



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EFFECTO DE BIOFUNGICIDAS ORGÁNICOS EN EL CONTROL
DE MAZORCA NEGRA (*Phytophthora palmivora*, Butl) EN EL
CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)**

AUTOR

TORRES LÓPEZ FREDDY PAUL

TUTOR

ING. CARRASCO SCHULDT ÁNGEL M.Sc.

MILAGRO, ECUADOR

2025



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: EFECTO DE BIOFUNGICIDAS ORGÁNICOS EN EL CONTROL DE MAZORCA NEGRA (*Phytophthora palmivora*, Butl) EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), realizado por el estudiante TORRES LÓPEZ FREDDY PAUL; con cédula de identidad N° 0929963676 de la carrera AGRONOMÍA, Extensión Ciudad Universitaria Dr. Jacobo Bucaram Ortiz - Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. CARRASCO SCHULDT ÁNGEL, M.Sc.
TUTOR

Milagro, 14 de noviembre del 2024



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “EFECTO DE BIOFUNGICIDAS ORGÁNICOS EN EL CONTROL DE MAZORCA NEGRA (*Phytophthora palmivora*, Butl) EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)”, realizado por el estudiante TORRES LÓPEZ FREDDY PAUL, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

ING. MORÁN SÁNCHEZ NUVIA, M.Sc.
PRESIDENTE

ING. INGA CAMPOVERDE JEFFERSON, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. FLORES CADENA CRISTIAN, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 14 de noviembre del 2024

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mi padre Juan Freddy Torres Catuto, gracias por enseñarme el valor de la honestidad y el trabajo arduo que aunque no teníamos mucho dinero siempre lograbas conseguir y gracias a esto he podido seguir con mis estudios, esa responsabilidad y dedicación así a mí ha sido una guía para cada paso que he dado en mi vida académica y personal también quiero dedicarle este logro a mi eterna fuente de amor y fortaleza que es mi madre Glenda María López Rosero que su ternura, dedicación y sacrificio, ha sido el motor que me impulsó a seguir adelante aun cuando los obstáculos parecían insuperables. Tu fe inquebrantable en mis capacidades y tu cariño incondicional me han dado la fuerza para superar cada desafío. Eres el ejemplo de bondad y resiliencia que me inspira cada día.

Finalmente, dedico este trabajo a Dios, quien ha sido mi guía y mi luz. A Él agradezco cada oportunidad y cada paso que me ha permitido dar en este recorrido. Su presencia ha sido mi consuelo y mi esperanza en los momentos más difíciles y la fuente de alegría en los logros obtenidos.

A todos ustedes y a una fecha especial que es 11 de julio del 2023 que a pesar de todo siempre me ha sabido comprender y ayudar en cada momento difícil de mi vida quien también ha sido mi inspiración y fortaleza, le dedico con todo mi corazón este logro, símbolo de esfuerzo y gratitud.

AGRADECIMIENTO

En este momento tan significativo de mi vida agradezco a todas las personas que han sido parte fundamental de este viaje. En primer lugar, a mis queridos hermanos, gracias por ser mi apoyo incondicional. Su amor, comprensión y ánimo constante me han dado la fuerza necesaria para superar los desafíos que se presentaron en el camino. A mis abuelas, tanto por parte de madre como de padre, les debo un agradecimiento especial. Su sabiduría, cariño y enseñanzas han sido un faro que me ha guiado en los momentos de incertidumbre. Ustedes han sido un ejemplo de fortaleza y amor, y su legado vive en cada paso que doy. Gracias por cada historia compartida, cada consejo y cada abrazo que me han brindado.

A mis abuelos, por su apoyo y por ser una fuente de inspiración constante. Su dedicación y esfuerzo han dejado una huella imborrable en mi corazón. Me han enseñado el valor del trabajo duro y la importancia de la familia, y por eso siempre les estaré agradecido. No puedo olvidar a toda mi familia: tías, primos y sobrinos. Cada uno de ustedes ha contribuido a mi vida de maneras únicas y especiales. Gracias por los momentos de alegría, las risas compartidas y el amor que siempre me han rodeado. Ustedes son el tejido que une nuestra familia.

Finalmente expreso mi agradecimiento a los tutores encargados de orientarme en la ejecución de este proyecto de titulación. Este logro no es solo mío, sino de todos ustedes. Sin su amor y apoyo, este trabajo no habría sido posible.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, TORRES LÓPEZ FREDDY PAUL, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre “EFECTO DE BIOFUNGICIDAS ORGÁNICOS EN EL CONTROL DE MAZORCA NEGRA (*Phytophthora palmivora*, Butl) EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)”, para optar el título de AGRÓNOMO, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 14 de noviembre del 2024

TORRES LÓPEZ FREDDY PAUL
C.I. 0929963676

RESUMEN

Este estudio se centró en determinar el efecto de biofungicidas orgánicos en el control de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*, Butl) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tras realizar el análisis e interpretación de los datos, se concluyó que el tratamiento T4 (*Pseudomonas* 7g) obtuvo los mejores resultados en lo que respecta a número de mazorca por planta con un equivalente a los 30 días de 12.75 a los 60 días con 14.50 a los 90 días 15.50, número de mazorca sana por planta con un equivalente a los 30 días de 11.75 a los 60 días con 13.50 y a los 90 días con 14.50, peso de 100 granos con un equivalente de 136.75. En relación con el segundo objetivo específico, se analizó la variable de rendimiento del cultivo, identificando que el tratamiento T4 (*Pseudomonas* 7g) fue el mejor tratamiento, con un valor de 911.67 kg/ha; seguido de T3 (*Pseudomonas* 5g) con un valor de 890.00 kg/ha; seguido del T2 (*Trichodermas* 7g) con un valor de 835.00 kg/ha. El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto) con 738.33 kg/ha de la productividad del cultivo de cacao. Asimismo, en función del tercer objetivo específico, se llevó a cabo un análisis económico basado en la relación beneficios/costos, en el cual se identificó al tratamiento T4(*Pseudomonas* 7g) como el más rentable. En conclusión, el uso de *Pseudomonas* en dosis de 7 gramos ayuda a controlar el ataque de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*, Butl) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.).

Palabras clave: Cacao, fungicida, patógeno, pseudomonas, trichoderma.

ABSTRACT

This study focused on determining the effect of organic biofungicides on the control of black cob (*Phytophthora palmivora*, Butl) in cocoa cultivation (*Theobroma cacao* L.). After analyzing and interpreting the data, it was concluded that the T4 treatment (*Pseudomonas* 7g) obtained the best results in terms of number of ears per plant with an equivalent at 30 days of 12.75 at 60 days with 14.50 at 90 days 15.50, number of healthy ears per plant with an equivalent at 30 days from 11.75 to 60 days with 13.50 and at 30 days 90 days with 14.50, weight of 100 grains with an equivalent of 136.75. In relation to the second specific objective, the crop yield variable was analyzed, identifying that the T4 treatment (*Pseudomonas* 7g) was the best treatment, with a value of 911.67 kg/ha; followed by T3 (*Pseudomonas* 5g) with a value of 890.00 kg/ha; followed by T2 (*Trichoderma* 7g) with a value of 835.00 kg/ha. The lowest average treatment was T5 (Absolute Control) with 738.33 kg/ha of cocoa crop productivity. Likewise, based on the third specific objective, an economic analysis based on the benefit/cost ratio was carried out, in which the T4 treatment (*Pseudomonas* 7g) was identified as the most cost-effective. In conclusion, the use of *Pseudomonas* in doses of 7 grams helps to control the attack of black cob (*Phytophthora palmivora*, Butl) in cocoa cultivation (*Theobroma cacao* L.)

Keywords: Cocoa, fungicide, pathogen, *pseudomonas*, *trichoderma*.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 Antecedentes del problema.....	12
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	13
1.3 Justificación de la investigación.....	13
1.4 Delimitación de la investigación.....	14
1.5 Objetivo general.....	14
1.6 Objetivos específicos	14
1.7 Hipótesis o idea a defender.....	14
2. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1 Estado del arte.....	15
2.2 Bases científicas y teóricas de la temática.....	16
2.3 Marco legal.....	25
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1 Enfoque de la investigación.....	27
3.2 Metodología.....	28
4. RESULTADOS.....	33
5. DISCUSIÓN.....	39
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Croquis del estudio.....	51
Anexo N° 2: Área útil de parcelas.....	51
Anexo N° 3: Ficha técnica trichoderma	52
Anexo N° 4: Ficha técnica pseudomonas.....	53
Anexo N° 5: Medición del área de estudio.....	54
Anexo N° 6: Medición del área por tratamiento 3x3	54
Anexo N° 7: Identificación de los tratamientos	55
Anexo N° 8: Tratamiento número cinco.....	55
Anexo N° 9: Comprobación de la existencia de mazorca negra	56
Anexo N° 10: Aplicación de tratamiento en estudio.....	56
Anexo N° 11: Aplicación de tratamiento 2.....	57
Anexo N° 12: Recolección de datos	57
Anexo N° 13: Visita del tutor guía a la zona de estudio.....	58
Anexo N° 14: Visita técnica del tutor guía	58
Anexo N° 15: Segunda aplicación del producto	59
Anexo N° 16: Recolección de datos en campo	59
Anexo N° 17: Conteo de semilla.....	60
Anexo N° 18: Uso de balanza gramera	60
Anexo N° 19: Toma de datos de semillas	61

ÍNDICE DE APÉNDICES

Anexo N° 1: Tratamientos experimentales.....	29
Anexo N° 2: Diseño del análisis de la varianza.....	29
Anexo N° 3: Presupuesto.....	30
Anexo N° 4: Descripción de las parcelas experimentales	31
Anexo N° 5: Mazorca por planta.....	33
Anexo N° 6: Mazorca sana por planta	35
Anexo N° 7: Peso de 100 granos.....	37
Anexo N° 8: Rendimiento.....	37
Anexo N° 9: Análisis económico.....	38
Apéndice N° 10: Análisis de la varianza mazorcas por planta (n).....	61
Apéndice N° 11: Análisis de la varianza mazorcas sanas por planta (n).....	64
Apéndice N° 12: Análisis de la varianza Peso de 100 semillas (g).....	67
Apéndice N° 13: Análisis de la varianza rendimiento (kg/ha).....	68

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

El cultivo de cacao juega un rol crucial a escala global, representando una de las materias primas más valoradas en el sector del chocolate. Este sector no solo aporta de manera considerable a la economía mundial, sino que también respalda a millones de agricultores en naciones tropicales, donde la mayoría del cultivo es tropical (Zambrana, 2020).

Ecuador se distingue como uno de los mayores productores de cacao a nivel global, destacando por la excelencia de sus granos de cacao fino de aroma. La industria del chocolate en Ecuador no solo constituye un soporte económico para la nación, sino que también ha fijado normas de calidad que impactan en la imagen mundial del chocolate (Miguel, 2023).

La mazorca negra se distingue por causar daños considerables en las cosechas impactadas, ocasionando pérdidas significativas en la producción y calidad de los productos de la agricultura. Para el cacao, la mazorca negra incide de manera directa en los frutos, provocando la degradación de las almendras y reduciendo su calidad. Esto tiene un efecto directo en la lucratividad de los productores y en la economía nacional, dado que el cacao es uno de los productos de exportación más destacados en Ecuador (Montenegro, 2023).

La mazorca negra, científicamente denominada *Phytophthora palmivora* Bult, es una enfermedad que impacta a varios cultivos en Ecuador. Esta enfermedad es provocada por un patógeno hongo que se dirige principalmente a plantas de gran relevancia económica como el cacao (Bhattacharjee, 2023).

Considerando la relevancia del cacao y los retos fitosanitarios relacionados, se necesitan soluciones sustentables para asegurar la viabilidad a largo plazo de la industria. El empleo de biofungicidas se presenta como una opción alentadora para tratar específicamente la mazorca negra y otros desafíos fitosanitarios (Vera et al., 2023).

Los biofungicidas orgánicos adoptan una perspectiva amigable con el medio ambiente para luchar contra *Phytophthora palmivora*, butl. Estos compuestos biológicos proporcionan una alternativa efectiva y menos dañina para el ecosistema

en contraposición a los fungicidas químicos tradicionales, mientras que pueden ser fundamentales en la disminución de la expansión de la mazorca negra (Lima, 2023).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La producción de cacao juega un rol vital en la economía de diversas regiones, siendo uno de los cultivos más importantes a escala global. Sin embargo, el sector se topa con un reto significativo debido a la enfermedad denominada mazorca negra, provocada por el patógeno *Phytophthora palmivora*, butl. Esta condición puede provocar disminuciones significativas en la productividad y la calidad de los granos de cacao, impactando negativamente en la rentabilidad de los productores.

Pese a la utilización actual de técnicas tradicionales de control, como la aplicación de fungicidas químicos, se percibe un aumento en la preocupación respecto a los efectos ambientales y a la salud humana vinculados a su empleo. En este escenario, la búsqueda de opciones sustentables y amigables con el medio ambiente se ha convertido en esencial.

Los biofungicidas orgánicos se han presentado como una alternativa con gran potencial para el control de enfermedades en los cultivos. Estos productos, provenientes de recursos naturales, ofrecen la posibilidad de neutralizar los impactos dañinos de la mazorca negra sin poner en riesgo la salud del suelo, la calidad del producto final y la protección de los empleados del campo.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál fue el efecto de la aplicación de biofungicidas orgánicos sobre mazorca negra (*Phytophthora palmivora*, Butl) como método de control en el cultivo de cacao en la provincia del Guayas cantón Yaguachi de la parroquia Virgen de Fátima?

