntesis donde las rizobacterias son capaces de influenciar y mejorar la tasa fotosintética de las plantas debido al aumento en la conductancia estomática y brinda una mayor eficiencia fotoquímica particularmente bajo las condiciones de estrés abiótico. Se ve una mejoría en la asimilación del CO<sub>2</sub>, incrementando la eficiencia de carboxilación, dando un aumento en el contenido de clorofila y la tasa aparente de transporte de electrones. Asimismo, se ha informado que las rizobacterias protegen la integridad fotoquímica de los fotosistemas, al evitar una presión energética excesiva sobre centros de reacción particularmente del fotosistema II (Olanrewaju et al., 2017).

### **2.2.10.2 Aplicación agrícola de los microorganismos eficientes**

Para que los microorganismos sean eficientes se debe conocer los requerimientos ambientales, entre ellos es la humedad, la temperatura y el pH. Existe mayor diversidad de microorganismos en ambientes de pH neutro entre valores de 6 a 8 y con temperaturas entre 15 y 45 °C. La reproducción o inoculación de microorganismo eficientes se realiza bajo fermentación anaeróbica (Gao et al., 2019).

El uso efectivo de los microorganismos eficientes en la agricultura está en función de las condiciones ambientales de la zona, la calidad del suelo, el clima, los métodos de cultivo y el riego constantes, entre otros factores ambientales; con la aplicación de microorganismos benéficos el suelo retiene más agua, lo que implica una mejora de los cultivos que incrementan su resistencia al estrés hídrico en épocas de sequía o en suelos más arenosos; dicha mejora viene dada tanto por el incremento de materia orgánica en el suelo, reduciendo la porosidad, como consecuencia de la actividad microbiana, como por el equilibrio iónico, favoreciendo así la interacción de las cargas superficiales de la estructura física del suelo con las cargas iónicas del agua (Vurukonda et al., 2018).

El uso de microorganismo eficientes en semilleros: existe una rápida germinación de las semillas, porque da su efecto hormonal, igual a efecto que da el ácido giberélico, aumentando el vigor, grosor y crecimiento del tallo al igual que las raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas (Villegas-Espinoza et al., 2018).

En las plantas el uso de estos microorganismo eficiente inducen aun mecanismos de eliminación de insectos y enfermedades en las plantas, puesto que esto no pueden inducir a la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades, consume los exudados de raíces, de las hojas, las flores y los frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades, incrementado el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos, promoviendo la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales. Incrementado la capacidad fotosintético a través de un mayor desarrollo foliar (Holečková et al., 2018).

### 2.2.11 *Bacillus thuringiensis* en el control biológico de insectos.

En el sector agrícola, las pérdidas ocasionadas por plagas en los diferentes cultivos comerciales representan entre el 30 y 80% de los costos de producción y en ocasiones pueden llegar a ser del 100% en algunos cultivos y épocas del año (Bravo & Cerón, 2004). Los insecticidas químicos representan el principal método de control de plagas, produciendo serios problemas de contaminación ambiental por su uso indiscriminado como eliminación de fauna benéfica, contaminación de fuentes de agua y del aire, presencia de residuos tóxicos en los alimentos que afectan la salud humana y resistencia de insectos a los plaguicidas (Bravo & Soberón, 2008).

El control biológico de plagas mediante el uso de microorganismos eficientes representa una alternativa atractiva de menor impacto ambiental para el manejo de insectos de importancia económica en la agricultura (Hernández, 2015). También abarca una amplia gama de agentes entomopatógenos o sustancias que han sido producidas por estos, que presentan variación en sus propiedades, en la forma como actúan sobre las plagas y en su comportamiento en el ambiente (De Liñan, 2001).

*Bacillus thuringiensis* (*Bt*) es una bacteria Gram positiva formadora de esporas nativa del suelo, ubicua, debido a que se ha aislado en diferentes partes del planeta y de muy diversos ambientes, agrupada en el grupo *Bacillus cereus* de bacilos que produce cristales parasitales durante la fase estacionaria de su ciclo (Schnepf et al., 1998). Produce proteínas Cry, cuya característica más importante es su especificidad sobre insectos. Las proteínas Cry, al ser ingeridas por larvas de insectos susceptibles, se solubilizan en el medio alcalino del intestino formando proteínas activas capaces de interactuar con receptores específicos y desencadenar la inanición, septicemia y muerte de las larvas (Ammounh et al., 2011).

La mezcla de varias cepas de *Bt* se han utilizado como principio activo de formulaciones comerciales que se han venido usando como bioinsecticidas para el control de insectos como himenópteros, coleópteros, dípteros, lepidópteros, y una amplia gama de plagas en cultivos agrícolas desde hace casi medio siglo (Bravo et al., 2011). Actualmente, más del 90% de los biocontroladores comerciales a base de entomopatógenos son formulaciones basadas en *Bacillus thuringiensis* (Sauka & Benintende, 2008).

*Bacillus thuringiensis* es una bacteria única porque comparte varios puntos en común con diversos compuestos químicos utilizados comercialmente para controlar insectos en el cultivo agrícola. Es importante resaltar que *Bt* es seguro para los humanos y es el biopesticida más amigable con el medio ambiente y más utilizado en el mundo. Además, se han incorporado genes insecticidas *Bt* en varios cultivos importantes. Entre los bioinsecticidas *Bt* se encuentran los basados en la subsp. *Kurstaki* (*Btk*) ampliamente utilizado en agricultura para controlar específicamente las larvas de mariposas plagas (Nawrot, et al., 2020).

Este bacilo de naturaleza gram positivo tiene flagelación peritrica; se distingue por producir esporas con estabilidad elipsoidal, que no provocan una convexidad del perfil bacilar. También se reconoce porque es un anaerobio facultativo quimioorganotrófico y catalasa positiva; entre sus capacidades se encuentran la fermentación de varias sustancias, tales como: ribosa, trehalosa, glucosa, maltosa, fructosa; e hidrólisis de N-acetil glucosamina, glucógeno, esculina, almidón y gelatina (Metwaly et al., 2022).

Durante la formación de esporas, *B. thuringiensis* sintetiza de uno a varios cristales para esporales, que pueden representar el 30% de la masa seca del esporangio; estos cristales pueden tener formas bipiramidales, cúbicas, esféricas, irregulares e incluso cuadradas achatadas (Foluke et al., 2018).

#### **2.2.11.1 Modo de acción sobre larvas de lepidópteros**

Produce proteínas que son tóxicas para los insectos durante la esporulación, tras la ingestión, los cristales de toxina se disuelven debido al pH alcalino en el intestino medio de la oruga y la protoxina se activa mediante proteasas intestinales. Esta protoxina se une a receptores específicos en las microvellosidades de las células columnares del intestino medio, formando poros en la membrana plasmática, provocando así la lisis celular que resulta en la muerte del insecto, después de 2 o 3 días (Monteiro, et al., 2019).

La interacción de las toxinas *Bt* con el intestino medio de la oruga determina su efectividad como insecticida, debido a que el tracto digestivo del insecto constituye una barrera física y química contra patógenos invasores (Silva et al., 2020).

### **2.2.11.2 Productos comerciales en base a *Bacillus thuringiensis***

El productor comercial *BTHurix* es un bio insecticida líquido elaborado a base de dos microorganismos entomopatógenos: *Bacillus thuringiensis*, var. *Aizawai* y *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*, que son utilizados para el control de larvas de lepidópteros en los diferentes cultivos, tiene una concentración de  $1,0 \times 10^9$  UFC/ml de producto. Las cepas bacterianas son muy reconocidas por su mecanismo de acción, ya que se basa en la producción de proteínas (delta endotoxinas o cristales tóxicos) que ejercen por ingestión sobre los insectos mediante los intestinos (EcoCycle Biotech, 2020).

### **2.2.12 *Trichoderma Hazarium* en el control biológico de insectos.**

El género *Trichoderma* son conocido por su contribución a la agricultura orgánica y sostenible, sus características ayudan a la mejorar en el desarrollo de una gama amplia variedad de cultivos tanto como árboles frutales por ser un habitante común de la rizosfera (Jangir et al., 2017). Es un hongo aerobio que se aíslan en suelo con abundante materia orgánica, relacionado a valores que oscilan en pH ácidos y neutros. Hoy en día, se han relatado más de 200 especies y solo el 10% han sido aprovechadas y utilizadas como agentes de control biológico en enfermedades de importancia agrícola (Sood et al., 2020).

El microorganismo *Trichoderma* comprende de un gran número de cepas que colonizan las raíces de las plantas como un simbiote y tienen una gran propiedad para estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas. Las especies de *Trichoderma* han sido reconocidas durante mucho tiempo como agentes para el control de enfermedades de las plantas y porque tienen una capacidad para aumentar el desarrollo de las plantas. El uso de *Trichoderma* como agente biológico podría ser una táctica muy rentable y eficaz en la agricultura (Kumar et al., 2018).

La aceptación de *Trichoderma* como un bioproducto agrícola ha aumentado por los beneficios que aporta y su uso es ya una alternativa eficaz en sustitución de los agroquímicos, lo que contribuye desde el punto de vista ecológico al incremento de la productividad agrícola ya que son altamente competitivas ante un mismo requerimiento tanto de nutrientes como de espacio *Trichoderma* se considera uno de

los antagonistas de hongos fitopatógenos más utilizado en la agricultura moderna (González et al., 2019).

