



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

Proyecto de Investigación
previo a la obtención del título
de Ingeniero Agrónomo

Título del Proyecto de Investigación

“Efectos del fósforo más zeolita en *Phytophthora palmivora* y *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)”

Autor:

John Jairo Macay Moreira

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. Favio Eduardo Herrera Eguez, PhD.

Mocache – Ecuador

2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **John Jairo Macay Moreira**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente;

John Jairo Macay Moreira
C.C # 120724224-7
Autor

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito **Ing. Favio Eduardo Herrera Eguez, PhD.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **John Jairo Macay Moreira**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “**Efectos del fósforo más zeolita en *Phytophthora palmivora* y *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente;

Ing. Favio Eduardo Herrera Eguez, PhD.
Director del Proyecto de Investigación

REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito **Ing. Favio Eduardo Herrera Eguez, PhD.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado “**Efectos del fósforo más zeolita en *Phytophthora palmivora* y *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)**”, perteneciente al estudiante de la carrera de Agronomía **John Jairo Macay Moreira**, **CERTIFICA:** el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 6 %.

Document Information	
Analyzed document	Urkund Macay 25-05-23.docx (D168465022)
Submitted	5/25/2023 8:27:00 PM
Submitted by	Favio
Submitter email	fherrerae@uteq.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	fherrerae.uteq@analysis.urkund.com

Ing. Favio Eduardo Herrera Eguez, PhD.
Director del Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES
CARRERA DE AGRONOMÍA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Efectos del fósforo más zeolita en *Phytophthora palmivora* y *Moniliophthora roreri*
en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniero Agrónomo

Aprobado por:

Ing. Freddy Guevara Santana MSc.
Presidente del Tribunal

Dr. Víctor Guamán Sarango
Miembro del Tribunal

Ing. Mayra Vélez Ruiz PhD.
Miembro del Tribunal

Mocache – Ecuador

2023

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haber permitido llegar a lograr una más de mis metas.

A mis José y Eufracia y a mis hermanos Talía, José, Jenniffer por su gran esfuerzo, apoyo y dedicación que me han brindado ya que gracias a ellos ahora he llegado a dar un paso más para mi superación profesional.

Al Dr. Favio Herrera Eguez, por todos sus lineamiento y consejos tanto en la investigación como para la mi vida profesional.

Al Ing. Freddy Guevara Santana, y los miembros del tribunal conformados por el Dr. Víctor Guamán Sarango y Dr. Mayra Vélez Ruiz sus respectivas sugerencias para el mejoramiento del presente documento.

De manera especial a Amy Rosales Zambrano, por haber estado a mi lado brindándome su apoyo incondicional durante toda esta etapa de investigación.

A mis amigos a lo largo de este proceso de formación profesional, que han conformado una parte importante de experiencias y anécdotas en estos últimos años: Selena Zamora, Juan Siavichay, Sebastián Borja, Brigitte Cedeño, Emily Álvarez.

A las demás personas que prestaron su ayuda desinteresadamente en el proceso de investigación: Derian Parrales, Carlos Vallejo, Leidy Rodríguez y Karla Gallegos.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por darme la oportunidad de estudiar en ella y así poder llegar a alcanzar esta meta importante en mi vida.

John Jairo Macay Moreira

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación se lo dedico a Dios por darme fortaleza en seguir adelante.

A mis padres por ser el pilar fundamental en mi vida, sé que sin ellos no hubiera hecho realidad esta meta.

A mis hermanos por ser ese punto de apoyo ante mis dudas y momento difíciles en los que más he necesitado de una voz de aliento

John Jairo Macay Moreira

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo finalidad de evaluar el efecto de la aplicación edáfica de fósforo y zeolita en las enfermedades mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) y monilla (*Moniliphthora roreri*) en el cultivo de cacao. El ensayo se realizó en el Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Se evaluaron cuatro tratamientos: T1: 25% P + Zeoter-A; T2: 50% P + Zeoter-A; T3: 75% P + Zeoter-A y T4: 100% P (Testigo), bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Los resultados reflejaron que los tratamientos no influyeron en la respuesta productiva del cultivo de cacao, a excepción del número de mazorcas, mazorcas sanas y chereles sanos, en las que T3: 75% P + Zeoter-A, presentó mayores promedios, mientras que T4: 100% P (Control) registró mayor número de chereles enfermos. La aplicación de fósforo más zeolita, no influyó significativamente tanto en la incidencia como en la severidad de *M. roreri* y *P. palmivora*, sin embargo, se tuvo mayor eficiencia para el control de *M. roreri* con T2: 50% P + Zeoter-A, mientras que, para *P. palmivora*, T3: 75% P + Zeoter-A fue más eficaz. Finalmente, desde el punto de vista económico, la aplicación de T3: 75% P + Zeoter-A, al producir un mayor rendimiento (32.88 kg), y a su vez registró eficacia para el control de *P. palmivora* y *M. roreri*, permitió la obtención de un mayor beneficio económico, con una relación B/C de 1.38, con rentabilidad de 37.51 %.

Palabras clave: Enfermedades, Fitopatología, fitopatógenos, incidencia, severidad.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of the edaphic application of phosphorus and zeolite on black pod (*Phytophthora palmivora*) and monilla (*Monilophthora roreri*) diseases in cocoa cultivation. The trial was carried out at the "La María" Campus of the Quevedo State Technical University. Four treatments were evaluated: T1: 25% P + Zeoter-A; T2: 50% P + Zeoter-A; T3: 75% P + Zeoter-A and T4: 100% P (Control), under a randomized complete block design with three repetitions. The results reflected that the treatments did not influence the productive response of the cocoa crop, except for the number of pods, healthy pods and healthy cherels, in which T3: 75% P + Zeoter-A, presented higher averages, while T4: 100% P (Control) registered a greater number of sick cherels. The application of phosphorus plus zeolite did not significantly influence both the incidence and the severity of *M. roreri* and *P. palmivora*, however, there was greater efficiency for the control of *M. roreri* with T2: 50% P + Zeoter- A, while for *P. palmivora*, T3: 75% P + Zeoter-A was more effective. Finally, from the economic point of view, the application of T3: 75% P + Zeoter-A, by producing a higher yield (32.88 kg), and in turn registered efficacy for the control of *P. palmivora* and *M. roreri*, allowed obtaining a greater economic benefit, with a B/C ratio of 1.38, with a profitability of 37.51%.

Keywords: Diseases, Phytopathology, phytopathogens, incidence, severity.

TABLA DE CONTENIDOS

Portada	i
Declaración de autoría y cesión de derechos	ii
Certificación de culminación del Proyecto de Investigación	iii
Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico	iv
Certificación de aprobación por Tribunal de Sustentación	v
Agradecimientos	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
Tabla de contenidos	x
Código Dublín	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Planteamiento del problema	4
1.2. Justificación.....	6
1.3. Objetivos	7
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	7
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	7
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1. Marco conceptual	9
2.1.1. <i>Patógeno</i>	9
2.1.2. <i>Sanidad vegetal</i>	9
2.1.3. <i>Síntomas</i>	10
2.1.4. <i>Signo</i>	10
2.1.5. <i>Zeolita</i>	10
2.1.6. <i>Zeoter-A</i>	11
2.2. Marco referencial	11
2.2.1. <i>Cultivo de cacao</i>	11
2.2.2. <i>Mazorca negra (Phytophthora palmivora)</i>	13
2.2.2.1. Origen.....	13
2.2.2.2. Taxonomía.....	13
2.2.2.3. Morfología.....	14

2.2.2.4. Hospederos.....	15
2.2.2.5. Ciclo de vida.....	15
2.2.2.6. Sintomatología.....	15
2.2.2.7. Impacto económico.....	16
2.2.3. <i>Moniliasis (Moniliophthora roreri)</i>	17
2.2.3.1. Origen.....	17
2.2.3.2. Taxonomía.....	17
2.2.3.3. Morfología.....	18
2.2.3.4. Hospederos.....	18
2.2.3.5. Ciclo de vida.....	18
2.2.3.6. Sintomatología.....	19
2.2.4. <i>Uso de zeolitas en la agricultura</i>	20
2.2.5. <i>Beneficios del uso de Zeoter-A</i>	23
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
3.1. Localización de la investigación.....	26
3.2. Tipo de investigación.....	26
3.3. Métodos de investigación.....	26
3.4. Fuentes de recopilación de la información.....	27
3.5. Diseño experimental de la investigación.....	27
3.5.1. <i>Factor en estudio</i>	27
3.5.2. <i>Tratamientos estudiados</i>	27
3.5.3. <i>Diseño experimental</i>	28
3.6. Instrumentos de investigación.....	28
3.6.1. <i>Manejo específico el experimento</i>	28
3.6.1.1. Identificación de las plantas.....	29
3.6.1.2. Poda.....	29
3.6.1.3. Control de malezas.....	29
3.6.1.4. Fertilización.....	30
3.6.1.5. Riego.....	30
3.6.1.6. Control fitosanitario.....	30
3.6.1.7. Cosecha.....	30
3.6.2. <i>Datos tomados y formas de evaluación</i>	31
3.6.2.1. Número de mazorcas cosechadas por planta.....	31
3.6.2.2. Incidencia.....	31

3.6.2.3. Severidad de la enfermedad (%).	32
3.6.2.4. Eficacia.	32
3.6.2.5. Número de chereles.	32
3.6.2.6. Peso de almendras por mazorca en baba.	32
3.6.2.7. Peso neto de almendras por mazorca.	32
3.6.2.8. Número de almendras por mazorca.	33
3.6.2.9. Peso de 100 almendras (g).	33
3.6.2.10. Rendimiento por planta.	33
3.6.2.11. Rendimiento por hectárea.	33
3.6.2.12. Análisis económico.	34
3.7. Tratamiento de los datos.	34
3.8. Recursos humanos y materiales	34
3.8.1. <i>Recursos humanos</i>	34
3.8.2. <i>Recursos materiales</i>	34
3.8.2.1. Equipos/materiales de oficina.	34
3.8.2.2. Equipos/materiales de campo.	35
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1. Resultados	37
4.1.1. <i>Parámetros agronómicos</i>	37
4.1.2. <i>Incidencia (%)</i>	39
4.1.3. <i>Severidad (%)</i>	39
4.1.4. <i>Eficacia (%)</i>	41
4.1.5. <i>Rendimiento por planta (g)</i>	41
4.1.6. <i>Rendimiento por hectárea (kg)</i>	42
4.1.7. <i>Análisis económico</i>	43
4.2. Discusión	43
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
5.1. Conclusiones	48
5.2. Recomendaciones	49
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA	50
6.1. Bibliografía	51
CAPÍTULO VII. ANEXOS	62
7.1. Anexos	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Características edafoclimáticas del sitio experimental.....	26
Tabla 2.	Descripción de los tratamientos a evaluarse en el ensayo.....	28
Tabla 3.	Esquema del análisis de varianza utilizado en el experimento	28
Tabla 4.	Parámetros agronómicos en el cultivo de cacao bajo la aplicación de diferentes dosis de fósforo más zeolita para el control de <i>M. royeri</i> y <i>P. palmivora</i>	38
Tabla 5.	Eficacia de diferentes dosis de fósforo más zeolita para la disminución de la incidencia de <i>M. royeri</i> y <i>P. palmivora</i> en el cultivo de cacao.....	41
Tabla 6.	Análisis económico del rendimiento de los tratamientos en estudio para el control de <i>M. royeri</i> y <i>P. pamivora</i>	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Incidencia de <i>M. roreri</i> y <i>P. palmivora</i> en el cultivo de cacao con la aplicación de diferentes dosis de fósforo más zeolita.....	39
Figura 2. Severidad de <i>M. roreri</i> en el cultivo de cacao bajo la aplicación de diferentes dosis de fósforo más zeolita. Barras de error representa la desviación estándar en cada tratamiento.....	40
Figura 3. Severidad de <i>P. palmivora</i> en el cultivo de cacao bajo la aplicación de diferentes dosis de fósforo más zeolita.....	40
Figura 4. Rendimiento por planta en el cultivo de cacao (kg ha^{-1}) en respuesta a la aplicación de diferentes dosis de fósforo más zeolita para el control de <i>M. roreri</i> y <i>P. palmivora</i>	42
Figura 5. Rendimiento por hectárea del cultivo de cacao (kg) en respuesta a la aplicación de diferentes dosis de fósforo más zeolita para el control de <i>M. roreri</i> y <i>P. palmivora</i>	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A.	Análisis de varianza del total de mazorcas y número de mazorcas cosechadas	63
Anexo B.	Análisis de varianza del número de mazorcas descartes y número de mazorcas sanas	64
Anexo C.	Análisis de varianza del número de mazorcas enfermas y número de chereles sanos	65
Anexo D.	Análisis de varianza del número de chereles enfermos y peso de almendras en baba.....	66
Anexo E.	Análisis de varianza del peso de almendras secas y peso de 100 semillas en baba	67
Anexo F.	Análisis de varianza del peso de 100 semillas secas y número de semillas por mazorca	68
Anexo G.	Análisis de varianza de la incidencia de <i>M. royeri</i> y <i>P. palmivora</i> en el cultivo de cacao	69
Anexo H.	Análisis de varianza de la incidencia de <i>M. royeri</i> y <i>P. palmivora</i> en el cultivo de cacao (Datos transformados)	70
Anexo I.	Análisis de varianza de la severidad de <i>M. royeri</i> y <i>P. palmivora</i> en el cultivo de cacao	71
Anexo J.	Análisis de varianza del rendimiento por planta y por hectárea del cultivo de cacao	72
Anexo K.	Identificación y delimitación del sitio experimental	73
Anexo L.	Control manual de malezas en el sitio experimental	73
Anexo M.	Ejecución de la labor de poda dentro de la plantación de cacao en estudio... 74	
Anexo N.	Dosificación de la fertilización de acuerdo a los tratamientos para su aplicación	74
Anexo O.	Aplicación de los tratamientos en el cultivo de cacao en estudio	75
Anexo P.	Registro de datos en el cultivo: a) incidencia y severidad de las <i>M. royeri</i> y <i>P. palmivora</i> y b) peso de las semillas de cacao	75
Anexo Q.	Desglose de los costos fijos y variables por cada uno de los tratamientos en estudio.....	76
Anexo R.	Reporte del análisis de suelo realizado previo a la implementación del ensayo en el sitio experimental	77

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Efectos del fósforo más zeolita en <i>Phytophthora palmivora</i> y <i>Moniliophthora roreri</i> en el cultivo de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)”
Autor:	John Jairo Macay Moreira
Palabras clave:	Enfermedades, Fitopatología, fitopatógenos, incidencia, severidad.
Fecha de publicación	
Editorial:	Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Resumen:	<p>Resumen.- La presente investigación tuvo como objetivo finalidad de evaluar el efecto de la aplicación edáfica de fósforo y zeolita en las enfermedades mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>) y monilla (<i>Moniliphthora roreri</i>) en el cultivo de cacao. El ensayo se realizó en el Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Se evaluaron cuatro tratamientos: T1: 25% P + Zeoter-A; T2: 50% P + Zeoter-A; T3: 75% P + Zeoter-A y T4: 100% P (Testigo), bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones (...).</p> <p>Abstract.- The objective of this research was to evaluate the effect of the edaphic application of phosphorus and zeolite on black pod (<i>Phytophthora palmivora</i>) and monilla (<i>Moniliphthora roreri</i>) diseases in cocoa cultivation. The trial was carried out at the "La María" Campus of the Quevedo State Technical University. Four treatments were evaluated: T1: 25% P + Zeoter-A; T2: 50% P + Zeoter-A; T3: 75% P + Zeoter-A and T4: 100% P (Control), under a randomized complete block design with three repetitions (...).</p>
Descripción:	93 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162
Url	

INTRODUCCIÓN

La explotación cacaotera en Ecuador involucra aproximadamente a 100 000 familias de pequeños y medianos productores. Se estima que la superficie cultivada de cacao es de aproximadamente 50 000 ha, produciéndose en 16 de las 24 provincias ecuatorianas. La producción se concentra considerablemente en las provincias del Litoral, Amazonía y en las estribaciones de la cordillera de Los Andes (1). El área productiva del país se distribuye en 35 % en Los Ríos, 25 % en Guayas, 14 % en Manabí y 8 % en Esmeraldas. El porcentaje restante corresponde a las provincias de El Oro, Bolívar, Cotopaxi y Pichincha (2).

El clon CCN-51 es uno de los de mayor superficie sembrada (2). Este clon presenta ventajas respecto a otros clones en lo referente al rendimiento, resistencia a enfermedades, precocidad, plantas de baja estatura, buenos índices de mazorca y semillas por mazorca, entre otros (3). Sin embargo, no está exento del ataque de enfermedades fúngicas que pueden llegar a mermar significativamente su producción (4).

En Ecuador el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) es afectado por dos enfermedades primarias y endémicas. La escoba de bruja y monilia son causantes de hasta el 80% de pérdidas en la producción cacaotera, pudiendo llegar al 100% en épocas de alta infección. En la última década, al mismo tiempo que se han incrementado nuevas plantaciones cacaoteras, se ha observado el repunte de otras enfermedades, que desde el punto de vista económico han sido de importancia secundaria. Entre éstas se destacan la mazorca negra, el mal de machete y la muerte regresiva, que pueden causar la pérdida de la unidad productiva (5).

Las enfermedades fúngicas de mayor impacto en el cultivo de cacao son la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y a la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) (6). El potencial de daño de ambas enfermedades (*P. palmivora* y *M. roreri*) está asociado a regiones y a condiciones biofísicas específicas (3), principalmente a regiones tropicales con climas cálidos y de alta pluviosidad. Para su manejo, los productores realizan básicamente labores culturales como la poda de los árboles y la remoción de frutos enfermos (7).