1.3 Justificación de la investigación

Pese al creciente interés en los biofungicidas, resulta crucial obtener un entendimiento más exhaustivo y particular de su efectividad en la gestión de *Phytophthora palmivora*, Butl en las plantaciones de cacao. Este análisis tiene como objetivo tratar esta falta de conocimiento a través de un análisis sistemático y científico del efecto que varios biofungicidas orgánicos ejercen en la prevención y

control de la enfermedad de la mazorca negra. El propósito principal es ofrecer sugerencias prácticas respaldadas por evidencia para favorecer a los cultivadores de cacao, proporcionando datos útiles para mejorar la administración de esta amenaza fitopatológica.

1.4 Delimitación de la investigación

La presente investigación se llevó a cabo bajo las siguientes limitaciones.

- **Espacio:** Se realizó en el cantón Yaguachi de la parroquia Virgen de Fátima, perteneciente a la provincia de Guayas.
- **Tiempo:** Este trabajo tuvo una duración de 6 meses y se realizó desde el mes de enero hasta julio del 2024.
- **Población:** Los beneficiados fueron los productores aledaños y el propietario del cultivo de cacao.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de los biofungicida orgánicos en el control de la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*, Butl.) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.).

1.6 Objetivos específicos

- Determinar la eficacia de los biofungicidas orgánicos en la supresión de la mazorca negra.
- Evaluar los biofungicidas orgánicos en la calidad del cacao y la producción.
- Analizar mediante la relación beneficio costo cuál de los tratamientos es rentable para el agricultor.

1.7 Hipótesis

Con la aplicación de biofungicidas orgánicos en el cultivo de cacao se tendrá un efecto positivo y significativo en el control de la mazorca negra, causada por el patógeno *Phytophthora palmivora*, Butl en la zona agrícola del Cantón Yaguachi en la Parroquia Virgen de Fátima perteneciente a la provincia del Guayas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

En su investigación comparativa, Acurio (2020) reveló que mediante la aplicación de un biofungicida orgánico hecho con bacterias fototróficas y leche, se consiguió un incremento en el número de mazorcas sanas, reportando un promedio de 12,50 mazorcas sanas. Por otro lado, en el testigo convencional se registró un promedio de 6,83; lo que implica que mediante la aplicación gradual de biofungicidas se consigue evitar el ataque de *Phytophthora palm*.

Las bacterias pertenecientes al género *Pseudomonas* son reconocidas por su variedad metabólica y su habilidad para ajustarse a una gran diversidad de entornos, incluyendo los terrenos agrícolas. En el cultivo del cacao (*Theobroma cacao*), *Pseudomonas* ha ganado especial importancia por su función en el fomento del crecimiento vegetal y en la regulación biológica de patógenos que impactan la productividad y calidad del cacao. Investigaciones actuales subrayan que ciertas variedades de *Pseudomonas* pueden funcionar como mecanismos de biocontrol contra hongos fitopatógenos, contribuyendo a disminuir la aparición de enfermedades habituales en el cacao como la moniliasis y la escoba de bruja (Márquez et al., 2021).

La habilidad de las *Pseudomonas* para impulsar el desarrollo vegetal se atribuye a su generación de fitohormonas, tales como las auxinas y las giberelinas, y a su capacidad para transportar nutrientes vitales en el terreno. En el cultivo del cacao, ciertas especies de *Pseudomonas* han demostrado un aumento notable en la absorción de nitrógeno y fósforo, componentes vitales para el crecimiento vegetal y la generación de frutos de alta calidad. Además, su habilidad para mantener nitrógeno puede disminuir la demanda de abonos químicos en las plantaciones de cacao, proporcionando una opción más sustentable para la agricultura (Silva et al., 2022).

Pseudomonas también sobresale en la regulación biológica de agentes patógenos en la plantación de cacao. Varias cepas generan sustancias antibacterianas y antifúngicas, tales como sideróforos y antibióticos, que frenan la proliferación de hongos fitopatógenos. Estudios recientes han evidenciado que el uso de *Pseudomonas fluorescens* en terrenos de cacao reduce la aparición de *Phytophthora palmivora*, uno de los principales patógenos que provoca la pudrición

en la mazorca de cacao. Esto indica que la aplicación de *Pseudomonas* en cacao podría ser una táctica eficaz para la gestión integrada de plagas (Rangel et al., 2023).

La eficacia de *Pseudomonas* en el biocontrol y el fomento del crecimiento en cacao se ve afectada por elementos ambientales como la temperatura, la humedad y el pH del terreno. En entornos tropicales, donde se cultiva extensamente el cacao, estos elementos pueden influir en la actividad de *Pseudomonas*, por lo que resulta esencial escoger cepas que se ajusten a las condiciones locales. Investigaciones en América Latina han descubierto cepas autóctonas de *Pseudomonas* que exhiben una mayor efectividad en condiciones tropicales, mejorando su rendimiento en la gestión de patógenos y en el fomento del crecimiento (García et al., 2020).

Montoya et al. (2024), en su investigación, señala que la aplicación continua de biofungicidas puede controlar *Phytophthora palmivora*, Butl, disminuyendo su incidencia hasta un 60%. Los hallazgos de su estudio corroboran que el uso de productos basados en antagonistas (*Trichoderma spp*, *Bacillus spp*, *Pseudomonas spp*.) puede atenuar los efectos de *P. palmivora*, Butl, posicionándose como una opción frente a los problemas fitosanitarios.

Rodríguez (2020) sostiene que mediante la utilización de un biofungicida basado en *Trichoderma spp*. Cuando se aplicó directamente a las plantas de cacao, se logró un porcentaje superior de frutos saludables (54,68%), mientras que, al aplicar un fungicida basado en sulfato de cobre pentahidratado, se logró un porcentaje inferior de mazorcas sanas (38,10%), las aplicaciones se llevaron a cabo en periodos de 60 días.

Villa (2022) en su estudio muestra que mediante la implementación de tratamientos biológicos junto con podas fitosanitarias se consigue un incremento en el porcentaje de inflorescencia y un incremento en la producción de frutos saludables (42,67%) durante los primeros 60 días de evaluación. Por lo tanto, sugiere el empleo de *Bacillus sp* como opción biológica para la prevención de *Phytophthora palmivora*, Butl.

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1 Origen

El cacao, conocido científicamente como *Theobroma cacao* L., se originó en las zonas de América Central y América del Sur, lugares donde ha sido cultivado durante varios siglos. Civilizaciones de Mesoamérica como los aztecas y los mayas

otorgaban al cacao un estatus sagrado, empleando sus granos como instrumento monetario (Ullah, 2023).

Con el paso del tiempo, la producción de cacao ha crecido a escala global, ajustándose a las condiciones climáticas de las zonas tropicales y subtropicales. África occidental, América Latina y Asia son regiones fundamentales en la producción, ya que ofrecen condiciones climáticas ideales para el crecimiento del cacao (Madhu, 2023).

2.2.2 Importancia del cultivo de cacao

A pesar de que el cacao es principalmente conocido como la materia prima para la producción de chocolate, sus usos son variados. Además de la elaboración de chocolate, los productos derivados del cacao se utilizan en la elaboración de productos de repostería, cosméticos y bebidas, aportando de forma notable a diversas industrias (González, 2023).

El cultivo de cacao tiene un valor económico considerable a escala mundial, ya que representa una fuente vital de ingresos para millones de agricultores. Como elemento crucial del comercio global, la industria del chocolate crea empleos y aporta significativamente al producto interno bruto (PIB) en varias naciones (Nieves, 2023).

El cacao no solo representa un cultivo de gran valor económico, sino que también desempeña un papel social crucial. En diversas comunidades, especialmente en zonas rurales de los países productores, el cultivo del cacao representa una fuente esencial de trabajo y supervivencia, promoviendo así el avance sostenible de estas zonas (Rahayu, 2023).

Ecuador, famoso por la excelencia de sus granos de cacao fino de aroma, se consolida como uno de los mayores productores de cacao a nivel global. La industria del cacao en Ecuador no solo es vital para la economía del país, sino que también ha ganado reconocimiento a nivel mundial debido a la calidad superior de sus productos (Guillou, 2022).

La producción de cacao en Ecuador juega un rol importante en la economía nacional. Los beneficios obtenidos de la exportación de cacao y sus derivados aportan significativamente a la estabilidad económica, representando una fuente esencial de divisas foráneas (Ríos, 2023).

2.2.3 Taxonomía del cultivo de cacao

Según Intriago (2023) el cultivo de cacao cuenta con la siguiente descripción taxonómica:

Reino: Plantae
Tipo: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Malvales
Familia: Sterculiaceae
Género: *Theobroma*
Especie: *cacao* L.

2.2.4 Morfología

2.2.4.1. Raíz

Se puede apreciar la compleja y flexible estructura de las raíces del cacao en su evolución a partir de las raíces primarias, que se expanden verticalmente desde la plántula (Villamizar, 2023).

Si el árbol de cacao llega a la madurez, sus raíces secundarias y terciarias se desarrollan de forma horizontal, dando lugar a un amplio sistema de raíces. La forma de estas raíces se distingue por su capacidad para examinar y obtener nutrientes del terreno, favoreciendo de forma esencial al vigor y crecimiento ideal de la planta (Kouame, 2022).

Las tareas fundamentales de las raíces del cacao abarcan la asimilación de nutrientes del suelo, un procedimiento realizado a través de los pelos absorbentes y las puntas de las raíces. La planta obtiene agua y elementos nutritivos esenciales, tales como nitrógeno, fósforo y potasio, aportando de forma esencial al crecimiento sano de la planta de cacao. Este procedimiento afecta de manera directa la calidad y volumen de la producción de cacao (Sudayasa, 2023).

2.2.4.2. Tallo

La forma del tallo del cacao se distingue por rasgos específicos que afectan su evolución y función en el entorno agrícola. Este tallo, de carácter leñoso y perenne, sufre un desarrollo arbóreo que puede llegar a alcanzar alturas significativas (Ishida, 2023).

La superficie exterior de su corteza muestra una textura rugosa y matices variados, que oscilan entre marrones oscuros y tonos grises, en función de la edad de la planta. Al madurar el cacao, su tallo suele formar ramillas, lo que resulta en una estructura más compleja (González, 2022).

Respecto a su estructura interna, el tallo del cacao muestra un sistema vascular adecuadamente desarrollado, formado por la xilema y el floema. Estos tejidos desempeñan roles fundamentales en la transmisión de agua, nutrientes y productos fotosintéticos a través de toda la planta (Lagneaux, 2021).

2.2.4.3. Hojas

Las hojas del cultivo del cacao muestran características morfológicas únicas que juegan un rol crucial en el crecimiento de la planta. Estas hojas, usualmente elípticas y coriáceas, exhiben una intensa tonalidad verde y se distribuyen de forma alternada a lo largo del tallo (Souza, 2023).

Las particularidades morfológicas de las hojas del cacao están fuertemente relacionadas con sus roles fundamentales en el crecimiento de la planta. Principalmente, funcionan como órganos especializados en el proceso de fotosíntesis, el proceso en el que la planta convierte la luz solar en energía química para apoyar su crecimiento y desarrollo (Febrianto, 2022)

La disposición alterna y la forma elíptica favorecen una exposición homogénea a la luz solar, mejorando de esta manera la eficiencia de la fotosíntesis. Las hojas de cacao, además de su rol fotosintético, juegan un papel vital en la regulación del balance hídrico de la planta (González, 2020).

2.2.4.4. Flores

Las flores de cacao se distinguen por su única forma, atrayendo la mirada debido a su relevancia en el proceso de cultivo. Estas flores, de tamaño pequeño, exhiben cinco sépalos y pétalos con tonos que suelen fluctuar entre el blanco y el crema (Julca, 2023).

Una particularidad es la organización singular de los estambres en forma de anillo alrededor del gineceo, el segmento femenino de la flor. Adicionalmente, el ovario, situado en la base de la flor, sufre un crecimiento que termina en la creación del fruto que alberga las semillas de cacao (Argout, 2023).

Las flores de cacao desempeñan roles esenciales en el ciclo vital de la planta, siendo su función primordial promover la reproducción al facilitar la polinización. El polen es transportado entre las flores por polinizadores como abejas y moscas, lo que favorece la fecundación y la generación de semillas. Adicionalmente, estas flores poseen los órganos reproductivos tanto masculinos como femeninos requeridos para la generación de frutas (Du et al., 2022).

2.2.4.5. Frutos

Estas vainas tienen una forma alargada ovoide, que puede tener varias dimensiones, pero suelen tener entre 15 y 30 centímetros de largo. Su superficie exterior muestra una textura rugosa y un matiz verde, que se vuelve amarilla o roja durante la madurez de los frutos (Ortiz, 2023).

La vaina tiene una cáscara dura y robusta, mientras que en su interior alberga pulpa y múltiples semillas, denominadas granos de cacao, envueltas por una pulpa mucilaginosa (Solarte, 2022).

Las semillas de cacao, también conocidas como granos, constituyen el componente más preciado de la vaina. Cada vaina alberga diversas semillas agrupadas en filas en su pulpa. Estas semillas tienen una forma ovalada, con una longitud que varía entre 2 y 3 centímetros, y están recubiertas por una cáscara sólida (Acebo, 2021).

El papel que desempeña la pulpa mucilaginosa que recubre las semillas es crucial en el proceso de fermentación, un paso clave en la elaboración del chocolate. La importancia económica del cultivo de cacao se enfoca en la recolección y el tratamiento de estos frutos, dado que se extraen los granos de cacao de las semillas (Nursanti, 2021).