*Trichoderma* posee diversas ventajas como agente de control biológico, ya que esto posee una rápida acción en el crecimiento y desarrollo de la planta. Aparte de esto produce una gran cantidad de enzimas, inducibles con la presencia de hongos fitopatógenos. Puede desarrollarse en una amplia gama de sustratos, lo cual facilita su producción masiva para uso en la agricultura. Su gran tolerancia a condiciones ambientales extremas y a hábitats donde los hongos causan enfermedades, le permiten ser un eficiente bioagente de control. De igual forma, puede sobrevivir en medios con contenidos significativos de agro defensivos y otros químicos. Aparte, posee una gran variabilidad que se constituye en un reservorio de control biológico, bajo diferentes sistemas de replicación y cultivo (Viera et al., 2020).

#### **2.2.12.1 Taxonomía de *Trichoderma Hazarium***

*Trichoderma* incluye un conjunto de especies sin una fase sexual clara (anamorfos). Pertenece a la subsección *Dueteromycotina*: clase *Hyphomycetes*: orden *Hyphales* (*Monillales*) y familia 15 *Moniliaceae*. Hasta la fecha, no se sabe que este hongo sea patógeno para ninguna otra planta que no sea la especie *T. viride*. Sin embargo, es capaz de controlar e hiperparasitar muchos hongos, nematodos y otros fitopatógenos que infectan y destruyen los cultivos (Noman et al., 2021).

#### **2.2.12.2 Mecanismos de acción de *Trichoderma***

Entre los mecanismos de acción utilizados por *Trichoderma spp.* Estos incluyen una competencia sana por espacio y nutrientes, en producción de compuestos inhibidores, inactivación de las enzimas patógenas e inducción de resistencia de las plantas por el uso excesivo (Illa et al., 2020).

*Trichoderma spp.* puede parasitar hifas patógenas a través de sus usos, ganchos y cuerpos parecidos a apresorios, que penetran la pared celular debido a la acción hidrolítica de las enzimas quitinasa, glucanasa y celulasa. El efecto antibiosis es causado por la producción de metabolitos secundarios, que se evaporan o difunden fácilmente, pero sin contacto físico con el patógeno, pueden inhibir o limitar su crecimiento (Ferrer et al., 2017).



Algunas cepas de *Trichoderma* producen varias toxinas como *trichodermina*, *dermadina*, *suzukacilina*, *viridina*, *alameticina*, *ricotoxina*, metabolitos responsables del mecanismo antagonista. La inactivación de estos factores de patogenicidad de *Trichoderma* contra hongos fitopatógenos se trabaja en un mecanismo de antagonismo indirecto poco comprendido (Peñaherrera et al., 2020).

La posibilidad del potencial enzimático de *Trichoderma* para detener el proceso de infección del patógeno es mucho mayor, debido a que estos 24 reguladores biológicos secretan más de 70 metabolitos, entre ellos: sustancias que estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas (Vicente, 2018).

Las cepas de *Trichoderma* pueden activar los diferentes mecanismos de defensa naturales que poseen las plantas contra diversas plagas, lo que se conoce como resistencia sistémica inducida (SIR). *Trichoderma* puede secretar diferentes clases de compuestos en la zona de la rizosfera y asociarse con el IRS en las plantas. No se ha aclarado ni ampliado el conocimiento sobre *Trichoderma* como inductor de resistencia, pero no se puede negar su papel en la protección vegetal (Ramírez, 2019).

### **2.2.12.3 Acción bio-controladora de *Trichoderma***

El efecto biosupresor de *Trichoderma* ha sido estudiado en base a diversos mecanismos de acción que afectan el crecimiento de hongos fitopatógenos. Los efectos más importantes son: competencia por espacio y nutrientes, micoparasitismo y antibióticos actuando directamente sobre hongos fitopatógenos; Además, *Trichoderma* ejerce su capacidad de biocontrol secretando enzimas y produciendo sustancias inhibitoras (Cosinga Eslava, 2021).

Algunas especies del género *Trichoderma* exhiben un comportamiento antagónico hacia los hongos fitopatógenos, el cual se utiliza como medio de control biológico de fitopatógenos. En los cultivos agroforestales de cacao, las enfermedades más comunes y con alto impacto negativo en la producción de cacao son la podredumbre negra (*Phytophthora spp.*), la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y la *moniliophthora roreri*. La capacidad antagónica que exhiben las especies de *Trichoderma* se basa en la competencia, la antibiosis y el micoparasitismo. El

miparasitismo se asocia con la producción de enzimas extracelulares como quitinasas, celulasas,  $\beta$ -1-3-glucanasas y proteasas que degradan las paredes de hongos como *Moniliophthora roreri*. Asimismo, *Trichoderma spp.* Tiene la capacidad de reducir el crecimiento de otros hongos y bacterias mediante la producción y liberación de diversos metabolitos secundarios volátiles y no volátiles (Villares, 2020).

*Trichoderma spp.* Puede producir reguladores del crecimiento y estimular la división, diferenciación y crecimiento de las células vegetales en forma de sustancia inductora. Las especies de *Trichoderma* actualmente comercializadas como agente de control biológico son utilizadas como promotor de crecimiento y biofertilizante son: *T. viride*, *T. polysporum* y *T. 25 harzianum*. Las especies de *T. virens* y *T. harzianum* se utilizan como biocontroladores contra *M. roreri*, *Phytophthora spp.* y *M. perniciosa* en sistemas de producción de cacao, demostrando resultados óptimos de control de estas enfermedades (Villarreal Delgado et al., 2018).

### **2.2.13 Relación carbono-nitrógeno**

La relación C/N es un factor muy importante que influye en la velocidad de procesamiento y pérdida de amonio durante el proceso de producción de biofertilizante; Cuando la relación C/N es superior a 15, la actividad biológica disminuye y los microorganismos tienen que oxidar el exceso de carbono, lo que ralentiza el proceso debido a la escasa disponibilidad de N para la síntesis de proteínas por parte de los microorganismos. Para eliminar el exceso de carbono (en forma de dióxido de carbono) se requiere la aparición secuencial de diferentes especies microbianas (Li et al., 2018).

La relación (C/N) en la mezcla maestra debe estar en el rango de 15/1. Si el resto tiene una relación C/N alta pero el material orgánico es difícil de biodegradar, la relación C/N disponible para los microorganismos es en realidad menor y el proceso es rápido, pero sólo afecta a una parte de la masa total. Cuando la relación C/N es muy baja, el compostaje se produce más rápidamente, pero el exceso de nitrógeno se libera en forma de amoníaco, por lo que la relación C/N en el proceso se puede regular de forma independiente (Makhaye et al., 2021).

La relación Carbono Nitrógeno se tiene que disminuir hasta alcanzar un valor entre 15/1 en el producto final, valor que depende del material utilizado para su elaboración. Si el valor final de C/N es menor, significa que el biofertilizante ha experimentado una mineralización excesiva, y si es muy alto, significa que el biofertilizante no se ha descompuesto lo suficiente (Marak et al., 2020).

## CAPÍTULO III: Diseño metodológico

### 3.1 Tipo y diseño de investigación

Este proyecto es de tipo experimental, observacional porque evaluará las variables independientes (Biofertilizante con microorganismo eficientes y biofertilizante sin microorganismos eficientes) y las variables dependientes se medirá el conteo de las Unidades formadoras de colonias (UFC) de los biofertilizante repotenciado, esto análisis se enviaron analizar a un laboratorio externo.

El diseño de la investigación corresponde a una investigación experimental, con ajuste estadístico diseño de bloques completamente al azar (DBCA), donde los tratamientos lo constituyen el control de mosca blanca y cochinilla en la plantación de cacao. Teniendo 3 tratamientos: T1(testigo), T2(Biol con ME), T3(Biol sin ME) con 4 repeticiones por cada tratamiento como se puede observar en la tabla 1. Para el inicio de la investigación se extrajo una muestra general del terreno, ubicando los puntos aleatoriamente. La unidad experimental constó de 9 árboles de cacao, con un área de 81  $m^2$  y hacen un total de 12 unidades experimentales; el área experimental total fue de 972  $m^2$ . Se aplicaron los tratamientos a cada unidad experimental y se evaluaron las propiedades.

**Tabla 1:** Diseño del campo experimental

Bloques		Tratamientos		
B1	T3	T1	T2	T4
B2	T1	T2	T4	T3

## **3.2 La población y la muestra**

### **3.2.1 Características de la población**

La población está conformador por arboles de cacao clon EETP-800 con una edad de 5 años.

### **3.2.2 Delimitación de la población**

La población estará conformada por 108 árboles de cacao con problemas de cochinilla y mosca blanca, el área de experimental fue de 972 *m*<sup>2</sup>.

### **3.2.3 Tipo de muestra**

La población estuvo conformada por árboles de cacao clon EETP 800 con una edad de 5 años.

### **3.2.4 Tamaño de la muestra**

El tamaño de la muestra fue 108 árboles de cacao con problemas de cochinilla y mosca blanca, el área de experimental fue de 972 *m*<sup>2</sup>.

### **3.2.5 Proceso de selección de la muestra**

La selección de la muestra fue de forma aleatoria, utilizando plantas de una finca experimental ubicado en el Cantón Ventanas, de acuerdo con la temporada invernal se tiene una gran infestación de plagas como cochinilla y mosca blanca en cultivos de cacao donde se ve afectada la producción.