La aplicación de fungicidas no es una práctica ampliamente adoptada debido al alto costo de los productos o a su baja efectividad, sin embargo, los productores que lo hacen, tratan de

usar cada vez mayores dosis para aumentar su eficiencia, lo que genera impactos negativos en el medioambiente y en el cultivo (8). Ante esta situación, una opción para disminuir el uso de los agroquímicos es buscar productos alternativos que promuevan la seguridad ambiental y social.

Entre estas alternativas se tiene a la combinación del fósforo y zeolita, la cual tiene la capacidad de proveer resistencia en plantas a enfermedades fúngicas (1). Existen reportes investigativos que ha puesto en evidencia la acción del fósforo como fungicida y bactericida (9), principalmente en la activación de resistencia en plantas (10). Teniendo en cuenta lo anterior, se torna interesante su evaluación para reconocer los beneficios para el manejo de las mencionadas enfermedades en el cultivo de cacao.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) son las dos principales enfermedades con mayor presencia en los sistemas de producción de cacao en Ecuador. La moniliasis también es conocida como el mal de Quevedo, y se caracteriza por su mayor agresividad cuando se ha introducido al cultivo. Durante años, se han ido explorando una serie de alternativas que conduzcan a la sustitución parcial o total de los fungicidas de origen químico. Ante los altos niveles de contaminación ambiental y resistencia generada por los patógenos, se torna necesario la consecución e identificación de nuevas alternativas de manejo fitosanitario en el cultivo de cacao.

Uno de los productos que ha llamado la atención con el pasar del tiempo es la zeolita, que se caracteriza por aportar a la liberación de fósforo. Entre sus efectos reportados, se ha evidenciado que ayuda a proveer mayor resistencia a los cultivos ante ataques de plagas y enfermedades. Convencionalmente, se la mezcla con fuentes de fertilización completa para obtener un mejor efecto. Sin embargo, en el cultivo de cacao, particularmente no se ha reportado la dosis idónea que actúe en sinergia con el fertilizante edáfico NPK produciendo resultados satisfactorios. Esto obliga a la conducción de una investigación enfocada en ofertar información y resultados que fundamenten y describan un efecto específico en el control de las enfermedades descritas.

Diagnóstico

La presencia de enfermedades en el cultivo de cacao ha sido siempre un problema latente en el cultivo que demanda cada vez más insumos para prevenir los efectos que causan las enfermedades a falta de prevención. Las investigaciones realizadas bajo la aplicación de zeolita en los cultivos de importancia agronómica, se han basado en el desarrollo de los cultivos, se hace notoria la limitada información de su efecto en la sanidad de las plantas. De esto se reconoce la necesidad del presente estudio en conseguir aportar con información que ayude a describir la viabilidad de aplicar el mencionado producto con fines de protección de los cultivos ante patógenos.

Pronóstico

Convencionalmente, algunos investigadores han propuesto la aplicación de zeolita para la promoción del crecimiento de las plantas. Además, también se ha expresado posibles beneficios para hacer frente a enfermedades. Sin embargo, al carecer de datos concretos sobre el efecto de zeolita en el manejo fitosanitario del cultivo de cacao, se estaría incurriendo en la adopción de técnicas poco fiables o sin un efecto específico.

Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la aplicación de zeolita y fósforo en el control de *Phytophthora palmivora* y *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)?

Sistematización del problema

¿Cuál es la respuesta productiva del cultivo de cacao a la aplicación edáfica de fósforo más zeolita?

¿Qué efecto produce la aplicación de zeolita y fósforo en el manejo de la severidad de *Phytophthora palmivora* y *Moniliphthora roreri* en el cultivo de cacao?

¿Cuál es el tratamiento que representa mayor beneficio económico para el productor cacaotero bajo la aplicación de fósforo más zeolita?

1.2. Justificación

Teniendo en cuenta la importancia económica y productiva del cultivo de cacao en el territorio nacional, se refleja la necesidad de potenciar el manejo de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en el mismo. De esto se deriva la importancia de la investigación a realizarse puesto que, se exploró una alternativa poco reconocida y distribuida en el país para el manejo de enfermedades, como lo es el uso de zeolitas. De esta manera se espera disminuir el uso desmedido e intensivo de fungicidas, y consecuentemente los costos que implican su aplicación. Se estima que las pérdidas generadas por la mazorca negra oscilan entre el 9 al 17% de toda la cosecha (3), mientras que la moniliasis ha llegado a mermar entre un 20 a 40% de la producción (11).

La aplicación de zeolita y fósforo pretende beneficiar a personas que se encuentran vinculadas ya sea de forma directa o indirecta al proceso productivo del cacao. De esta manera se ofrecerá información actualizada y de primera mano sobre el manejo del cultivo con la aplicación de zeolita más fósforo como un medio de viabilidad en términos fitosanitarios, productivos y económicos en el cultivo de cacao.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación edáfica de fósforo y zeolita en las enfermedades mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) y monilla (*Moniliphthora roreri*) en el cultivo de cacao en la localidad de Quevedo.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la respuesta productiva del cultivo de cacao a la aplicación edáfica de fósforo más zeolita.
- Establecer el efecto de la aplicación de fósforo más zeolita en la severidad de *Phytophthora palmivora* y *Moniliphthora roreri* en el cultivo de cacao.
- Identificar el tratamiento que presente el mayor beneficio económico para el productor cacaotero bajo la aplicación de fósforo más zeolita.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. *Patógeno*

Un patógeno vegetal es un organismo que causa una enfermedad en una planta. Aunque los parientes de algunos patógenos de plantas son patógenos humanos o animales, la mayoría de los patógenos de plantas solo dañan las plantas (12). Particularmente, los fitopatógenos son pueden ser virus, bacterias, hongos, nematodos, virusoides, micoplasmas y otros agentes patógenos (13).

A diferencia de los humanos, las plantas rara vez se curan de enfermedades. En cambio, los fitopatólogos tratan de evitar que las plantas se enfermen en primer lugar y trabajan para controlar los síntomas y la propagación de enfermedades (14)

Los patógenos de las plantas que afectan a los cultivos de campo tienen una gran importancia económica y justifican el uso generalizado y frecuente de plaguicidas. Esta es la forma más común de infecciones en plantas, misma que disminuyen el crecimiento y reproducción, por lo tanto, su rendimiento (15).

2.1.2. *Sanidad vegetal*

La sanidad vegetal es un término general para los riesgos emergentes, incluidas las plagas, las enfermedades y las malas hierbas, la gestión integrada de plagas y la innovación en la protección de las plantas. Tiene el potencial de contribuir al objetivo más amplio de garantizar la sostenibilidad de la producción primaria a nivel económico, ecológico y social (16).

Para proteger con éxito y eficacia la sanidad vegetal y abordar la seguridad alimentaria, es necesario un marco normativo más sólido, sistemas de vigilancia y seguimiento eficaces, prácticas viables de gestión de enfermedades y una formación eficaz de los profesionales de la producción de alimentos en la protección de la salud vegetal, animal, ambiental y humana (17).

2.1.3. Síntomas

Un síntoma se considera como un efecto visible de la enfermedad en la planta. Esta manifestación puede incluir un cambio detectable en el color, la forma o la función de la planta a medida que responde al patógeno. Visto de una manera más sencilla, el síntoma es la respuesta de la planta huésped a un patógeno (18).

Los síntomas son el efecto del patógeno sobre la planta y pueden ser de tipo sobreproducción, sub-producción o necrosis. Los síntomas de sobreproducción se deben a la estimulación de una célula, parte o producto de una planta para aumentar su tamaño o número. Pueden ser sobrecrecimientos como tumores o agallas, proliferación de una determinada parte de la planta, o sobreproducción de un orgánulo o producto a nivel celular, como acumulaciones de almidón en hojas con lesiones locales (19).

2.1.4. Signo

Un signo de enfermedad de la planta es la evidencia física del patógeno. Por ejemplo, los cuerpos fructíferos de hongos son un signo de enfermedad. Los signos de patógenos vegetales son cualquier porción del patógeno o sus productos. Estas pueden ser estructuras vegetativas como el micelio de un hongo o el crecimiento ramificado de una planta con semilla parásita (20).

También pueden ser estructuras reproductivas como las esporas o las estructuras portadoras de esporas, los huevos de un nematodo o la semilla de una planta con semilla parásita. Una señal también puede ser el producto de un patógeno, como un exudado bacteriano o un olor que indica la presencia de un patógeno (21).

2.1.5. Zeolita

Las zeolitas son silicatos cristalinos porosos con una estructura cristalográfica compleja que da lugar a poros del tamaño de una molécula específica. Pueden tener una amplia variedad de composiciones con algunos de los átomos de silicio reemplazados por otros cationes. Los cationes también son responsables de las propiedades catalíticas de estos materiales (22).

Generalmente, las zeolitas se preparan mediante un tratamiento hidrotérmico de una solución de síntesis cáustica que contiene una fuente de sílice y un agente director de estructura apropiado como iones de tetrapropilamonio (23).

2.1.6. Zeoter-A

Zeoter-A es un producto natural, con unas características únicas en el mercado que le permiten ser una despensa nutricional e hídrica para todo tipo de suelos. Tiene la capacidad de ser un potenciador de cualquier tipo de fertilizante (químico – orgánico) evitando pérdidas de los mismos procesos de lixiviación, volatilización y/o fijación del suelo, siendo una alternativa como enmienda, ya que tiene la capacidad de nivelar el pH del suelo sin desbalancear la relación Ca/Mg (24).

2.2. Marco referencial

2.2.1. Cultivo de cacao

El cacao (*Theobroma cacao* L.), es una especie originaria de América y ha estado ligada al desarrollo de diversas culturas indígenas en las regiones tropicales húmedas. Su semilla se utiliza para la elaboración de alimentos, bebidas y golosinas y su demanda se ha incrementado cuando se cultiva sin agroquímicos (25).

Estudios más recientes describen la zona de origen en el triángulo amazónico entre Colombia, Ecuador y Perú. Sin embargo, su zona de cultivo se extendió a través de la zona tropical y subtropical de Centro y Sur América, África occidental y Asia sudoriental, de tal manera que el rango de temperatura en el que se han desarrollado los cultivos es mucho mayor que el de su hábitat natural (26).

El análisis de la subestructura genética dentro de los racimos proporciona algunas pistas sobre el origen del cultivar Nacional. El conglomerado Nacional agrupa individuos del lado amazónico de los Andes (ríos Morona, Nangaritza y Zamora). Sin embargo, no están incluidas en el subclúster Nacional. Esto probablemente refleja siglos de selección humana en la costa ecuatoriana (lado Pacífico de los Andes). Se ha reportado una gran similitud de

los frutos de los árboles de cacao del río Zamora con los del cultivar tradicional Nacional (27).

En el caso del cultivar tradicional Amelonado, los hallazgos son menos claros, ya que los individuos silvestres de lugares muy distantes, así como los genotipos cultivados (estado brasileño de Bahía, Costa Rica y Ghana) se agrupan en el grupo Amelonado. Sin embargo, dentro de este grupo también encontramos genotipos recolectados en el río Pará. Los datos históricos indican que el cultivar Amelonado pudo haber sido domesticado a partir de árboles de esta zona (28).

El cacao pertenece al orden Malvales, a la familia Malvaceae, género *Theobroma* y especie cacao. Se considera una especie alógama con alto grado de polinización que va por encima del 95% y que es realizada por una especie entomológica muy pequeña (29).

La formación de raíz depende en su mayoría del tipo propagación. La raíz principal o pivotante está presente en las plantas obtenidas por semillas llegando a medir en ocasiones hasta dos metros, además de contar con varias raíces axilares y raicillas en la parte superficial. Mientras que, en la propagación asexual no hay raíz pivotante (30).

En plantas provenientes de semillas el tallo crece de forma vertical produciendo 3 a 5 ramas laterales luego de alcanzar de 1 a 1.50 m de altura en donde se forma una horqueta. En la reproducción vegetativa predomina el crecimiento de ramas laterales (31).

Presenta hojas con un limbo duro y espeso ligeramente asimétricas y alternas con una longitud que va desde los 17 a 40 cm y un ancho de 7 a 10 cm. Su base es redondeada a ligeramente cordada y con un ápice largamente apiculado (5).

Presenta flores hermafroditas de 5 a 20 mm de diámetro, sépalos verdosos, blancos o rosa, pétalos un poco más extendidos de color amarillo y nervios violeta. Tiene alrededor de 10 estambres que forman un tubo y un ovario de entre 2 y 3 mm de largo en los cuales se encuentra un aproximado de 6 a 16 óvulos (32).

El tamaño, la forma y color del fruto dependen en gran medida del tipo y de las características genéticas de la planta, así como del manejo en la plantación. Con una longitud de 10 a 30

cm y un ancho que va desde 7 a 9 cm. Su parte exterior es gruesa y con surcos pronunciados (33).

En el 2021 según cifras de ANECACAO, se vendieron 360 714 toneladas de cacao ecuatoriano, sin embargo, la producción de cacao en el país rompió un récord al superar las 375 000 toneladas (Escalante-Pineda *et al.*, 2021). Pero cerca de 15 000 no pudieron ser exportadas por la escasez de contenedores que hay en el mundo (34).

La cifra alcanzada en producción es muy importante ya que, junto con la del 2020, son las más altas de los últimos años. Las proyecciones del sector para el año 2022 es superar las 380 000 toneladas (35).

El precio por tonelada de cacao cayó 1.6% en 2021, pero ese escenario se compensó con una mayor producción. La caída en la cotización del grano en los mercados internacionales se sintió desde el segundo semestre debido a una agudización de la crisis logística (36).

2.2.2. Mazorca negra (*Phytophthora palmivora*)

2.2.2.1. Origen.

La enfermedad llamada mazorca o pudrición negra fue notificada desde 1727 en la isla Trinidad. En la actualidad se localiza en todas las regiones del mundo que cultivan cacao. Estudios moleculares manifiestan que el origen de este pseudohongo *Phytophthora palmivora* se localiza en África (37).

2.2.2.2. Taxonomía.

Según Chávez-López (38), la especie *Phytophthora palmivora*, causantes de la mazorca negra en cacao se encuentran agrupadas de la siguiente manera:

Reino: Cromista
División: Oomycota
Subdivisión: Mastigomicotina
Clase: Phycomycetes

Subclase: Oomycetes
Orden: Peronosporales
Familia: Pythiaceae
Género: *Phytophthora*
Especie: *palmivora*

2.2.2.3. Morfología.

Waterhouse (39), logró establecer una taxonómica y de esta manera pudo ubicar las especies en grupos morfológicos. El mencionado autor centró sus esfuerzos en la caracterización de la forma de los esporangios. Además, este autor pudo describir las dimensiones, la existencia de clamidosporas, así como la producción de oosporas y oogonio en plantaciones cacaoteras (40).

La principal característica de este complejo de patógenos es que muestran estructuras somáticas o micelio. Estas estructuras se conforman de filamentos hialinos con ramificaciones y cenocíticos. Estos según transcurre el tiempo se aprecia la carencia de protoplasma y la aparición de septas. Ocasionalmente, se ha observado que el micelio se torna esponjoso e incluso con presencia de nudos. Estos se ramifican y frecuentemente sujetan en su base (41).

Dependiendo de las condiciones medioambientales, el diámetro micelial suele oscilar entre las 5 y 8 micras. Esto depende de la ubicación, ya sea en la parte aérea o si localización es dentro de células que los albergan. La sobrevivencia del micelio en forma saprófita es posible ante la presencia de materia orgánica, sin embargo, niveles escasos de materia orgánica limitan la dinámica micelial en el suelo, tornándose poco e incluso nulo (42).

Sus esporangios son incoloros o levemente amarillentos, son de tamaño variable usualmente ovoide producidos en sucesión. Posee clamidosporas con disposición terminal e intercalada su forma varía de esférica a ovoide contiene zoosporas reniformes y biflageladas (4).

2.2.2.4. Hospederos.

Este agente causal ataca a varios hospederos como la palma africana (*Elaeis guineensis*), cacao (*Theobroma cacao*), café (*Coffea arabica*) (43). También ataca a algunas especies de frutales y hortalizas tanto en fase de vivero como en campo abierto (41).

El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria de México (44), reporta que *P. palmivora* infecta a más de 200 especies de plantas, entre ellas la mayoría de las palmas, de las que *Cocos nucifera* y *Areca catechu* son las más comúnmente afectadas. Otros hospederos económicamente importantes son: caucho (*Hevea brasiliensis*) y papaya (*Carica papaya*), pimienta negra (*Piper nigrum*), piña (*Ananas comosus*), zapote (*Manilkara zapota*) y chirimoya (*Annona cherimola*).

2.2.2.5. Ciclo de vida.

Aparece un pequeño micelio entrecruzado en las manchas marrones, lo que da la apariencia de algodoncillo blanco escaso. Se producen esporas y otras estructuras reproductivas, que actúan como semillas para el organismo (11).

Las esporas son la vía más común de infección. Éstas se transmiten a través de las esporas que son transportadas por el agua por medio del salpique de la lluvia, corrientes de agua, vientos, hormigas, entre otros. Otro medio de diseminación lo constituye el contacto directo de los frutos sanos con los enfermos, siendo una fuente importante de contagio. Las esporas se activan cuando hay mucha humedad y se da un periodo de baja temperatura seguido por otro caliente (45).

2.2.2.6. Sintomatología.

Los síntomas de *Phytophthora palmivora* se caracterizan por presentar una mancha de color chocolate, de forma casi circular, que rápidamente se extiende por toda la superficie hasta cubrir la mazorca en 7 a 10 días (46).

En plántulas de vivero también se suele presentar cuando los ambientes son muy húmedos. Se presenta como una muerte descendente secando tanto las hojas como el tallo, dando una apariencia inicial de quemazón (47).

Los síntomas presentados por esta enfermedad se pueden apreciar a simple vista formando una mancha café bien definida en forma regular. La mancha presenta características similares a las causadas por moniliasis, pero con bordes bien definidos. Las mazorcas afectadas son blandas y menos pesadas que las mazorcas normales o las atacadas por moniliasis, el daño es de apariencia acuosa (48).