2.2.5 Requerimientos edafoclimáticos

2.2.5.1. Temperatura

La temperatura juega un rol vital en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*), ya que es un elemento ambiental esencial que impacta en todo su ciclo de crecimiento, desde el momento de la plantación hasta la maduración de los frutos. Aunque la planta de cacao proviene de zonas tropicales y subtropicales, ha evolucionado para florecer en condiciones de temperatura determinadas (Agwupuye, 2022).

Para un crecimiento ideal, el cacao presenta preferencias térmicas en diversas fases de su desarrollo. El proceso de germinación de las semillas necesita temperaturas elevadas, cerca de 27°C y 32°C, en cambio, durante el desarrollo vegetal favorece temperaturas que varían entre 21°C y 26°C (Otoikhian, 2022).

Durante la etapa de floración y creación de frutas, temperaturas más templadas, aproximadamente de 18°C a 24°C, son perfectas. La etapa de maduración de los frutos, crucial para la calidad del cacao, muestra una mayor susceptibilidad a los cambios de temperatura, floreciendo de manera más efectiva

en condiciones diurnas de 24°C a 27°C y nocturnas de 18°C a 21°C (Lachenaud, 2019.)

Las fluctuaciones severas de la temperatura pueden impactar de manera adversa en el desempeño y la calidad del cacao. Las temperaturas elevadas durante la etapa de floración pueden disminuir la producción de frutas, mientras que las temperaturas demasiado bajas pueden provocar la caída anticipada de las flores. Además, las altas temperaturas durante el proceso de maduración de los frutos pueden influir de manera adversa en la calidad de los granos de cacao, alterando su aroma y gusto (Alhuda, 2022).

2.2.5.2. Heliofanía

La radiación solar que penetra directamente en la superficie de la Tierra, denominada heliofanía, juega un rol crucial en el cultivo del cacao, afectando directamente los procesos fisiológicos y el desempeño de la planta. La correcta exposición al sol es vital para realizar la fotosíntesis, un proceso vital para la generación de carbohidratos y, en consecuencia, para el desarrollo saludable del cacao (García, 2023).

Varios elementos establecen la heliofanía ideal para el cultivo del cacao, entre ellos la latitud, altitud y las condiciones meteorológicas de la zona. En términos generales, se sostiene que las zonas ecuatoriales, con una exposición solar más continua durante todo el año, brindan las condiciones óptimas para el crecimiento del cacao (Wolcott, 2023).

El cacao logra su máximo rendimiento en zonas con un rango de heliofanía específico. Usualmente, se persigue un periodo anual de exposición solar que oscile entre 2,000 y 3,000 horas para alcanzar una producción suficiente. Este espectro ofrece la cantidad correcta de energía solar para respaldar los procesos fotosintéticos, posibilitando que la planta logre su máximo potencial de expansión y evolución (Gaibor, 2023).

2.2.5.3. Precipitación

La precipitación juega un rol crucial en el cultivo del cacao, influyendo directamente en su crecimiento y productividad. El cacao, denominado *Theobroma cacao*, proviene de zonas tropicales y subtropicales, y necesita de precipitaciones para su crecimiento óptimo (Rahayu, 2023).

“El volumen y la ubicación de las precipitaciones influyen en la presencia de agua en el terreno, alterando la absorción de nutrientes y la fotosíntesis”. (Ogata, 2019, p. 25)

Bajo condiciones óptimas, el cacao florece en climas con precipitaciones balanceadas de 1,500 a 2,500 mm anuales, fundamentales para todo el ciclo vital, desde la germinación hasta la generación de frutas. No obstante, es vital prevenir el exceso de agua, ya que puede provocar encharcamiento y patologías vinculadas a la humedad (Tarazona, 2023).

Las sequías pueden reducir la disponibilidad de agua, perjudicando el crecimiento de los frutos, mientras que la precipitación excesiva puede causar dificultades en el drenaje y favorecer la aparición de hongos dañinos, disminuyendo de manera considerable la producción de cacao (Ramos, 2022).

2.2.5.4. Topografía

“El papel de la topografía en el cultivo del cacao es crucial, ya que afecta directamente las condiciones del entorno y el desarrollo de la planta”. (Ogunbiyi, 2022, p. 35)

Elementos geográficos como la altitud, la inclinación y la exposición al sol son vitales para el triunfo de la siembra. La altitud, usualmente situada entre los 100 y 1000 metros sobre el nivel del mar (msnm), influye en el crecimiento de los frutos, produciendo temperaturas más frescas que favorecen la creación de los sabores distintivos del cacao (Nieves, 2019).

“La inclinación del suelo, otro factor esencial, influye de manera notable en el cultivo al facilitar un drenaje apropiado en pendientes moderadas, previniendo encharcamientos dañinos para las raíces y disminuyendo la posibilidad de erosión durante lluvias fuertes” (Chusniasih, 2023, p.22).

2.2.5.5. Suelo

Es fundamental el impacto del tipo de suelo en el cultivo del cacao, dado que afecta directamente el crecimiento, desarrollo y productividad de la planta. La capacidad del cacao para adaptarse a diferentes suelos es esencial para lograr una producción ideal, siendo diversas propiedades del suelo cruciales en este proceso (Mohali, 2023).

Los atributos fundamentales del terreno para el cultivo del cacao resaltan la importancia de suelos adecuadamente drenados y abundantes en materia orgánica. La habilidad del terreno para retener agua sin que se encharque es crucial, dado que el cacao aprecia condiciones húmedas sin tolerar la humedad

excesiva. Adicionalmente, la existencia de nutrientes fundamentales como el potasio, fósforo y magnesio es esencial para el crecimiento sano de la planta y la creación de los preciados granos de cacao (Darasia, 2023).

El terreno óptimo para el cultivo de cacao se distingue por ser una combinación balanceada de arcilla, limo y arena, a menudo conocido como suelo franco. Este tipo de terreno ofrece una retención de humedad sin fomentar el estancamiento del agua, fundamental para el crecimiento de las raíces y la absorción eficaz de nutrientes por la planta. Adicionalmente, se aconseja un pH levemente ácido a neutro, dado que el cacao se ajusta mejor a terrenos con pH que oscila entre 6 y 7 (Pilco, 2022).

2.2.6 *Phytophthora palmivora*, Butl.

Phytophthora palmivora, Butl., representa un patógeno fúngico perteneciente al género *Phytophthora*, reconocido por su impacto perjudicial en el cultivo de cacao. Este organismo, categorizado taxonómicamente como un oomiceto, afecta variadas partes de la planta, desde las raíces hasta las mazorcas, propagándose rápidamente en condiciones cálidas y húmedas. La enfermedad que provoca, conocida comúnmente como la mazorca negra, emerge como una amenaza significativa para la producción global de cacao (Septiani, 2023).

La presencia de *Phytophthora palmivora*, Butl., conlleva un riesgo sustancial para el cultivo de cacao al inducir la enfermedad denominada la mazorca negra. Este patógeno ataca las mazorcas en desarrollo, influyendo negativamente tanto en la calidad como en la cantidad de los granos de cacao cosechados. La infección puede resultar en la pérdida de cosechas, generando consecuentemente un impacto adverso en la economía de los productores de cacao y en la industria chocolatera en su totalidad (Cedeño, 2020).

La propagación de *Phytophthora palmivora*, Bult se realiza principalmente mediante esporas dispersadas en el agua, especialmente en condiciones de lluvia o riego. El patógeno puede infectar las plantas a través de lesiones en las raíces, extendiéndose luego a través del sistema vascular hacia otras partes de la planta, incluyendo las mazorcas en desarrollo. Su capacidad para persistir en el suelo y sobrevivir en residuos vegetales contribuye a su duradera presencia y a la dificultad de controlar su propagación (De Souza, 2018).

Los riesgos primordiales asociados con *Phytophthora palmivora*, Bult en el cultivo de cacao abarcan la reducción de la productividad, la merma en la calidad

de los granos y la amenaza económica para los productores. Además, la mazorca negra puede resultar en la muerte prematura de las plantas de cacao, impactando la sostenibilidad a largo plazo de las plantaciones (Peniche, 2021).

La capacidad genética del cacao para resistir este patógeno supone un reto significativo, resaltando la relevancia de estrategias de gestión integrada que incluyan prácticas culturales, control biológico y la aplicación correcta de fungicidas para minimizar los peligros asociados a *Phytophthora palmivora*, Bult (Torres, 2023).

2.2.7 Biofungicidas

Los biofungicidas se han presentado como una alternativa útil en el sector agrícola, sobresaliendo por su enfoque sustentable y su habilidad para luchar contra enfermedades provocadas por hongos dañinos. Estos agentes biológicos utilizan microorganismos útiles o derivados de seres vivos para prevenir, regular o eliminar enfermedades en los cultivos (Ford, 2022).

Los biofungicidas funcionan mediante múltiples procesos, tales como la competencia por recursos, la generación de antibióticos, el fomento de resistencia sistémica en las plantas y la parasitación directa de los hongos dañinos. Estos procedimientos no solo ofrecen un control eficaz de las enfermedades, sino que también disminuyen la presión selectiva que provoca el surgimiento de resistencia en los agentes patógenos (Adegbola, 2022).

Un beneficio sobresaliente de los biofungicidas radica en su reducida toxicidad para el entorno y las personas, en contraste con los fungicidas químicos tradicionales. Su aplicación también reduce la acumulación de desechos químicos en los productos recolectados, lo que favorece tanto la seguridad en la alimentación como la calidad final del producto. Adicionalmente, los biofungicidas respetan las especies beneficiosas, manteniendo de esta manera el balance natural en los ecosistemas de agricultura (Corazón, 2023).

Dentro de los biofungicidas más utilizados en la agricultura moderna se hallan *Trichoderma spp.*, famoso por su efectividad en la gestión de varias afecciones fúngicas, y *Bacillus subtilis*, que genera antibióticos que frenan el desarrollo de hongos perjudiciales. *Pseudomonas fluorescens*, reconocida por suprimir afecciones del suelo, también se encuentra entre los biofungicidas más sobresalientes. Estos elementos se utilizan tanto de forma preventiva como

curativa, proporcionando soluciones eficaces y sostenibles para la gestión de enfermedades (Ponce, 2023).

Pese a sus numerosos beneficios, los biofungicidas se topan con obstáculos como la estabilidad en el terreno, la compatibilidad con otros productos de la agricultura y la efectividad en situaciones fluctuantes. La investigación constante busca vencer estos desafíos y potenciar la efectividad de los biofungicidas, fortaleciendo de esta manera su función en prácticas agrícolas sustentables (Musheer, 2023).

La incorporación eficaz de biofungicidas en sistemas de agricultura demanda un enfoque integral. Esto conlleva la mezcla de biofungicidas con correctas prácticas culturales, rotación de cultivos y otras tácticas de gestión integrada de plagas y enfermedades. Esta mezcla de métodos potencia la resistencia de los cultivos y disminuye la necesidad de pesticidas químicos, fomentando de esta manera prácticas de agricultura más sustentables y balanceadas (Ezeorba, 2023).

2.3 Marco legal

Constitución Política de la República del Ecuador

Ley de Desarrollo Agrario

Capítulo I: Los Objetivos de la Ley

Artículo 3. Políticas agrarias.

El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:

- a)** De cultivo, cosecha, comercialización, procesamiento y en general, de aprovechamiento de recursos agrícolas;
- b)** El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:
- c)** De capacitación integral al indígena, al montubio, al afroecuatoriano y al campesino en general, para que mejore sus conocimientos relativos a la aplicación de los mecanismos de preparación del suelo,
- d)** De preparación al agricultor y al empresario agrícola, para el aprendizaje de las técnicas modernas y adecuadas relativas a la eficiente y racional administración de las unidades de producción a su cargo.

CAPÍTULO V

Protección y recuperación de la fertilidad de la tierra rural I de producción

Artículo 49.- Protección y recuperación. El Estado desarrollará la planificación para el aprovechamiento de la capacidad de uso y su potencial productivo agrario, con la participación de la población local y ofreciendo su apoyo a las comunidades de la agricultura familiar campesina, a las organizaciones de la economía popular y solidaria y a las y los pequeños y medianos productores, con la implementación y el control de buenas

prácticas agrícolas. (Asamblea Nacional De La República Del Ecuador, 2016, p. 14)

**Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria.
Investigación, Asistencia Técnica y Diálogo de saberes**

Artículo 9. Investigación y extensión para la soberanía alimentaria. - El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad.

Artículo 10. Institucionalidad de la investigación y la extensión. - La ley que regule el desarrollo agropecuario creará la institucionalidad necesaria encargada de la investigación científica, tecnológica y de extensión, sobre los sistemas alimentarios, para orientar las decisiones y las políticas públicas y alcanzar los objetivos señalados en el artículo anterior; y establecerá la asignación presupuestaria progresiva anual para su financiamiento. (Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, 2014, p. 22)

Código orgánico de la producción

Art.57 “Democratización productiva en concordancia con lo establecido con la constitución se entenderá por democratización productiva política, mecanismo e instrumento para que genere desconcentración de factores y recursos productivos, y faciliten el acceso al financiamiento capital y tecnológico para la realización de actividades productivas “Párrafo II “El estado protegerá a la agricultura familia comunitaria como garante de la soberanía alimentaria,..., y al macro, pequeño y mediana empresa implementando política que regulan sus intercambios con el sector privado.