## **3.3 Los métodos y las técnicas**

### **3.3.1 Recursos**

#### **Recursos Bibliográficos**

- Libros
- Sitios webs
- Artículos científicos
- Revistas científicas
- Tesis

#### **Recursos materiales**

- Lápices
- Borrador
- Carpetas
- Cuadernos
- Mapas
- Computadora
- Cámara fotográfica
- Impresora
- Proyector

### **Materias primas**

- Estiércol vacuno
- Levadura
- Leche
- Alfalfa
- Ruda
- Ceniza
- Leguminosas
- Agua
- Melaza

### **Recursos herramientas**

- Bomba fumigadora de mochila 20 lt
- Jarra medidora

### **Insumos**

- Biol con ME
- Biol sin ME
- Agua

### **3.3.2 Métodos empleados**

#### **Ensayo**

#### **Aplicación de tratamientos**

La aplicación del biofertilizante se la realizó en las horas de la mañana, debido a las condiciones climáticas que son más óptimas a estas horas del día, se lo hizo con una bomba de mochila de capacidad de 20 litros con las dosis respectivas de cada tratamiento, se realizó una pulverización directa al área foliar de la planta, especialmente en sus áreas axilares que es donde se ubica la plaga, las frecuencias de aplicación fueron en base a cada uno de los tratamientos planteados. Hay que

recalcar que para aplicar este biofertilizante no debemos usar agua que tenga cloro, y el equipo de aspersión debe ser libre de restos de pesticidas, especialmente bactericidas o fungicidas con base de cobre, esta actividad inicio en el mes de noviembre del año 2022.

### **Monitoreo de la plaga**

Para dicho monitoreo se procedió a usar las plantas seleccionadas en cada tratamiento, antes se realizó un conteo como base principal de hojas y frutos total de cada árbol de cacao, después se realizó el conteo de hojas y frutos afectadas por cochinilla y mosca blanca. Se procedió a realizar la aplicación del biofertilizante en sus diferentes tratamientos y se monitoreo a los 15, 30, 45, y 60 días el número de hojas y frutos limpias de cochinilla y mosca blanca con el objetivo de determinar la eficacia en los tratamientos evaluados. Las tomas de datos se realizaron por la mañana entre las 07:00 a 11:00 am en cada uno de los tratamientos evaluados.

### **Preparación del biol**

Se realizó con el material orgánico animal considerado para la investigación, estiércol bovino y vegetal (alfalfa, ruda y hojas de leguminosas), enriqueciéndolos con elementos minerales en las dosis establecidas para un tanque de 200 L, luego se agregó ceniza y se procedió a la mezclar. El último paso fue agregar leche de vaca, melaza y levadura para permitir que fermente adecuadamente. Se cerró con una tapa, en la parte superior se colocó un aro metálico para que quedara herméticamente cerrado, se abrió una abertura en la tapa para colocar una manguera que permitiera expulsar los gases generados durante el proceso de fermentación, esta manguera se metió en un recipiente con agua. Se dejó reposar todo este proceso durante 30 días. Pasado este tiempo se destapó y se tamizó para su posterior uso.

### **Repotenciación del biol con microorganismos eficientes**

Una vez que el biol esté tamizado se lo vuelve a colocar en un tanque de 200 L, para posterior añadir los microorganismos eficientes como *Bacillus Thuringiensis* y *Trichoderma harzianum*, como paso final se le agrega melaza para su respectiva activación y se lo deja reposar por 15 días. Una vez reposado está listo para su utilización.

### **Aplicación del biol**

Se aplicó el biol repotenciado y biol común con diferentes bombas fumigadora de 20 L y su aplicación fue de manera foliar bañando todo el árbol comenzando desde el tronco hasta la punta del árbol de cacao.

### **Los métodos utilizados**

**Método inductivo:** Mediante este método permitió pasar los resultados obtenidos de la observación y experimentar con elementos particulares a la formulación de hipótesis, principios de tipo general.

**Método deductivo** La aplicación de este método permitió ver los principios, teorías y leyes a casos particulares.

**Método analítico** Estudia las partes que conforman un todo, estableciendo sus relaciones de causa, naturaleza y efecto, va de lo concreto a lo abstracto.

**Método sintético** Este método estudió las relaciones que establecen las partes para reconstruir un todo, a partir del reconocimiento y comprensión de dichas relaciones bajo la perspectiva de totalidad, va de lo abstracto a lo concreto.

## **3.4 Procesamiento estadístico de la información.**

Metodología para evaluar los resultados

Para ellos se registró 5 tomas de datos que fueron al día 0, día 15, día 30, día 45 y día 60, se anotó en una libreta de campo para posterior a ello ingresarlos en una hoja de cálculo Excel para tenerlos de forma ordenada, se estableció el número de hoja y frutos total en cada una de las plantas evaluadas, número de hojas y frutos afectadas. De esta manera se procedió a obtener el porcentaje de infestación de la plaga y sacar el promedio en cada uno de los tratamientos evaluados, una vez ordenados los datos respecto al porcentaje de infestación se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) donde los tratamientos lo constituyeron: T1(testigo), T2(Biol con ME), T3(Biol sin ME), con 4 repeticiones por cada tratamiento, y un tamaño de muestra  $n=12$  (4 muestras por tratamiento). Los datos se sometieron a la prueba de HSD Tuckey con un nivel de significancia del 5% para la comparación de medias para los

indicadores del efecto del biofertilizante. Para el procesamiento de los datos se utilizó el software libre IBM SPSS Statistics 25, los datos se presentan en tablas, analizadas estadísticamente.



## CAPÍTULO IV: Análisis e interpretación de resultados

### 4.1 Análisis del nivel de infestación

En la finca experimental donde se realizó esta investigación se constató que algunos árboles de cacao se identificaron dos especies de cochinillas *Dyscomicoccus neobrevipes* y *Hemíptera: Pseudococcidae* en la cual se observó que el biofertilizante con microorganismo eficiente también hizo efecto en la cochinilla no estudiada en la investigación.

En la Figura 1 se observan los resultados obtenidos, los cuales muestran que el nivel de infestación en los árboles de cacao es muy alto. Se realizó el conteo de hojas y frutos totales que tiene el árbol, luego se efectuó otro conteo las hojas y frutas contaminadas donde se visualiza un alto nivel de contaminación en los árboles tratados.

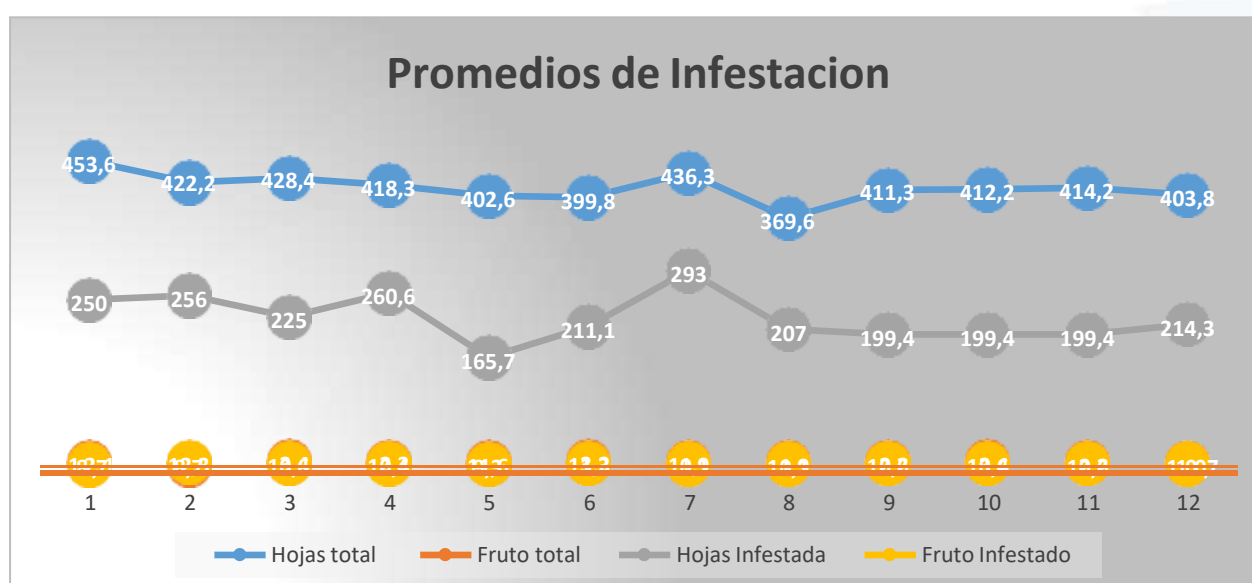


Figura 1 Promedio de los niveles de infestaciones

Lopez, 2024

### 4.2 Análisis la viabilidad inicial del biol a base de estiércol vacuno y del biofertilizante una vez potenciado con *Bacillus thuringiensis* y *Trichoderma harzianum*

Los resultados obtenidos del análisis de viabilidad inicial del biol a base de estiércol vacuno y del biofertilizante una vez potenciado con *Bacillus thuringiensis* y

*Trichoderma harzianum* se muestra en la Tabla 2, en la cual se evidencia que el biol repotenciado con microorganismo eficiente presenta alto niveles de *Bacillus sp.* ( $83 \times 10^5$  UFC/ml) y de *Trichoderma sp.* ( $70 \times 10^5$  UFC/ml), mientras que los resultados los resultados del biol sin microorganismo eficiente no presenta presencia de *Bacillus* ni *Trichoderma*.