2.2.2.7. Impacto económico.

Las principales pérdidas económicas en la producción de cacao son causadas por plagas y enfermedades. En las muchas fincas pequeñas y aisladas que carecen de medidas de control adecuadas (49).

Los cultivares que presentan más susceptibilidad a esta enfermedad producen una media anual que va desde el 22% de mazorcas infectadas. Sin embargo, se han llegado a reportar pérdidas superiores al 80% en algunos cultivares con infecciones severas. El daño principal de esta enfermedad se focaliza en plántulas, cojines florales, chupones, brotes, ramas, tronco y raíces, siendo el principal daño en mazorcas (45).

Al momento se carece de estudios puntuales de las pérdidas económicas para un determinado sistema productivo donde se implique a *Phytophthora palmivora* y su efecto sobre variables productivas y de rendimiento. Al contrario, datos generales, en los cuales se enuncia la relevancia económica de esta enfermedad, donde se plantea que las pérdidas en cosecha pueden ser del 60 al 100 %, cuyo valor dependerá de aspectos ambientales y de manejo del cultivo (3). Estas pérdidas se estiman en 423 millones de dólares anuales en todo el mundo (2).

Se considera que las pérdidas asociadas a este patógeno pueden aumentar en dependencia del momento donde ocurre la infección inicial. Resultan más perjudiciales aquellas que se desarrollan en los estados iniciales de la mazorca. Al respecto, se ha informado que las

mayores afectaciones ocurren cuando la enfermedad afecta la bellota, pues da lugar a pérdidas que pueden ir del 9 al 17% de toda la cosecha (3).

2.2.3. *Moniliasis (Moniliophthora roreri)*

2.2.3.1. Origen.

En un comienzo se consideró que Ecuador era el centro de origen de la moniliasis (*M. roreri*). En esa época (1917), el fitopatólogo John Baptiste Rorer viajó desde Trinidad hasta Ecuador, recolectando muestras en busca de una explicación a la reducción que se presentó en la producción cacaotera. Las muestras fueron enviadas al investigador R. E. Smith, en la Universidad de California, el cual determinó que la enfermedad era causada por el patógeno *Monilia* sp. (21).

En 2005, Aime y Phillips-Mora, consideraron que la moniliasis (*M. roreri*) del cacao (*T. cacao*) tuvo origen en 1817, en el departamento de Santander (Colombia) y en Antioquia se registró en 1851. En un trabajo más reciente, en estudios genéticos basados en polimorfismos de fragmentos largos amplificados (AFLP) y datos de secuencias intergénicas (ITS) encontraron una alta diversidad genética de *M. roreri*, lo que aumenta las evidencias para señalar a Colombia como la región de origen (50).

2.2.3.2. Taxonomía.

Evans (51), fue el primero en aportar evidencias de la naturaleza hemibiotrófica de los entonces llamados *Crinipellis perniciosa* y *Monilia roreri*. Sobre la base de observaciones *in vivo* e *in vitro*, mostró evidencias de que el agente causal de la moniliasis del cacao era un basidiomiceto y sugirió el nuevo nombre genérico *Moniliophthora* (52). El nuevo binomio utilizado para nombrar este patógeno es *Moniliophthora roreri* (Cif.) H.C. Evans, Stalpes, Sampson, & Benny (53).

El agente causal de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) es un organismo del dominio *Eukaryota*, reino *Fungi*, filum *Basidiomycota*, clase *Basidiomycetes*, subclase *Agaricomycetidae*, orden *Agaricales*, familia *Tricholomataceae*, género *Moniliophthora* y especie *M. roreri* (54).

2.2.3.3. Morfología.

Evans *et al.* (55), encontraron evidencias que la meiosis ocurre en las esporas de *M. roleri*, fenómeno consistente con su contenido nuclear variable. De ahí que es incorrecto referirse a estas estructuras como conidios (por definición estos provienen del proceso de mitosis). Parece que esto se debe a que el antepasado de *M. roleri* perdió la habilidad de formar un basidio carpo, pero no la habilidad de llevar a cabo la división nuclear meiótica. Lo anterior sugiere que los propágulos de monilia se deben llamar esporas y no conidios.

Las esporas provienen de un basidio modificado, con un pseudoestroma denso y carnoso sobre el cual el hongo produce los vestigios del píleo. Las esporas son multifuncionales, sirven no sólo para el intercambio genético, sino también para la dispersión, la infección y la supervivencia. Las esporas viejas desarrollan paredes gruesas y se tornan oscuras, las cuales pueden marcar el inicio de la fase de dormancia (53).

2.2.3.4. Hospederos.

La moniliasis posee un amplio rango de hospederos entre las cuales se encuentran plantas de la familia Malvaceae las cuales hacen parte del género *Theobroma*, entre estas se encuentran *T. cacao*, *T. gileri*, *T. bicolor*, y *T. grandiflorum*; así como plantas relacionadas al género *Herrania*. Por otro lado, la especie hermana, *M. perniciosa* posee un rango de hospedantes más amplio como en *Solanaceae*, *Malpighiaceae* y *Bignoniaceae* (56).

2.2.3.5. Ciclo de vida.

Las conidias germinan en una película de agua en las mazorcas de cacao y penetran directamente por los estomas a través de la epidermis. Estas necesitan varias horas de condiciones de alta humedad relativa para completar la mayoría de las infecciones, lo cual toma de 3 a 8 semanas desde la infección primaria hasta la aparición de un síntoma externo (período de incubación), dependiendo principalmente de la edad de la mazorca (57).

Las mazorcas que son muy jóvenes (< 1 mes), cuando se infectan desarrollan hinchazones y la distorsión en aproximadamente un mes, seguido por necrosis totales; mientras que las mazorcas infectadas a los 3 meses de edad sólo desarrollan necrosis interna y externa

limitadas 2 o 3 meses más tarde, cerca de maduración. El micelio externo aparece a los pocos días de iniciadas de las lesiones, convirtiéndose rápidamente en capa blanca densa de conidias y micelio. Las estructuras de esporógenas se forman y esporulan profusamente en unos pocos días, entonces el pseudostroma se torna de color crema desde el centro hacia el exterior (58).

El hongo *M. royeri* puede producir hasta siete mil millones de conidias que por el viento se dispersan durante un período de nueve meses en una sola vaina quedando suspendido en el dosel debido a la falta de fitosanidad (20). La formación, liberación y dispersión de las conidias no requieren mucha humedad. Las corrientes de aire y vibraciones de árboles (como durante la cosecha o poda) liberan esporas maduras al final de las cadenas en números muy grandes (21).

2.2.3.6. Sintomatología.

Los síntomas varían según la edad del fruto y la variedad del cacao, presentándose síntomas internos y externos. Cuando son infectados los frutos de unos 60 días de edad, el proceso de necrosamiento se produce en aproximadamente 40 días. En frutos entre 40 y 80 días de edad infectados, se producen deformaciones (gibas) y la madurez prematura de los mismos (59).

El daño externo se caracteriza por pequeñas manchas aceitosas en la corteza de los frutos. Luego de esto el patógeno invade los tejidos en forma intercelular, mediante la formación de conidióforos, conidios y micelio. Después se producen hifas que invaden los tejidos en forma intracelular, presentándose los síntomas característicos de la enfermedad como son: manchas irregulares de color pardo, terminando con la pudrición del fruto y la presencia de un polvo blanco, que son las esporas del hongo (1).

Si las mazorcas no se separan del árbol se momifican y permanecen adheridas a las ramas por mucho tiempo. El daño interno se caracteriza por una podredumbre acuosa de los tejidos y semillas. Algunos frutos pueden completar su ciclo sin presentar síntomas externos, pero al abrirlos se encuentran podridos (60).

Una vez establecida en una plantación de cacao, la dispersión de *M. royeri* de mazorcas infectadas y la inoculación de los brotes jóvenes son continuas durante todo el año donde su intensidad depende del clima y la respuesta fenológica de los árboles en cada región (61).

2.2.4. *Uso de zeolitas en la agricultura*

El término zeolita viene del griego zéo y líthos que quiere decir piedra que hierve o piedra efervescente. En 1756, con el descubrimiento de la stilbita por el mineralogista sueco Barón Alex Frederick Consted, las zeolitas fueron reconocidas por la primera vez (62).

Las propiedades de estos materiales naturales de bajo costo imitaron las de muchos de sus contrapartes sintéticas, y desde entonces se ha realizado un esfuerzo considerable para desarrollar aplicaciones para ellos en función de sus propiedades únicas de adsorción, intercambio catiónico, deshidratación-rehidratación y catalíticas (63).

En el Ecuador no se tenía conocimiento de la existencia de yacimientos potenciales de zeolitas, ni de sus propiedades ni de sus aplicaciones en la industria, hasta mediados de los años 90, cuando expertos cubanos recorrieron la costa ecuatoriana y encontraron materiales zeolíticos en El Cayo, cerca de Guayaquil. A finales de los 90, uno de los expertos cubanos propuso a los directivos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) un proyecto de investigación sobre las aplicaciones de las zeolitas naturales. Ellos aceptaron y comenzaron a desarrollar un proyecto denominado “Sustratos Ecológicos a base de Zeolitas Naturales”. Se enfocaron principalmente en aplicaciones agrícolas y pecuarias, con resultados satisfactorios, dando así paso a futuras investigaciones en este campo. Como conclusión determinaron que en casi todas las rocas se dan los minerales principales de zeolita: Clinoptilolita y Heulandita (64).

Las zeolitas naturales, es decir las que se encuentran en las rocas sedimentarias vulcanógenas, se han utilizado y se utilizan como piedra de construcción, como agregados livianos y puzolanas en cementos y hormigones, como relleno en papel, en la absorción de Cs y Sr de desechos nucleares y lluvia radiactiva, como enmiendas del suelo en agronomía y horticultura, en la eliminación de amoníaco de aguas potables y desechos municipales, industriales y agrícolas (65).

Las zeolitas son aluminosilicatos cristalinos naturales. Se encuentran entre los minerales más comunes presentes en las rocas sedimentarias. Las zeolitas se encuentran en rocas de diversas edades, litologías y entornos geológicos, y representan indicadores valiosos de la deposición y postdeposición (diagenética) (23).

Se ha informado que, de las 40 zeolitas naturales estudiadas por grupos de investigación, las más conocidas son clinoptilolita, erionita, chabazita, heulandita, mordenita, estilbita y phillipsita (66).

Estructuralmente, las zeolitas son tectosilicatos que exhiben una estructura tridimensional abierta que contiene los cationes necesarios para equilibrar la carga electrostática de la estructura de las unidades tetraédricas de sílice y alúmina (24).

Los poros y vacíos son las características clave de los materiales de zeolita. Los poros y los huecos interconectados están ocupados por cationes y moléculas de agua (67).

El área de la superficie interna de estos canales alcanza varios cientos de metros cuadrados por gramo de zeolita, lo que hace que las zeolitas sean intercambiadores de iones extremadamente efectivos. La relación Si/Al es una característica importante de las zeolitas (68).

El desequilibrio de carga debido a la presencia de aluminio en la estructura de la zeolita determina la propiedad de intercambio iónico de las zeolitas y se espera que induzca sitios ácidos potenciales. La relación Si/Al es inversamente proporcional al contenido de cationes, pero directamente proporcional a la estabilidad térmica (69).

Los cationes se pueden intercambiar por intercambio iónico y el agua se puede eliminar de forma reversible mediante la aplicación de calor. Las propiedades físicas y químicas únicas de las zeolitas, junto con su abundancia en depósitos sedimentarios y en rocas derivadas de materiales volcánicos originales, las han hecho útiles en muchas aplicaciones agrícolas (70).

La mayor parte de la investigación inicial sobre el uso de zeolitas en la agricultura tuvo lugar en la década de 1960 en Japón en suelos volcánicos. Las propiedades de intercambio iónico de las zeolitas se pueden utilizar en agricultura debido a su gran porosidad y alta capacidad

de intercambio catiónico. Se pueden utilizar tanto como portadores de nutrientes como como nutrientes medios o libres (71).

Las zeolitas son materiales importantes con aplicaciones muy amplias en agricultura e ingeniería ambiental. Se encontró que la incorporación de zeolita en el suelo aumenta el rendimiento de los cultivos y promueve la eficiencia en el uso de nutrientes (72). Otros posibles usos que se están investigando incluyen aplicaciones como portador de fertilizantes de liberación lenta, insecticidas, fungicidas y herbicidas, y como trampa para metales pesados en los suelos (73).

Las zeolitas no solo pueden servir como adsorbentes de contaminantes en el medio ambiente, sino también como reservorios de agua y nutrientes para las plantas (aniones y cationes) (74).

Debido a sus propiedades únicas, las zeolitas se han vuelto cada vez más populares en los últimos años y encuentran aplicaciones prácticas en muchas ramas de la economía. Los resultados del estudio hasta la fecha demuestran que las zeolitas son seguras para el medio ambiente y los organismos vivos, y su uso multidireccional en la agricultura se debe principalmente a su alta porosidad, capacidad de intercambio catiónico y área de superficie específica bien desarrollada (75).

Una aplicación directa de zeolitas al suelo no solo tiene un efecto beneficioso sobre la capacidad de absorción del suelo, sino que también reduce la acidificación del suelo y aumenta la eficiencia del uso de nutrientes (76).

Una mejor utilización de los nutrientes de los fertilizantes da mayores rendimientos y reduce la dispersión de nutrientes en el medio ambiente (77). Otra ventaja de las zeolitas es que pueden obtenerse por síntesis a partir de diversos materiales de desecho (por ejemplo, cenizas), lo que hace que su coste de producción sea relativamente bajo (78). Esto cumple con los principios del desarrollo sostenible y es parte de la economía de circuito cerrado y el retraso de los recursos ambientales (79).

2.2.5. Beneficios del uso de Zeoter-A

Zeoter-A proporciona unas condiciones óptimas al suelo para el buen desarrollo de los cultivos optimizando el uso de los fertilizantes, canjeando características físico-químicas de los suelos y aumentando productividades y disminuyendo costos (79).

Entre los beneficios del uso de Zeoter-A en la agricultura, Soca & Villareal (73), mencionan los siguientes:

- Mejora las propiedades físicas del suelo (estructura, retención de humedad, aireación, porosidad, densidad).
- Mejora las propiedades químicas del suelo (nivela pH, desbloquea Fosforo y elementos fijados, disminuye acidez)
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico en los suelos.
- Ayuda a que la materia orgánica perdure en el tiempo sin que el efecto de esta disminuya.
- Aumenta la retención de nutrientes, lo que permite reducir hasta un 25% las dosis de aplicación de los fertilizantes tradicionales.
- Aumenta la capacidad de retención de humedad del suelo, disminuyendo las frecuencias de riesgo.

De igual manera, Torres (80), expresa algunos beneficios de Zeoter-A aplicado en los sistemas de producción agrícolas, entre los cuales se tiene:

- Para suelos arcillosos evita la compactación y sellamiento, haciendo más eficiente el almacenamiento de los nutrientes por parte del producto.
- Para suelos arenosos, debido a su capacidad hidrorretenedora, evita que se percole el agua y los nutrientes.
- Zeoter-A forma un depósito permanente de agua y nutrientes, asegurando reservas hídricas y nutricionales sobre todo en épocas de sequía.
- Mejora el pH de los suelos ya que intercambia los hidrogeniones libres en el medio, permitiendo el desbloqueo de nutrientes.

- Facilita un crecimiento y desarrollo más sano de los cultivos, disminuyendo de los riesgos por ataque de plagas y enfermedades.

Con relación a las propiedades de Zeoter-A, es notable su baja densidad (muy livianas), su elevada capacidad de intercambio catiónico, su elevado poder de adsorción y la gran facilidad para la hidratación (ganar agua) y deshidratación (perder agua) (72).

Su volumen está constituido por 50% de espacios porosos lo cual le confiere una alta capacidad de absorción, un g de Zeoter-A, equivale a un área superficial de 1000 m², su composición aniónica (-) es compensada por los cationes (+) presentes en los fertilizantes, lo cual permite que la raíz los pueda absorber, debido a que el tejido epidérmico cuenta con carga aniónica (-) (81). Esta característica del producto le permite absorber y tener disponibles los fertilizantes y el agua, convirtiéndose en una despensa hídrica y nutricional presente en el suelo y a través del tiempo (67)). Entre los usos de Zeoter-A, Bybordi *et al.* (82), menciona como destacados lo siguientes:

- Potencializador de los fertilizantes químicos.
- Obtención de fertilizantes órgano-minerales.
- Mejorador de las características físico-químicas de los suelos.
- Despensa hídrica del suelo.
- Aditivo en mezcla con sustrato de enraizamiento.

La zeolita también puede ser utilizada para mejorar la calidad de los suelos agrícolas, ya que, debido a su microestructura en forma de panal, puede absorber plaguicidas, lo que la hace eficaz en la protección de cultivos contra plagas y enfermedades (71).

Estas propiedades también permiten que las zeolitas puedan actuar como vehículos transportadores de diferentes sustancias activas, siendo posible el uso de zeolitas para la aplicación gradual de productos biológicos y químicos en la agricultura (83). Debido a lo antes señalado, la zeolita tiene potencial en la agricultura sustentable, ya que permite incrementar la eficiencia de los agroinsumos, mejorar la estructura del suelo y proteger a los cultivos (84).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización de la investigación

La investigación se desarrolló en la huerta cacaotera del Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicado en el km 7.5 de la vía Quevedo – El Empalme, provincia de Los Ríos. La ubicación geográfica del sitio experimental es 1°05'03.8" latitud Sur y 79°29'54.3" longitud Oeste, a una altitud de 66 m.s.n.m. En la Tabla 1 se presentan las características edafoclimáticas del sitio experimental:

Tabla 1

Características edafoclimáticas del sitio experimental

Parámetros	Descripción
Clima	Tropical húmedo
Temperatura media anual	24.9 °C
Precipitación media anual	2295.1 mm
Humedad relativa media	84.0 %
Horas sol por año	894.0
Topografía	Plana
Textura	Franco – limosa
pH	5.5

Fuente: Estación Meteorológica “Pichilingue” INAMHI. Serie multianual 2000 – 2021 (85)

3.2. Tipo de investigación

La investigación desarrollada fue de tipo experimental y exploratoria. Se considera de tipo experimental, porque se manejaron tratamientos conformados por dosis de potasio y zeolita, con la finalidad de cuantificar su efecto en el cultivo de cacao a través de la evaluación de la incidencia, severidad y parámetros agronómicos de dicho cultivo. Por otra parte, fue de tipo exploratoria, ya que, a la actualidad, no se han realizado investigaciones similares en el uso de zeolitas y fósforo en la respuesta fitosanitaria del cultivo de cacao.