Art. 14.- Según la Constitución de la República sección II. Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológico equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de lo ecosistema, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (Código Orgánico De La Producción, Comercio E Inverciones., 2010, p. 26)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

El presente trabajo estuvo enfocado en determinar el efecto de biofungicidas orgánicos en el control de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*, Butl) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.).

3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

El estudio actual se llevó a cabo de forma inductiva, empleando características y el movimiento de las variables de la metodología experimental. La recopilación de datos posibilitó la comprobación de la hipótesis, lo que facilitó la obtención de una relación confiable entre causa y efecto.

3.1.1.1. Investigación experimental

Se Examinaron los biofungicidas orgánicos mejoraron el control de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*, Butl) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.).

3.1.1.2. Investigación descriptiva

Cada variable fue evaluada y examinada para registrarla de forma detallada en todos los datos recolectados durante este estudio.

3.1.1.3. Investigación documental

Todos los datos, incluyendo los resultados evaluados y examinados, se expusieron de manera textual al concluir este estudio.

3.1.1.4. Investigación de campo

Se llevó a cabo la investigación en campo, lo que es aplicable a este tipo de estudio.

3.1.2 Diseño de investigación

El estudio utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cinco tratamientos que fueron evaluados mediante cuatro repeticiones. Esto permitió llevar a cabo un experimento con 20 tratamientos el cual cada tratamiento estuvo conformado por 3 unidades experimentales con un total de 60 unidades dentro del ensayo de campo.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Biofungicidas y cultivo de cacao.

3.2.1.2. Variables dependientes

- **Número de mazorca por planta a los 30,60,90 días (n):** Se llevó a cabo el recuento del total de las mazorcas seleccionados de manera aleatoria dentro de la zona útil de cada unidad experimental a los 30,60.90 días.
- **Número de mazorcas sanas a los 30,60,90 días (n):** Se realizó el conteo de los frutos que no presenten síntomas o daños por enfermedad a los 30,60,90 días, los datos fueron expresados en porcentaje de total de frutos producidos.
- **Peso de 100 semillas (g):** Utilizando una balanza digital, se procedió a medir el peso de 100 semillas seleccionadas de manera aleatoria dentro del área útil de cada unidad experimental. Los datos correspondientes a esta variable se registrarán en gramos.
- **Rendimiento (kg/ha):** Para realizar el análisis de rendimiento del cultivo las semillas de cacao se cosecharon, se secaron, y el resultado se calculó en kilogramos por hectárea.
- **Análisis económico (b/c):** Se empleó la metodología de la relación beneficios/costos, que tomó en cuenta los rendimientos obtenidos y los costos variables de cada tratamiento

3.2.2 Tratamientos

Los tratamientos experimentales constaron de cinco tratamientos y cuatro repeticiones lo que da como resultado un total de 20 parcelas experimentales, el T1 (*Trichoderma spp* 7g), T2 (*Trichoderma spp* 5g), T3 (*Pseudomonas spp* 7g), T3 (*Pseudomonas spp* 5g) y un testigo absoluto el cual no tendrá aplicaciones como se detallan a continuación:

Tabla 1.
Descripción de los tratamientos experimentales

N°	Tratamientos	Dosis	Días de aplicación
1	Tratamiento 1 (<i>Trichoderma spp</i>)	7g /planta	1 – 30 – 60 – 90 Días
2	Tratamiento 2 (<i>Trichoderma spp</i>)	5g /planta	1 – 30 – 60 – 90 Días
3	Tratamiento 3 (<i>Pseudomonas spp</i>)	7g /planta	1 – 30 – 60 – 90 Días
4	Tratamiento 4 (<i>Pseudomonas spp</i>)	5g /planta	1 – 30 – 60 – 90 Días
5	Testigo absoluto	0	Sin aplicación

Elaborado por: El Autor, 2024

3.2.4 Diseño experimental

Tabla 2.
Esquema de análisis de varianza

Fuente de variación	Formula	Desarrollo	Grados de libertad
Tratamientos	t-1	(4-1)	3
Repeticiones	r-1	(5-1)	4
Error	(t-1) (r-1)	(4-1) (5-1)	12
Total	T*r-1	4*5-1	19

Elaborado por: El Autor, 2024

3.2.5 Recolección de datos

3.2.5.1. Recursos

- **Materiales y herramientas:** Machete, cintas, dosificador, baldes, pala, estaquillas, piolas, flexómetro, bomba, cámara e insumos.
- **Recurso bibliográfico:** Informes, artículos de revistas, folletos, libros, documentos de sitio web y tesis de grado.
- **Material experimental:** Cultivo de cacao, biofungicidas.
- **Recursos humanos:** Tesista, tutor, encargado de la finca en estudio.
- **Recursos económicos:** El presente trabajo de investigación fue financiado por recursos propios del tesista.

Tabla 3.
Presupuesto del estudio

Descripción	Cantidad	Total (\$)
Terreno (Arrendar)	1	200,00
Flexómetro	1	5,00
<i>Trichoderma spp</i>	1L	30,00
<i>Pseudomonas spp</i>	1 L	30,00
Pasajes	15	70,00
Alimentación	15	80,00
Insecticida	1	25,00
Mano de obra	1	100,00
Papelería	400	80,00
Total		650.00

Elaborado por: El Autor, 2024

3.2.5.2. Métodos y técnicas

3.2.5.2.1. Métodos

- **Método inductivo:** Permitió observar los resultados obtenidos con la finalidad de cumplir los objetivos específicos e hipótesis planteada.
- **Método deductivo:** Parte de los datos generales aceptados como valederos, para deducir por medio del razonamiento lógico, varias suposiciones, es decir; parte de verdades previamente establecidas como principios generales.
- **Método sintético:** Establecer y relacionar los resultados para construir la discusión, conclusiones relacionadas bajo la perspectiva de totalidad de la investigación.

3.2.5.2.2. Técnicas

El ensayo se llevó a cabo en un cultivo que ya ha sido establecido y los datos se registraron en la cosecha. Se realizaron cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Durante el tiempo de investigación, se realizaron todas las labores culturales necesarias para el normal desarrollo del cultivo.

- **Material genético:** Cultivo de cacao ya establecido.

- **Riego:** Se aplicó riego por microaspersión para agregar humedad al suelo, lo que permitió que la planta absorba el agua según la humedad del suelo cuando lo necesite.
- **Control de malezas:** Se realizó el control de malezas presentes en el suelo del cultivo, de forma mecánica con la ayuda de una moto guadaña.
- **Fertilización:** La fertilización del cultivo se mantuvo según las recomendaciones del agricultor.
- **Control de enfermedades:** Se utilizó en base a la tabla de tratamientos que se detalla en la tabla 1.

3.2.6 Población y muestra

Tabla 4.
Descripción de las parcelas experimentales

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Ancho de parcela	9.0 m
Longitud de parcela	9.0 m
Ancho de área útil	3.0 m
Longitud de área útil	3.0 m
Distancia entre bloques	3.0 m
Ancho del ensayo	54.0 m
Longitud del ensayo	45.0 m
Área de parcela útil	9.0 m ²
Área total del ensayo	2430.0 m ²

Elaborado por: El Autor, 2024

3.2.7 Análisis estadístico

3.2.7.1. Análisis funcional

En un diseño que incluyó cinco tratamientos y cuatro repeticiones, se utilizó un análisis de varianza con la prueba de Tukey al 5% de significancia para comparar las medias. Cabe mencionar que el análisis estadístico de los datos se ejecutará utilizando el software InfoStat.

3.2.7.2. Hipótesis estadística

Ha: Al menos una de las aplicaciones de biofungicidas orgánicos tuvo resultados en el control de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*, butl) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*).

Ho: Ninguna de las aplicaciones de biofungicidas orgánicos tuvo resultados en el control de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*, butl) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*).

4. RESULTADOS

4.1 Determinación de la eficacia de los biofungicidas orgánicos en la supresión de la mazorca negra.

4.1.1 Mazorca por planta a los 30 días (n)

La tabla 5 muestra las medias obtenidas al evaluar el número de mazorcas por planta a los 30 días. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación de 4.39 % y un valor p entre los tratamientos fue de <0.0001, lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T4 (*Pseudomonas* 7g) fue el mejor tratamiento, con un valor de 12.75 %; seguido de T3 (*Pseudomonas* 5g) con un valor de 11.75 %; seguido del T2 (*Trichodermas* 7g) con un valor de 10.50 %. El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto) con 7.50 % de número de mazorcas por planta de cacao a los 30 días.

Tabla 5.

Mazorcas por planta 30 días

N	Tratamientos	Medidas	Tukey
1	T4 (<i>Pseudomonas</i> 7g)	12,75	A
2	T3 (<i>Pseudomonas</i> 5g)	11,75	A
3	T2 (<i>Trichodermas</i> 7g)	10,5	B
4	T1 (<i>Trichodermas</i> 5g)	9,5	B
5	T5(Testigo Absoluto)	7,5	C
Coeficiente de Variación		4,39	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor, 2024

4.1.2 Mazorca por planta a los 60 días (n)

La tabla 6 muestra las medias obtenidas al evaluar el número de mazorcas por planta a los 60 días. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación de 2.81 % y un valor p entre los tratamientos fue de <0.0001, lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T4 (*Pseudomonas* 7g) fue el mejor tratamiento, con un valor de 14.50 %; seguido de T3 (*Pseudomonas* 5g) con un valor de 13.50 %; seguido del T2 (*Trichodermas* 7g) con un valor de 11.75 %. El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto) con 8.00 % de número de mazorcas por planta de cacao a los 60 días.

Tabla 6.

Mazorcas por planta a los 60 días (n)

N	Tratamientos	Medidas	Tukey
1	T4 (<i>Pseudomonas</i> 7g)	14,5	A
2	T3 (<i>Pseudomonas</i> 5g)	13,5	B
3	T2 (<i>Trichodermas</i> 7g)	11,75	C
4	T1 (<i>Trichodermas</i> 5g)	10,75	D
5	T5 (Testigo Absoluto)	8	E
Coefficiente de Variación		2,81	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor, 2024

4.1.3 Mazorca por planta a los 90 días (n)

La tabla 7 muestra las medias obtenidas al evaluar el número de mazorcas por planta a los 90 días. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación de 3.57 % y un valor p entre los tratamientos fue de <0.0001 , lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T4 (*Pseudomonas* 7g) fue el mejor tratamiento, con un valor de 15.50 %; seguido de T3 (*Pseudomonas* 5g) con un valor de 14.50 %; seguido del T2 (*Trichodermas* 7g) con un valor de 13.25 %. El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto) con 8.50 % de número de mazorcas por planta de cacao a los 90 días.

Tabla 7.

Mazorcas por planta a los 90 días (n)

N	Tratamientos	Medidas	Tukey
1	T4 (<i>Pseudomonas</i> 7g)	15,5	A
2	T3 (<i>Pseudomonas</i> 5g)	14,5	A
3	T2 (<i>Trichodermas</i> 7g)	13,25	B
4	T1 (<i>Trichodermas</i> 5g)	12,25	B
5	T5 (Testigo Absoluto)	8,5	C
Coefficiente de Variación		3,57	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor, 2024

4.1.4 Mazorcas sanas a los 30 días (n)

La tabla 8 muestra las medias obtenidas al evaluar el número de mazorcas sanas por planta a los 30 días. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación de 4.86 % y un valor p entre los tratamientos fue de <0.0001, lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T4 (*Pseudomonas* 7g) fue el mejor tratamiento, con un valor de 11.75 %; seguido de T3 (*Pseudomonas* 5g) con un valor de 10.75 %; seguido del T2 (*Trichodermas* 7g) con un valor de 9.50 %. El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto) con 6.50 % de número de mazorcas sanas por planta de cacao.

Tabla 8.

Mazorcas sanas a los 30 días (n)

N	Tratamientos	Medidas	Tukey
1	T4 (<i>Pseudomonas</i> 7g)	11,75	A
2	T3 (<i>Pseudomonas</i> 5g)	10,75	A
3	T2 (<i>Trichodermas</i> 7g)	9,5	B
4	T1 (<i>Trichodermas</i> 5g)	8,5	B
5	T5(Testigo Absoluto)	6,5	C
Coeficiente de Variación		4,86	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor, 2024

4.1.5 Mazorcas sanas a los 60 días (n)

La tabla 9 muestra las medias obtenidas al evaluar el número de mazorcas sanas por planta a los 60 días. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación de 3.08 % y un valor p entre los tratamientos fue de <0.0001, lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T4 (*Pseudomonas* 7g) fue el mejor tratamiento, con un valor de 13.50 %; seguido de T3 (*Pseudomonas* 5g) con un valor de 12.50 %; seguido del T2 (*Trichodermas* 7g) con un valor de 10.75 %. El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto) con 7.00 % de número de mazorcas sanas por planta de cacao a los 60 días.

Tabla 9.

Mazorcas sanas a los 60 días (n)

N	Tratamientos	Medidas	Tukey
1	T4 (<i>Pseudomonas</i> 7g)	13,5	A
2	T3 (<i>Pseudomonas</i> 5g)	12,5	B
3	T2 (<i>Trichodermas</i> 7g)	10,75	C
4	T1 (<i>Trichodermas</i> 5g)	9,75	D
5	T5(Testigo Absoluto)	7	E
Coefficiente de Variación		3,08	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor, 2024

4.1.6 Mazorcas sanas a los 90 días (n)

La tabla 10 muestra las medias obtenidas al evaluar el número de mazorcas sanas por planta a los 90 días. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación de 3.87 % y un valor p entre los tratamientos fue de <0.0001 , lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T4 (*Pseudomonas* 7g) fue el mejor tratamiento, con un valor de 14.50 %; seguido de T3 (*Pseudomonas* 5g) con un valor de 13.50 %; seguido del T2 (*Trichodermas* 7g) con un valor de 12.25 %. El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto) con 7.50 % de número de mazorcas sanas por planta de cacao a los 90 días.