**Tabla 2. Análisis de viabilidad del biol con microorganismo eficientes.**

PRUEBA	Biol	Biol con microorganismo eficientes
Recuento de mesófilos aerobios	<i>Bacillus sp.</i> : Ausencia	<i>Bacillus sp.</i> : $83 \times 10^5$ UFC/ml
Ausencia/presencia de bacterias patógenas	Ausencia	Ausencia
Ausencia/presencia de hongos patógenos	Ausencia	Ausencia
Ausencia/presencia de hongos saprófitos	<i>Penicilum sp.</i> : Presencia <i>Aspergillus sp.</i> : Presencia	<i>Penicilum sp.</i> : Presencia <i>Aspergillus sp.</i> : Presencia
Ausencia/presencia de hongos Benéficos	<i>Trichoderma sp.</i> : Ausencia	<i>Trichoderma sp.</i> : Presencia $70 \times 10^5$ UFC/ml
<b>Patógenos</b>		
Recuento de <i>E.coli</i>	>1 ufc/ml	>1 ufc/ml
Recuento de Coliformes fecales	>1 ufc/ml	>1 ufc/ml
Ausencia/presencia <i>S. aureus</i>	ausencia	ausencia
Ausencia/presencia <i>Salmonella</i>	ausencia	ausencia

López, 2024

Los resultados del análisis de viabilidad del biofertilizante (biol) realizado por un laboratorio externo revelan una notable diferencia entre el biol con microorganismos eficientes y el biol común. Este análisis demuestra una alta eficacia en la supervivencia de una gran cantidad de unidades formadoras de colonia (UFC) de microorganismos como *Bacillus thuringiensis* y *Trichoderma harzianum* en el biol con microorganismos eficientes. Estos microorganismos se destacan como efectivos biocontroladores de cochinillas y mosca blanca, lo que ha generado resultados positivos en comparación con otros tratamientos aplicados en los árboles de cacao.

La Asociación Venezolana Cannavica (ACV) en 2011 respalda esta afirmación, indicando que los microorganismos eficientes actúan como inoculantes microbianos

que restauran el equilibrio microbiológico del suelo, mejoran sus condiciones físicas y químicas, y aumentan la productividad de los cultivos agrícolas. Además, estos microorganismos contribuyen a la conservación de los recursos naturales al promover una agricultura sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

En el caso específico de las plantas de cacao, estos microorganismos ofrecen diversos beneficios: Suprimen eficazmente insectos como la cochinilla y la mosca blanca, así como enfermedades, lo que puede ayudar a prevenir la resistencia a enfermedades sistémicas en los cultivos. También estimulan el crecimiento, mejoran la calidad y aumentan la productividad del árbol de cacao. Además, promueven la floración, la fructificación y la maduración de los frutos debido a efectos hormonales en las zonas meristemáticas. Además, aumentan la capacidad fotosintética mediante el desarrollo foliar, lo que los convierte en un tratamiento efectivo para fomentar el crecimiento y desarrollo de las plantas de cacao.

#### **4.3 Eficacia del biocontrolador en el cultivo de cacao EETP - 800 mediante análisis de incidencia de cochinilla y mosca blanca a los 15, 30, 45 y 60 días de aplicación.**

Para determinar la eficacia de los biocontroladores se realizó controles a 15, 30, 45 y 60 días de aplicación. En la Tabla 3 se aprecian los resultados del control realizado en hojas y frutas, comparando el tratamiento testigo, el biol enriquecido con *Bacillus* y *Trichoderma* y el biol sin microorganismos

**Tabla 3. Análisis de los tratamientos en el día 15.**

<b>Análisis de monitoreo de los tratamientos en el día 15</b>			
	<b>T1(Testigo)</b>	<b>T2 (Biol con ME)</b>	<b>T3 (Biol sin ME)</b>
<b>Control en Hojas</b>	8.80%	28%	7.70%
<b>Control en frutos</b>	18.80%	43%	22.90%

López, 2024

En los resultados obtenidos se apreció que en el día 15 el efecto de los biofertilizantes aplicados hay una diferencia significativa entre el T2 (biol con ME) en la cual obtuvo una reducción de hojas infestada del 28% en comparación del T3 (biol si ME) que obtuvo una reducción del 7.7 % y el T1 (testigo) obtuvo una reducción del 8,8 %. Con lo cual se evidencia en las hojas efectos favorables en el control de las plagas con el biol enriquecido con microorganismo eficientes desde los 15 días. De igual manera,

se puede apreciar en el control realizado en frutos, donde se aprecia una diferencia significativa entre el T2 (biol con ME) que tiene una reducción de frutos infestado del 43% con respecto a los otros tratamientos como es el T3 (biol si ME) tuvo una reducción del 22.9% y el T1 (testigo) que tuvo una reducción del 18.8%.

Los resultados obtenidos en el control que se realizó a los 30 días se pueden apreciar en la Tabla 4, donde se comprobó en el día 30 el efecto en las hojas de los bioles aplicados, en el cual se aprecia una diferencia significativa entre el T2 (biol con ME) en lo cual tiene una reducción del 70.3%, en lo que respecta al T3 (biol si ME) se obtuvo una reducción del 11.8% y el T1 (testigo) obtuvo una reducción del 24.4 %.

**Tabla 4. Análisis de los tratamientos en el día 30.**

<b>Análisis de monitoreo de los tratamientos en el día 30</b>			
	<b>T1(Testigo)</b>	<b>T2 (Biol con ME)</b>	<b>T3 (Biol sin ME)</b>
<b>Control en Hojas</b>	24.4%	70.3%	11.8%
<b>Control en frutos</b>	73.1%	88.6%	95.3%

López, 2024

En los resultados obtenidos en el día 30 el efecto en frutos infestados de los biofertilizantes aplicados, se aprecia que no hay una diferencia significativa entre el tratamiento T1 (testigo) que obtuvo una reducción del 73.1 % y el tratamiento T2 (biol con ME) tuvo una reducción del 88.6% en lo que respecta al tratamiento ganador T3 (biol sin ME) donde se ve un efecto de reducción del 95.3%.

Los resultados de los controles efectuados en el día 45 se encuentran detallados en la Tabla 5. En el muestreo realizado en las hojas, se observa una tendencia constante. El tratamiento T2, que consiste en el uso de biofertilizante con microorganismos eficientes, muestra una eficacia en el control con una reducción del 54.23% en comparación con los tratamientos T3 (biofertilizante sin ME), que experimentaron una reducción del 32.8%, y el tratamiento T1 (grupo de control), que registró la menor tasa de reducción del 5.8%. Se puede notar que el biofertilizante con microorganismos eficientes mantiene su efectividad prolongada en el control de plagas como cochinillas y mosca blanca en las hojas, a diferencia de los otros tratamientos.

**Tabla 5. Análisis de los tratamientos en el día 45.**

<b>Análisis de monitoreo de los tratamientos en el día 45</b>			
	<b>T1(Testigo)</b>	<b>T2 (Biol con ME)</b>	<b>T3 (Biol sin ME)</b>
<b>Control en Hojas</b>	5.8%	54.23%	32.8%
<b>Control en frutos</b>	33.3%	61.1%	25%

López, 2024

En los resultados del seguimiento de los frutos en el día 45, se observa una disparidad significativa en cuanto al tratamiento T2, el cual logró una eficacia del 61.1% en la disminución de frutos infestados en comparación con los otros tratamientos T1 y T3.

En la Tabla 6 se muestran los resultados del control que se llevó a cabo a través del monitoreo en las hojas en el día 60, se examinó el impacto de los biofertilizantes aplicados. Se observa una diferencia significativa entre el tratamiento T2 (Biol con ME), que logró una reducción del 62.3%, en comparación con los tratamientos T1 (Testigo), que tuvo una reducción del 13.6%, y T3 (Biol sin ME), que experimentó una reducción del 16.8%. Esto indica que en el día 60, el biofertilizante con microorganismos eficientes mantiene su efectividad a largo plazo.

**Tabla 6. Análisis de los tratamientos en el día 60.**

<b>Análisis de monitoreo de los tratamientos en el día 60</b>			
	<b>T1(Testigo)</b>	<b>T2 (Biol con ME)</b>	<b>T3 (Biol sin ME)</b>
<b>Control en Hojas</b>	13.6%	62.3%	16.8%
<b>Control en frutos</b>	-200%	100%	100.00%

López, 2024

Durante la evaluación de los frutos en el día 60, se analizó el impacto de los productos aplicados, y se observa una diferencia significativa entre el tratamiento T2 (Biol con ME) y el tratamiento T3 (Biol sin ME). Ambos lograron una reducción del 100% en la infestación, en contraste con el tratamiento T1 (Testigo), que experimentó un aumento del 200% en la infestación de cochinilla y mosca blanca. Esto sugiere que el tratamiento T3 alcanza una efectividad igual a la del tratamiento T2 después de 60 días, mientras que el tratamiento T2 mantiene su eficacia.

El análisis estadístico demostró que los microorganismos utilizados y aplicados en la plantación de cacao tienen un impacto significativo en el control de la cochinilla y la mosca blanca, logrando una eficacia superior en comparación con otros tratamientos.

Los resultados más destacados se observaron en el tratamiento T2, que emplea microorganismos eficientes como *Bacillus thuringiensis* y *Trichoderma harzianum*. Esto sugiere que la aplicación de estos microorganismos eficientes puede controlar eficazmente las infestaciones de las plantas de cacao.

Este hallazgo respalda la teoría propuesta por Higa (1991), que sostiene que los microorganismos eficientes pueden mejorar la calidad del suelo, la salud de las plantas y el rendimiento de los cultivos. Estos microorganismos seleccionados, como las bacterias ácido lácticas y levaduras, junto con unas pocas bacterias fotosintéticas, interactúan de manera beneficiosa entre sí.

Además, de acuerdo con Restrepo (2007), el uso de biofertilizantes como el biol no solo nutre y revitaliza el suelo, sino que también fortalece la fertilidad de las plantas y actúa como un estímulo para la protección de los cultivos contra plagas como la cochinilla y la mosca blanca, así como contra enfermedades. Esto ofrece una alternativa sostenible a los costosos fertilizantes químicos e insecticidas que a menudo hacen que los agricultores dependan de la industria y se empobrezcan.