3.3. Métodos de investigación

En el desarrollo de la investigación realizada se hizo uso de los siguientes métodos:

3.3.1. Método inductivo

Mediante la aplicación de este método, se pudo constituir conclusiones generales a partir de los resultados de la evaluación de las diferentes variables de respuesta en términos fitosanitarios, productivos y económicos.

3.3.2. Método deductivo

A través de este método se partió de lo general a lo particular, posibilitando la identificación de los efectos específicos que generan la aplicación de zeolita en el manejo tanto de la moniliasis, así como de la mazorca negra en el cultivo de cacao.

3.3.3. Método analítico

Este método se aplicó en el análisis de los datos obtenidos en la evaluación de las variables para la posterior generación de resultados enfocados en el efecto de los tratamientos sobre la respuesta productiva y fitosanitaria del cultivo de cacao.

3.4. Fuentes de recopilación de la información

Se extrajo información tanto de fuentes primarias como secundarias. Las fuentes de información fueron primarias: aquella información obtenida en la evaluación de las variables a través de la observación directa, y de fuentes secundarias: toda información extraída de libros, revistas, manuales divulgativos, guías técnicas y demás material bibliográfico.

3.5. Diseño experimental de la investigación

3.5.1. Factor en estudio

Se estudió un solo factor, representado por las diferentes combinaciones entre las dosis de fósforo y zeolita, aplicadas en el cultivo de cacao.

3.5.2. Tratamientos estudiados

Se estudiaron cuatro tratamientos, constituidos por 4 dosis de fósforo de acuerdo a los descrito por López *et al.* (86), de los cuales tres fueron adicionados de Zeoter-A, y un testigo según se detalla en la Tabla 2:

Tabla 2*Descripción de los tratamientos a evaluarse en el ensayo*

Tratamientos	Descripción
T1: 25% P + Zeoter-A	12 kg ha ⁻¹ de P + 136.35 kg ha ⁻¹ de Zeoter-A
T2: 50% P + Zeoter-A	24 kg ha ⁻¹ de P + 136.35 kg ha ⁻¹ de Zeoter-A
T3: 75% P + Zeoter-A	36 kg ha ⁻¹ de P + 136.35 kg ha ⁻¹ de Zeoter-A
T4: 100% P (Testigo)	48 kg ha ⁻¹ de P

3.5.3. Diseño experimental

En el experimento, se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) de un factor, con cuatro tratamientos en tres repeticiones. Se consideró como unidad experimental a 6 plantas de cacao CCN-51 establecidas a 3 m de distancia entre plantas y 3 m de distancia entre hileras. El esquema del análisis de varianza utilizado en el ensayo se presenta en la Tabla 3:

Tabla 3*Esquema del análisis de varianza utilizado en el experimento*

Fuentes de variación	Grados de libertad
Bloques	3
Tratamientos	3
Error experimental	9
Total	15

3.6. Instrumentos de investigación**3.6.1. Manejo específico el experimento**

Por tratarse de una plantación ya establecida se realizaron las labores como convencionalmente se han realizado. El manejo del experimento implicó la ejecución de las siguientes labores:

3.6.1.1. Identificación de las plantas.

Previo a la ejecución de las labores iniciales del cultivo, se procedió a la identificación de las plantas objeto de estudio. Para ello se les colocó un membrete plástico que facilite su reconocimiento. Un color de membrete se usó para diferenciar cada tratamiento dentro del experimento.

3.6.1.2. Poda.

La labor de poda se realizó a salidas de la época lluviosa, eliminando todo tipo de ramas improductivas y entrecruzadas (88). Con esta labor se pretendió equilibrar la arquitectura de la planta (con forma similar a la de un embudo invertido), y facilitar la entrada de luz solar a la plantación (89). Además, se eliminaron mensualmente los chupones presentes en el cultivo. Se utilizaron como herramientas tijeras de podar, serrucho y machete, las cuáles se desinfectaron con alcohol al 70% (90).

Las heridas ocasionadas por esta práctica se cubrieron inmediatamente con pasta bordelesa (cal y óxido de cobre, en relación 1:3) según las especificaciones de Sánchez-Mora *et al.* (88). A la cantidad descrita de los ingredientes se le aplicó lentamente 10 litros de agua, y se homogenizó hasta formar una pasta. Por cada litro de agua se utilizaron 100 g de cal y 300 g de óxido de cobre. La pasta se aplicó en cada herida utilizando una brocha de 2 pulgadas de ancho cubriendo por completo cada corte realizado (91).

3.6.1.3. Control de malezas.

El manejo de las malezas se realizó manualmente, utilizando un machete, con una frecuencia de 15 días entre cada control. Los restos de las malezas se dejaron dispuestas entre las calles de la plantación, de manera que se constituyó un acolchado que ayude a la retención de la humedad. Además, esta labor aportó materia orgánica a la plantación, procurado el aprovechamiento de estas.

3.6.1.4. Fertilización.

Se tomó una submuestra de 100 g de suelo por cada unidad experimental. Luego se homogenizaron las submuestras y se colocó la respectiva identificación. La muestra se envió para su correspondiente análisis al mencionado Departamento de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Pichilingue del INIAP ubicada en el km 5.5 de la vía Quevedo – El Empalme. El plan de fertilización estuvo basado en las recomendaciones realizadas por el mencionado departamento. La dosis total se fraccionó en 2 aplicaciones de igual proporción al año, cuya aplicación estuvo sujeta a la planificación de las labores de la plantación.

3.6.1.5. Riego.

La dosis y frecuencia de riego estuvieron sujetas a la programación de riego que actualmente se sigue en el cultivo. Se tomó como referencia las lecturas registradas por el método del tanque evaporímetro clase A, instalado dentro de la plantación evaluada.

3.6.1.6. Control fitosanitario.

El control de insectos plaga se realizó una sola vez, aplicando Imidalaq® SC (Imidacloprid: 350 g L⁻¹) en dosis de 0.4 L ha⁻¹. Se ejecutó la remoción semanal de mazorcas enfermas, las cuales serán separadas por completo de la plantación. La aplicación de Zeoter-A® estuvo sujeta a la frecuencia de los fertilizantes.

3.6.1.7. Cosecha.

La labor de cosecha se realizó manualmente extrayendo las mazorcas que estén aptas para la cosecha y posterior aprovechamiento de las almendras. El corte de pedúnculo se lo ejecutó utilizando una tijera de podar Felco No. 2.

3.6.2. Datos tomados y formas de evaluación

3.6.2.1. Número de mazorcas cosechadas por planta.

Se llevó un registro del total de mazorcas por planta cosechadas en cada unidad experimental. Posteriormente, se determinó el promedio de acuerdo con cada tratamiento en estudio. Finalmente, las mazorcas se clasificaron de acuerdo con los siguientes criterios:

- Número de mazorcas sanas
- Número de mazorcas enfermas
- Número de mazorcas descartes

Para la determinación porcentual de cada uno de este tipo de mazorcas, se tuvo en cuenta la siguiente fórmula:

$$PMPC = NMPC / NTMC * 100$$

Dónde:

PMPC: Porcentaje de mazorcas por categoría

NMPC: Número de mazorcas por categoría

NTMC: Número total de mazorcas colectadas

3.6.2.2. Incidencia.

Para la determinación de la incidencia de *P. palmivora* y *M. royeri* se siguió el procedimiento realizado por Cárdenas *et al.* (92). Se llevó un registro de total de mazorcas cosechadas por mes, así como las que presentaron daños por la enfermedad. Luego se halló el valor porcentual utilizando la fórmula aplicada por Ruíz-Cisneros *et al.* (93):

$$IE = NMD / TMC * 100$$

Dónde:

IE: Incidencia de la enfermedad (%)

NMD: Número de mazorcas con daños

TMC: Total de mazorcas cosechadas

3.6.2.3. Severidad de la enfermedad (%).

En la determinación de la severidad de *P. palmivora* y *M. royeri*, se consideró el porcentaje de daños en frutos por la enfermedad, utilizando la apreciación visual de acuerdo al procedimiento utilizado por Beltrán (94), mediante una escala visual de sintomatología de las enfermedades. Se tomó en cuenta el área afectada por la enfermedad en toda la superficie de los órganos evaluados.

3.6.2.4. Eficacia.

Se determinó el porcentaje de eficacia de los tratamientos, aplicando la fórmula utilizada por Ploper *et al.* (95):

$$\% E = (ST - St) / ST * 100$$

Dónde:

%E: Eficiencia del tratamiento

ST: Severidad en control

St: Severidad del tratamiento

3.6.2.5. Número de chereles.

Para la evaluación de esta variable se llevó un registro del total de chereles (frutos jóvenes hasta 3 meses de edad) en cada unidad experimental. Luego se determinó el porcentaje de chereles tanto sanos como enfermos de acuerdo con cada tratamiento.

3.6.2.6. Peso de almendras por mazorca en baba.

De todas las mazorcas cosechadas en cada unidad experimental, se extrajeron las almendras, y se pesaron en una balanza digital (Camry® Modelo EK4350). Seguido de esto, se halló el promedio por tratamiento. Además, posterior al proceso de secado de las almendras, se estableció el peso en seco de estas.

3.6.2.7. Peso neto de almendras por mazorca.

De todas las mazorcas cosechadas en cada unidad experimental, se extrajeron las almendras, y se pesaron en una balanza digital (Camry® Modelo EK4350). Seguido de esto, se halló el

promedio por tratamiento. Además, posterior al proceso de secado de las almendras, se estableció el peso en seco de estas.

3.6.2.8. Número de almendras por mazorca.

En todas las mazorcas cosechadas en cada unidad experimental, se extrajeron todas las almendras las mismas que se contaron para luego promediar de acuerdo con cada tratamiento en estudio.

3.6.2.9. Peso de 100 almendras (g).

Por cada unidad experimental se tomaron al azar 100 almendras para luego pesarlas en una balanza digital (Camry® Modelo EK4350), y se procedió a determinar el promedio en cada unidad experimental.

3.6.2.10. Rendimiento por planta.

Se registró el rendimiento unitario en cada una de las plantas de cada unidad experimental expresado en kg. Para ello se utilizó una balanza digital, y se realizó la sumatoria del rendimiento de cada una de las cosechas por cada planta. Finalmente, se estableció el promedio de cada tratamiento.

3.6.2.11. Rendimiento por hectárea.

El rendimiento de cacao por hectárea se determinó teniendo en cuenta el rendimiento en baba en el área de cada unidad experimental. Con rendimiento se estableció el rendimiento por hectárea, utilizando una regla de tres simple.

$$RPH = RPP * 10000 \text{ m}^2 / ASP$$

Dónde:

RPH: Rendimiento por hectárea (kg)

RPP: Rendimiento por parcela (kg)

ASP: Área de la subparcela (m²)

3.6.2.12. Análisis económico.

El análisis económico se realizó en base al rendimiento y costos de cada tratamiento en estudio, se determinó la relación beneficio/costo, aplicando la siguiente fórmula:

$$R(B/C) = IB / CT$$

Dónde:

R (B/C): Relación beneficio – costo

IB: Ingreso Bruto

CT: Costo Total

3.7. Tratamiento de los datos

A las variables de respuesta se les aplicó el correspondiente análisis de varianza (ANOVA), y posteriormente se aplicó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la comparación de las medias de los tratamientos. Para la tabulación de los datos se utilizó Excel 2019, desarrollado por Microsoft Corporation. El análisis estadístico se lo ejecutó en Infostat versión 2020.1.2 desarrollado por Di Rienzo *et al.* (87).

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos humanos

- Estudiante Responsable del Proyecto de Investigación
- Director del Proyecto de Investigación

3.8.2. Recursos materiales

3.8.2.1. Equipos/materiales de oficina.

- Agenda
- Calculadora
- Computador
- Impresora
- Paquete Office
- Software Infostat
- Teléfono inteligente

3.8.2.2. Equipos/materiales de campo.

- Tijera de podar
- Balanza digital
- Baldes plásticos
- Cinta de peligro
- Cinta de colores
- Letreros de tratamientos
- Latillas
- Sacos
- Fosfato Diamónico
- Machete
- Muriato de potasio
- Urea
- Zeoter-A

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. *Parámetros agronómicos*

En la Tabla 4, se presentan los valores registrados de los parámetros agronómicos en respuesta a la aplicación de los tratamientos estudiados. En ninguna de las variables evaluadas se observó diferencias significativas, a excepción del número de mazorcas y el número de mazorcas sanas.

Para el total de mazorcas, se obtuvo mayor promedio en T3: 75% P + Zeoter-A, con 55.88 mazorcas, mientras que, el menor promedio se registró en T2: 50% P + Zeoter-A, con 37.98 mazorcas. El número de mazorcas cosechadas osciló entre 5.81 y 6.05, mientras que las mazorcas descartes fluctuó entre 1.69 y 3.00. Con la aplicación de T2: 50% P + Zeoter-A, se tuvo tanto mayor número de mazorcas cosechadas, así como más mazorcas descartes.

En lo correspondiente al número de mazorcas sanas, se registró mayor promedio en T3: 75% P + Zeoter-A, con 46.92 mazorcas sanas, sin diferir estadísticamente de T1: 25% P + Zeoter-A y T4: 100% P (Control), que presentaron valores de 39.94 y 37.79 mazorcas sanas. El tratamiento de mayor promedio registró diferencias significativas respecto a T2: 50% P + Zeoter-A, que presentó un promedio de 32.71 mazorcas sanas. Por otra parte, el número de mazorcas enfermas osciló entre 2.92 y 3.10, teniéndose mayor promedio en T2: 50% P + Zeoter-A, y el menor promedio en el tratamiento T1: 25% P + Zeoter-A.

El número de chereles sanos fue mayor en T3: 75% P + Zeoter-A, con 42.53 chereles sanos, en ausencia de diferencias significativas con los tratamientos T2: 50% P + Zeoter-A y T1: 25% P + Zeoter-A, que registraron promedios de 37.98 y 33.25 chereles sanos, respectivamente, y con diferencia significativa respecto a T4: 100% P (Control), que presentó un promedio de 19.50 chereles sanos. Por su parte, T4: 100% P (Control), registró mayor número de chereles enfermos, con 22.09 chereles enfermos, sin diferir estadísticamente de T3: 75% P + Zeoter-A, que registró un promedio de 20.76 chereles enfermos. Dichos tratamientos mostraron diferencias significativas respecto a T1: 25% P + Zeoter-A y T2: 50% P + Zeoter-A, que registraron valores de 13.00 y 12.17 chereles enfermos, respectivamente.

Con la aplicación se T1: 25% P + Zeoter-A, se registraron mayores promedios de peso de almendro en baba, almendro seco, 100 semillas en baba y en seco, con pesos de 1090.70, 580.10, 393.05 y 195.95 g, respectivamente.

En T2: 50% P + Zeoter-A, se registraron los menores valores de peso de 100 semilla en baba y secas con 306.45 y 157.18 g, respectivamente, así como menor número chereles enfermos y de semillas por mazorca, con valores de 12.17 chereles enfermos y 258.14 semillas por mazorca, respectivamente.

Bajo la aplicación de T3: 75% P + Zeoter-A, se pudo obtener más semillas por mazorca, con un promedio de 279.29 semillas por mazorca. Por su parte, con la aplicación de T4: 100% P (Control), se registró menor peso de almendro en baba y seco, con promedios de 974.52 y 510.14 g, respectivamente (Tabla 4).

Tabla 4

Parámetros agronómicos en el cultivo de cacao bajo la aplicación de diferentes dosis de fósforo más zeolita para el control de M. royeri y P. palmivora

Descripción	T1: 25% P + Zeoter-A	T2: 50% P + Zeoter-A	T3: 75% P + Zeoter-A	T4: 100% P (Control)
Número de mazorcas	45.38 ab	37.98 a	55.88 b	43.33 ab
Número de mazorcas cosechadas	5.90	6.05	5.88	5.81
Número de mazorcas descartes	1.69	3.00	2.36	2.28
Número de mazorcas sanas	39.94 ab	32.71 a	46.92 b	37.79 ab
Número de mazorcas enfermas	2.92	3.10	3.00	3.03
Número de chereles sanos	33.25 ab	37.98 ab	42.53 b	19.50 a
Número de chereles enfermos	13.00 a	12.17 a	20.76 b	22.09 b
Peso de almendro en baba (g)	1090.70	989.73	1067.46	974.52
Peso de almendro seco (g)	580.10	539.64	522.68	510.14
Peso de 100 semillas en baba (g)	393.05	306.45	345.83	333.05
Peso 100 semillas seco (g)	195.95	157.18	166.92	166.71
Número de semillas por mazorca	266.10	258.14	279.29	275.76

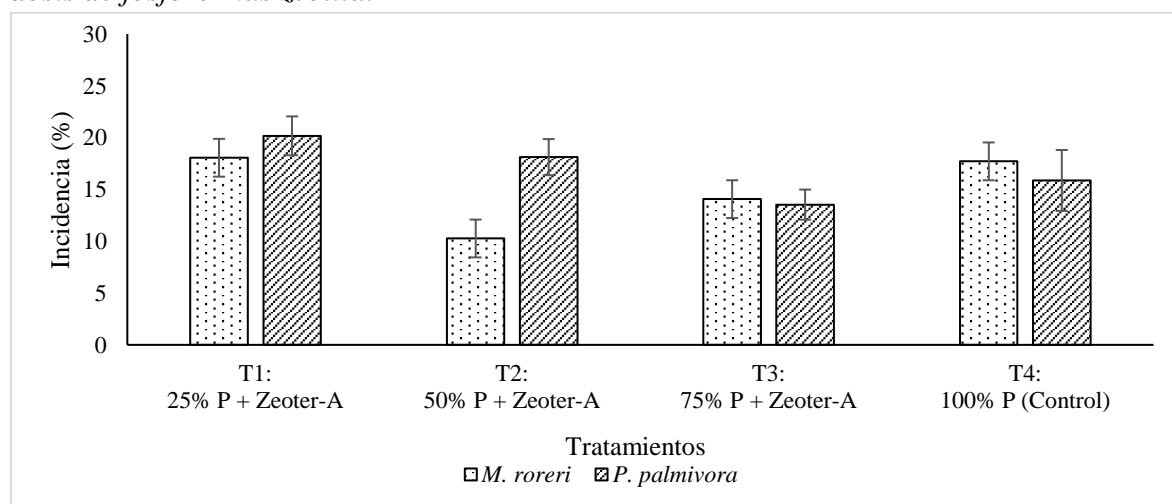
4.1.2. Incidencia (%)

En la Figura 1, se presenta la incidencia de *M. royeri* y *P. palmivora* en el cultivo de cacao bajo la aplicación de diferentes dosis de fósforo más zeolita. Debido a los altos coeficiente de variación, los datos se transformaron con la fórmula $(x + 0.5)^{1/2}$. Se pudo apreciar que para ninguna de las enfermedades los tratamientos alcanzaron diferencias significativas. La incidencia de *M. royeri* osciló entre 10.27 y 18.06%, correspondiendo el mayor nivel de incidencia a T1: 25% P + Zeoter-A, y el menor nivel de incidencia se tuvo en T2: 50% P + Zeoter-A.