Tabla 10.

Mazorcas sanas 90 días

N	Tratamientos	Medidas	Tukey
1	T4 (<i>Pseudomonas</i> 7g)	14,5	A
2	T3 (<i>Pseudomonas</i> 5g)	13,5	A
3	T2 (<i>Trichodermas</i> 7g)	12,25	B
4	T1 (<i>Trichodermas</i> 5g)	11,25	B
5	T5(Testigo Absoluto)	7,5	C
Coefficiente de Variación		3,87	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor, 2024

4.1.7 Peso de 100 granos (g)

La tabla 11 muestra las medias obtenidas al evaluar el peso de 100 granos de cacao. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación de 0.62 % y un valor p entre los tratamientos fue de <0.0001 , lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T4 (*Pseudomonas* 7g) fue el mejor tratamiento, con un valor de 136.75 gramos; seguido de T3 (*Pseudomonas* 5g) con un valor de 133.50 gramos; seguido del T2 (*Trichodermas* 7g) con un valor de 125.25 gramos. El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto) con 110.75 gramos del peso de 100 granos de cacao.

Tabla 11.
Peso de 100 granos (g)

N	Tratamientos	Medidas	Tukey
1	T4 (<i>Pseudomonas</i> 7g)	136,75	A
2	T3 (<i>Pseudomonas</i> 5g)	133,5	B
3	T2 (<i>Trichodermas</i> 7g)	125,25	C
4	T1 (<i>Trichodermas</i> 5g)	116,75	D
5	T5 (Testigo Absoluto)	110,75	E
Coeficiente de Variación		0,62	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor, 2024

4.2 Establecimiento del tratamiento que ayude a mejorar los rendimientos en el cultivo de cacao

4.2.1 Rendimiento (kg/ha)

La tabla 12 muestra las medias obtenidas al evaluar el rendimiento del cultivo de cacao. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación de 0.62 % y un valor p entre los tratamientos fue de <0.0001 , lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T4 (*Pseudomonas* 7g) fue el mejor tratamiento, con un valor de 911.67 kg/ha; seguido de T3 (*Pseudomonas* 5g) con un valor de 890.00 kg/ha; seguido del T2 (*Trichodermas* 7g) con un valor de 835.00 kg/ha. El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto) con 738.33 kg/ha.

Tabla 12.
Rendimiento (Kg/ha)

N	Tratamientos	Medidas	Tukey
1	T4 (<i>Pseudomonas</i> 7g)	911,67	A
2	T3 (<i>Pseudomonas</i> 5g)	890	B
3	T2 (<i>Trichodermas</i> 7g)	835	C
4	T1 (<i>Trichodermas</i> 5g)	778,33	D
5	T5(Testigo Absoluto)	738,33	E
Coefficiente de Variación		0,62	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor, 2024

4.3 Realización del análisis económico de los tratamientos en estudio

El análisis económico se efectuó en la tabla 13; para lo cual fue necesario conocer los valores de los rendimientos (kg/ha). Según los datos de los rendimientos en cada tratamiento y con la relación beneficio/costo se logró demostrar que el tratamiento que predominó en el estudio fue el T4 (*Pseudomonas* 7g), con un beneficio/costo de 2.82; lo que significa que por cada dólar invertido se generó una ganancia de 1.82 dólares; seguido por T3 (*Pseudomonas* 5g), con un valor de 2.76 con un retorno de 1.76 dólares; seguido por T2 (*Trichodermas* 7g), con un valor de 2.58 con un retorno de 1.58 dólares y por último el T5 (Testigo Absoluto) con un valor de 2.29 con un retorno de 1.29 dólares, siendo el de menor promedio entre tratamientos.

Tabla 13.
Análisis económico del cultivo de cacao

Tratamientos	REND. kg/ha	PRECIO COMERCIAL (\$/Kg)	BIEN BRUTO \$	COSTO DE PROD \$	BIEN/NETO \$	RELACION B/C
T1(<i>Trichodermas</i> 5g)	778.33	7.12	5541.73	2300	3241.73	2.41
T2(<i>Trichodermas</i> 7g)	835.00	7.12	5945.20	2300	3645.20	2.58
T3(<i>Pseudomonas</i> 5g)	890.00	7.12	6336.80	2300	4036.80	2.76
T4(<i>Pseudomonas</i> 7g)	911.67	7.12	6491.05	2300	4191.05	2.82
T5(Testigo Absoluto)	738.33	7.12	5256.93	2300	2956.93	2.29

Elaborado por: El Autor, 2024

5. DISCUSIÓN

Este estudio se centró en determinar el efecto de biofungicidas orgánicos en el control de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*, butl) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tras realizar el análisis e interpretación de los datos, se concluyó que el tratamiento T4 (*Pseudomonas* 7g) obtuvo los mejores resultados en lo que respecta a número de mazorca por planta, número de mazorca sana por planta, peso de 100 granos. Esto concuerda con lo señalado por Montoya et al. (2024), en su investigación, señala que la aplicación continua de biofungicidas puede controlar *Phytophthora palmivora*, Butl, disminuyendo su incidencia hasta un 60%. Los hallazgos de su estudio corroboran que el uso de productos basados en antagonistas (*Pseudomonas spp.*) puede atenuar los efectos de *P. palmivora*, Butl, posicionándose como una opción frente a los problemas fitosanitarios. Asimismo, Acurio (2020) en su investigación comparativa, reveló que mediante la aplicación de un biofungicida orgánico hecho con bacterias, se consiguió un incremento en el número de mazorcas sanas, reportando un promedio de 12,50 mazorcas sanas. Por otro lado, en el testigo convencional se registró un promedio de 6,83; lo que implica que mediante la aplicación gradual de biofungicidas se consigue evitar el ataque de *Phytophthora palm.*

En relación con el segundo objetivo específico, se analizó la variable de rendimiento del cultivo, identificando que el tratamiento T4 (*Pseudomonas* 7g) fue el mejor tratamiento, con un valor de 911.67 kg/ha; seguido de T3 (*Pseudomonas* 5g) con un valor de 890.00 kg/ha; seguido del T2 (*Trichodermas* 7g) con un valor de 835.00 kg/ha. El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto) con 738.33 kg/ha de la productividad del cultivo de cacao. Esto coincide con lo expuesto por Rodríguez (2020) que nos indica que al utilizar un biofungicida, se aplicó directamente a las plantas de cacao, se logró un porcentaje superior de frutos saludables (54,68%), mientras que, al aplicar un fungicida basado en sulfato de cobre pentahidratado, se logró un porcentaje inferior de mazorcas sanas (38,10%), las aplicaciones se llevaron a cabo en periodos de 60 días. Según Villa (2022) en su estudio muestra que mediante la implementación de tratamientos biológicos junto con podas fitosanitarias se consigue un incremento en el porcentaje de inflorescencia y un incremento en la producción de frutos saludables (42,67%) durante los primeros 60 días de evaluación. Por lo tanto, sugiere el empleo de

pseudomonas como opción biológica para la prevención de *Phytophthora palmivora*, Butl.

Asimismo, en función del tercer objetivo específico, se llevó a cabo un análisis económico basado en la relación beneficios/costos, en el cual se identificó al tratamiento T4 (*Pseudomonas* 7g) como el más rentable. Según Rangel et al. (2023) las *Pseudomonas* sobresalen en la regulación biológica de agentes patógenos en la plantación de cacao. Varias cepas generan sustancias antibacterianas y antifúngicas, tales como sideróforos y antibióticos, que frenan la proliferación de hongos fitopatógenos. Estudios recientes han evidenciado que el uso de *Pseudomonas fluorescens* en terrenos de cacao reduce la aparición de *Phytophthora palmivora*, uno de los principales patógenos que provoca la pudrición en la mazorca de cacao. Esto indica que la aplicación de *Pseudomonas* en cacao podría ser una táctica eficaz para la gestión integrada de plagas. Además, de acuerdo con Silva (2022) la habilidad de las *Pseudomonas* para impulsar el desarrollo vegetal se atribuye a su generación de fitohormonas, tales como las auxinas y las giberelinas, y a su capacidad para transportar nutrientes vitales en el terreno. En el cultivo del cacao, ciertas especies de *Pseudomonas* han demostrado un aumento notable en la absorción de nitrógeno y fósforo, componentes vitales para el crecimiento vegetal y la generación de frutos de alta calidad. Además, su habilidad para mantener nitrógeno puede disminuir la demanda de abonos químicos en las plantaciones de cacao, proporcionando una opción más sustentable para la agricultura.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Una vez analizados los datos de esta investigación, se puede concluir lo siguiente: En cuanto a la variable de número de mazorcas por planta, número de mazorcas sana por planta, peso de 100 granos, según el primer objetivo específico, el tratamiento T4 (*Pseudomonas* 7g) fue el mejor tratamiento; seguido de T3 (*Pseudomonas* 5g); seguido del T2 (*Trichodermas* 7g). El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto).

En cuanto al rendimiento del cultivo, el tratamiento T4 (*Pseudomonas* 7g) fue el mejor tratamiento, con un valor de 911.67 kg/ha; seguido de T3 (*Pseudomonas* 5g) con un valor de 890.00 kg/ha; seguido del T2 (*Trichodermas* 7g) con un valor de 835.00 kg/ha. El tratamiento promedio más bajo fue T5 (Testigo Absoluto) con 738.33 kg/ha de la productividad del cultivo de cacao.

Finalmente, se realizó un análisis económico de cada tratamiento, considerando la relación beneficio/costo. Se logró demostrar que el tratamiento que predominó en el estudio fue el T4 (*Pseudomonas* 7g), con un beneficio/costo de 2.82; lo que significa que por cada dólar invertido se generó una ganancia de 1.82 dólares; seguido por T3 (*Pseudomonas* 5g), con un valor de 2.76 con un retorno de 1.76 dólares; seguido por T2 (*Trichodermas* 7g), con un valor de 2.58 con un retorno de 1.58 dólares y por último el T5 (Testigo Absoluto) con un valor de 2.29 con un retorno de 1.29 dólares, siendo el de menor promedio entre tratamientos.

En conclusión, el uso de *Pseudomonas* en dosis de 7 gramos ayuda a controlar el ataque de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*, butl) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.).

6.2 Recomendaciones

De acuerdo con esta investigación, se recomienda lo siguiente:

Llevar a cabo estudios a largo plazo para evaluar los efectos continuos del uso de *Pseudomonas* en distintas etapas del ciclo de vida del cacao, desde el crecimiento inicial hasta la madurez y la cosecha.

Explorar una gama más amplia de dosis de *pseudomonas* con el fin de identificar las concentraciones más eficientes para diferentes tipos de suelos y etapas del cultivo, tomando en cuenta también su impacto en la calidad de la fruta.

Se sugiere aplicar *Pseudomonas* en las primeras etapas de desarrollo del cultivo. Esto puede realizarse mediante la inoculación en el vivero, donde se aplican

soluciones de bacterias *Pseudomonas* a las raíces de las plántulas de cacao antes del trasplante al campo. Al establecer una asociación temprana entre la planta y las bacterias benéficas, se incrementa la resistencia de las plantas jóvenes contra *Phytophthora palmivora* desde el inicio de su crecimiento.

Para un control efectivo de la mazorca negra, es importante combinar la aplicación de *Pseudomonas* con prácticas agronómicas, como la poda regular y el control de sombra. Estas prácticas ayudan a mejorar la circulación de aire y reducir la humedad, condiciones que limitan la proliferación de *Phytophthora palmivora*. Además, la remoción de mazorcas infectadas y restos vegetales evita la diseminación del patógeno y complementa el control biológico proporcionado por *Pseudomonas*.

Investigar cómo interactúa las pseudomonas con otros insumos, y cómo influye esta interacción en el cultivo.

Comparar diferentes métodos de enmiendas del suelo, como el empleo de otras fuentes orgánicas, para determinar cuál es más eficaz en términos de mejora del rendimiento y rentabilidad.

Basado en los resultados de esta investigación, donde el tratamiento más efectivo fue el T4 (*Pseudomonas*), en dosis de 7 gramos por lo cual, se recomienda su empleo como método de control del ataque de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*, Butl) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.).