Este análisis respalda la efectividad de los microorganismos eficientes y los biofertilizantes en el control de plagas y la mejora de la productividad agrícola, promoviendo prácticas más sostenibles y económicas para los agricultores.

## CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

Se identificaron dos especies de cochinillas, *Dysmicoccus neobrevipes* y *Hemíptera: Pseudococcidae*, en los árboles de cacao estudiados. Se observó que el biofertilizante con microorganismos eficientes también tuvo un efecto positivo en el control de estas plagas.

Los resultados del análisis de viabilidad del biofertilizante con microorganismos eficientes indican su efectividad en el control de plagas como la cochinilla y la mosca blanca en cultivos de cacao, al tiempo que mejora la calidad y productividad de las plantas. Esto respalda su valor como una herramienta prometedoras para la agricultura sostenible y la conservación de los recursos naturales, lo que puede tener un impacto positivo en la producción de cacao y en la protección del medio ambiente.

A lo largo de los distintos períodos de monitoreo (15, 30, 45 y 60 días), se observó que el tratamiento T2, que emplea biofertilizantes enriquecidos con *Bacillus thuringiensis* y *Trichoderma harzianum*, demostró una eficacia significativamente superior en la reducción de infestaciones de cochinillas y mosca blanca en hojas y frutos en comparación con el tratamiento T1 (testigo) y el tratamiento T3 (biofertilizante sin microorganismos).

Estos resultados respaldan la idea de que los microorganismos eficientes pueden actuar como efectivos biocontroladores de plagas en los cultivos de cacao, lo que podría llevar a una reducción sustancial en el uso de pesticidas químicos. Además, se observó que el efecto positivo de los biofertilizantes con microorganismos eficientes se mantuvo a lo largo del tiempo, lo que sugiere su efectividad a largo plazo en el control de plagas.

## 5.2 Recomendaciones

Considerar el reemplazo de los fertilizantes químicos por el biofertilizante con microorganismos eficientes como fertilizante foliar y como biocontrolador de plagas como cochinilla y mosca blanca, para lograr una producción ecológica en el cultivo de cacao.

Efectuar un monitoreo constante de las poblaciones de cochinilla para evaluar la efectividad de las estrategias de control e identificar la aparición de nuevas especies.

Realizar investigaciones similares en diferentes cultivos para corroborar la efectividad de estos microorganismos eficientes no solo en cacao sino también en hortalizas, frutales, etc.



## Bibliografía

- Acevedo, A., & Angarita, A. (2020). *Metodología para la evolución de sustentabilidad a partir de indicadores locales para el diseño y desarrollo de programas agroecológicos/MESILPA; Editado en Corporación Universitaria minuto de Dios UNIMINUTO.*
- Acevedo-Osorio, A., Przychodzka, S. O., & Pinilla, J. E. O. (2020). Contributions of agrobiodiversity to the sustainability of family farming in Colombia. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 23(2).  
<https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2992/1444>
- Adedeji, A. A., Häggblom, M. M., & Babalola, O. O. (2020). Sustainable agriculture in Africa: Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) to the rescue. *Scientific African*, 9(e00492), e00492. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00492>
- Alcívar, A., García, G., Cadena, D., & Sánchez, V. (2019). Evaluación y planificación de sistemas agroforestales sustentables de cacao (*Theobroma cacao* L.) y bambú (*Guadua angustifolia* K). *Revista Ciencia e Investigación*, 4(4), 10-21.
- Almeida Reyes, J. L. (2019). *Análisis socioeconómico de las causas y efectos del contrabando en la provincia de El Oro y la necesidad de reformas con nuevos tratados y convenios internacionales (Bachelor's thesis).*
- Almoguea, M. (2016). Impacto del curso los microorganismos eficientes y su uso en la agricultura en docentes de especialidades agropecuarias, Provincia Cienfuegos. *Provincia Cienfuegos. Conrado Revista Pedagógica*, 12(54).
- Alvarado, A., Carrera, M., & Morante, J. (2018). Importancia de la mosquilla *Forcipomyia* spp. en la polinización y producción del cultivo de cacao. *Revista DELOS Desarrollo Local Sostenible.*
- Alvarado, R. (2021). *Manejo integrado de la Mosca blanca (Bemisia tabaci). (tesis de pregrado).*
- Álvarez, D., & Gómez, E. (2020). Estimación de la sustentabilidad de fincas productoras de arveja en el municipio de Ipiales, Nariño-Colombia. *Revista U.D.C.A*

Ammouneh, H., Harba, M., Idris, E., & Makee, H. (2011). Isolation and characterization of native *Bacillus thuringiensis* isolates from Syrian soil and testing of their insecticidal activities against some insect pests. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35(4), 421-431.

Anzules, V. (2019). *Sustentabilidad De Sistemas De Producción De Cacao*.

Anzules, V., Borja, R., Castro, V., & Julca, A. (2018). *Caracterización de fincas productoras de cacao (Theobroma cacao L.)*.

Arevalo, J. (2019). *Extracto de neem para el control de plagas*. Mycsa.

Arias, A. (2021). *Manejo integrado cultivo de cacao (Theobroma cacao): enmiendas edáficas, efecto en la floración y cuajado de fruto*.

Asociación Cannabica Venezolana (ACV). 2011. EM microorganismos eficientes. (En línea). Venezuela. Consultado 10 de febrero 2012. Disponible en. [asocannaven.mforos.com/1199169/9750521-em-microorganismos-eficientes/](http://asocannaven.mforos.com/1199169/9750521-em-microorganismos-eficientes/).

Aung, K., Jiang, Y., & He, S. Y. (2018). The role of water in plant in plant microbe Interaction. *The Plant Journal*, 93, 771-780.

Avilez, A. (2022). Evaluación de la sustentabilidad de cinco unidades productivas de cacao (*Theobroma cacao L.*) En el cantón Quevedo de la provincia de Los Ríos. *Tesis Ing. Agrop. Ecuador. UTEQ*.

Bajaña, B. (2020). *Evaluación agronómica de dos variedades de cacao (Theobroma cacao) mediante multiplicación in vitro de embriones maduros con tres dosis de ácido giberélico*.

Balladares, A. (2022). *Actualización De Cochinillas En Plantaciones De Banano (Hemiptera : Sternorrhyncha (Musa paradisiaca L.) Cantón Milagro Provincia Del Guayas*.

Barberán, F. (2017). *Determinación del control fitosanitario de monilla (Monilia sp.) en Cacao Nacional con dos productos comerciales, en el cantón Balzar en la provincia del Guayas*. UCSG.

Bargaz, A., Lyamlouli, K., Chtouki, M., Zeroual, Y., & Dhiba, D. (2018). Soil microbial resources for improving fertilizers efficiency in an integrated plant nutrient management system. *Frontiers in Microbiology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01606>

Barry, C. (2017). *Barry Callebaut helps cocoa farmers improve productivity and sustainability*

Bravo, A., Likitvivanavong, S., Gill, S. S., & Soberón, M. (2011). *Bacillus thuringiensis: A story of a successful bioinsecticide*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 41(7), 423-431. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2011.02.006>

Bravo, A., & Cerón, J. (2004). *Productos comerciales: nativos y recombinantes en Bacillus thuringiensis en el control biológico*. Universidad Nacional de Colombia. 123-147.

Bravo, A., & Soberón, M. (2008). *Las toxinas Cry de Bacillus thuringiensis: modo de acción y consecuencias de su aplicación*. 303-313.

Caballero, A. (2018). *Insectos escama (Hemiptera: Coccoomorpha) de la rizosfera de cafetales jóvenes de la zona central colombiana*. Tesis de maestría.

Caballero, A., Ramos Portilla, A. A., Suárez González, D., Serna, F., Gil, Z. N., & Benavides, P. (2019). Los insectos huma (Hemiptera: Coccoomorpha) de raíces de café (Coffea arabica L.) en Colombia, con registros de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en asociación. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 20(1), 69-92.

Cahuana, C. (2021). *Evaluación del efecto de diferentes sustratos en el desarrollo de plantines de cacao (theobroma cacao l.) en el Centro Experimental del Ceibo Ltda. localidad Sapecho - Palos Blancos*.