Por su parte, para la evaluación de la incidencia de *P. palmivora*, se tuvieron valores de incidencia que fluctuaron entre 13.53 y 20.18%, siendo el mayor promedio correspondiente a la aplicación de T1: 25% P + Zeoter-A, y el menor nivel de incidencia de dicha enfermedad se tuvo en T3: 75% P + Zeoter-A.

Figura 1

Incidencia de M. royeri y P. palmivora en el cultivo de cacao con la aplicación de diferentes dosis de fósforo más zeolita.



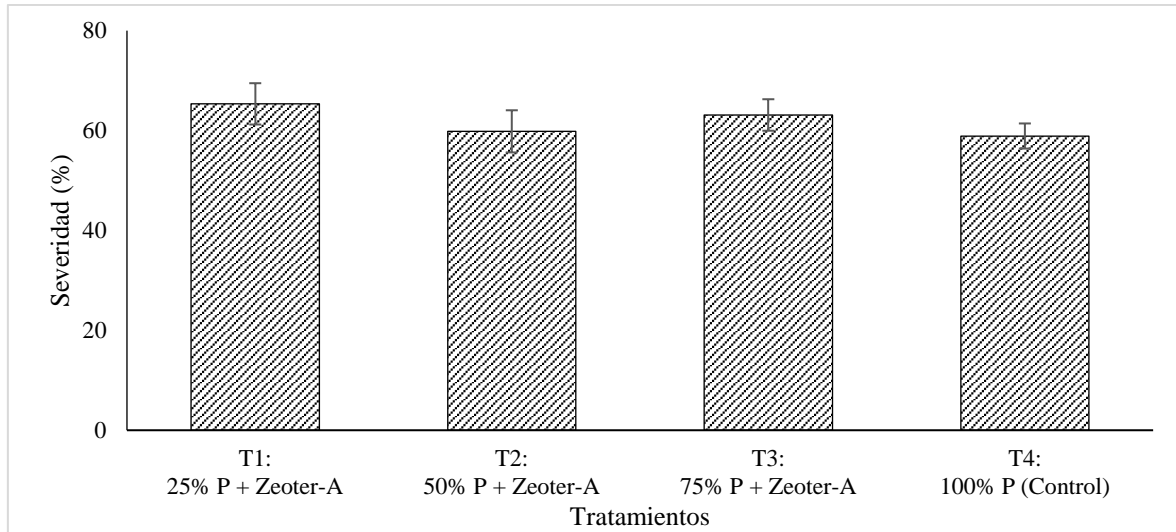
Nota: Barras de error representa la desviación estándar en cada tratamiento. Medias con la misma letra en cada grupo de datos, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

4.1.3. Severidad (%)

Como se puede apreciar en la Figura 2, los tratamientos estudiados no mostraron diferencias significativas entre sí para la disminución de la severidad de *M. royeri* en el cultivo de cacao, registrándose promedios entre 59.83 y 65.34%. La mayor severidad fue encontrada en T1: 25% P + Zeoter-A, y la menor severidad en plantas tratadas con T2: 50% P + Zeoter-A.

Figura 2

Severidad de M. royeri en el cultivo de cacao bajo la aplicación de diferentes dosis de fósforo más zeolita. Barras de error representa la desviación estándar en cada tratamiento

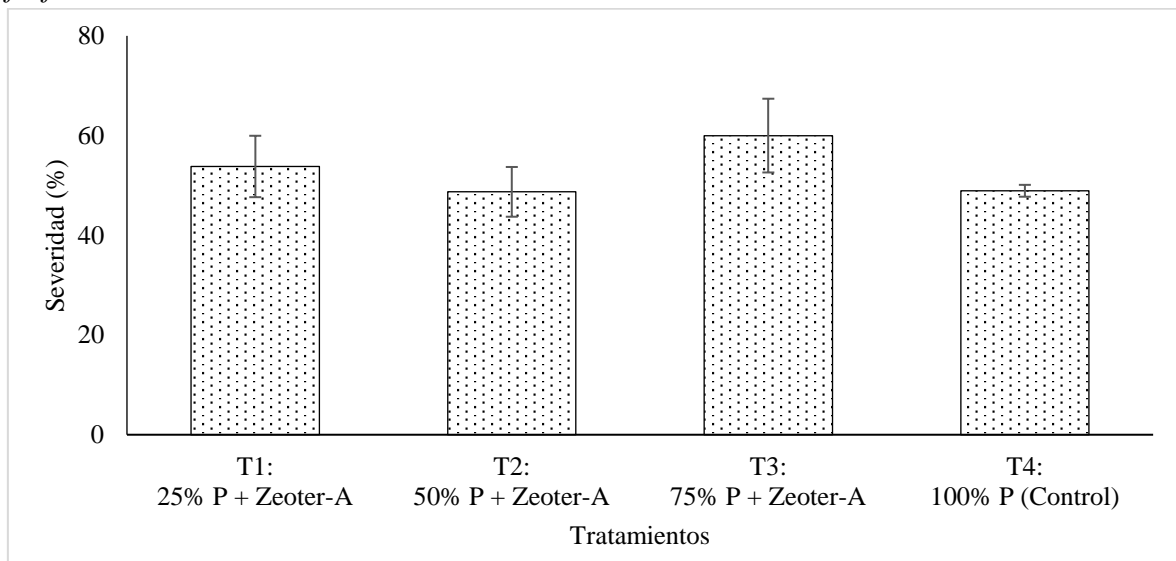


Nota: Barras de error representa la desviación estándar en cada tratamiento. Medias con la misma letra en cada grupo de datos, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

En la Figura 3 se presentan los niveles de severidad de *P. palmivora* en el cultivo de cacao en respuesta a la aplicación de los tratamientos en estudio, de manera que se puede apreciar la ausencia de diferencia significativas entre dichos tratamientos, con valores que fluctuaron entre 48.71 y 60.00 %, correspondiendo el mayor nivel de severidad a T3: 75% P + Zeoter-A, mientras que la severidad fue menor en T2: 50% P + Zeoter-A.

Figura 3

Severidad de P. palmivora en el cultivo de cacao bajo la aplicación de diferentes dosis de fósforo más zeolita.



Nota: Barras de error representa la desviación estándar en cada tratamiento. Medias con la misma letra en cada grupo de datos, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

4.1.4. Eficacia (%)

En la Tabla 5, se presentan los valores de eficacia de los tratamientos estudiados para la disminución de la incidencia de *M. roreri* y *P. palmivora* en el cultivo de cacao. La aplicación de T2: 50% P + Zeoter-A fue más eficiente para disminuir la incidencia de *M. roreri*, registraron un valor de 42.02%, mientras que, para el caso de *P. palmivora*, T3: 75% P + Zeoter-A mostró mayor eficiencia, que ascendió a 14.69%. La aplicación de T1: 25% P + Zeoter-A no fue eficiente para ninguna de las dos enfermedades en estudio, de manera que se tuvieron valores negativos.

Tabla 5

Eficacia de diferentes dosis de fósforo más zeolita para la disminución de la incidencia de M. roreri y P. palmivora en el cultivo de cacao.

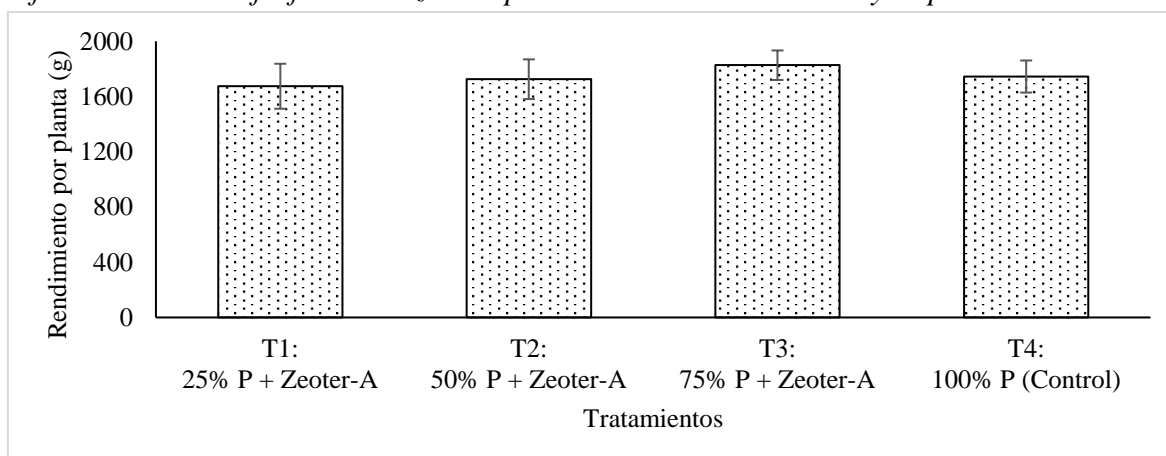
Tratamientos	Eficacia (%)	
	<i>M. roreri</i>	<i>P. palmivora</i>
T1: 25% P + Zeoter-A	-1.98	-27.17
T2: 50% P + Zeoter-A	42.02	-14.19
T3: 75% P + Zeoter-A	20.59	14.69
T4: 100% P (Control)	—	—

4.1.5. Rendimiento por planta (g)

Los promedios de rendimiento de almendra por planta alcanzados con cada uno de los tratamientos durante el periodo de estudio, se presentan en la Figura 4. Los tratamientos estudiados no mostraron diferencias significativas en sí, alcanzando niveles de rendimiento que oscilaron entre 1674.45 y 1826.87 g. El mayor promedio de rendimiento por planta se obtuvo en T3: 75% P + Zeoter-A, mientras que en el tratamiento T1: 25% P + Zeoter-A se obtuvo menor rendimiento por planta.

Figura 4

Rendimiento por planta en el cultivo de cacao (kg ha^{-1}) en respuesta a la aplicación de diferentes dosis de fósforo más zeolita para el control de *M. royeri* y *P. palmivora*.



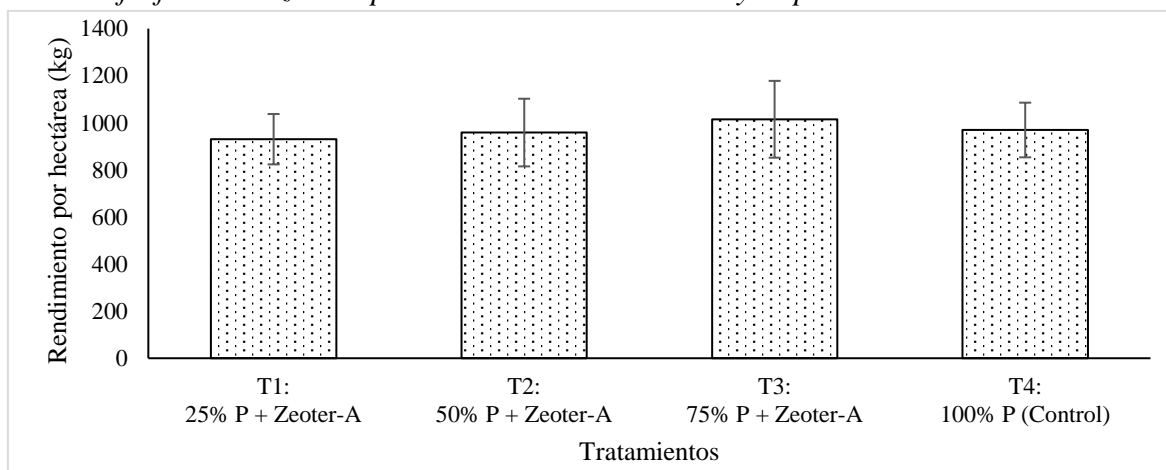
Nota: Barras de error representa la desviación estándar en cada tratamiento. Medias con la misma letra en cada grupo de datos, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

4.1.6. Rendimiento por hectárea (kg)

El rendimiento por hectárea del cultivo de cacao en respuesta a los diferentes tratamientos en estudio para el manejo de *P. palmivora* y *M. royeri*, se presentan en la Figura 5. Ninguno de los cuatro tratamientos en estudio registró diferencias significativas respecto a los demás. El rendimiento obtenido con los tratamientos estudiados fluctuó entre 930.25 y 1014.93 kg ha^{-1} . El mayor rendimiento se registró en T3: 75% P + Zeoter-A, mientras que el menor rendimiento correspondió a T4: 100% P (Control).

Figura 5

Rendimiento por hectárea del cultivo de cacao (kg) en respuesta a la aplicación de diferentes dosis de fósforo más zeolita para el control de *M. royeri* y *P. palmivora*.



Nota: Barras de error representa la desviación estándar en cada tratamiento. Medias con la misma letra en cada grupo de datos, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

4.1.7. Análisis económico

En la Tabla 6, se presenta el análisis económico del rendimiento del cultivo de cacao en respuesta a la aplicación de los tratamientos en estudio. Con la aplicación de T3: 75% P + Zeoter-A, al tenerse mayor rendimiento, se logró obtener un mayor beneficio económico. Bajo la aplicación de dicho tratamiento, se registró una relación B/C de 1.38, lo que se traduce en la obtención de una utilidad de \$ 0.38 por cada dólar invertido. Los demás tratamientos registraron valores de relación B/C que oscilaron entre 1.27 y 1.31, correspondiendo el valor más bajo a T1: 25% P + Zeoter-A

Tabla 6

*Análisis económico del rendimiento de los tratamientos en estudio para el control de *M. royeri* y *P. pamivora*.*

Tratamientos	Rendimiento (kg)	Ingreso bruto (\$)	Costo total (\$)	Ingreso neto (\$)	B/C	Rentabilidad (%)
T1: 25% P + Zeoter-A	30.14	57.87	45.74	12.13	1.27	26.52
T2: 50% P + Zeoter-A	31.06	59.63	45.83	13.81	1.30	30.13
T3: 75% P + Zeoter-A	32.88	63.14	45.91	17.22	1.38	37.51
T4: 100% P (Control)	31.41	60.3	46.00	14.31	1.31	31.11

Nota: El precio del cacao al momento del ensayo fue de \$ 0.87 kg⁻¹.

4.2. Discusión

Con el avance tecnológico, se ha incrementado la concientización de los métodos tradicionales de protección de los cultivos (96), que generalmente se ha basado en aplicaciones de diferentes moléculas (97). Cada vez se ofertan más alternativas como métodos de manejo o control de diferentes plagas (98). Entre éstas, se ha hablado del uso de diferentes zeolitas naturales como estrategia tanto de nutrición, así como de fitoprotección (71). Son varias las zeolitas que se encuentran en el mercado, cada una con particularidades propias que pueden ser aprovechadas en los sistemas de producción agrícola (99).

Entre las zeolitas, la clinoptilolita y la mordenita se distinguen por su utilidad en la agricultura (100). Esto debido a que al entrar en contacto con el amonio del medio lo retienen en su estructura interna y externa, funcionando entonces como un fertilizante nitrogenado de lenta liberación (101). La clinoptilolita es una zeolita natural y es el compuesto más extendido en el mercado (102). Diversos trabajos han demostrado la utilidad del uso de la

zeolita (103). El producto Zeoter-A, mismo que fue utilizado en la presente investigación, está conformado en su totalidad por este tipo de zeolita, y de acuerdo a la información del fabricante promete un efecto positivo en el control de enfermedades de los cultivos (79).

Las zeolitas se encuentran hace mucho tiempo en el mercado, pero se las había considerado comúnmente como una estrategia para mejorar la fertilización de los cultivos (104). Por ello, es limitada la información que se ha tenido sobre su efecto en la protección de cultivos de importancia económica (105). Medrano *et al.* (106), sostienen que la aplicación de zeolitas naturales, se puede utilizar tanto como una fuente nutricional que puede influir en la fotosíntesis, así como para el control de artrópodos y enfermedades de los cultivos agrícolas.