BIBLIOGRAFÍA

- Acebo Guerrero, Yanelis, Annia Hernández - Rodríguez, Mayra Heydrich-Pérez, Mondher El Jaziri, y Ana Hernández-Lauzardo. (2021). «Management of black pod rot in cacao (*Theobroma cacao* L.): a review». *Fruits* 67:41-48. doi: 10.1051/fruits/2011065.
- Acurio Briones, Olga Katherine, y Diana Jenifer Montes Villavicencio. (2020). «“Aplicación de los biofungicidas orgánicos en el control de la mazorca negra (*phytophthora spp.*) en cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en el cantón valencia”.» bachelorThesis, Ecuador: La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).
- Adegbola, Raphael, Cory Keith, Osman Gutierrez, Ricardo Goenaga, y Judith Brown. (2022). «A Previously Undescribed Polerovirus (Solemoviridae) Infecting *Theobroma cacao* Germplasm». *Plant Disease* 107. doi: 10.1094/PDIS-06-22-1449-PDN.
- Agwupuye, Eyuwa, Abdulhakeem Agboola, Chioma Anosike, Lawrence Ezeanyika, y Richard Ukpanukpong. (2022). «Evaluation of the toxicological effect of methanol extract of unfermented *Theobroma cacao* in wistar albino rats». *AROC in Natural Products Research* 02:16-26. doi: 10.53858/arocnpr02021626.
- Alhuda, Bayu, Rizki Fauzia, Rachma Setiawan, y Yoga Nugraha. (2022). «test formulas and hedonic lipcream chocolate seed extract (*Theobroma cacao* L.)». *Indonesian Journal of Multidisciplinary Science* 1:818-25. doi: 10.55324/ijoms.v1i8.149.
- Argout, Xavier, Gaetan Droc, Olivier Fouet, Mathieu Rouard, Karine Labadie, Bénédicte Rhoné, Gaston Loor, y Claire Lanaud. (2023). Pangenomic exploration of *Theobroma cacao*: New Insights into Gene Content Diversity and Selection During Domestication.
- Bhattacharjee, Ranjana, Mohamed Luseni, Komivi Ametefe, A. Agre, Lava Kumar, y Laura Grenville-Briggs. (2023). Genetic diversity and population structure of cacao (*Theobroma cacao* L.) germplasm from Sierra Leone and Togo based on KASP- SNP genotyping.

- Cedeño Fonseca, Marco, José Flores-Leitón, José Jiménez, y Marco López-Mora. (2020). «Estado de conservación de *Theobroma cacao* en Costa Rica». *Phytoneuron* 72:1-7.
- Chusniasih, Dewi, Dwi Susanti, Selvi Marcellia, y Lia Ermawati. (2023). «efektivitas ekstrak etanol kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai bahan aktif gel antinyamuk *Aedes aegypti*». *Jurnal Medika Malahayati* 6:450-59. doi: 10.33024/jmm.v6i4.8978.
- Corazon Guivin, Mike, Adela Vallejos-Tapullima, Miguel Valles Coral, Anita Mendiola Céspedes, Gilberto Ubaldo Ascon Dionicio, Ronan Corrêa, Viviane Santos, Gladstone Silva, y Fritz Oehl. (2023). «*Viscospora peruviosca*, a new fungus in the Glomeraceae from a plantation of *Theobroma cacao* in Peru». 96:117-22. doi: 10.5073/JABFQ.2023.096.015.
- Darasia, Meta Mahendradatta, A. Hasizah, y Rahmaniar Rahmaniar. (2023). «Comparison of soxhletation and Microwave Assisted Extraction method for extracting polyphenols in cacao pod husks (*Theobroma cacao* L.)». *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1200:012038. doi: 10.1088/1755-1315/1200/1/012038.
- De Souza, Pahlevi, Lunian Moreira, Diogenes Sarmento, y Franciscleudo Costa. (2018). «*Cacao—Theobroma cacao*». Pp. 69-76 en.
- Du, Junhong, Qianqian Zhang, Sijia Hou, Jing Chen, Jianqiao Meng, Cong Wang, Dan Liang, Rongling Wu, y Yunqian Guo. (2022). «Genome-Wide Identification and Analysis of the R2R3-MYB Gene Family in *Theobroma cacao*». *Genes* 13:1572. doi: 10.3390/genes13091572.
- Ezeorba, Timothy, Kingsley Chukwudozie, Charles Okoye, Emmanuel Okeke, Ezugwu Arinze Linus, y Emeka Anaduaka. (2023). «Biofungicides: Classification, Applications and Limitations». Pp. 12-39 en.
- Febrianto, Noor, y Fan Zhu. (2022). «Comparison of bioactive components and flavor volatiles of diverse cocoa genotypes of *Theobroma grandiflorum*, *Theobroma bicolor*, *Theobroma subincanum* and *Theobroma cacao*». *Food Research International* 161:111764. doi: 10.1016/j.foodres.2022.111764.
- Ford, Anabel, Ann Williams, y Mattanjah de Vries. (2022). «New light on the use of *Theobroma cacao* by Late Classic Maya». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 119. doi: 10.1073/pnas.2121821119.

- Gaibor, Víctor, y Mario Uvidia. (2023). «Incidence of the soil for the bioaccumulation of Cadmium in the cocoa kernel (*Theobroma cacao* L.) of two varieties Fino de Aroma and CCN51 cultivated in the Santa Clara canton, Pastaza province». *Medwave* 23:eUTA350. doi: 10.5867/medwave.2023.S1.UTA350.
- García, A., Martínez, L., y Rodríguez, M. (2020). *Pseudomonas* en el cultivo de cacao: aplicaciones en el biocontrol de enfermedades. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 25(3), 145-157.
- García, Luz, Francisco Arteaga Alcívar, L. David Vera Pinargote, y Iris Perez. (2023). «Water deficit influence upon pollen grain production in cacao genotypes (*Theobroma cacao*)». *Bioagro* 35:167-74. doi: 10.51372/bioagro352.9.
- Gonzalez-Orozco, Carlos, Angela Galán, Pablo Ramos, y Roxana Yockteng. (2020). «Exploring the diversity and distribution of crop wild relatives of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Colombia». *Genetic Resources and Crop Evolution* 67. doi: 10.1007/s10722-020-00960-1.
- Gonzalez-Orozco, Carlos, Jaime Osorio Guarín, y Roxana Yockteng. (2023). «Phylogenetic diversity of cacao (*Theobroma cacao* L.) genotypes in Colombia». *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization* 20:1-12. doi: 10.1017/S1479262123000047.
- Gonzalez-Orozco, Carlos, y Allende Pesca Moreno. (2022). «Regionalization of Cacao (*Theobroma cacao* L.) in Colombia». *Frontiers in Sustainable Food Systems* 6:925800. doi: 10.3389/fsufs.2022.925800.
- Guillou, Caroline, y Dorothée Verdier. (2022). «*Theobroma cacao*: Somatic Embryogenesis». Pp. 69-81 en *Methods in molecular biology* (Clifton, N.J.). Vol. 2527.
- Intriago-Mendoza, Fernando, Flora Mendoza, y Roberto Mendoza. (2023). «Reconversión de cultivo: de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) a cacao (*Theobroma cacao*) en Quinindé, Ecuador». doi: 10.60100/bciv.v3i2.111.
- Ishida, Akiko, Isao Ogiwara, y Sakae Suzuki. (2023). «Elevated CO₂ Influences the Growth, Root Morphology, and Leaf Photosynthesis of Cacao (*Theobroma cacao* L.) Seedlings». *Agronomy* 13:2264. doi: 10.3390/agronomy13092264.
- Julca Otiniano, Alberto. (2023). «Comportamiento en Vivero de Diferentes Patrones y Plantas Injertadas De Cacao (*Theobroma cacao* L.) en Rio Negro, Satipo, Junín, Perú». *Revista Científica Pakamuros* 5. doi: 10.37787/krj1qn65.

- Kouame Fulbert, Oussou, Gamze GUCLU, Hasim Kelebek, y Serkan Selli. (2022). «Elucidating the contribution of microorganisms to the spontaneous fermentation and the quality of Ivorian cacao (*Theobroma cacao*) beans: The quality of Ivorian cacao (*Theobroma cacao*) beans». *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods* 14:23-35. doi: 10.15586/qas.v14i4.1078.
- Lachenaud, Philippe, y Juan C. Motamayor. 2017. «The Criollo cacao tree (*Theobroma cacao* L.): a review». *Genetic Resources and Crop Evolution* 64. doi: 10.1007/s10722-017-0563-8.
- Lagneaux, Elisabeth, Federico Andreotti, y Charlotte Neher. (2021). «Cacao, copoazu and macambo: Exploring *Theobroma* diversity in smallholder agroforestry systems of the Peruvian Amazon». *Agroforestry Systems* 95. doi: 10.1007/s10457-021-00610-0.
- Lima, Kawanny, João Lima, Lully Alves, Saulo Mendes, y Izabel Serra. (2023). «DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM CREME ANTIOXIDANTE À BASE DO EXTRATO GLICÓLICO DAS FOLHAS DE *Theobroma cacao*». *REVISTA FOCO* 16:e3193. doi: 10.54751/revistafoco.v16n10-136.
- Madhu, G., - Rani, Muralidhara Bm, - Rajendiran, V. Venkataravanappa, y Subbaraman Sriram. (2023). «First report of *Phytophthora tropicalis* causing black pod of Cacao (*Theobroma cacao*) in India». *Australasian Plant Disease Notes* 52:3. doi: 10.1007/s13313-023-00947-3.
- Márquez, J., Vargas, P., y Castillo, F. (2021). *Pseudomonas* como promotor del crecimiento y control de patógenos en cacao. *Agricultura Tropical*, 30(1), 90-104.
- Miguel Sierra, Yulien, Adileida Mengana-Fresco, Pablo Clapé-Borges, Wilfredo Lobaina, y Annia Hernández - Rodríguez. (2023). «In vitro micrografting of *Theobroma cacao* (Malvaceae) genotypes». *Revista Cubana de Enfermería* 10.
- Mohali, Sari, Stephen Woodward, Ned Klopfenstein, Mee-Sook Kim, y Jane Stewart. (2023). «Mycobiota associated with anthracnose and dieback symptoms on *Theobroma cacao* L. in Mérida State, Venezuela». 49:27-42. doi: 10.1590/0100-5405/245874.
- Montenegro, J., J. Morante, M. Acosta, R. Jaimez, M. Carranza, R. Bru, V. Huebla, Laura Morante, Fernando Abasolo, Néstor Sepúlveda, y John Quiñones Diaz. (2023). «Molecular response of cocoa (*Theobroma cacao*) to water

- deficit conditions». The Journal of Animal and Plant Sciences 6. doi: 10.36899/JAPS.2023.6.0671.
- Montoya, L., Sandoval, H., y Vargas, S. (2024). Avances biotecnológicos en el uso de *Pseudomonas* para el cultivo de cacao. *Ciencia y Agricultura*, 29(5), 221-230.
- Musheer, Nasreen, Anam Choudhary, Arshi Jamil, Rabiya Basri, Mohd Jamali, Sajjad Khan, y Sabiha Saeed. (2023). «How to Survey and Select Promising Biofungicides?» Pp. 232-67 en.
- Nieves, Yeimy, Cristóbal Vega, Samuel Villanueva Velásquez, y Magaly Henríquez. (2019). «Dissemination Article Banks of Germplasm of *Theobroma Cacao*». 35-42.
- Nieves-Orduña, Helmuth, Konstantin Krutovsky, y Oliver Gailing. (2023). «Geographic distribution, conservation, and genomic resources of cacao *Theobroma cacao* L». *Crop Science* 63:1750-78. doi: 10.1002/csc2.20959.
- Nursanti, Ida, Yuza Defitri, y Kurniawan Budhi. (2021). «pemberian urin kambing untuk mendukung pertumbuhan bibit tanaman kakao (*Theobroma cacao* L) giving goat urine to support the growth of cocoa (*Theobroma cacao* L) seeds». *Jurnal Media Pertanian* 6:48. doi: 10.33087/jagro.v6i1.107.
- Ogata, Nisao, Arturo Uv Gomez-Pompa, y Karl Taube. (2019). «The Domestication and Distribution of *Theobroma cacao* L. in the Neotropics». Pp. 69-89 en.
- Ogunbiyi, Oluwagbenga. (2022). «Characterization, Phytochemical Screening and Antimicrobial Properties of stem bark extract of *Theobroma cacao* (Cocoa)».
- Ortiz Álvarez, Antonio, Stanislav Magnitskiy, Elías Alexander Silva A., Caren Rodriguez, Xavier Argout, y Angela Castaño-Marín. (2023). «Cadmium Accumulation in Cacao Plants (*Theobroma cacao* L.) under Drought Stress». *Agronomy* 13:2490. doi: 10.3390/agronomy13102490.
- Otoikhian, Kevin, y Ubani Amune. (2022). «Comparative Analysis of the Drying Parameters of *Theobroma cacao* (Cocoa Beans) and *Musa paradisiaca* (Plantain)». *Asian Journal of Research in Agriculture and Forestry* 71-87. doi: 10.9734/ajraf/2022/v8i430166.
- Peniche, Hector. (2021). «Aplicación de la metabolómica en cacao (*Theobroma cacao* L.)», septiembre 2.
- Pilco, Angel, Magdiel Torres-de la Cruz, Mary Aime, Santos Leiva-Espinoza, Segundo Oliva-Cruz, y Jorge Ronny Díaz-Valderrama. (2022). «First Report