- Calero, A. (2019). Efecto entre microorganismos eficientes y fitomas-e en el incremento agroproductivo del frijol. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 17(1), 3-5.
- Calero-Hurtado, A., Pérez Díaz, Y., Quintero Rodríguez, E., Olivera Viciado, D., & Peña Calzada, K. (2019). Efecto de la aplicación asociada entre *Rhizobium leguminosarum* y microorganismos eficientes sobre la producción del frijol común. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(2). [https://doi.org/10.21930/rcta.vol20\\_num2\\_art:1460](https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num2_art:1460)
- Callisaya Quispe, Y. (2017). *Efecto agronomico de la aplicacion foliar de microorganismos eficientes (EM), en dos variedades de pepinillo (Cucumis sativus L.) bajo ambiente controlado en el municipio de Achocalla.*
- Castillo, J., Rodríguez, A., Villalobos, K., Hernández, S., & Alvarado, O. (2018). Evaluación de tres extractos naturales contra Bemisia tabaci en el cultivo del melón, Puntarenas, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 42(2), 93-106.
- Cedeño, D. (2017). *Efectividad de varias combinaciones de nitrógeno, azufre, zinc, manganeso, boro y fitohormonas sobre el rendimiento y rentabilidad del cacao nacional.*
- Chávez, J. (2020). *Caracterización cultural, patogénica y sensibilidad in vitro de phytophthora spp. asociado a enfermedades de mazorca de cacao (theobroma cacao l). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. ESPAM MFL.*
- Chinin, R. (2015). *Evaluación de tres formas de podas en cacao ccn-51 y sistema de riego subfoliar con pistola senninger 3012.*
- Cisternas-Jamet, J., Salvatierra-Martínez, R., Vega-Gálvez, A., Stoll, A., Uribe, E., & Goñi, M. G. (2020). Biochemical composition as a function of fruit maturity stage of bell pepper (*Capsicum annum*) inoculated with *Bacillus amyloliquefaciens*. *Scientia Horticulturae*, 263(109107), 109107. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109107>

- Corrales, D. (2019). *Efecto de la aplicación de dos biofertilizantes en diferentes concentraciones en plantines de cacao (Theobroma cacao L.) al año de establecimiento en la Estación Experimental de Sapecho.*
- Cosinga, R. (2021). *Lecanicillium lecanii y Trichoderma spp., en control de Hemileia vastatrix en Coffea arabica en Pangoa. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Ciencias Agrarias*
- De Liñán, C. (2001). *Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. Ediciones Agrotécnicas S. L.*
- Dominguez, P. (2018). *Efecto de las enmiendas orgánicas asociadas a Trichoderma endófitos, aplicadas a diferentes genotipos de cacao (Theobroma cacao L.) en condiciones de estrés hídrico. Perú.*
- Ecuador y Chocolate. (20 de 7 de 2020). Obtenido de ECUADOR Y CHOCOLATE "CACAO NACIONAL FINO DE AROMA ARRIBA": <https://visit.ecuador.travel/chocolate/ecuador-y-chocolate/>
- End, M., Daymond, A., & Hadley, P. (2021). Directrices Técnicas para el Movimiento Seguro del Germoplasma de Cacao. In *Directrices Técnicas de FAO/IPGRI.*
- Engracia, J. (2018). *Evaluación de cuatro tipos de poda de mantenimiento en el cultivo de cacao (Theobroma cacao) CCN-51 en la zona de Zapotal. Tesis de grado.*
- Etesami, H., & Maheshwari, D. K. (2018). Use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPRs) with multiple plant growth promoting traits in stress agriculture: Action mechanisms and future prospects. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 156, 225-246. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.03.013>
- Ferrer, L., Brito Vega, U. C., López Morales, H., Salaya Domínguez, D., & Gómez Méndez, J. M. (2017). Papel de Trichoderma en los sistemas agroforestales - cacaotal como un agente antagónico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(1), 91-100.
- Foluke, A., Abiodun, T., Abiodun, O., Babatunde, W., & Olawale, O. (2018). Preliminary study of insect pests of cucumber (Cucumis sativus L.) in Ogbomoso

- Agricultural Zone of Nigeria. *Acta Fytotechnological and Zootechnical*, 21(3), 108-112.
- Furcal, P. (2017). Extracción de nutrientes por los frutos de cacao en dos localidades en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 8(1), 4.
- Gamez, R., Cardinale, M., Montes, M., Ramirez, S., Schnell, S., & Rodriguez, F. (2019). Screening, plant growth promotion and root colonization pattern of two rhizobacteria (*Pseudomonas fluorescens* Ps006 and *Bacillus amyloliquefaciens* Bs006) on banana cv. Williams (*Musa acuminata* Colla). *Microbiological Research*, 220, 12-20. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.11.006>
- Gao, Y. T., Zhang, Y. S., & Wen, X. (2019). The glycerol and ethanol production kinetics in low-temperature wine fermentation using *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains. *International Journal of Food Science Technology*, 54(1), 102-110.
- Garcia, H. (2018). Estado actual de la investigación sobre plaguicidas en México. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 34(1), 1-4.
- Gillis, A. (2013). El arsenal de *Bacillus thuringiensis*: su uso en manejos agrícolas y en la industria alimentaria [The arsenal of *Bacillus thuringiensis*: its use in agricultural management and in the food industry. *Entomotropica*, 28, 106-107.
- Gómez, P. (2017). *Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (Theobroma Cacao L.)*. Tesis de grado.
- Hernández, J. (2015). Caracterización molecular de aislamientos nativos de *Bacillus thuringiensis* en Colombia. In *Facultad de Ciencias e Ingeniería* (pp. 7-99).
- Hernández, P. R., Silva, G. B., Martínez, J. M., Hernández, A. G., & Pedraza, T. J. (2019). Evaluación de la efectividad biológica de bioinsecticidas para el control de cochinilla silvestre (*Dactylopius opuntiae* Cockerell), en nopal (*Opuntia ficusindica* (L.) Mill.), en Totolapan. *Revista Chilena de Entomología*, 45(1), 55-64.
- Herrera, G. (2021). *Evaluación de los síntomas virales transmitidos por mosca blanca (Bemisia tabaci) en el cultivo de melón (Cucumis melo)*. (tesis de pregrado).

- Higa, T. (1991). *Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible. (En línea).*
- Higa, T. (2018). *Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible*
- Hipólito-Romero, E., Carcaño-Montiel, M. G., Ramos-Prado, J. M., Vázquez-Cabañas, E. A., López-Reyes, L., & Ricaño-Rodríguez, J. (2017). Efecto de inoculantes bacterianos edáficos mixtos en el desarrollo temprano de cultivares mejorados de cacao (*Theobroma cacao L.*) en un sistema agroforestal tradicional del norte de Oaxaca, México. *Revista Argentina de microbiología*, 49(4), 356-365. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.04.003>
- Holečková, Z., Kulhánek, M., Hák, J., & Balík, J. (2018). Use of active microorganisms of the *Pseudomonas* genus during cultivation of maize in field conditions. *Plant, Soil and Environment*, 64(1), 26-31. <https://doi.org/10.17221/725/2017-pse>
- Horowitz, R., Murad, G., Roditakis, E., & Nauen, R. (2020). Resistencia a insecticidas y su manejo en especies de Bemisia tabaci. *Revista de ciencia de plaga*, 93(1), 893-910.
- Illa, C., Torassa, M., Pérez, M. A., & Pérez, A. A. (2020). Efecto de biocontrol y promoción del crecimiento en maní por Trichoderma harzianum y Bacillus subtilis en condiciones controladas y campo. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 38(1), 119-131.
- Index, T. I. (s.f.). Species Plantarum 2: 782. 1753. Recuperado el 2 de septiembre de 2022, de <https://www.ipni.org/?q=cacao>
- Irua, E. (2022). *Aplicación de extracto vegetal del ají mediante endoterapia para el control de tetranychus urticae en el cultivo de babaco (Vasconcellea x heilbornii).*
- Jacoby, R., Peukert, M., Succurro, A., Koprivova, A., & Kopriva, S. (2017). The role of soil microorganisms in plant mineral nutrition—current knowledge and future directions. *Frontiers in Plant Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01617>

- Jangir, M., Pathak, R., & Sharma, S. (2017). *Trichoderma* and Its Potential Applications. In *Plant-Microbe Interactions in Agro-Ecological Perspectives* (pp. 323-339). Springer Singapore.
- Kakraliya, M., & Singh, R. (2018). Effect of soil test crop response basis integrated nitrogen management on yield, quality and profitability of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(4), 532-534.
- Kondo, T., Woolley, J. B., & Campos-Patiño, Y. (2022). Reporte y diagnósticos de *Hambletonia pseudococcina* Compere (Hymenoptera: Encyrtidae) y *Pseudiasata* sp. *Diptera: Drosophilidae*: *Enemigos naturales de Dysmicoccus brevipes* (Cockerell), 16.
- Li, Y.-T., Hwang, S.-G., Huang, Y.-M., & Huang, C.-H. (2018). Effects of *Trichoderma asperellum* on nutrient uptake and Fusarium wilt of tomato. *Crop Protection* (Guildford, Surrey), 110, 275-282. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.03.021>
- Makhaye, N., Aremu, A. O., Gruz, J., & Magadlela, A. (2021). Effects of soil nutrients and microbe symbiosis on the nutrient assimilation rates, growth carbon cost and phytochemicals in *Mucuna pruriens* (L.) DC. *Acta Physiologiae Plantarum*, 43(12). <https://doi.org/10.1007/s11738-021-03321-2>
- Marak, B. S., Kumar, S., & Momin, K. C. H. (2020). Effects of organic manures and bio-fertilizers on growth, flowering and yield of China aster (*Callistephus chinensis* L. Nees var. Kamini). *Bangladesh Journal of Botany*, 49(4), 1111-1117. <https://doi.org/10.3329/bjb.v49i4.52561>
- Metwaly, E., Al-Yasi, H., Ali, E., Farouk, H., & Farouk, S. (2022). Deteriorating Harmful Effects of Drought in Cucumber by Spraying Glycinebetaine. *Agriculture*, 12(12), 1-16.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (4 de Septiembre de 2019). Cacao Híbrido CCN-51 cuenta con certificación de calidad. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/cacao-hibrido-ccn-51-cuenta-con-certificacion-de-calidad/>