En la presente investigación, la ausencia de diferencias significativas para los parámetros agronómicos evacuados, sugieren que los tratamientos en los que se incluyó la aplicación de Zeoter-A no produjeron un efecto notable sobre dichos parámetros, a excepción de la producción de mazorcas y el número de mazorcas sanas. Posiblemente la adición de una mayor proporción de Zeoter-A, podría haber generado un efecto notorio sobre dichos parámetros, puesto que de acuerdo a Chouikhi (107), la administración de dosis adecuadas de zeolitas, ya sea en combinación o por separado en los cultivos, pueden ayudar a la promoción de diferentes eventos fisiológicos como la fotosíntesis, así como en los indicadores de rendimiento de los cultivos. Esto concuerda con Donati *et al.* (108), quienes en plantas de calabacín (*Cucurbita pepo* var. 'Tiziano'), al aplicar un bioestimulante apreciaron la inducción de un aumento significativo en la biomasa y en la producción de hojas, flores y frutos tanto en plantas sanas como infectadas. Además, estos autores cuando aplicaron Fullcrhum Alert y BioVeg 500 en combinación con zeolita, evidenciaron que se mejoró la producción de metabolitos comúnmente involucrados en la respuesta de la planta a la infección por virus, como carbohidratos, fenilpropanoides y aminoácidos libres.

Por otra parte, la ausencia de diferencias significativas, podría estar relacionada con las exigencias del cultivo, debido a que en el presente estudio se siguió las recomendaciones de López *et al.* (86), pero debido a particularidades del clima u otros como la calidad de las fuentes de fertilización utilizadas, la eficiencia de éstos o su aprovechamiento por parte del cultivo pudo haber sido limitada (109). Otra posible explicación para estos resultados, es que, al tener en cuenta la edad de plantación, cuyo potencial de extracción de nutrientes del suelo varía en función de este parámetro (110). Respecto a esto, Paspuel (89), sostiene que,

la remoción de nutrientes se incrementa rápidamente durante los primeros 5 años después de la siembra, por lo que sus exigencias se incrementan gradualmente.

No se apreció un efecto notorio de la aplicación de zeolita tanto en la incidencia de las enfermedades, así como en la severidad de las mismas, lo que marca las pautas de que la baja efectividad de las dosis de Zeoter-A utilizadas en el presente estudio, de lo que además se podría deducir posibles investigaciones con mayores dosis. Por su parte, Díaz-Coronel *et al.* (111), en el cultivo de fréjol, bajo la aplicación de zeolita apreciaron que el daño foliar por insectos no difirió significativamente de la ausencia de la aplicación de la misma. Estos autores, también evidenciaron menor daño por enfermedades con la utilización de zeolita en relación a los tratamientos fertilizados de forma normal, el cual se redujo en un 30.85%. Las diferencias en los resultados del efecto de la zeolita, podrían estar relacionados con la capacidad de dispersión de *M. roreri* y *P. palmivora*, que a razón de un microclima en huertas cacaoteras, suele ser mayor que la de patógenos de los cultivos transitorios.

A pesar de evidenciarse un efecto significativo en las variables descritas en el párrafo anterior, al analizarse la eficacia de los tratamientos a base de zeolita respecto al tratamiento sin adición de dicho mineral, se pudo constatar que a media que la dosis se incrementó, también aumentó la eficacia. Sin embargo, llama la atención que T2: 50% P + Zeoter-A, fue más eficaz para el control de *M. roreri*, mientras que para *P. palmivora*, T3: 75% P + Zeoter-A, se caracterizó por posibilitar un control más eficaz. Por lo tanto, se puede especular que estos resultados, particularmente para el caso de *M. roreri*, podría derivarse de posibles heterogeneidades en las unidades experimentales al momento de iniciar el ensayo (109), puesto que, infecciones en primeros estadios, ocasionalmente se tornan inapreciables a simple vista (50). Por ello, la evaluación en plantas recién infectadas a nivel *in vitro* sería una primera alternativa para poder esclarecer este evento (112), debido a que en condiciones controladas se suele mitigar el error en las evaluaciones que se realizan en campo (113).

Choque-Cuno (114), indica, que los cultivos que se desarrollan en suelos donde se han hecho aplicaciones de zeolita, evidencian un mejor estado nutricional, disminuyendo el ataque de plagas y enfermedades. La zeolita puede ser utilizada para mejorar la calidad de los suelos agrícolas, teniendo en cuenta que, debido a su microestructura en forma de panal, puede absorber plaguicidas (71), lo que la hace eficaz en la protección de cultivos contra plagas y enfermedades (24).

Para el rendimiento por planta y por hectárea durante el tiempo de ejecución de la investigación, a pesar de no existir diferencias significativas entre los tratamientos, se podría considerar a T3: 75% P + Zeoter-A, como aquel de mayor interés puesto que generó mayor rendimiento el cual podría ser significativo al aumentarse la superficie, o su vez el tiempo de evaluación del cultivo. Esto se plantea, teniendo en cuenta que ocasionalmente los cultivos no muestran una respuesta inmediata al cambio del plan nutricional de los mismos, por lo que una evaluación prolongada suele ser importante, particularmente en cultivos perennes, según lo expresan Vega *et al.* (47). Lo anterior se fundamenta al analizarse económicamente los tratamientos, permitiendo definir un mayor beneficio económico con T3: 75% P + Zeoter-A, porque el costo de este insumo no es excesivo.

Díaz-Coronel *et al.* (111), obtuvieron un rendimiento de 1293.03 kg ha⁻¹, con la aplicación de zeolita, frente a los 994.00 kg ha⁻¹, registrados en ausencia de dicho mineral. Las diferencias de los resultados de la presente investigación con el mencionado estudio, podría explicarse al analizarse que evidentemente los requerimientos nutricionales del cultivo de fréjol son menores que el del cultivo de cacao. A la vez dichas diferencias podrían estar vinculadas a la poca pérdida de nutrientes por lixiviación, debido a que, en esta investigación, el cultivo de cacao, se mantuvo bajo riego, mismo que al ser infiltrado lentamente en el cultivo, influye en el lavado de los fertilizantes. Moreno *et al.* (2017), en el cultivo de cebada, obtuvieron un mayor nivel de rendimiento al aplicar zeolita al cultivo, sin embargo, por provenir de la explotación de recursos limitados (115), dichos autores recomiendan recurrir al uso racional de la misma mediante dosis adecuadas que no supongan un incremento excesivo de los costos de producción derivados de aplicaciones excesivas o ineficientes (116).

Con base a lo evidenciado en el presente estudio, es preciso puntualizar la necesidad en la evaluación de mayores dosis del mineral evaluado, o su vez explorar alternativas como posibles coadyuvantes puesto que si bien es cierto no se observaron marcadas diferencias entre los tratamientos, posiblemente a mayores dosis se podría apreciar un efecto más notable. Respecto a esto Colombani *et al.* (117), sostiene que la eficiencia de desempeño de las zeolitas puede estar determinada por el tamaño de su partícula y por la dosis empleada. A esto, Soca & Daza (118), acotan como factores determinantes, las características fisicoquímicas de los suelos, la dosis aplicada, el manejo del cultivo y la época del año en la que se realizan los experimentos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los tratamientos en estudio no influyeron en la respuesta productiva del cultivo de cacao, a excepción de las variables número de mazorcas, número de mazorcas sanas y chereles sanos, en las que T3: 75% P + Zeoter-A, presentó mayores promedios, mientras que T4: 100% P (Control) registró mayor número de chereles enfermos.
- La aplicación de fósforo más zeolita, no influyó en la incidencia como en la severidad de *M. roreri* y *P. palmivora*, sin embargo, se pudo apreciar una mayor eficiencia para el manejo de *M. roreri* con T2: 50% P + Zeoter-A, mientras que, para *P. palmivora*, se destacó únicamente T3: 75% P + Zeoter-A por registrar eficacia para el control de la enfermedad.
- Desde el punto de vista económico, la aplicación de T3: 75% P + Zeoter-A, produjo un mayor rendimiento (32.88 kg), y registró mejor eficacia para el control de *P. palmivora* y *M. roreri*, permitiendo la obtención de un mayor beneficio económico, con una relación B/C de 1.38, con una rentabilidad del 37.51%.

5.2. Recomendaciones

- Considerar la aplicación de T3: 75% P + Zeoter-A, puesto que, aunque no se evidencia diferencias estadísticas, registró mayor beneficio económico para el control de *P. palmivora* y *M. roreri*, por lo que podría ser una alternativa para el manejo de dichas enfermedades.
- Evaluar mayores dosis de aplicación de Zeoter-A como posible alternativa para el manejo de *M. roreri* y *P. palmivora* en el cultivo de cacao, considerando que en el presente estudio una proporción de 75% P + Zeoter-A mostró resultados más interesantes para dicho fin.
- Comparar diferentes productos a base de zeolita como fuente de nutrición y posible mejora de la respuesta fitosanitaria del cultivo de cacao ante diferentes patógenos de importancia económica.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

1. Paredes M. El manejo fitosanitario del cultivo de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) y el rendimiento del mismo, en la asociación Kallari. Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. 112 p. 2016.
2. Abad M, Alvarado A, Gallardo A. Análisis comparativo sobre la incidencia de las tres principales enfermedades en el cacao CCN-51, en el cantón La Troncal, provincia del Cañar, Ecuador. Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales. 2021;; p. 12(1): 20–30.
3. Ramírez-Gil J. Pérdidas económicas asociadas a la pudrición de la mazorca del cacao causada por *Phytophthora* spp., y *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al., en la hacienda Theobroma, Colombia. Revista de Protección Vegetal. 2016;; p. 31(1): 42-49.
4. Jaimes Y, Aranzazu F. Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L) en Colombia, con énfasis en monilia (*Moniliophthora roreri*). CORPOICA. Bogotá-Colombia. 90 p. 2010.
5. Arvelo M, González D, Maroto S, Delgado T, Montoya P. Manual técnico del cultivo de cacao: prácticas latinoamericanas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 2017; 143 p.
6. Pesantez P. Aplicación de polisulfuro de calcio como método preventivo del moho gris (*Botrytis cinerea*) en el cultivo de tomate riñón variedad Michaela bajo invernadero. Universidad de Cuenca. Cuenca-Ecuador. 47 p. 2021.
7. Ochoa-Fonseca L, Ramírez-González S, López-Báez O, Espinosa-Zaragoza S, Alvarado-Gaona Á, Álvarez-Siman F. Control *in vivo* de *Moniliophthora roreri* en *Theobroma cacao*, utilizando polisulfuro de calcio y silicosulfocálcico. Ciencia y Agricultura. 2017; 14(2): 59-66.
8. Corredor-Camargo E, Castro-Escobar E, Páez-Barón E. Estimación de la huella hídrica para la producción de leche en Tunja, Boyacá. Ciencia y Agricultura. 2017; 14(2): 7–17: p. 14(2): 7-17.
9. Novoa M, Miranda D, Melgarejo L. Efecto de las deficiencias y excesos de fósforo, potasio y boro en la fisiología y el crecimiento de plantas de aguacate (*Persea americana*, cv. Hass). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 2018; 12(2): 293-307.
10. Yáñez-Juárez M, López-Orona C, Ayala-Tafoya F, Partida-Ruvalcaba L, Velázquez-Alcaraz T, Medina-López R. Los fosfitos como alternativa para el manejo de problemas fitopatológicos. Revista Mexicana de Fitopatología. 2018;; p. 36(1): 79-94.
11. Estrada U, Dávila E. Validación de dos concentraciones de Caldo bordelés, para el control de Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y Mazorca Negra (*Phytophthora palmivora*) en el cultivo

- de cacao (*Theobroma cacao* L), en los municipios de Rancho Grande, Matiguas y El Cua 2019. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Managua- Nicaragua. 80 p. 2019.
12. Figueroa Ó. Resistencia de plantas a patógenos: una revisión sobre los conceptos de resistencia vertical y horizontal. *Revista argentina de microbiología*. 2020; 52(3): 131-140.
 13. Willocquet L, Savary S, Yuen J. Multiscale phenotyping and decision strategies in breeding for resistance. *Trends Plant Science*. 2017; 22: 420-432.
 14. Sinniah G, Wasantha K, Karunajeewa D, Rana-tunga M. Development of an assessment key and techniques fo field screening of tea (*Camellia sinensis* L.) cultivars for resistance to blister blight. *Crop Protection*. 2016; 79: 143-149.
 15. Pilet M, Moury B, Caffier V, Montarry J, Kerlan M, Fournet S, et al. Quantitative resistance to plant pathogens in pyramiding strategies for durable crop protection. *Frontier Plant Science*. 2017; 8: e1838.
 16. Peyraud R, Dubiella U, Barbacci A, Genin S, Raffaele S, Roby D. Advances on plant-pathogen interactions from molecular toward systems biology perspectives. *Journal of Plant Research*. 2017; 90: 720-737.
 17. Badaracco P, Sortino M, Pioli R. Estudio de compuestos vegetales con potencial acción antifúngica sobre patógenos de plantas cultivadas. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*. 2020; 36(3): 244-252.
 18. Sánchez-López D, Luna-Castellanos L, Espinosa-Carvajal M, Pérez-Polo D, Cadena-Torres J. Capacidad de infección de hongos asociados a la pudrición seca de los tubérculos de ñame. *Revista de Investigaciones Altoandinas*. 2021; 23(3): 149-158.
 19. Vedovatto M, Bento J, Kiefer C, Souza K, Franco G. Mycotoxins in the beef cattle diet. *Archivos de zootecnia*. 2020; 69(265): 234-244.
 20. Benítez S. Evaluación *in vitro* del efecto supresivo de *Trichoderma* spp. para el control de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) de cacao (*Theobroma cacao*). Universidad San Francisco de Quito. Quito-Ecuador. 70 p. 2019.
 21. Aguirre G. Caracterización molecular de *Moniliophthora roreri* causante de la vaina helada (moniliasis) en el cacao en tres provincias del Ecuador: Los Ríos, Manabí y Santo Domingo de Los Tsáchilas. Universidad San Francisco de Quito. Quito-Ecuador. 73 p. 2019.
 22. Agulanna A, Asadu C, Abuh M. Synthesis of zeolite by Thermal Treatment using locally sourced Ugwaka clay (black clay). *Journal of materials Science Research and Reviews*. 2018;: p. 1(2): 1-12.
 23. Jarosz R, Szerement J, Gondek K, Mierzwa M. The use of zeolites as an addition to fertilisers: A review. *Catena*. 2022;: p. 213: e106125.

24. Méndez-Argüello B, Lira-Saldivar R. Uso potencial de la zeolita en la agricultura sustentable de la nueva revolución verde. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*. 2019;; p. 6(17): 191-193.
25. Vera J, Álvarez M, Ibáñez A. Sistema de producción de la almendra y del cacao: Una caracterización necesaria. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*. 2021; 27(Esp. 3): 372-390.
26. Osorio M, Leiva E, Ramírez R. Crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en diferentes tamaños de contenedor. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 2017; 34(2): 73-82.
27. López-Medina S, Mostacero-León J, Gil-Rivero A, López-Zavaleta A, De La Cruz-Castillo A. Lapso de viabilidad de semillas de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae) "cacao" en condiciones de laboratorio, La Libertad, Perú. *Arnaldoa*. 2018; 25(2): 481-488.
28. Nieves H, Müller M, Krutovsky K, Gailing O. High chloroplast diversity of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Western Amazonia. *Diversity*. 2021; 13: e249.
29. Ríos D. Descripción de la diversidad entomológica asociada a la flor de *Theobroma cacao*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito-Ecuador. 2015; 171 p.
30. Hernández D. Análisis de la composición química del cacao, extracción y estudio de compuestos antioxidantes en genotipos del banco de germoplasma de México. Universidad de Sevilla. Sevilla-España. 2018; 124 p.
31. Alarcón G. Evaluación del comportamiento agro morfológico de cuatro clones de *Theobroma cacao* L. (cacao) con tres distanciamientos de siembra. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa-Ecuador. 2019; 65 p.
32. Dostert N, Roque J, Cano A, La Torre M, Weigend M. Hoja botánica: Cacao (*Theobroma cacao* L.). Giacomotti Comunicación Gráfica S.A.C. Lima-Perú. 2012; 20 p.
33. Parada-Gutiérrez O, Veloz-Cordero R. Análisis socioeconómico de productores de cacao, localidad Guabito, provincia Los Ríos, Ecuador. *Ciencias Holguín*. 2021; 27(1): 1-17.
34. García A, Pico B, Jaimez R. La cadena de producción del Cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes actores de la producción. *Novasinergia*. 2021; 4(2): 152-172.
35. Bayas E, Robayo M, Mena R, Sagnay C, Yáñez D. Boletín de cifras de comercio exterior: Marzo 2022. Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. Quito-Ecuador. 2022; 31 p.
36. Correa J, Quezada J, Quizhpe P, Prado E, Garzón V. Series Temporales: Una proyección de las exportaciones del sector camaronero ecuatoriano, período 2022-2024. *Polo del Conocimiento*. 2022; 7(2): 239-248.
37. Acurio O, Montes D. Aplicación de los biofungicidas orgánicos en el control de la mazorca negra (*Phytophthora* spp.) en cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en el cantón Valencia. Universidad Técnica de Cotopaxi. La Maná-Ecuador. 2020; 55 p.