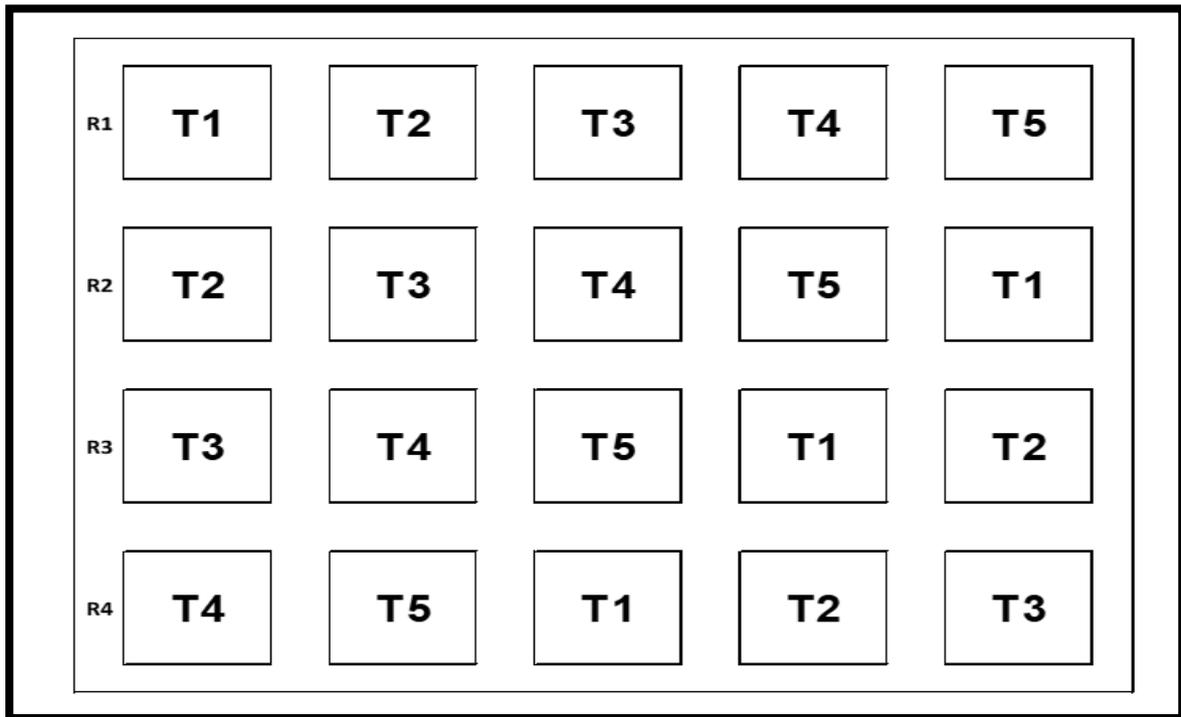
- of Thread Blight Caused by *Marasmius tenuissimus* on Cacao (*Theobroma cacao*) in Peru». *Plant Disease* 107. doi: 10.1094/PDIS-02-22-0420-PDN.
- Ponce, Mariela, Ximena Molina, y Carolina Rios. (2023). «Sostenibilidad en el Cultivo de Cacao (*Theobroma Cacao* L.) Por las Oportunidades de Economía Circular para la Provincia los Ríos». *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* 7:5182-97. doi: 10.37811/cl_rcm.v7i4.7342.
- Rahayu, Yani, Ernie Setiawatie, Retno Rahayu, y Doaa Ramadan. (2023). «Analysis of antioxidant and antibacterial activity of cocoa pod husk extract (*Theobroma cacao* L.)». *Dental Journal (Majalah Kedokteran Gigi)* 56:220-25. doi: 10.20473/j.djmkkg.v56.i4.p220-225.
- Rahayu, Yani, Ernie Setiawatie, Retno Rahayu, Neira Sakinah, Banun Kusumawardani, Achmad Gunadi, y Prabandaru Ryandhana. (2023). «Effects of Cocoa Pod Husk Extract (*Theobroma Cacao* L.) on Alveolar Bone in Experimental Periodontitis Rats». *Trends in Sciences* 20:6535. doi: 10.48048/tis.2023.6535.
- Rangel, T., Morales, D., y Rivera, J. (2023). Efectividad de *Pseudomonas fluorescens* contra *Phytophthora* en cultivos de cacao. *Investigación en Fitopatología*, 12(2), 57-65.
- Ramos, Roberto, Mayra Ferro, Gaus Silvestre De Lima, y Tatsuya Nagata. (2022). «First Report of Cotton Leafroll Dwarf Virus Infecting Cacao (*Theobroma cacao*) Trees in Brazil». *Plant Disease* 107. doi: 10.1094/PDIS-07-22-1570-PDN.
- Rios Moyano, Diana, Fredy Rodríguez-Cruz, Javier Salazar-Peña, y Augusto Ramirez. (2023). «Factores asociados a la polinización del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)». *Agronomía Mesoamericana* 34:52280. doi: 10.15517/am.2023.52280.
- Rodríguez-Lozano, Rodrigo. (2020). «Efecto de la aplicación de bioreguladores para el control de *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora palmivora* en cacao CCN-51 (*Theobroma cacao*)». *Killkana Técnica* 4(2):13-20. doi: 10.26871/killkanatecnica.v4i2.280.
- Septiani, Popi, Yonadita Pramesti, Devi Ningsih, Sulistyani Pancaningtyas, y Karlia Meitha. (2023). Identification of self- and pathogen-targeted miRNAs from resistant and susceptible *Theobroma cacao* variety to black pod disease.

- Silva, C., Gómez, E., y Pérez, R. (2022). La influencia de *Pseudomonas* en la productividad de cultivos de cacao: una revisión. *J. of Tropical Crop Science*, 18(4), 210-220.
- Solarte, Jesús, William Ballesteros Possu, y David Muñoz. (2022). «Análisis florístico de los sistemas agroforestales tradicionales de cacao (*Theobroma cacao* L) en Nariño.» *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 14. doi: 10.22490/21456453.5648.
- Souza, Ester, Deuclair Batista, Mercês Souza, Lucimar Miranda, y Eliane Azevedo. (2023). «o uso das propriedades dos flavonóides presentes no cacau (*Theobroma Cacao*) em doenças cardiovasculares the use of the properties of flavonoids present in cocoa (*Theobroma Cacao*) in cardiovascular diseases». *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação* 9:3265-75. doi: 10.51891/rease.v9i9.11499.
- Sudayasa, I., La Alifariki, Wa Salma, M. Reza DJ, y Tien Tien. (2023). «The effect of Cocoa Fruits (*Theobroma cacao* L.) extracts on serum blood glucose levels in white rats (*Rattusnovergicus*)». *Bionatura* 8:1-10. doi: 10.21931/RB/2023.08.03.32.
- Tarazona, Royer, Nelino Florida, Fidilberto Paita, David Berrospi, Yosvel Villanueva, y Amelia Guzmán. (2023). «Efecto del financiamiento en la producción semi ecológica y comercialización del cacao (*Theobroma cacao*) en Leoncio Prado-Perú». *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales* 10:96-104. doi: 10.53287/bkqd4570hw56p.
- Torres-de la Cruz, Magdiel, Carlos Ortiz-García, Lc Lagunes-Espinoza, José Gaspar-Génico, Santos Leiva-Espinoza, y Segundo Oliva-Cruz. (2023). «comportamiento reproductivo de *Theobroma cacao* en el sureste de México». *Revista Fitotecnia Mexicana* 46:203. doi: 10.35196/rfm.2023.2.203.
- Ullah, Ihsan, Muhammad Kamran, y Jim Dunwell. (2023). «Identification of a Novel Polerovirus in Cocoa (*Theobroma cacao*) Germplasm and Development of Molecular Methods for Use in Diagnostics». *Pathogens* 12. doi: 10.3390/pathogens12111284.
- Vera Chang, Jaime, Frank Intriago, Luis Cortez, Kerly Alvarado V, Jorge Benavides-Veraa, Juan Reyes-Pérez, Maddela Naga Raju, y Víctor Castro-Triana. (2023). «Effects of two fermentative methods on cacao (*Theobroma cacao*

- L.) Trinitario, induced with *Rhizobium japonicum* to reduce cadmium». *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales* 10:95-106.
- Villa, Milton Aurelio Guamán, Edwin Edison Jaramillo Aguilar, y Jhon Fernando Bernal Morales. (2022). «Control biológico de la mazorca negra (*Phytophthora Palmivora* L.) En el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)». *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas* 5(3):149-54.
- Villamizar, Raquel, y Edgar González. (2023). BioNanotecnología aplicada al cultivo de *Theobroma cacao* L.
- Wolcott, Katherine, Edward Stanley, Osman Gutierrez, Stefan Wuchty, y Barbara Whitlock. (2023). «3D pollination biology using micro-computed tomography and geometric morphometrics in *Theobroma cacao*». *Applications in Plant Sciences* 11. doi: 10.1002/aps3.11549.
- Zambrana, Narel, Rainer Bussmann, y Carolina Romero. (2020). «*Theobroma cacao* L. Malvaceae». Pp. 1795-99 en.

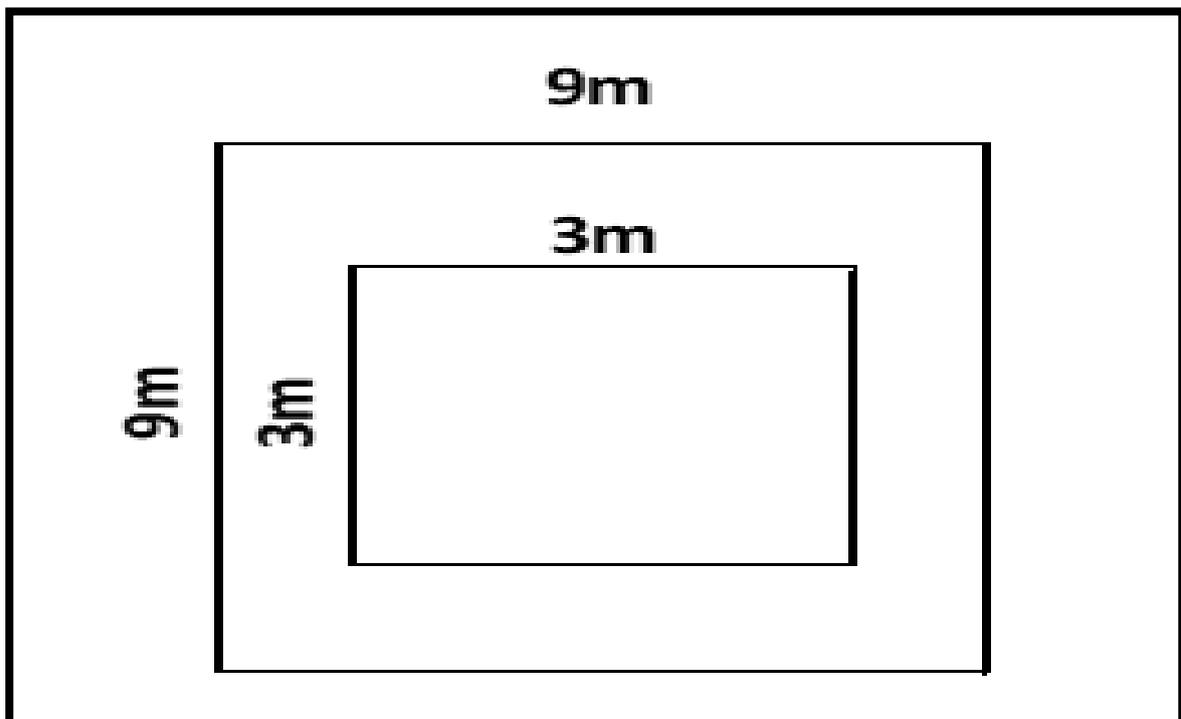
ANEXOS

Figura 1.
Croquis del estudio



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 2.
Área útil de parcelas



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 3.
Ficha técnica del biofungicida *Trichoderma*

FICHA TÉCNICA	
<i>Trichoderma spp.</i>	
	
COMPOSICIÓN	Concentrado de esporas a partir de cepas del hongo <i>Trichoderma spp.</i>
UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS	1 x 10 ⁹
MECANISMO DE ACCIÓN	<i>Trichoderma</i> es un microorganismo antagonista de patógenos que se encuentran presentes en la mayoría de los suelos. Posee un control eficaz de enfermedades en plantas, amplio rango de acción, amplia propagación en el suelo aumentando sus poblaciones y ejerciendo un control duradero sobre hongos fitopatógenos. Por otro lado, favorece la descomposición de materia orgánica, estimula el crecimiento de los cultivos y aumentando el crecimiento de las raíces a medida que éstas se desarrollan y aumenta la resistencia del cultivo frente al ataque de posibles patógenos.
BENEFICIOS Y VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Protege las raíces de enfermedades causadas por hongos patógenos, permitiendo que el sistema radicular sea más fuerte y sano. • Aumenta la capacidad de capturar nutrientes y de retener humedad, haciendo a las plantas más fuerte a condiciones de estrés hídrico. • No requiere equipamiento especial para su aplicación. • Eliminan la necesidad de tratar con fungicidas químicos, reduciendo los costos y disminuyendo el uso de fertilizantes.
FORMULACIÓN	Líquido / Sólido
TOXICIDAD	Cat. tox.: 5. Precaución / Verde. Puede ser nocivo en caso de ingestión. Puede ser nocivo por el contacto con la piel. Puede ser nocivo en caso de inhalación. Protección al ambiente: No contamine el aire, suelo, fuentes, arroyos, lagos u otros cuerpos de agua. El hongo <i>Trichoderma spp</i> no muestra toxicidad en mamíferos. Se considera un producto no tóxico ni alergénico.
PERIODO DE CARENCIA	No tiene días de carencia. Se puede aplicar hasta la cosecha
TIEMPO DE REINGRESO	Permite reingresar al cultivo después de la aplicación.
PRECAUCIONES DE MANEJO	En la aplicación se debe usar ropa de protección: pantalón largo, camisa de mangas largas, delantal, protector facial, botas altas y guantes. Evitar el contacto con la piel, ojos y ropa. No respirar el polvo del producto ni la aspersión. No comer, no beber, no fumar, durante la aplicación, ni después antes de lavarse todo el cuerpo con jabón. Lavar aparte el equipo usado y la ropa. Se deben eliminar los envases vacíos siguiendo la norma legal vigente. No dañar la etiqueta durante el proceso de aplicación. Eliminar los residuos de aplicación sin impactar el ambiente.
GARANTIA DEL PRODUCTO	El fabricante garantiza la composición y calidad el producto. No se responsabiliza por el uso imprudente, excesivo o indebido por parte del consumidor, así como la interpretación errónea de las instrucciones de uso.
COMPATIBILIDAD	Puede aplicarse con insecticidas, fertilizantes foliares o bactericidas. Es compatible con otras medidas de control.

Fuente: Biogen, 2024

Figura 4.
Ficha técnica del biofungicida *Pseudomonas*

FICHA TÉCNICA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	
	deben eliminar los envases vacíos siguiendo la norma legal vigente. No dañar la etiqueta durante el proceso de aplicación. Eliminar los residuos de aplicación sin impactar el ambiente.
GARANTIA DEL PRODUCTO	El fabricante garantiza la composición y calidad el producto. No se responsabiliza por el uso imprudente, excesivo o indebido por parte del consumidor, así como la interpretación errónea de las instrucciones de uso.
COMPATIBILIDAD	Incompatible con productos de síntesis química como herbicidas, fungicidas y demás. Es compatible con productos de tipo microbioal como hongos entomopatógenos, micorrizas, bacterias nitrificantes y preparados microbiales
APLICACIÓN	Aplicable vía terrestre y aérea, se recomiendan aguas con pH entre 5.5-7.0 y dureza inferiores a 130 ppm expresada en carbonatos de calcio.
DOSIS RECOMENDADAS	<p>Como promotor del crecimiento y preventivo: 1 litro de producto puro por hectárea</p> <p>Semillas: Viveros, sumergir las semillas 6 horas producto y plantar normalmente. También se puede diluir 1 L en 10 L de agua, mezclar con 250 L de turba y plantar</p> <p>Riego por goteo, aspersión ó manguera: Diluir el producto en agua al 1%, y aplicar la mezcla mediante goteros o aspersores.</p> <p>Por inmersión (raíz desnuda o esqueje): sindiluir el producto sumergir la raíz o esqueje en el caldo y trasplantar a suelo o sustrato.</p> <p>Como controlador biológico de <i>Pythium</i>, <i>Phytophthora</i> y <i>Colletotrichum</i>: Según presencia y severidad del ataque de 20 a 25 cc de producto puro por litro de agua.</p>
NOTA: Se puede aplicar en diferentes cultivos, consulte con nuestros técnicos si su cultivo no se encuentra en la lista	

Fuente: Biogen, 2024

Figura 5.
Medición de área total del proyecto de campo.



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 6.
Medición de área por tratamiento de 3x3.



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 7.
Repartición de los tratamientos por cada bloque de 9 m²



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 8.
Tratamiento número cinco



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 9.
Comprobación de la existencia de mazorca negra



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 10.
Aplicación del producto en estudio



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 11.
Aplicación del tratamiento dos



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 12.
Recolección de datos



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 13.
Visita del tutor guía a la zona de estudio



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 14.
Visita técnica con el tutor guía



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 15.
Segunda aplicación del producto



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 16.
Recolección de datos en campo



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 17.
Conteo de semillas



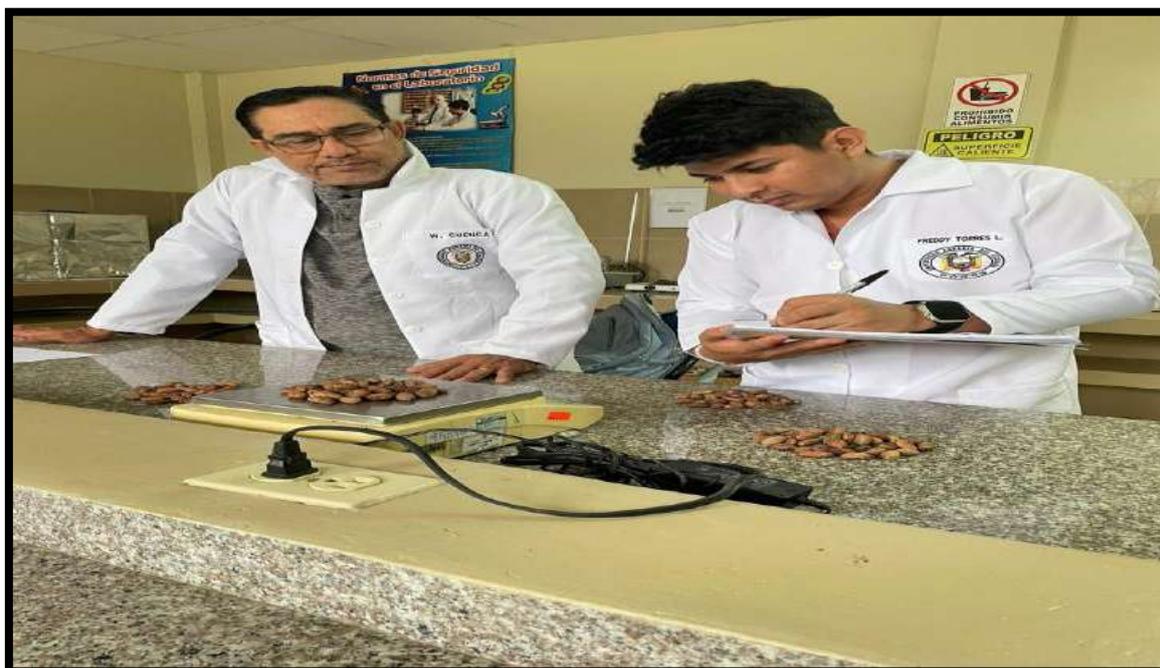
Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 18.
Uso de balanza gramera



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 19.
Toma de datos peso de semillas



Elaborado por: El Autor, 2024

Tabla 14.
Análisis de la varianza Mazorcas por planta 30 días

Mazorcas por planta 30 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mazorcas por planta 30 día..	20	0.96	0.94	4.39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	68.30	7	9.76	46.83	<0.0001
Tratamientos	66.30	4	16.58	79.56	<0.0001
Repeticiones	2.00	3	0.67	3.20	0.0623
Error	2.50	12	0.21		
Total	70.80	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.02874

Error: 0.2083 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T5 (Testigo Absoluto)	7.50	4	0.23	A
T1 (Trichoderma 5g)	9.50	4	0.23	B
T2 (Trichoderma 7g)	10.50	4	0.23	B

T3 (Pseudomonas5g)	11.75	4	0.23	C
T4 (Pseudomonas7g)	12.75	4	0.23	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.85705

Error: 0.2083 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
2	10.00	5	0.20	A
4	10.20	5	0.20	A
1	10.60	5	0.20	A
3	10.80	5	0.20	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor, 2024

Tabla 15.
Análisis de la varianza Mazorcas por planta 60 días

Mazorcas por planta 60 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mazorcas por planta 60 día..	20	0.99	0.98	2.81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	104.90	7	14.99	138.33	<0.0001
Tratamientos	102.70	4	25.68	237.00	<0.0001
Repeticiones	2.20	3	0.73	6.77	0.0064
Error	1.30	12	0.11		
Total	106.20	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.74183

Error: 0.1083 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T5 (TestigoAbsoluto)	8.00	4	0.16	A
T1 (Trichoderma5g)	10.75	4	0.16	B
T2 (Trichoderma7g)	11.75	4	0.16	C
T3 (Pseudomonas5g)	13.50	4	0.16	D
T4 (Pseudomonas7g)	14.50	4	0.16	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.61803

Error: 0.1083 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.		
3	11.20	5	0.15	A	
1	11.60	5	0.15	A	B
4	12.00	5	0.15		B
2	12.00	5	0.15		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor, 2024

Tabla 16.

Análisis de la varianza Mazorcas por planta 90 días

Mazorcas por planta 90 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mazorcas por planta 90 día..	20	0.98	0.97	3.57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	118.70	7	16.96	81.39	<0.0001
Tratamientos	116.70	4	29.18	140.04	<0.0001
Repeticiones	2.00	3	0.67	3.20	0.0623
Error	2.50	12	0.21		
Total	121.20	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.02874

Error: 0.2083 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T5 (TestigoAbsoluto)	8.50	4	0.23	A	
T1 (Trichodermas5g)	12.25	4	0.23		B
T2 (Trichodermas7g)	13.25	4	0.23		B
T3 (Pseudomonas5g)	14.50	4	0.23		C
T4 (Pseudomonas7g)	15.50	4	0.23		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.85705

Error: 0.2083 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.		
3	12.40	5	0.20	A	
1	12.60	5	0.20	A	

4	13.00	5	0.20	A
2	13.20	5	0.20	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor, 2024

Tabla 17.
Análisis de la varianza Mazorcas sanas 30 días

Mazorcas sanas 30 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mazorcas sanas 30 días	20	0.96	0.94	4.86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	68.30	7	9.76	46.83	<0.0001
Tratamientos	66.30	4	16.58	79.56	<0.0001
Repeticiones	2.00	3	0.67	3.20	0.0623
Error	2.50	12	0.21		
Total	70.80	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.02874

Error: 0.2083 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T5 (Testigo Absoluto)	6.50	4	0.23	A
T1 (Trichodermas 5g)	8.50	4	0.23	B
T2 (Trichodermas 7g)	9.50	4	0.23	B
T3 (Pseudomonas 5g)	10.75	4	0.23	C
T4 (Pseudomonas 7g)	11.75	4	0.23	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.85705

Error: 0.2083 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
2	9.00	5	0.20	A
4	9.20	5	0.20	A
1	9.60	5	0.20	A
3	9.80	5	0.20	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor, 2024

Tabla 18.
Análisis de la varianza Mazorcas sanas 60 días

Mazorcas sanas 60 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mazorcas sanas 60 días	20	0.99	0.98	3.08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	104.90	7	14.99	138.33	<0.0001
Tratamientos	102.70	4	25.68	237.00	<0.0001
Repeticiones	2.20	3	0.73	6.77	0.0064
Error	1.30	12	0.11		
Total	106.20	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.74183

Error: 0.1083 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T5 (Testigo Absoluto)	7.00	4	0.16	A
T1 (Trichoderma 5g)	9.75	4	0.16	B
T2 (Trichoderma 7g)	10.75	4	0.16	C
T3 (Pseudomonas 5g)	12.50	4	0.16	D
T4 (Pseudomonas 7g)	13.50	4	0.16	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.61803

Error: 0.1083 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
3	10.20	5	0.15	A
1	10.60	5	0.15	A B
4	11.00	5	0.15	B
2	11.00	5	0.15	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor, 2024

Tabla 19.
Análisis de la varianza Mazorcas sanas 90 días

Mazorcas sanas 90 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mazorcas sanas 90 días	20	0.98	0.97	3.87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	118.70	7	16.96	81.39	<0.0001
Tratamientos	116.70	4	29.18	140.04	<0.0001
Repeticiones	2.00	3	0.67	3.20	0.0623
Error	2.50	12	0.21		
Total	121.20	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.02874

Error: 0.2083 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T5 (TestigoAbsoluto)	7.50	4	0.23	A
T1 (Trichodermas5g)	11.25	4	0.23	B
T2 (Trichodermas7g)	12.25	4	0.23	B
T3 (Pseudomonas5g)	13.50	4	0.23	C
T4 (Pseudomonas7g)	14.50	4	0.23	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.85705

Error: 0.2083 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
3	11.40	5	0.20	A
1	11.60	5	0.20	A
4	12.00	5	0.20	A
2	12.20	5	0.20	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor, 2024

Tabla 20.
Análisis de la varianza Peso de 100 granos (g)

Peso de 100 granos (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 100 granos (g)	20	1.00	0.99	0.62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1929.60	7	275.66	459.43	<0.0001
Tratamientos	1922.80	4	480.70	801.17	<0.0001
Repeticiones	6.80	3	2.27	3.78	0.0405
Error	7.20	12	0.60		
Total	1936.80	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.74583

Error: 0.6000 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T5 (Testigo Absoluto)	110.75	4	0.39	A
T1 (Trichoderma 5g)	116.75	4	0.39	B
T2 (Trichoderma 7g)	125.25	4	0.39	C
T3 (Pseudomonas 5g)	133.50	4	0.39	D
T4 (Pseudomonas 7g)	136.75	4	0.39	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.45446

Error: 0.6000 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
2	123.80	5	0.35	A
1	124.40	5	0.35	A B
3	124.80	5	0.35	A B
4	125.40	5	0.35	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor, 2024

Tabla 21.
Análisis de la varianza Rendimiento (kg/ha)

Rendimiento (Kg/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento (Kg/ha)	20	1.00	0.99	0.62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	85759.84	7	12251.41	459.24	<0.0001
Tratamientos	85457.66	4	21364.42	800.83	<0.0001
Repeticiones	302.18	3	100.73	3.78	0.0406
Error	320.13	12	26.68		
Total	86079.97	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=11.64128

Error: 26.6778 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T5 (Testigo Absoluto)	738.33	4	2.58	A
T1 (Trichoderma 5g)	778.33	4	2.58	B
T2 (Trichoderma 7g)	835.00	4	2.58	C
T3 (Pseudomonas 5g)	890.00	4	2.58	D
T4 (Pseudomonas 7g)	911.67	4	2.58	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=9.69841

Error: 26.6778 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
2	825.33	5	2.31	A
1	829.33	5	2.31	A B
3	832.00	5	2.31	A B
4	836.00	5	2.31	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: El Autor, 2024