- Monteiro, B., Martínez, L., Guedes, S., Serrao, J., Wilcken, C., Alvarenga, M., & Cola. (2019). Toxicity and cytopathology mediated by *Bacillus thuringiensis* in the midgut of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae). *Lepidoptera: Noctuidae*. *Scientific Reports*, 6667.
- Morocho, C. (2019). Microorganismos ecientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93-103.
- Nawrot, M., Babin, A., Pasco, M., Poirié, M., Gatti, J., & Gallet, A. (2020). *Bacillus thuringiensis* bioinsecticides induce developmental defects in non-target *Drosophila melanogaster* larvae. *Insects*, 697.
- Noboa, F. (2019). *Efecto de la aplicación de tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de cacao (Theobroma cacao L.) en la zona de Valencia, provincia de Los Ríos*.
- Noman, B., Lu, T., Yu, H., Li, Q., Sarfraz, Z., Shahid, M., & Jiang. (2021). Productivity Enhancement of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) through Optimized Use of Poultry Manure and Mineral Fertilizers under Greenhouse Cultivation. *Horticulturae*, 7(256), 1-14.
- Noyes, J. S., & Triapitsyn, S. V. (2018). Notas taxonómicas sobre algunos nuevos silvestri de *Prochiloneurus* del Nuevo Mundo (Hymenoptera: Encyrtidae) con descripción de una nueva especie, un hiperparasitoide de *Hipogeococcus* sp. *En: Santhosh, S*, 317, 13-37.
- Ohba, M. (1996). *Bacillus thuringiensis* populations naturally occurring on mulberry leaves: a possible source of the populations associated with silkworm-rearing insectaries. *Journal of Applied Bacteriology*, 80(1), 56-64.
- Olanrewaju, O. S., Glick, B. R., & Babalola, O. O. (2017). Mechanisms of action of plant growth promoting bacteria. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 33(11), 197. <https://doi.org/10.1007/s11274-017-2364-9>
- Olivo, A. (2023). *Actualidad en la evaluación de la sustentabilidad en fincas cacaoteras (Theobroma cacao L), en el Ecuador*. UTB.

- Ortega, Y., Cañaverl, D., Zapateiro, M., & Torres, D. (2021). *Evaluación del efecto de bacterias aeróbicas formadoras de endosporas (BAFEs) y pseudomonados fluorescentes sobre el crecimiento temprano de plántulas de cacao (Theobroma cacao)*.
- Peñaherrera, S., Cedeño García, G., Solórzano Alcívar, F., Cedeño García, G., & Terrero Yépez, P. (2020). *Eficacia de mezclas de Trichoderma spp. y aceite de palma en el manejo de Moniliophthora roreri Cif & Par en cacao*. Centro Agrícola.
- Peralta, S. (2019). *Una Mirada Al Escenario Agro Socioeconómico de Los Cacaoteros En La Cordillera Oriental Del Ecuador Econ. MSc. Bienvenido Alcívar Rodríguez Docente Facultad de Ciencias Económicas*.
- Piña, H. (2017). *Evaluación del efecto de extractos vegetales en el control de trips*.
- Quito, D., González, A., Villavicencio, A., & Santander, M. (2022). Caracterización agro-socioeconómica de los productores de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Recinto El Rosario, Cantón Naranjito, Guayas. *Pro Sciences: Revista de Producción. Ciencias e Investigación*, 6(42), 399-408.
- Ramírez, J. (2019). *Potencial de biocontrol de cepas nativas de Trichoderma spp. sobre la moniliasis (Moniliophthora sp.) del cacao nativo fino de aroma, de la provincia de Bagua, Amazonas - 2017. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo*.
- Ramos, C. (2022). Sostenibilidad del cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en el distrito minero de Ponce Enríquez. *Tesis MSc. Quito Ecuador*.
- Restrepo, J. (2007). *Manual Práctico, Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Cali, Primera edición. Ilustraciones Feriva*.
- Rodríguez, L. D., Sánchez, Y. D., Castro, R. D., China, M. M., & Díaz, M. C. (2020). Evaluación del biofertilizante potenciado con *Bacillus thuringiensis* y *Trichoderma harzianum* para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci Gennadius*) en plantas de tomate en condiciones de laboratorio. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104(7), 3179-3190.

- Romero, E., Jiménez, J., Blas, R., & Vargas, S. (2020). Social sustainability of small scale passion fruit production (*Passiflora ligularis* Juss.) in the province of Oxapampa. *Perú. Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 17(2), 217-232.
- Rumbea, M. C. (2020). *Aplicación de microorganismos eficiente en una plantación de cacao (Theobroma cacao L.) Naranja Guayas, Ecuador.*
- Salvador, N., Espinoza, E., & Rojas, J. (2012). *Manual del cultivo de cacao blanco de Piura.*
- Sauka, D. H., & Benintende, G. B. (2008). *Bacillus thuringiensis: generalidades. Un acercamiento a su empleo en el biocontrol de insectos lepidópteros que son plagas agrícolas. Revista Argentina de Microbiología*, 40, 124-140.
- Schnepf, E., Crickmore, N., Van Rie, J., Lereclus, D., Baum, J., Feitelson, J., Zeigler, D. R., & Dean, D. H. (1998). *Bacillus thuringiensis* and its pesticidal crystal proteins. *Microbiology and Molecular Biology Reviews: MMBR*, 62(3), 775-806. <https://doi.org/10.1128/MMBR.62.3.775-806.1998>
- Silva, K., Nascimento, T., Gomes, U., & Hercos, F. (2020). Selection and molecular characterization of *Bacillus thuringiensis* strains efficient against soybean looper (*Chrysodeixis includens*) and *Spodoptera* species. *Revista Brasileira de Entomologia*, 64(4).
- Singh, J., Pandey, P., & Singh, V. K. (2019). Biofertilizers: A boon for sustainable agriculture. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 13(3), 1507-1520.
- Sood, M., Kapoor, D., Kumar, V., Sheteiwy, M. S., Ramakrishnan, M., Landi, M., ... & Sharma, A. (2020). *Trichoderma: The "secrets" of a multitalented biocontrol agent. Plants*, 9(6), 762.
- Suarez, K. (2022). Evaluación de la sustentabilidad de cinco unidades productivas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Cantón Buena Fe de la provincia de Los Ríos. *Tesis Ing. Agr.*
- Sullca, J. (2013). Paquete Tecnológico de manejo integrado del cacao. *Recuperado* *EI*, 22.

- Vargas, O., & Vite, H. (2020). Análisis comparativo del impacto económico del cultivo del cacao en Ecuador del primer semestre 2019 versus el primer semestre 2020. *Revista de Universidad Técnica de Machala*, 9(6), 1-17.
- Velasco, F. (2010). Estudio de los niveles de expresión temporal del cry 1 en aislados nativos mexicanos de *Bacillus thuringiensis*. In *Instituto Politécnico Nacional. Centro de Biotecnología Genómica*.
- Vélez, J. (2018). *Evaluación de la respuesta de cacao CCN-51 a plena exposición solar a las aplicaciones de Azufre (S) y Magnesio (Mg) en la zona de Zapotal*.
- Vergara, J. (2017). *Método exploratorio aplicando metalosato de magnesio y zinc (quelatos), en dos tipos de injertación en cacao (Theobroma cacao L.) en patrones trinitarios y forasteros en la etapa de vivero*. UTEQ.
- Vicente, P. (2018). *Moniliophthora roreri* H.C. Evans et al. y *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime: impacto, síntomas, diagnóstico, epidemiología y manejo. *Rev. Protección Veg*, 33(1).
- Viera, W., Tello, C., Martínez, A., Navia, D., Medina, L., Delgado, A., & Trevor. (2020). Control Biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador. *Revista de La Biosfera de La Selva Andina*, 8(2), 128-149.
- Villares, J. D. (2020). *Estudio comparativo de Trichoderma harzianum mas Bacillus subtilis para el control de agentes causal en el cultivo de ají (Capsicum annuum) en el canton ventanas. Tesis para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo*.
- Villarreal, M. F., Villa Rodríguez, E. D., Cira Chávez, L. A., Estrada Alvarado, M. I., Parra Cota, F. I., & Villalobos, S. (2018). El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. *Rev. Mex. Fitopatol*, 36(1).
- Villegas-Espinoza, J. A., Reyes-Pérez, J. J., & Nieto-Garibay, A. (2018). Bioestimulante Liplant®: su efecto en *Solanum lycopersicum* (L.) cultivado en

suelos ligeramente salinos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(SPE20),4137-4147

Vurukonda, S. S. K. P., Giovanardi, D., & Stefani, E. (2018). Plant growth promoting and biocontrol activity of *Streptomyces spp.* As endophytes. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(4). <https://doi.org/10.3390/ijms19040952>

Zambrano, F., Méndez, J., & Ponce, W. (2021). Metanización de la biomasa residual de dos variedades de cacao y caracterización nutricional del sustrato biodigerido. *Biotempo*, 18(2), 2519-5697.

## Anexos

DIA 15

### Descriptivos

		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máxim o
						Límite inferior	Límite superior		
Hojas Infestada	Testigo	9	228,00 0	41,9613	13,9871	195,746	260,254	162,0	295,0
	Biol con ME	9	119,33 3	38,1379	12,7126	90,018	148,649	79,0	199,0
	Biol sin ME	9	184,33 3	80,5683	26,8561	122,403	246,264	119,0	382,0
	Total	27	177,22 2	71,1101	13,6851	149,092	205,352	79,0	382,0
Frutos Infestado	Testigo	9	6,667	2,4495	,8165	4,784	8,550	3,0	10,0
	Biol con ME	9	5,333	2,8284	,9428	3,159	7,507	1,0	9,0
	Biol sin ME	9	8,556	2,2423	,7474	6,832	10,279	5,0	11,0
	Total	27	6,852	2,7694	,5330	5,756	7,947	1,0	11,0

### ANOVA

## Comparaciones múltiples

HSD Tukey

Variable dependiente	(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Hojas Infestada	Testigo	Biol con ME	108,6667*	26,8142	,001	41,704	175,629
		Biol sin ME	43,6667	26,8142	,253	-23,296	110,629
	Biol con ME	Testigo	-108,6667*	26,8142	,001	-175,629	-41,704
		Biol sin ME	-65,0000	26,8142	,058	-131,963	1,963
	Biol sin ME	Testigo	-43,6667	26,8142	,253	-110,629	23,296
		Biol con ME	65,0000	26,8142	,058	-1,963	131,963
Frutos Infestado	Testigo	Biol con ME	1,3333	1,1872	,510	-1,631	4,298
		Biol sin ME	-1,8889	1,1872	,269	-4,854	1,076
	Biol con ME	Testigo	-1,3333	1,1872	,510	-4,298	1,631
		Biol sin ME	-3,2222*	1,1872	,031	-6,187	-,257
	Biol sin ME	Testigo	1,8889	1,1872	,269	-1,076	4,854
		Biol con ME	3,2222*	1,1872	,031	,257	6,187

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Hojas Infestada	Entre grupos	53820,667	2	26910,333	8,317	,002
	Dentro de grupos	77652,000	24	3235,500		
	Total	131472,667	26			
Frutos Infestado	Entre grupos	47,185	2	23,593	3,720	,039
	Dentro de grupos	152,222	24	6,343		
	Total	199,407	26			

## Pruebas post hoc

## Subconjuntos homogéneos Hojas Infestada

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Biol con ME	9	119,333	
Biol sin ME	9	184,333	184,333
Testigo	9		228,000
Sig.		,058	,253

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.

## Frutos Infestado

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Biol con ME	9	5,333	
Testigo	9	6,667	6,667
Biol sin ME	9		8,556
Sig.		,510	,269

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.

DIA 30

## Descriptivos

		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Hojas Infestada	Testigo	9	172,222	47,5389	15,8463	135,681	208,764	108,0	256,0
	Biol con ME	9	35,444	29,0220	9,6740	13,136	57,753	9,0	99,0
	Biol sin ME	9	162,444	79,9986	26,6662	100,952	223,937	100,0	360,0
	Total	27	123,370	83,3930	16,0490	90,381	156,360	9,0	360,0
Frutos Infestado	Testigo	9	1,778	1,3944	,4648	,706	2,850	,0	4,0
	Biol con ME	9	,556	,7265	,2422	-,003	1,114	,0	2,0

Biol sin ME	9	,444	,5270	,1757	,039	,850	,0	1,0
Total	27	,926	1,1068	,2130	,488	1,364	,0	4,0

### ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Hojas Infestada	Entre grupos	104798,296	2	52399,148	16,544	,000
	Dentro de grupos	76016,000	24	3167,333		
	Total	180814,296	26			
Frutos Infestado	Entre grupos	9,852	2	4,926	5,374	,012
	Dentro de grupos	22,000	24	,917		
	Total	31,852	26			

## Pruebas post hoc

### Comparaciones múltiples

HSD Tukey

Variable dependiente	(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Hojas Infestada	Testigo	Biol con ME	136,7778*	26,5302	,000	70,524	203,031
		Biol sin ME	9,7778	26,5302	,928	-56,476	76,031
	Biol con ME	Testigo	-136,7778*	26,5302	,000	-203,031	-70,524
		Biol sin ME	-127,0000*	26,5302	,000	-193,254	-60,746
	Biol sin ME	Testigo	-9,7778	26,5302	,928	-76,031	56,476
		Biol con ME	127,0000*	26,5302	,000	60,746	193,254
Frutos Infestado	Testigo	Biol con ME	1,2222*	,4513	,032	,095	2,349
		Biol sin ME	1,3333*	,4513	,018	,206	2,460
	Biol con ME	Testigo	-1,2222*	,4513	,032	-2,349	-,095
		Biol sin ME	,1111	,4513	,967	-1,016	1,238
	Biol sin ME	Testigo	-1,3333*	,4513	,018	-2,460	-,206
		Biol con ME	-,1111	,4513	,967	-1,238	1,016



\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

## Subconjuntos homogéneos Hojas Infestada

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Biol con ME	9	35,444	
Biol sin ME	9		162,444
Testigo	9		172,222
Sig.		1,000	,928

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.

## Frutos Infestado

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Biol sin ME	9	,444	
Biol con ME	9	,556	
Testigo	9		1,778
Sig.		,967	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.

DIA 45

## Descriptivos

		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínim o	Máxim o
						Límite inferior	Límite superior		
Hojas Infestada	Testigo	9	116,22	24,8685	8,2895	97,107	135,338	86,0	157,0
			2						
	Biol con ME	9	16,222	14,8810	4,9603	4,784	27,661	4,0	53,0
	Biol sin ME	9	109,77	30,5114	10,1705	86,325	133,231	83,0	182,0
	Total	27	80,741	52,0906	10,0248	60,134	101,347	4,0	182,0
	Testigo	9	,667	,7071	,2357	,123	1,210	,0	2,0

Frutos Infestado	Biol con ME	9	,444	,5270	,1757	,039	,850	,0	1,0
	Biol sin ME	9	,333	,5000	,1667	-,051	,718	,0	1,0
	Total	27	,481	,5798	,1116	,252	,711	,0	2,0

### ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Hojas Infestada	Entre grupos	56382,519	2	28191,259	47,759	,000
	Dentro de grupos	14166,667	24	590,278		
	Total	70549,185	26			
Frutos Infestado	Entre grupos	,519	2	,259	,757	,480
	Dentro de grupos	8,222	24	,343		
	Total	8,741	26			

## Pruebas post hoc

### Comparaciones múltiples

HSD Tukey

Variable dependiente	(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Hojas Infestada	Testigo	Biol con ME	100,0000*	11,4531	,000	71,398	128,602
		Biol sin ME	6,4444	11,4531	,841	-22,157	35,046
	Biol con ME	Testigo	-100,0000*	11,4531	,000	-128,602	-71,398
		Biol sin ME	-93,5556*	11,4531	,000	-122,157	-64,954
	Biol sin ME	Testigo	-6,4444	11,4531	,841	-35,046	22,157
		Biol con ME	93,5556*	11,4531	,000	64,954	122,157
Frutos Infestado	Testigo	Biol con ME	,2222	,2759	,703	-,467	,911
		Biol sin ME	,3333	,2759	,460	-,356	1,022
	Biol con ME	Testigo	-,2222	,2759	,703	-,911	,467
		Biol sin ME	,1111	,2759	,915	-,578	,800
	Biol sin ME	Testigo	-,3333	,2759	,460	-1,022	,356

Biol con ME	-,1111	,2759	,915	-,800	,578
-------------	--------	-------	------	-------	------

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

## Subconjuntos homogéneos

### Hojas Infestada

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Biol con ME	9	16,222	
Biol sin ME	9		109,778
Testigo	9		116,222
Sig.		1,000	,841

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.

### Frutos Infestado

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Biol sin ME	9	,333
Biol con ME	9	,444
Testigo	9	,667
Sig.		,460

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.

DIA 60

### Descriptivos

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Hojas Infestada Testigo	9	140,444	29,7494	9,9165	117,577	163,312	100,0	195,0

	Biol con ME	9	6,111	3,5862	1,1954	3,354	8,868	1,0	11,0
	Biol sin ME	9	41,889	30,2095	10,0698	18,668	65,110	17,0	92,0
	Total	27	62,815	62,5116	12,0304	38,086	87,544	1,0	195,0
Frutos Infestado	Testigo	9	2,111	1,6159	,5386	,869	3,353	,0	5,0
	Biol con ME	9	,000	,0000	,0000	,000	,000	,0	,0
	Biol sin ME	9	,000	,0000	,0000	,000	,000	,0	,0
	Total	27	,704	1,3535	,2605	,168	1,239	,0	5,0

### ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Hojas Infestada	Entre grupos	87116,074	2	43558,037	72,176	,000
	Dentro de grupos	14484,000	24	603,500		
	Total	101600,074	26			
Frutos Infestado	Entre grupos	26,741	2	13,370	15,362	,000
	Dentro de grupos	20,889	24	,870		
	Total	47,630	26			

### Pruebas post hoc

#### Comparaciones múltiples

HSD Tukey

Variable dependiente	(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Hojas Infestada	Testigo	Biol con ME	134,3333*	11,5806	,000	105,413	163,254
		Biol sin ME	98,5556*	11,5806	,000	69,635	127,476
	Biol con ME	Testigo	-134,3333*	11,5806	,000	-163,254	-105,413
		Biol sin ME	-35,7778*	11,5806	,013	-64,698	-6,858
	Biol sin ME	Testigo	-98,5556*	11,5806	,000	-127,476	-69,635
		Biol con ME	35,7778*	11,5806	,013	6,858	64,698
Frutos Infestado	Testigo	Biol con ME	2,1111*	,4398	,000	1,013	3,209
		Biol sin ME	2,1111*	,4398	,000	1,013	3,209
	Biol con ME	Testigo	-2,1111*	,4398	,000	-3,209	-1,013
		Biol sin ME	,0000	,4398	1,000	-1,098	1,098

Biol sin ME	Testigo	-2,1111*	,4398	,000	-3,209	-1,013
	Biol con ME	,0000	,4398	1,000	-1,098	1,098

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

## Subconjuntos homogéneos Hojas Infestada

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Biol con ME	9	6,111		
Biol sin ME	9		41,889	
Testigo	9			140,444
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.

## Frutos Infestado

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Biol con ME	9	,000	
Biol sin ME	9	,000	
Testigo	9		2,111
Sig.		1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.

# UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

*¡Evolución académica!*

@UNEMIEcuador