38. Chávez-López J. Caracterización cultural, patogénica y sensibilidad *in vitro* DE *Phytophthora* spp. asociado a enfermedades de mazorca de cacao (*Theobroma cacao* L). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta-Ecuador. 2020; 62 p.
39. Waterhouse G. Key to the species of *Phytophthora* de Bary. *Mycological Papers*. 1963; 92: 1-22.
40. Calva C. Control químico *in vitro* de *Phytophthora* sp. agente causal de la mancha negra en el cultivo de cacao. Universidad Técnica de Machala. Machala-Ecuador. 58 p. 2016.
41. Acurio O, Montes D. Aplicación de los biofungicidas orgánicos en el control de la mazorca negra (*Phytophthora* spp.) en cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en el cantón Valencia. Universidad Técnica de Cotopaxi. La Maná-Ecuador. 55 p. 2020.
42. Hernández A, Ruíz Y, Acebo Y, Miguélez Y, Heydrich M. Antagonistas microbianos para el manejo de la pudrición negra del fruto en *Theobroma cacao* L. *Protección Vegetal* 29(1): 11-19. 2014.
43. Jácome D. Identificación de *Phytophthora palmivora* como el agente causal de la pudrición del cogollo en palmito (*Bactris gasipaes*) en el Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito-Ecuador. 58 p. 2016.
44. SENASICA. Pudrición del cogollo (*Phytophthora palmivora*). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. México DF-México. 22 p. 2019.
45. Bustamante M, García M. Implementación de modelos Machine Learning aplicados al estudio de enfermedades del *Theobroma cacao* para huertas agroecológicas del cantón La Maná, provincia de Cotopaxi. Universidad Técnica de Cotopaxi. La Maná-Ecuador. 125 p. 2021.
46. Carranza G. Identificación específica del agente causal de la mazorca negra (*Phytophthora* spp.) en cacao en la zona central del Litoral. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 75 p. 2015.
47. Vega C, Torres J, Barrientos J, Magnitskiy S, Balaguera H. Effect of organic fertilization and pruning on cacao yield in Cundinamarca, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. 2021;; p. 24(2): e1818.
48. Palma J, Olivas R. Manejo integrado de Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en cacao (*Theobroma cacao*) y su impacto en el rendimiento, Cooperativa Flor de Pancasán 2014-2015. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Managua-Nicaragua. 124 p. 2015.
49. Adeniyi D. Diversity of cacao pathogens and impact on yield and global production. Tenerife-España. IntechOpen. 164 p. 2018.
50. Correa J, Castro S, Coy J. Estado de la moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri* en Colombia. *Acta Agronómica*. 2014; 63 (4): 388-399.

51. Evans H. Pod rot of cacao by *Moniliophthora roreri*. Phytopathological Paper 24:1-44. 1981.
52. Evans H, Bezerra J, Barreto R. Of mushrooms of chocolate trees: Aetiology and phenology of witches broom and frosty pod diseases of cacao. Plant Pathology 62: 728-74. 2013.
53. Pérez-Vicente L. *Moniliophthora roreri* H.C. Evans et al. y *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime: impacto, síntomas, diagnóstico, epidemiología y manejo. Revista de Protección Vegetal. 2018; 33(1): 1-13.
54. Romero R. Biodiversidad de ecotipos de *Moniliophthora roreri* en cacao (*Theobroma cacao*) clon CCN-51 y la actividad antagonista de PGPR. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 93 p. 2018.
55. Evans H, Holmes K, Reid A. Filogenia del patógeno de la pudrición de las mazorcas heladas del cacao. Plant Pathology. 2003; 52(4): 429-531.
56. Meinhardt L, Rincones J, Bailey B, Aime M, Griffith G, Zhang D, et al. *Moniliophthora perniciosa*, the causal agent of witches' broom disease of cacao: what's new from this old foe? Molecular plant pathology. 2008; 9(5): 577-588.
57. Sánchez M, Jaramillo E, Ramírez I. Enfermedades del cacao. Universidad Técnica de Machala. Machala-Ecuador. 153 p. 2015.
58. Sánchez F, Garcés F. *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al. en el cultivo de cacao. Scientia Agropecuaria. 2012; 3: 249 - 258.
59. Estrella E, Cedeño J. Medidas de control de bajo impacto ambiental para mitigar la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif y Par. Evans et al.) en cacao híbrido nacional x trinitario en Santo Domingo de los Tsáchilas. Universidad de las Fuerzas Armadas. Santo Domingo-Ecuador. 17 p. 2012.
60. Robles B. Validación de biopesticidas en base a bacterias epífitas para el control de la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif y Par. Evans et al.) en el cultivo de cacao híbrido CCN 51 en Santo Domingo, provincia Santo Domingo de los Tsáchilas. Escuela Superior Politécnica del Ejército. Santo Domingo de Los Tsáchilas-Ecuador. 132 p. 2008.
61. Krauss U, Hidalgo E, Bateman R, Adonijah V, Arroyo C, García J, et al. Improving the formulation and timing of application of endophytic biocontrol and chemical agents against frosty pod rot (*Moniliophthora roreri*) in cocoa (*Theobroma cacao*). Biological Control. 2010; 54(3): 230-240.
62. Curi A, Granda W, Lima H, Sousa W. Las Zeolitas y su aplicación en la descontaminación de efluentes mineros. Información Tecnológica 17(6): 111-118. 2006.
63. Rodríguez-Valdivia M, Ocharán-Velásquez G, Calderón-Soncco K, Benavides-Paredes V. Síntesis de Zeolita Linde F mediante tratamiento alcalino con potasa acústica a partir de roca

- de origen volcánico proveniente de sillar, Perú; Su aplicación en la adsorción de cobre(II). *Revista Boliviana de Química*. 2021;; p. 38(1): 14-25.
64. Bustillos A, Suin M. Diseño y construcción de un reactor químico para la obtención de zeolitas sintéticas. Universidad de Cuenca. Cuenca-Ecuador. 150 p. 2014.
 65. Nyankson E, Kwame J, Yaya A, Manu G, Asare K, Daafuor J, et al. Synthesis and characterization of zeolite-A and Zn-exchanged zeolite-A based on natural aluminosilicates and their potential application. *Cogent Engineering*. 2018;; p. 5: 1 - 23.
 66. Liu Q, Chen Z, Huang L, Ahmed M, Munir M, Wu Y, et al. The effects of a combined amendment on growth, cadmium adsorption by five fruit vegetables, and soil fertility in contaminated greenhouse under rotation system. *Chemosphere*. 2021;; p. 285: e131499.
 67. Tsintskaladze G, Eprikashvili L, Mumladze N, Gabunia V, Sharashenidze T, Zautashvili M, et al. Nitrogenous zeolite nanomaterial and the possibility of its application in agriculture. *Annals of Agrarian Science*. 2017;; p. 15: 365-369.
 68. Solgi E, Sheikhzadeh H, Solgi M. Role of irrigation water, inorganic and organic fertilizers in soil and crop contamination by potentially hazardous elements in intensive farming systems: Case study from Moghan agro-industry, Iran. *Journal of Geochemical Exploration*. 2018;; p. 185: 74-80.
 69. Martin M, Paquette A, Dupras J, Rivest D. The new green revolution: Sustainable intensification of agriculture by intercropping. *Science of the Total Environment*. 2018;; p. 615: 767-772.
 70. Lira-Saldivar R, Méndez-Argüello B, Felipe-Victoriano M, Vera-Reyes I, Cárdenas-Flores A, Ibarra-Jiménez L. Gas exchange, yield and fruit quality of Cucúrbita pepo cultivated with zeolite and plastic mulch. *Agrochimica*. 2017;; p. 61: 1-17.
 71. De Smedt C, Someus E, Spanoghe P. Potential and actual uses of zeolites in crop protection. *Pest Management Science*. 2015;; p. 71: 1355-1367.
 72. Díaz H, Liriano R, Abreu E. Evaluación agronómica de fertilizantes de fórmula completa mezclados con zeolita natural en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Centro Agrícola*. 2019;; p. 46(1): 24-30.
 73. Soca M, Villareal J. Influencia de zeolita y roca fosfórica sobre el desarrollo de los cultivos sorgo y papa. *Científica Agropecuaria*. 2015;; p. (23): 60-74.
 74. Febles J, Borsatto F, Soca M. Fertcel-clinoptilolite natural product to optimize the fertilization and reduce environmental pollution. *Journal of Agriculture, Science and Technology*. 2015;; p. 5: 189-192.

75. He N, Xe M, Ding Y. Computational study on IM-5 zeolite: What is its preferential location of al and proton siting? *Microporous and Mesoporous Materials*. 2018;; p. 111(3): 551-559.
76. Monsalve O, Henao M, Gutiérrez J. Caracterización de materiales con uso potencial como sustratos en sistemas de cultivo sin suelo. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 2021;; p. 22(1): e1977.
77. El-Kazzaz K, El-Kazzaz A. Soilless agriculture a new and advanced method for agriculture development: An introduction. *Agricultural Research & Technology Open Access Journal*. 2017;; p. 3(2): 63-72.
78. Méndez B, Lira R. Uso potencial de la zeolita en la agricultura sustentable de la nueva revolución verde. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*. 2019;; p. 6(17): 191-193.
79. Gruda N. Increasing sustainability of growing media constituents and stand-alone substrates in soilless culture systems. *Agronomy*. 2019;; p. 9(6): 1-24.
80. Torres R. Uso de zeolita y humus en el cultivo de zanahoria amarilla (*Daucus carota* L.). Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. 105 p. 2015.
81. Ren X, Qu R, Liu S, Zhao H, Wu W, Song H, et al. Synthesis of zeolites from coal fly ash for the removal of harmful gaseous pollutants: A review. *Aerosol and Air Quality Research*. 2020;; p. 20: 1127-1144.
82. Bybordi A, Saadat S, Zargaripour P. The effect of zeolite, selenium and silicon on qualitative and quantitative traits of onion grown under salinity conditions. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2017;; p. 1: 1-11.
83. Zahedi H, Noormohammadi G, Rad A, Habibi D, Boojar M. The effects of zeolite and foliar applications of selenium on growth, yield and yield components of three canola cultivars under drought stress. *World Applied Sciences Journal*. 2009;; p. 7: 255-262.
84. Besset Y, Rieusset L, Joly P, Comte G, Prigent C. Exploiting rhizosphere microbial cooperation for developing sustainable agriculture strategies. *Environmental Science and Pollution Research*. 2018;; p. 1: 1-18.
85. Fuentes A. Evaluación de la severidad de la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) en maíz (*Zea mays*) bajo el efecto del azufre. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 2021; 67 p.
86. López M, De Rojas I, España M, Izquierdo A, Herrera L. Efecto de la fertilización inorgánica sobre la disponibilidad de nutrimentos en el suelo, nivel nutricional de la planta y hongos micorrícicos arburculares en plantaciones de *Theobroma cacao*. *Agronomía Tropical*. 2007; 57(1): 31-43.

87. Di Rienzo J, Casanoves F, Balzarini M, Gonzalez L, Tablada M, Robledo C. InfoStat versión 2020. Universidad de Córdoba. Córdoba-Argentina. Url: <http://www.infostat.com.ar>. 2020.
88. Sánchez-Mora F, Medina-Jara S, Díaz-Coronel G, Ramos-Remache R, Vera-Chang J, Vásquez-Morán V, et al. Potencial sanitario y productivo de 12 clones de cacao en Ecuador. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 2015;; p. 38(3): 265-274.
89. Paspuel M. Respuesta del cacao a la aplicación del fertilizante “full cacao” en comparación con la fertilización convencional en Pangua. Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador. 2018;; p. 78 p.
90. López-Juárez S, Sol-Sánchez Á, Córdova-Ávalos V, Gallardo-López F. Efecto de la poda en plantaciones de cacao en el estado de Tabasco, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 2016; 7(spe14): 2807-2815.
91. Zhang Q, Lin B, Hong J, Tang C. Removal of ammonium and heavy metals by cost-effective zeolite synthesized from waste quartz sand and calcium fluoride sludge. *Water Science & Technology*. 2017;; p. 75(3): 587-597.
92. Cárdenas N, Darghan A, Sosa M, Rodríguez A. Análisis espacial de la incidencia de enfermedades en diferentes genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Yopal (Casanare), Colombia. *Acta Biológica Colombiana*. 2017; 22(2): 209-220.
93. Ruíz-Cisneros M, Ríos-Velasco C, Berlanga-Reyes D, Ornelas-Paz J, Acosta-Muñoz C, Romo-Chacón A, et al. Incidencia y agentes causales de enfermedades de raíz y sus antagonistas en manzanos de Chihuahua, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 2017; 35(3): 437-462.
94. Beltrán L. Efecto de la aplicación de silicio en el manejo fitosanitario del cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) variedad CCN-51. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 2021. 2021.
95. Ploper L, González V, Reznikov S, Hecker L, De Lisi V, Enríquez D, et al. Evaluación de la eficiencia de fungicidas para el control de las enfermedades foliares de la soja en Tucumán, R. Argentina. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*. 2015;; p. 92(1): 1-15.
96. Mamani A, Filippone M. Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*. 2018;; p. 38(1): 9-21.
97. Shuping D, Eloff J. The use of plants to protect plants and food against fungal pathogens: a review. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternatives Medicine*. 2017;; p. 14 (4): 120-127.
98. Ondarza M. Biopesticidas: tipos y aplicaciones en el control de plagas agrícolas. *Agroproductividad*. 2017;; p. 10 (3): 31-36.

99. Rahman Z, Ahmad I, Abdul A, Murtaza G, Rafiq S, Jamal A, et al. Zeolite-assisted immobilization and health risks of potentially toxic elements in wastewater-irrigated soil under brinjal (*Solanum melongena*) cultivation. *Agronomy*. 2022;; p. 12: e2433.
100. Abraham-Juárez M, Espitia-Vázquez I, Guzmán-Mendoza R, Olalde-Portugal V, Ruiz-Aguilar G, García-Hernández J, et al. Desarrollo, rendimiento y calidad del fruto de melón (*Cucumis melo* L.) de plantas inoculadas con cepas mexicanas de *Bacillus subtilis* (Ehrenberg). *Agrociencia*. 2018;; p. 52(1): 91-102.
101. Flores-Macías A, Galvis-Spinola A, Hernández-Mendoza T, De León-González F, Payán-Zelaya F. Efecto de la adición de zeolita (clinoptilolita y mordenita) en un andosol sobre el ambiente químico edáfico y el crecimiento de avena. *Interciencia*. 2007;; p. 32(10): 692-696.
102. Laurino C, Palmieri B. Zeolite: "the magic stone: Main nutritional, environmental, experimental and clinical fields of application. *Nutrición Hospitalaria*. 2015;; p. 32(2): 573-581.
103. Ming D, Allen E. Use of natural zeolites in agronomy, horticulture, and environmental soil remediation. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*. 2001;; p. 45: 619-654.
104. Moreno J, Ondoño S, Torres I, Bastida F. Compost, leonardite, and zeolite impacts on soil microbial community under barley crops. *Journal of soil science and plant nutrition*. 2017;; p. 17: 214-230.
105. Morante-Carballo F, Montalván-Burbano N, Carrión-Mero P, Jácome-Francis K. Worldwide research analysis on natural zeolites as environmental remediation materials. *Sustainability*. 2021;; p. 13: e6378.
106. Medrano H, Tomás M, Martorell S, Flexas J, Hernández E, Rosselló J, et al. From leaf to whole-plant water use efficiency (WUE) in complex canopies: limitations of leaf WUE as a selection target.. *The Crop Journal*. 2015;; p. 3: 220-228.
107. Chouikhi N, Cecilia J, Vilarrasa E, Besghaier S, Chlendi M, Duro F. CO₂ adsorption of materials synthesized from clay minerals: A review. *Minerals*. 2019;; p. 9: e514.
108. Donati L, Bertin S, Gentili A, Luigi M, Taglienti A, Manglli A, et al. Effects of organic biostimulants added with zeolite on zucchini squash plants infected by tomato leaf curl New Delhi Virus. *Pest Management Science*. 2022;; p. 71(10): 1355-1367.
109. Rojas-Molina J, Ortiz-Cabralez L, Escobar-Pachajoa L, Rojas-Buitrago M, Jaimes-Suarez Y. Producción de hojarasca y su aporte de nutrientes en cacao bajo diferentes esquemas de fertilización, rionegro-santander. *Agronomía Costarricense*. 2021;; p. 45(1): 193-206.
110. Furcal-Beriguete P. Extracción de nutrientes por los frutos de cacao en dos localidades en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*. 2017;; p. 28(1): 113-129.

111. Díaz-Coronel G, Sánchez-Mora F, Llerena-Ramos L, Vásconez-Montúfar G. Empleo de zeolitas naturales en la fertilización y producción del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la zona de Quevedo. Revista Ciencia y Tecnología UTEQ. 2009;; p. 3: 1-6.
112. Soria A. Evaluación *in vitro* e in planta de la acción conjunta biocontroladora de cepas de *Pseudomonas* spp. y *Trichoderma* spp. frente a *Fusarium oxysporum* YC-3 en plántulas de uvilla (*Physalis peruviana* L.). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Quito. Quito-Ecuador. 2020.
113. Rodríguez-García D, Wang-Wong A. Efectividad a nivel *in vitro* de *Trichoderma*spp. nativos e importados contra *Fusarium oxysporum*. Agronomía Costarricense. 2020;; p. 44(2): 109-125.
114. Choque-Cuno D. Efecto de bio insumos “zeolita natural” y “té de compost” en la producción de perejil crespo(*Petroselinum crispum* Mill) con manejo orgánico. Universidad Nacional de San Agustín De Arequipa. Arequipa-Perú. 2013;; p. 63 p.
115. Moreno J, Jindo K, Hernandez T, Garcia C. Total and immobilized enzymatic activity of organic materials before and after composting. Compost Science & Utilization. 2007;; p. 15: 93-100.
116. Reardon C, Wuest S. Soil amendments yield persisting effects on the microbial communities- a 7-year study. Applied Soil Ecology. 2016;; p. 101: 107-116.
117. Colombani N, Mastrocicco M, Di Giuseppe D, Faccini B, Coltorti M. Batch and column experiments on nutrient leaching in soils amended with Italian natural zeolitites. Catena. 2015;; p. 127: 64-71.
118. Soca M, Daza M. Evaluación de fracciones granulométricas y dosis de zeolita para la agricultura. Agrociencia. 2016;; p. 50(8): 965-976.
119. Escalante-Pineda M, Urbina-Bustos S, Banderas-Benítez V, Farinango-Salazar R, Sotomayor-Cabrera K. Análisis de la estructura productiva de la economía ecuatoriana: Exportaciones del Sector Agrícola. Sociedad y Tecnología. 2021; 4(3): 380-398.
120. Aguirre, G. Caracterización molecular de *Moniliophthora roreri* causante de la vaina helada (moniliasis) en el cacao en tres provincias del Ecuador: Los Ríos, Manabí y Santo Domingo de los Tsáchilas. Universidad San Francisco de Quito. Quito-Ecuador. 73 p. 2019.
121. Varas I. Efecto de la aplicación edáfica del silicio en el control de *Phytophthora capsici*, en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum*). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 65 p. 2021.
122. Conforme N. Evaluación de la severidad de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. cuarentón bajo el efecto de la aplicación de silicio. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 64 p. 2021.

123. Vargas-Rojas J, Vega-Villalobos E, Cerdas-Ramírez R. Tamaño y forma de la unidad experimental en ensayos de rendimiento de Brachiaria híbrido CIAT 3608. Pastos y Forrajes. 2020;: p. 43(2): 144-149.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo A. Análisis de varianza del total de mazorcas y número de mazorcas cosechadas

Número de mazorcas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de mazorcas	12	0.81	0.65	9.87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	522.81	5	104.56	5.16	0.0351
Bloques	15.89	2	7.95	0.39	0.6919
Tratamientos	506.91	3	168.97	8.33	0.0147
Error	121.66	6	20.28		
Total	644.46	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=12.72737

Error: 20.2762 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2: 50% P + Zeoter-A	37.98	3	2.60 A
T4: 100% P (Control)	43.33	3	2.60 A B
T1: 25% P + Zeoter-A	45.38	3	2.60 A B
T3: 75% P + Zeoter-A	55.88	3	2.60 B

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

Número de mazorcas cosechadas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de mazorcas cosecha..	12	0.52	0.12	10.64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.56	5	0.51	1.29	0.3769
Bloques	2.46	2	1.23	3.11	0.1182
Tratamientos	0.09	3	0.03	0.08	0.9693
Error	2.37	6	0.40		
Total	4.93	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.77809

Error: 0.3957 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T4: 100% P (Control)	5.81	3	0.36 A
T3: 75% P + Zeoter-A	5.88	3	0.36 A
T1: 25% P + Zeoter-A	5.90	3	0.36 A
T2: 50% P + Zeoter-A	6.05	3	0.36 A

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

Anexo B. Análisis de varianza del número de mazorcas descartes y número de mazorcas sanas

Número de mazorcas descartes

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de mazorcas descart..	12	0.58	0.24	26.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.32	5	0.66	1.68	0.2720
Bloques	0.75	2	0.37	0.94	0.4405
Tratamientos	2.57	3	0.86	2.17	0.1925
Error	2.37	6	0.40		
Total	5.69	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.77699

Error: 0.3953 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1: 25% P + Zeoter-A	1.69	3	0.36 A
T4: 100% P (Control)	2.28	3	0.36 A
T3: 75% P + Zeoter-A	2.36	3	0.36 A
T2: 50% P + Zeoter-A	3.00	3	0.36 A

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

Número de mazorcas sanas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de mazorcas sanas	12	0.76	0.56	12.26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	437.85	5	87.57	3.76	0.0688
Bloques	125.31	2	62.66	2.69	0.1463
Tratamientos	312.54	3	104.18	4.48	0.0564
Error	139.59	6	23.27		
Total	577.44	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=13.63326

Error: 23.2653 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2: 50% P + Zeoter-A	32.71	3	2.78 A
T4: 100% P (Control)	37.79	3	2.78 A B
T1: 25% P + Zeoter-A	39.94	3	2.78 A B
T3: 75% P + Zeoter-A	46.92	3	2.78 B

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

Anexo C. Análisis de varianza del número de mazorcas enfermas y número de chereles sanos

Número de mazorcas enfermas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de mazorcas enferma..	12	0.18	0.00	26.86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.86	5	0.17	0.26	0.9179
Bloques	0.81	2	0.41	0.62	0.5702
Tratamientos	0.05	3	0.02	0.03	0.9936
Error	3.94	6	0.66		
Total	4.80	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.28927

Error: 0.6560 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1: 25% P + Zeoter-A	2.92	3	0.47 A
T3: 75% P + Zeoter-A	3.00	3	0.47 A
T4: 100% P (Control)	3.03	3	0.47 A
T2: 50% P + Zeoter-A	3.10	3	0.47 A

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

Número de chereles sanos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de chereles sanos	12	0.71	0.48	23.63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	932.76	5	186.55	3.01	0.1061
Bloques	40.51	2	20.26	0.33	0.7333
Tratamientos	892.24	3	297.41	4.80	0.0491
Error	371.87	6	61.98		
Total	1304.63	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=22.25186

Error: 61.9787 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T4: 100% P (Control)	19.50	3	4.55 A
T1: 25% P + Zeoter-A	33.25	3	4.55 A B
T2: 50% P + Zeoter-A	37.98	3	4.55 A B
T3: 75% P + Zeoter-A	42.53	3	4.55 B

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

Anexo D. Análisis de varianza del número de chereles enfermos y peso de almendras en baba

Número de chereles enfermos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de chereles enfermo..	12	0.85	0.73	15.34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	240.54	5	48.11	7.07	0.0169
Bloques	2.54	2	1.27	0.19	0.8341
Tratamientos	238.00	3	79.33	11.66	0.0065
Error	40.81	6	6.80		
Total	281.36	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=7.37179

Error: 6.8023 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2: 50% P + Zeoter-A	12.17	3	1.51 A
T1: 25% P + Zeoter-A	13.00	3	1.51 A
T3: 75% P + Zeoter-A	20.76	3	1.51 B
T4: 100% P (Control)	22.09	3	1.51 B

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

Peso almendro en baba (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso almendro en baba (g)	12	0.52	0.11	45.55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1390392.95	5	278078.59	1.28	0.3816
Bloques	1350309.35	2	675154.68	3.10	0.1187
Tratamientos	40083.59	3	13361.20	0.06	0.9783
Error	1305145.24	6	217524.21		
Total	2695538.19	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1318.25378

Error: 217524.2073 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T4: 100% P (Control)	947.52	3	269.27 A
T2: 50% P + Zeoter-A	989.73	3	269.27 A
T3: 75% P + Zeoter-A	1067.46	3	269.27 A
T1: 25% P + Zeoter-A	1090.70	3	269.27 A

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

Anexo E. Análisis de varianza del peso de almendras secas y peso de 100 semillas en baba

Peso almendro seco (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso almendro seco (g)	12	0.32	0.00	67.45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	372929.30	5	74585.86	0.57	0.7255
Bloques	364571.59	2	182285.79	1.38	0.3206
Tratamientos	8357.71	3	2785.90	0.02	0.9954
Error	790565.70	6	131760.95		
Total	1163495.00	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1025.97927

Error: 131760.9494 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T4: 100% P (Control)	510.14	3	209.57 A
T3: 75% P + Zeoter-A	522.68	3	209.57 A
T2: 50% P + Zeoter-A	539.64	3	209.57 A
T1: 25% P + Zeoter-A	580.10	3	209.57 A

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

peso de 100 semillas en baba (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
peso de 100 semillas en ba..	12	0.22	0.00	26.18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13387.30	5	2677.46	0.33	0.8784
Bloques	1574.31	2	787.16	0.10	0.9092
Tratamientos	11812.99	3	3937.66	0.48	0.7056
Error	48814.41	6	8135.74		
Total	62201.71	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=254.94332

Error: 8135.7355 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2: 50% P + Zeoter-A	306.45	3	52.08 A
T4: 100% P (Control)	333.05	3	52.08 A
T3: 75% P + Zeoter-A	345.83	3	52.08 A
T1: 25% P + Zeoter-A	393.05	3	52.08 A

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

Anexo F. Análisis de varianza del peso de 100 semillas secas y número de semillas por mazorca

peso de 100 semillas secas (g)					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
peso de 100 semillas secas..	12	0.72	0.48	8.12	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2973.84	5	594.77	3.06	0.1029
Bloques	433.91	2	216.96	1.12	0.3871
Tratamientos	2539.92	3	846.64	4.36	0.0595
Error	1166.03	6	194.34		
Total	4139.87	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=39.40258
 Error: 194.3385 gl: 6

Tratamientos	Medias n	E.E.
T2: 50% P + Zeoter-A	157.18	3 8.05 A
T4: 100% P (Control)	166.71	3 8.05 A
T3: 75% P + Zeoter-A	166.92	3 8.05 A
T1: 25% P + Zeoter-A	195.95	3 8.05 A

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

Numero de semillas por mazorcas					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Numero de semillas por maz..	12	0.30	0.00	23.53	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10264.57	5	2052.91	0.51	0.7621
Bloques	9439.08	2	4719.54	1.17	0.3722
Tratamientos	825.49	3	275.16	0.07	0.9748
Error	24192.44	6	4032.07		
Total	34457.01	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=179.47726
 Error: 4032.0731 gl: 6

Tratamientos	Medias n	E.E.
T2: 50% P + Zeoter-A	258.14	3 36.66 A
T1: 25% P + Zeoter-A	266.10	3 36.66 A
T4: 100% P (Control)	275.76	3 36.66 A
T3: 75% P + Zeoter-A	279.29	3 36.66 A

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

Anexo G. Análisis de varianza de la incidencia de *M. royeri* y *P. palmivora* en el cultivo de cacao

Incidencia <i>M. royeri</i> (%)					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Incidencia <i>M. royeri</i> (%)	12	0.59	0.24	41.35	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	329.26	5	65.85	1.71	0.2663
Bloque	209.20	2	104.60	2.71	0.1450
Tratamientos	120.06	3	40.02	1.04	0.4412
Error	231.57	6	38.60		
Total	560.83	11			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=17.55958					
Error: 38.5956 gl: 6					
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T3: 25% P + Zeoter-A	18.06	3	3.59	A	
T4: 100% P (Control)	17.71	3	3.59	A	
T1: 75% P + Zeoter-A	14.06	3	3.59	A	
T2: 50% P + Zeoter-A	10.26	3	3.59	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					
Incidencia <i>P. palmivora</i> (%)					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Incidencia <i>P. palmivora</i> (%)	12	0.51	0.11	32.98	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	198.29	5	39.66	1.27	0.3835
Bloque	124.57	2	62.29	2.00	0.2161
Tratamientos	73.72	3	24.57	0.79	0.5427
Error	186.94	6	31.16		
Total	385.23	11			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=15.77678					
Error: 31.1563 gl: 6					
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T3: 25% P + Zeoter-A	20.17	3	3.22	A	
T2: 50% P + Zeoter-A	18.12	3	3.22	A	
T4: 100% P (Control)	15.87	3	3.22	A	
T1: 75% P + Zeoter-A	13.54	3	3.22	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

Anexo H. Análisis de varianza de la incidencia de *M. royeri* y *P. palmivora* en el cultivo de cacao (Datos transformados)

Incidencia *M. royeri* (%) Datos tran

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Incidencia <i>M. royeri</i> (%) D..	12	0.59	0.26	21.65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.04	5	1.21	1.76	0.2557
BLOQUE	3.93	2	1.96	2.85	0.1346
TRATAMIENTO	2.12	3	0.71	1.03	0.4452
Error	4.13	6	0.69		
Total	10.17	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.34450

Error: 0.6880 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T2: 50% P + Zeoter-A	3.23	3	0.48 A
T1: 25% P + Zeoter-A	3.65	3	0.48 A
T4: 100% P (Control)	4.19	3	0.48 A
T3: 75% P + Zeoter-A	4.26	3	0.48 A

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

Incidencia *P. palmivora* (%) Datos t

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Incidencia <i>P. palmivora</i> (%..	12	0.49	0.07	17.70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.11	5	0.62	1.18	0.4178
BLOQUE	1.96	2	0.98	1.86	0.2359
TRATAMIENTO	1.15	3	0.38	0.72	0.5742
Error	3.18	6	0.53		
Total	6.29	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.05618

Error: 0.5292 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1: 25% P + Zeoter-A	3.72	3	0.42 A
T4: 100% P (Control)	3.93	3	0.42 A
T2: 50% P + Zeoter-A	4.28	3	0.42 A
T3: 75% P + Zeoter-A	4.52	3	0.42 A

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

Anexo I. Análisis de varianza de la severidad de *M. royeri* y *P. palmivora* en el cultivo de cacao

Severidad <i>P. palmivora</i>					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Severidad <i>P. palmivora</i>	12	0.56	0.19	11.36	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	274.91	5	54.98	1.52	0.3091
BLOQUE	21.44	2	10.72	0.30	0.7531
TRATAMIENTO	253.46	3	84.49	2.34	0.1725
Error	216.37	6	36.06		
Total	491.28	11			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=16.97349					
Error: 36.0622 gl: 6					
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
T2: 50% P + Zeoter-A	48.71	3	3.47	A	
T4: 100% P (Control)	48.93	3	3.47	A	
T1: 25% P + Zeoter-A	53.80	3	3.47	A	
T3: 75% P + Zeoter-A	60.00	3	3.47	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					
Severidad <i>M. royeri</i>					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Severidad <i>M. royeri</i>	12	0.46	0.01	6.56	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	83.37	5	16.67	1.02	0.4826
BLOQUE	3.81	2	1.91	0.12	0.8923
TRATAMIENTO	79.56	3	26.52	1.62	0.2822
Error	98.51	6	16.42		
Total	181.88	11			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=11.45276					
Error: 16.4184 gl: 6					
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
T4: 100% P (Control)	58.91	3	2.34	A	
T2: 50% P + Zeoter-A	59.83	3	2.34	A	
T3: 75% P + Zeoter-A	63.11	3	2.34	A	
T1: 25% P + Zeoter-A	65.34	3	2.34	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

Anexo J. Análisis de varianza del rendimiento por planta y por hectárea del cultivo de cacao

g/planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
g/planta	12	0.62	0.30	10.28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	311368.59	5	62273.72	1.94	0.2214
BLOQUE	275232.57	2	137616.29	4.29	0.0697
TRATAMIENTO	36136.02	3	12045.34	0.38	0.7743
Error	192470.09	6	32078.35		
Total	503838.68	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=506.23390

Error: 32078.3483 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1: 25% P + Zeoter-A	1674.45	3	103.41 A
T2: 50% P + Zeoter-A	1725.48	3	103.41 A
T4: 100% P (Control)	1744.86	3	103.41 A
T3: 75% P + Zeoter-A	1826.88	3	103.41 A

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

kg/ha

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
kg/ha	12	0.62	0.30	10.28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	96102.38	5	19220.48	1.94	0.2213
BLOQUE	84951.15	2	42475.58	4.29	0.0697
TRATAMIENTO	11151.23	3	3717.08	0.38	0.7743
Error	59402.78	6	9900.46		
Total	155505.16	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=281.23734

Error: 9900.4634 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1: 25% P + Zeoter-A	930.25	3	57.45 A
T2: 50% P + Zeoter-A	958.60	3	57.45 A
T4: 100% P (Control)	969.37	3	57.45 A
T3: 75% P + Zeoter-A	1014.93	3	57.45 A

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

Anexo K. Identificación y delimitación del sitio experimental



Anexo L. Control manual de malezas en el sitio experimental



Anexo M. Ejecución de la labor de poda dentro de la plantación de cacao en estudio.



Anexo N. Dosificación de la fertilización de acuerdo a los tratamientos para su aplicación



Anexo O. Aplicación de los tratamientos en el cultivo de cacao en estudio



Anexo P. Registro de datos en el cultivo: a) incidencia y severidad de las *M. rorei* y *P. palmivora* y b) peso de las semillas de cacao



a

b

Anexo Q. Desglose de los costos fijos y variables por cada uno de los tratamientos en estudio.

Costos	Unidad	Costo unitario (\$)	Cantidad				Costo total (\$)			
			T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Costos fijos										
Plantas de cacao establecido	Planta	0.53	18	18	18	18	9.54	9.54	9.54	9.54
Costos variables										
Mano de obra										
Control de malezas	Horas	1.50	3	3	3	3	4.50	4.50	4.50	4.50
Poda	Planta	0.15	18	18	18	18	2.70	2.70	2.70	2.70
Aplicación de fertilizantes	Horas	1.50	2	2	2	2	3.00	3.00	3.00	3.00
Cosecha	Horas	1.50	4	4	4	4	6.00	6.00	6.00	6.00
Insumos										
DAP	kg	0.96	4.92	4.92	4.92	4.92	4.72	4.72	4.72	4.72
Urea	kg	0.90	16.35	16.35	16.35	16.35	14.72	14.72	14.72	14.72
Muriato de potasio	kg	0.86	0.24	0.48	0.71	0.95	0.20	0.41	0.61	0.82
Zeoter-A	kg	0.50	0.71	0.48	0.24	0	0.36	0.24	0.12	0
Total por tratamiento (\$)							45.74	45.83	45.91	46.00

T1: 25% P + Zeoter-A; T2: 50% P + Zeoter-A; T3: 75% P + Zeoter-A; T4: 100% P (Control)

Anexo R. Reporte del análisis de suelo realizado previo a la implementación del ensayo en el sitio experimental



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf. 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : Bermeo César
 Dirección :
 Ciudad : Quevedo
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : La Maria
 Provincia : Los Rios
 Cantón : Quevedo
 Parroquia :
 Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual :
 N° Reporte : 4082
 Fecha de Muestreo : 23/05/2022
 Fecha de Ingreso : 23/05/2022
 Fecha de Salida : 12/06/2022

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
89595	Muestra 1 sector Café		4,7 MAc RC	16 B	21 A	0,84 A	8 M	1,3 M	9 B	6,7 M	10,5 A	147 A	9,7 M	0,18 B



La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptan reclamos en los resultados.

INTERPRETACION				Elementos: de N a B		METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
pH						pH		Obten Modificado
MAc = Muy Acido	LAc = Liger Acido	LAl = Ligr. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo		N,P,B = Suelo: agua (1:2,5)	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	
Ac = Acido	PN = Pasa Neutro	MeAl = Media Alcalino		M = Medio		S = Colorimetria	Fosfato de Calcio Monobasico	
MeAc = Media Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto		K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Turbidimetria	B,S	
						= Absorción atómica		

X. W. [Signature]
RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

[Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO