



**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.

**Proyecto de Investigación:**

Evaluación de un compuesto bioactivo altamente diluido para el control  
de *Lasiodiplodia theobromae* en plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.)

**Autor:**

Juan Bautista Troncozo Correa

**Director de Proyecto de Investigación:**

Fernando Abasolo Pacheco, PhD.

Mocache – Los Ríos – Ecuador

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, Juan Bautista Troncozo Correa, 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 normatividad institucional vigente.

---

**Juan Bautista Troncozo Correa**

## **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

El suscrito, **Fernando Abasolo Pacheco, PhD.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Juan Bautista Troncozo Correa**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**EVALUACIÓN DE UN COMPUESTO BIOACTIVO ALTAMENTE DILUIDO PARA EL CONTROL DE *Lasiodiplodia theobromae* EN PLÁNTULAS 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.

---

Fernando Abasolo Pacheco, PhD.

**DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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

El suscrito Fernando Abasolo Pacheco, PhD., Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado “Evaluación de un compuesto bioactivo altamente diluido para el control de *Lasiodiplodia theobromae* en plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.)”, perteneciente al estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica Juan Bautista Troncozo Correa, 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 3%

URKUND	
Documento	<a href="#">TESIS DE INVESTIGACION JUAN TRONCOZO URKUND.docx</a> (D167968796)
Presentado	2023-05-22 20:13 (-05:00)
Presentado por	Juan Bautista Troncozo Correa (juan.troncozo2017@uteq.edu.ec)
Recibido	fabasolo.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	TESIS JUAN TRONCOZO CORREA <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a> 3% de estas 11 páginas, se componen de texto presente en 5 fuentes.

---

Fernando Abasolo Pacheco, PhD.

**DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



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

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

“Evaluación de un compuesto bioactivo altamente diluido para el control de *Lasiodiplodia theobromae* en plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.)”

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

Aprobado por:

---

Dra. Saucedo Aguiar Silvia Gicela

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Varas Maenza Cesar Cristóbal MSc.

**INTEGRANTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Granados Rivas Yanila Esther MSc.

**INTEGRANTE DEL TRIBUNAL**

MOCACHE – LOS RÍOS – ECUADOR

2023

## AGRADECIMIENTO

El autor de este proyecto de investigación quiere agradecer infinitamente a Dios por haberme dado las fuerzas necesarias para poder realizarlo con éxito.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo quien me dio la oportunidad de poder haber sido estudiante y forjar durante cinco años los conocimientos necesarios para poder ser un profesional.

Un afectuoso agradecimiento a mi director de tesis Dr. Fernando Abasolo Pacheco, por haber impartido sus conocimientos durante los años de estudiante de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y sobre todo por la exitosa culminación del proyecto de investigación.

Al Ing. Ángel Cedeño, Ing. Erick García, por el apoyo y ayuda brindada.

A mis padres por el apoyo económico, moral y por ser pilares fundamentales en el transcurso de mis estudios.

Además, agradecerles a mis amigos Lady Sierra, Dennisse Alcívar, Bryan Mendoza, Gustavo Sánchez, Paul Alcívar, Luis Terrero, Magno Bustamante por su afectuosa amistad y a mis compañeros de curso con quienes pasamos altas y bajas pero nuestra meta siempre era salir adelante, diciéndoles que pueden contar conmigo, y agradecido siempre por los años de amistad.

Por último, este trabajo fue posible gracias a los fondos del Proyecto UTEQ-FOCICYT 8va convocatoria, a Cargo del Dr. Fernando Abasolo, titulado “Efecto de compuestos bioactivos altamente diluidos en plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.), bajo condiciones experimentales”

**Juan Bautista Troncozo Correa**

## **DEDICATORIA**

Agradezco fraternalmente a Dios por darme la oportunidad de haber culminado mi carrera universitaria. A mis padres por haberme apoyado siempre dando todos sus esfuerzos día a día para poder ser profesional y cumplirle el sueño a mi padre de ser un Ing. Agrónomo, este logro se lo dedico a Humberto Troncozo y María Correa.

A mi Abuela Esperanza Rodríguez y hermana Michelle Briones por ser parte de mi vida y por siempre apoyarme. A mi tía Gregoria Troncoso por la motivación diaria en mi vida.

A mi director de tesis Dr. Fernando Abasolo Pacheco por ser un gran docente, amigo y persona durante la trayectoria del proyecto de investigación.

Eternamente agradecido con Dios y sobre todo que nos bendiga hoy, mañana y siempre a todos.

**Juan Bautista Troncozo Correa**

## RESUMEN

El cacao cumple un rol importante en la economía y constituye el componente principal de productos de exportación. Se ve afectada por *Lasiodiplodia theobromae*, produciendo muerte de plantas. Como solución, los compuestos bioactivos altamente diluidos (CBAD), influyen en los procesos biológicos de las plantas, contribuyendo al MIP. La investigación se realizó en el Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Con el objetivo de evaluar un compuesto bioactivo altamente diluido para el control de *Lasiodiplodia theobromae* en plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.). Los tratamientos estaban constituidos por la aplicación de tres concentraciones del CBAD (1C, 6C y 12C) y dos formas de aplicación, edáfico y foliar más un control para cada método de aplicación. Se usó un diseño completamente al azar (DCA) con un ADEVA y posterior prueba Tukey al 95%. Las variables evaluadas fueron: severidad, incidencia, hojas muertas, altura de la planta, número de hojas, longitud de tallo y raíz, peso foliar fresco, peso radicular. Los métodos de aplicación proporcionaron una disminución de la severidad e incidencia en la dilución 1C con 66,66% y 73,33% respectivamente, reduciendo el número de hojas muertas. Además, mejoró el estado de las plantas, incrementando las variables agronómicas como altura de planta (39,17 cm), número de hojas (18 unidades), peso foliar fresco (10,20 gramos), longitud radicular (32,63 cm), peso radicular (16,07 gramos). El compuesto bioactivo optimizó las variables de severidad e incidencia indicando que el uso del CBAD favorece a el control del patógeno sin efectos negativos para la planta.

**Palabras claves:** *Lasiodiplodia theobromae*, agrohomeopatía, métodos de aplicación, severidad, variables agronómicas.

## ABSTRACT

Cocoa plays an important role in the economy and constitutes the main component of export products. It is affected by *Lasiodiplodia theobromae*, causing plant death. As a solution, highly diluted bioactive compounds (HDBC) influence the biological processes of plants, contributing to the MIP. The research was conducted at the Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. With the objective of evaluating a highly diluted bioactive compound for the control of *Lasiodiplodia theobromae* in cocoa seedlings (*Theobroma cacao* L.). The treatments consisted of the application of three concentrations of CBD (1C, 6C and 12C) and two forms of application, edaphic and foliar plus a control for each application method. A completely randomized design (DCA) was used with an ADEVA and subsequent Tukey test at 95%. The variables evaluated were: severity, incidence, dead leaves, plant height, number of leaves, stem and root length, fresh leaf weight, root weight. The application methods provided a decrease in severity and incidence in the 1C dilution with 66.66% and 73.33% respectively, reducing the number of dead leaves. In addition, the condition of the plants improved, increasing agronomic variables such as plant height (39.17 cm), number of leaves (18 units), fresh leaf weight (10.20 grams), root length (32.63 cm), root weight (16.07 grams). The bioactive compound optimized the variables of severity and incidence, indicating that the use of HDBC favors the control of the pathogen without negative effects for the plant

**Keywords:** *Lasiodiplodia theobromae*, agrohomeopathy, application methods, severity, agronomic variables.

## TABLA DE CONTENIDO

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
Certificado de aprobación por tribunal de sustentación.....	v
Agradecimiento.....	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
Tabla de contenido.....	x
Código dublin.....	xvii
Introducción .....	1
CAPÍTULO I. CONCEPTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.2. Justificación .....	6
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1. Objetivo general .....	7
1.3.2. Objetivos específicos.....	7
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1. Marco conceptual.....	9
2.1.1. Patógenos.....	9
2.1.2. Compuestos bioactivos .....	9
2.1.3. Tolerancia de las plantas.....	9
2.2. Marco Referencial.....	9
2.2.1. El cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.).....	9
2.2.2. Origen .....	10
2.2.3. Taxonomía .....	10
2.2.4. Características botánicas.....	10
2.2.5. <i>Lasiodiplodia theobromae</i> .....	12
2.2.6. Agrohomeopatía .....	17
2.2.7. Investigaciones relacionadas al tema de estudio .....	18

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
3.1. Localización.....	22
3.2. Tipo de investigación.....	22
3.3. Método de investigación.....	22
3.4. Fuente de recopilación de información.....	22
3.5. Diseño de la investigación.....	23
3.5.1. Tratamiento para método de aplicación foliar.....	23
3.5.2. Diseño para método de aplicación foliar.....	23
3.5.3. Tratamiento para método de aplicación edáfico.....	24
3.5.4. Diseño para método de aplicación edáfico.....	24
3.6. Instrumentos de la investigación.....	25
3.6.1. Manejo del experimento.....	25
3.6.2. Variables a evaluar.....	27
3.7. Tratamiento de los datos.....	29
3.8. Recursos humanos y materiales.....	29
3.8.1. Recursos humanos.....	29
3.8.2. Material vegetal y biológico.....	29
3.8.3. Recursos materiales, reactivos y equipos.....	30
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1. Resultados.....	32
4.1.1. Nivel de severidad aplicación foliar.....	32
4.1.2. Nivel de severidad aplicación edáfica.....	34
4.1.3. Incidencia de la enfermedad aplicación foliar.....	36
4.1.4. Incidencia de la enfermedad aplicación edáfica.....	38
4.1.5. Número de hojas muertas aplicación foliar.....	40
4.1.6. Número de hojas muertas aplicación edáfica.....	40
4.1.7. Altura de planta aplicación foliar.....	41
4.1.8. Altura de planta aplicación edáfica.....	43
4.1.9. Número de hojas aplicación foliar.....	45
4.1.10. Número de hojas aplicación edáfica.....	46
4.1.11. Longitud de tallo aplicación foliar.....	47
4.1.12. Longitud de tallo aplicación edáfica.....	48
4.1.13. Peso foliar fresco con aplicación foliar.....	49
4.1.14. Peso foliar fresco con aplicación edáfico.....	50

4.1.15. Longitud de raíz aplicación foliar.....	51
4.1.16. Longitud de raíz aplicación edáfica.....	53
4.1.17. Peso radicular aplicación foliar .....	55
4.1.18. Peso radicular aplicación edáfica .....	56
4.2. Discusión.....	58
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
5.1 Conclusiones.....	62
5.2. Recomendaciones .....	63
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA.....	64
6.1. Bibliografía .....	65
CAPÍTULO VII. ANEXOS.....	71
7.1. Anexos .....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Efecto del CBAD, bajo un esquema de aplicación foliar, sobre los niveles de severidad de la infección en hoja de plántulas de cacao inoculadas con el patógeno <i>Lasiodiplodia theobromae</i> . .....	32
<b>Figura 2.</b> Severidad de infección del patógeno <i>Lasiodiplodia theobromae</i> en plántulas de cacao tratadas con un CBAD bajo el esquema de aplicación foliar. ....	33
<b>Figura 3.</b> Efecto del CBAD, bajo un esquema de aplicación edáfica, sobre los niveles de severidad de la infección en hoja de plántulas de cacao inoculadas con el patógeno <i>Lasiodiplodia theobromae</i> .....	34
<b>Figura 4.</b> Severidad de infección del patógeno <i>Lasiodiplodia theobromae</i> en plántulas de cacao tratadas con el CBAD bajo un esquema de aplicación edáfico .....	35
<b>Figura 5.</b> Efecto de un CBAD bajo un esquema de aplicación foliar sobre la incidencia de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> en plántulas de cacao. ....	36
<b>Figura 6.</b> Incidencia de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> sobre plántulas de cacao tratadas con un CBAD bajo el esquema de aplicación foliar.....	37
<b>Figura 7.</b> Efecto de un CBAD bajo el esquema de aplicación edáfica sobre la incidencia de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> en plántulas de cacao .....	38
<b>Figura 8.</b> Incidencia de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> sobre plántulas de cacao tratadas con un CBAD bajo en esquema de aplicación edáfica.....	39
<b>Figura 9.</b> Efecto de un CBAD bajo el esquema de aplicación foliar sobre la mortalidad y desprendimiento de hojas en plántulas de cacao. ....	40
<b>Figura 10.</b> Efecto de un CBAD bajo el esquema de aplicación edáfica sobre la mortalidad y desprendimiento de hojas en plántulas de cacao. ....	41
<b>Figura 11.</b> Efecto de los tratamientos del CBAD en la altura de las plántulas bajo el esquema de aplicación foliar. ....	42
<b>Figura 12.</b> Altura de plántulas de cacao tratadas con un CBAD bajo el esquema de aplicación foliar. ....	42
<b>Figura 13.</b> Efecto de los tratamientos de un CBAD en la altura de las plántulas bajo el esquema de aplicación edáfico. ....	44
<b>Figura 14.</b> Altura de plántulas de cacao tratadas con un CBAD bajo el esquema de aplicación edáfica. ....	44
<b>Figura 15.</b> Efecto de los tratamientos de un CBAD en número de hojas bajo un esquema de aplicación foliar. ....	46

<b>Figura 16.</b> Efecto de los tratamientos de un CBAD en número de hojas bajo un esquema de aplicación edáfico. ....	47
<b>Figura 17.</b> Efecto de los tratamientos de un CBAD en la longitud del tallo bajo un esquema de aplicación foliar. ....	48
<b>Figura 18.</b> Efecto de los tratamientos con un CBAD en la longitud del tallo bajo el esquema de aplicación edáfica.....	49
<b>Figura 19.</b> Efecto de los tratamientos con un CBAD en peso foliar fresco bajo el esquema de aplicación foliar. ....	50
<b>Figura 20.</b> Efecto de los tratamientos con un CBAD en peso foliar fresco bajo un esquema de aplicación edáfica.....	51
<b>Figura 21.</b> Efecto de los tratamientos de un CBAD en longitud de raíz bajo el esquema de aplicación foliar. ....	52
<b>Figura 22.</b> Efecto del CBAD en la longitud radicular de plántulas de cacao bajo un esquema de aplicación foliar. ....	52
<b>Figura 23.</b> Efecto de los tratamientos de un CBAD en longitud de raíz bajo un esquema de aplicación edáfica.....	54
<b>Figura 24.</b> Efecto de la longitud radicular en plántulas de cacao tratadas con un CBAD bajo un esquema de aplicación edáfica.....	54
<b>Figura 25.</b> Efecto de los tratamientos de un CBAD en el peso de raíz bajo un esquema de aplicación foliar. ....	56
<b>Figura 26.</b> Efecto de los tratamientos de un CBAD en el peso de raíz bajo un esquema de aplicación edáfica.....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica del cacao .....	10
<b>Tabla 2.</b> Clasificación taxonómica de <i>L. theobromae</i> .....	12
<b>Tabla 3.</b> Tratamientos estudiados en la investigación bajo el esquema de aplicación foliar.....	23
<b>Tabla 4.</b> Esquema de Análisis de Varianza para aplicación foliar del CBAD .....	24
<b>Tabla 5.</b> Tratamientos estudiados en la investigación bajo el esquema de aplicación edáfica.....	24
<b>Tabla 6.</b> Esquema de Análisis de Varianza para aplicación edáfico del CBAD .....	25
<b>Tabla 7.</b> Escala de niveles de severidad de infección hojas causada por patógenos .....	27

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A.</b> Elaboración de las diluciones centesimales de trabajo 1C, 6C y 12C .....	72
<b>Anexo B.</b> Inoculación del <i>Lasiodiplodia theobromae</i> en plántulas de cacao. ....	72
<b>Anexo C.</b> Plántulas de cacao utilizadas en el experimento .....	73
<b>Anexo D.</b> Aplicación en las concentraciones de diluciones centesimales establecidas. ....	73
<b>Anexo E.</b> Promedio del nivel de severidad bajo el esquema de aplicación foliar. ....	73
<b>Anexo F.</b> Promedio del nivel de severidad bajo el esquema de aplicación edáfica. ....	74
<b>Anexo G.</b> ADEVA de incidencia de la enfermedad bajo el esquema de aplicación foliar. .....	75
<b>Anexo H.</b> ADEVA de incidencia de la enfermedad bajo el esquema de aplicación edáfica. ....	75
<b>Anexo I.</b> ADEVA del número de hojas muertas bajo el esquema de aplicación foliar. ....	75
<b>Anexo J.</b> ADEVA del número de hojas muertas bajo el esquema de aplicación edáfica. .....	76
<b>Anexo K.</b> ADEVA de la altura de planta bajo el esquema de aplicación foliar. ....	76
<b>Anexo L.</b> ADEVA de la altura de planta bajo el esquema de aplicación edáfica. ....	76
<b>Anexo M.</b> ADEVA del número de hojas bajo el esquema de aplicación foliar. ....	77
<b>Anexo N.</b> ADEVA del número de hojas bajo el esquema de aplicación edáfica. ....	77
<b>Anexo O.</b> ADEVA de la longitud de tallo bajo el esquema de aplicación foliar. ....	77
<b>Anexo P.</b> ADEVA de la longitud de tallo bajo el esquema de aplicación edáfica. ....	78
<b>Anexo Q.</b> ADEVA del peso foliar fresco bajo el esquema de aplicación foliar. ....	78
<b>Anexo R.</b> ADEVA del peso foliar fresco bajo el esquema de aplicación edáfica. ....	79
<b>Anexo S.</b> ADEVA de la longitud de raíz bajo el esquema de aplicación foliar. ....	79
<b>Anexo T.</b> ADEVA de la longitud de raíz bajo el esquema de aplicación edáfica. ....	79
<b>Anexo U.</b> ADEVA del peso radicular bajo el esquema de aplicación foliar. ....	80
<b>Anexo V.</b> ADEVA del peso radicular bajo el esquema de aplicación edáfica. ....	80

## CÓDIGO DUBLIN

Título:	Evaluación de un compuesto bioactivo altamente diluido para el control de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> en plántulas de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.)				
Autor:	Juan Bautista Troncozo Correa				
Palabras clave:	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	agrohomeopatía	métodos de aplicación	severidad	variables agronómicas
Fecha de publicación:					
Editorial:					
Resumen:	<p><b>Resumen:</b> El cacao cumple un rol importante en la economía y constituye el componente principal de productos de exportación. Se ve afectada por <i>Lasiodiplodia theobromae</i>, produciendo muerte de plantas. Como solución, los compuestos bioactivos altamente diluidos (CBAD), influyen en los procesos biológicos de las plantas, contribuyendo al MIP. La investigación se realizó en el Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Con el objetivo de evaluar un compuesto bioactivo altamente diluido para el control de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> en plántulas de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) .....</p> <p><b>Abstract:</b> Cocoa plays an important role in the economy and constitutes the main component of export products. It is affected by <i>Lasiodiplodia theobromae</i>, causing plant death. As a solution, highly diluted bioactive compounds (HDBC) influence the biological processes of plants, contributing to the MIP. The research was conducted at the Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. With the objective of evaluating a highly diluted bioactive compound for the control of <i>Lasiodiplodia theobromae</i> in cocoa seedlings (<i>Theobroma cacao</i> L.) .....</p>				
Descripción:	97 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162				
URL:					

## Introducción

El cacao pertenece a la familia de las malváceas, su origen se cree que se inició en México y América Central y posteriormente fue extendido por el continente (1). La producción mundial entre el 2019-2020 fue de aproximadamente 4700 t, siendo su gran mayoría producida en el continente africano (cerca de 3500 t), sin embargo, el 25% de esta producción pertenece a países como Ecuador y Brasil (2).

En la agricultura juega un papel fundamental en la oferta de alimentos y materias primas para la industria (3), con alto valor calórico que aporta valiosos nutrientes, fibras y antioxidantes (4). En Ecuador ha tenido un rol importante en la economía, constituyen el componente principal de productos primarios de exportación, además es parte de elementos sustanciales que conforman la cultura del país (5).

Su producción se concentra un 80% en las provincias de Guayas, Los Ríos, Manabí, Esmeraldas, El Oro y Santa Elena, mientras que el resto se distribuye en las provincias de Chimborazo, Bolívar, Cotopaxi, Pichincha, Azuay, Sucumbíos, Orellana, Napo y Zamora Chinchipe en un total de 240000 Has de cultivo, produciendo 331028 t, representando ingreso de 758 millones de dólares (6).

Durante la etapa de vivero y la cosecha, presenta afectaciones por una gran variedad de hongos patógenos, entre la que encontramos las causadas por *Lasiodiplodia theobromae*. Es un fitopatógeno que habita el suelo, difícil de manejar, teniendo capacidad de infestar y permanecer por tiempo indefinido en la biosfera edáfica. Se ha presentado alta mortalidad de plantas en etapas iniciales cuyos síntomas son característicos al de *L. theobromae* (7).

Como parte del control se ha usado una variedad de fungicidas químicos para controlar estas enfermedades de las plantas, el uso continuo de estos no solo afecta a la calidad y factores organolépticos de las semillas sino también a las propiedades del suelo, sumando a esto problemas como contaminación del medio ambiente y la resistencia que adquieren estos fitopatógenos con aplicaciones constantes (8).

Como una alternativa a estos problemas se han utilizado los compuestos bioactivos altamente diluidos (CBAD), los cuales se basan en el principio de la homeopatía, incidiendo

en los procesos biológicos de las plantas para acelerar el crecimiento, contribuye al control de plagas y enfermedades, y promueve directamente el aumento de la producción (9).

Los compuestos bioactivos son desarrollados a partir de productos enfermos de origen biológico, existe base científica sobre la acción de estos en la capacidad de poder estimular el desarrollo y comportamiento de las plantas así como mejorar la cantidad de frutos y hojas, además del efecto antagonista sobre una gama de hongos fitopatógenos y plagas (10), otorgando beneficios importantes que incluyen el ahorro económico y la preservación de la ecología natural (9).

Se ha evidenciado el potencial benéfico de aplicación de productos compuestos bioactivos en la agricultura teniendo muy buenos resultados, por ejemplo, Meneses y Gonzales (11) utilizaron CBAD para controlar la contaminación por bacteria *in vitro* en plantas de piña logrando su cometido, así mismo reportó Shah *et al.* (12) en plantas de *Arabidopsis thaliana* infectadas con *Pseudomonas syringae*, y Abasolo *et al.* (13) aplicaron CBADs a base de cepa del patógeno *F. oxysporum* en plantas de tomate, reduciendo los síntomas de la enfermedad, además de mejoras en las variables agronómicas

Por lo anterior, la presente investigación tiene como finalidad evaluar un compuesto bioactivo altamente diluido para el control de *Lasiodyplodia theobromae* en plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.), esperando poder reducir de manera significativa la infección causada por el patógeno, mejorando las características agronómicas de las plántulas.

**CAPÍTULO I**  
**CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Planteamiento del problema**

Las plantas de cacao del clon CCN-51 son susceptible al hongo fitopatógeno *Lasiodiplodia theobromae* siendo este el principal causantes de alta mortalidad de plantas en estado de vivero y afectaciones en el área foliar y frutos en cultivos establecidos en campo, por su alta importancia en el sector cacaotero este patógeno ha tratado de controlar con la aplicación de fungicidas haciendo que estos en la actualidad tenga baja efectividad debido a la resistencia generada por la utilización constante de químicos agudizando el problema, disminuyendo la productividad y el sostenimiento de los cultivos.

Las afectaciones en las plantas provocado por este hongo en la actualidad se debe a la falta de método de prevención que impida la proliferación de esta enfermedad, sumándose a estos la contaminación ambiental producida, el alto costo de producción enfocados en el control y manejo de este patógeno; por ello es necesario buscar nuevas alternativas y tecnologías que permita desarrollar una agricultura más sustentable, que asegure el normal y sano desarrollo de las plantas, así mismo garantice la seguridad y soberanía alimentaria.

### **Diagnóstico del problema**

Las plantas de cacao en etapa inicial (vivero) o establecidas en campo son altamente susceptibles a enfermedades que son causadas por diversos agentes patógenos, sobre todo por hongos *Lasiodiplodia theobromae*. Los factores ambientales son detonantes de la enfermedad, influyendo en el óptimo desarrollo del fitopatógeno, y con esto altas mortalidades y reducción de producción en el cultivo. Las malas prácticas agrícolas, lejos de controlar al patógeno, causan resistencia y daños al medio ambiente. Es necesario introducir prácticas y tecnologías sustentables que garanticen el sano crecimiento de la planta y la calidad en la producción.

### **Pronóstico del problema**

Al continuar la tendencia con el uso de fungicidas de síntesis química, la falta de rotar de ingrediente activo para el control de *Lasiodiplodia theobromae* así como no implementar alternativas de control agroecológica agravará la situación en el sector cacaotero, por la adquisición de resistencia del patógeno que conlleva a elevar los costos de producción,

reducir el rendimiento por las afectaciones en frutos y en algunos casos muerto parcial o total de la planta, además cabe mencionar que estos factores conllevaron a el incremento de la contaminación hídrica y edáfica de los agroecosistemas.

### **Formulación del problema**

¿Cuál concentración y método de aplicación del compuesto bioactivo presenta un mayor control de *Lasiodiplodia theobromae* en plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.)?

### **Sistematización del problema**

¿Cuál es el método de aplicación del compuesto bioactivo que presenta mayor eficiencia en la tolerancia de plántulas de cacao infectadas con *Lasiodiplodia theobromae*?

¿Cuál es el efecto de las diferentes concentraciones del compuesto bioactivo sobre las características vegetativas de las plántulas de cacao?

## 1.2. Justificación

El cacao cumple un rol importante y constituye el componente principal de productos primarios de exportación agrícola más importante en la economía del Ecuador, es uno de los cultivos que presentan mayor rentabilidad por sus múltiples usos en el área de la confitería, la industria farmacéutica y cosmética. Se ha evidenciado el efecto benéfico de los compuestos bioactivos en la agricultura, comprobando la efectividad de estos compuestos biológicos altamente diluidos, al conocerse el impacto social positivo si se la compara con los métodos de control utilizados actualmente, dando a la planta un estado óptimo, contribuyendo a la eliminación o reducción de forma natural de las plagas y enfermedades que posee las plantas de cacao, efectuando una agricultura más rentable y de calidad que beneficie la economía del agricultor.

El uso de esta nueva tecnologías en la línea de la agrohomeopatía permitirá desarrollar una agricultura ecológica y sustentable dentro de los principio de los compuestos bioactivos, los cuales quieren llegar a contribuir en el manejo integrado de plagas y enfermedades que afectan a los cultivos, a la vez que este influye en el mejoramiento de algunas características vegetativas de las plantas estimulando el crecimiento de los diferentes órganos y brindando tolerancia contra factores bióticos y abióticos, de este modo realizar el cambio necesario en la agricultura tradicional bajo el fundamento de la homeopatía agrícola.

Ante lo expuesto esta investigación se enfocó en la obtención de información que ayude a los agricultores y productores de cacao a obtener nuevas herramientas y métodos que les permita controlar la incidencia de *Lasiodiplodia theobromae* en sus cultivos tanto en etapa inicial de vivero como en plantaciones establecidas en campo, al precisar la importancia que tiene el sector cacaotero para la alimentación y economía del país, además de la alta influencia que tiene este patógeno en la destrucción de plantas, aumentando costos de producción y causando pérdidas económicas.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo general***

Evaluar un compuesto bioactivo altamente diluido para el control de *Lasiodiplodia theobromae* en plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.)

#### ***1.3.2. Objetivos específicos***

- Establecer el método de aplicación del compuesto bioactivo que presenta mayor eficiencia en la tolerancia de plántulas de cacao infectadas con *Lasiodiplodia theobromae*.
- Analizar las características vegetativas de las plántulas de cacao tratadas con diferentes concentraciones del compuesto bioactivo.

**CAPÍTULO II**  
**FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco conceptual**

### **2.1.1. Patógenos**

Son microorganismos causantes de enfermedad en otros organismos, conocidos como agentes infecciosos y estos pueden ser virus, bacterias, hongos, protozoos, priones u otros. Hay una amplia variedad de sustratos y vías de penetración para que un patógeno invada un huésped, después del ingreso se tienen diversos intervalos de tiempo, siendo el más potencial, rápido y persistente es por medio de la contaminación del suelo (14).

### **2.1.2. Compuestos bioactivos**

Los compuestos bioactivos son las sustancias biológicas altamente diluidas que se producen a partir de origen biológico enfermos, bajo el principio de la homeopatía. Esta metodología ha sido implementada con frecuencia en humanos y animales, pero en el área agrícola existe una limitación en cuanto a investigaciones que aborden el principio de los CBADs, aunque se han obtenido buenos resultados (15).

### **2.1.3. Tolerancia de las plantas**

La expresión fenotípica de la resistencia cuantitativa es conocida como tolerancia y es de interés para un selectivo grupo tales como, mejoradores, fitopatólogos y agricultores, esta respuesta presente en un hospedero es calculada a través de varios ciclos de la enfermedad donde se usan parámetros de incidencia y severidad (o intensidad) de la enfermedad (16).

## **2.2. Marco Referencial**

### **2.2.1. El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)**

El cultivo de cacao es de clima tropical creciendo en latitudes cercanas a la línea ecuatorial, en el mundo tiene una amplia distribución encontrándose en África, Asia, Oceanía y América en plantaciones que están principalmente enfocados en la producción de granos y grasas que

son utilizados por industrias alimentarias o cosmetológicas y para la elaboración de chocolate y otros derivados (17).

### 2.2.2. Origen

El origen se establece por la cuenca superior del río Amazonas, donde se unen el río Orinoco y sus afluentes, entre los países de Brasil, Colombia y Ecuador, donde de manera espontánea se desarrollaron estas plantas (18). Otros autores como William *et al.* (1) indican que el cultivo de cacao se inició en México y América Central.

### 2.2.3. Taxonomía

Según EPP0 (19) en cacao tiene la siguiente clasificación taxonómica

**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica del cacao*

<b>Reino</b>	Plantae
<b>Filo</b>	Magnoliofita
<b>Clase</b>	Angiospermas
<b>Categoría</b>	Malvides
<b>Pedido</b>	Malvales
<b>Familia</b>	Malváceas
<b>subfamilia</b>	Byttnerioideae
<b>Género</b>	<i>Theobroma</i>
<b>Especies</b>	<i>cacao</i>

Fuente: (19)

### 2.2.4. Características botánicas

#### 2.2.4.1. La raíz.

Las plantas de cacao tienen raíces principales pivotantes y raíces secundarias, con presencia de pelos absorbentes. La raíz pivotante llega a alcanzar hasta 2 m de longitud según las condiciones del suelo y su función principal es el anclaje y sostenimiento de la planta. Por

otro lado, las raíces secundarias, se encuentran más cerca de la superficie del suelo aproximadamente a 30 cm de profundidad y su función es la nutrición e hidratación de las plantas (18).

#### **2.2.4.2. El tallo.**

Las plantas de cacao poseen un tallo principal de crecimiento vertical los cuales a la edad de 12 a 18 meses suelen medir de 1 a 2 metros de altura, donde el ápice deja de crecer para iniciar el crecimiento de las ramas laterales y este grupo de ramas nuevas reciben el nombre de verticilio u horqueta (1).

#### **2.2.4.3. Las hojas.**

Las hojas son coriáceas simples con un limbo duro y espeso, enteras, angostamente ovadas a obovado-elípticas, asimétrica y de forma alternas y glabras o laxamente pubescentes en ambas caras la cuales miden 17 a 48 cm de longitud y de 7 a 10 cm de diámetro, siendo redondas en la parte de la base y cordada con un ápice largamente apiculado con un peciolo que mide de 14 a 27 mm de largo (17).

#### **2.2.4.4. Las flores.**

Las flores del cacao son de forma pentámera, hermafroditas, actinomorfas, miden desde los 5 a los 20 mm de diámetro, con un pedúnculo floral de 1 a 3 cm de longitud, con sépalos de color variados que pueden ser verdosos, blancos o rosas claros que miden de 5 a 8 mm de largo y de 1.5 a 2 mm de ancho, con pétalos son más largos que los sépalos, con unos 6 a 9 mm de largo, forma libres, color amarillentos, con tres nervios violetas, 10 estambre lineales donde 5 forman y sostienen el tubo y los otros 5 son fértiles (20).

#### **2.2.4.5. Los frutos.**

Los frutos son variables en tamaño, color y formas, aunque normalmente tienen forma de baya, que van desde los 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, con superficie lisa o acostillados, forma elíptica, que pueden ser rojo, amarillo, morado o café, presentando una

pared gruesa, con consistencia dura o suave y dentro están las semillas que se encuentran en 5 celdas (21).

#### **2.2.4.6. Semillas.**

En cada fruto de cacao se encuentra de 20 a 40 semillas con forma y color variables: van desde planas o redondeadas, y de colores blancos, café o morado, teniendo como característica fundamental el sabor que puede ser dulce o amargo (21).

#### **2.2.5. *Lasiodiplodia theobromae***

Pertenece al género *Lasiodiplodia*, este hongo es cosmopolita con una variedad de hospederos donde se incluyen monocotiledóneas, dicotiledóneas y gimnospermas, con mayor influencia en los trópicos y subtropicos. Como síntomas presenta muerte descendente, cáncer, gomosis, tizón de la hoja, pudrición de raíz en plantas maderables y cultivos, y al ser saprófito, es un patógeno latente, que se lo puede detectar como endófito en tejidos sanos, y activo en plantas debilitadas o estresadas (22).

En el cacao, *L. theobromae* puede permanecer en el suelo o restos vegetales en estructuras reproductoras, su movilidad depende de varios factores hasta llegar a los tejidos vegetales, para permanecer como de forma endófito. Los síntomas en cacao van desde la muerte de ramillas jóvenes, pudrición y momificación de frutos, llegando hasta muerte regresiva de la planta (7).

##### **2.2.5.1. Taxonomía.**

Según Picos *et al.* (22), la clasificación taxonómica de *L. theobromae* es:

**Tabla 2**

*Clasificación taxonómica de L. theobromae*

<b>Taxonomía</b>	
<b>Reino:</b>	hongos
<b>División:</b>	Ascomicota

---

<b>Clase:</b>	dothideomycetes
<b>Ordenar:</b>	Botryosphaerales
<b>Familia:</b>	Botryosphaeriaceae
<b>Género:</b>	<i>Lasiodiplodia</i>
<b>Especies:</b>	<i>theobromae</i>

---

Fuente: (22)

#### **2.2.5.2. Morfología.**

Se caracteriza al género *Lasiodiplodia* de otros géneros cercano por la presencia de picnidios, paráfisis y estriaciones longitudinales en conidios maduros (23). La morfología de su ascocarpo presenta color café oscuro a negro, con pared gruesa de color café oscuro y hialino en capas internas, un diámetro de 250-400  $\mu\text{m}$  (24).

El asca es bitunicada, estipitada, conformada por 8 esporas, de 90-120  $\mu\text{m}$  de longitud. Las ascosporas son biseriadas, hialinas, aseptadas de 30-35 x 11-14  $\mu\text{m}$ . El conidiomata es estromático, simple o agregado, que cuando están en el hospedero y maduran sale de un color café oscuro, unilocular, con pared gruesa o delgada de color marrón, llegando a medir hasta 5 mm de ancho, ostiolo central, único, papillado. Paráfisis hialinas, cilíndricas, tabicadas, suelen ser ramificadas con extremos redondeados hasta 55  $\mu\text{m}$  de largo y 3-4  $\mu\text{m}$  de ancho (24).

#### **2.2.5.3. Condiciones agroclimáticas óptimas para el patógeno.**

*L. theobromae* es un hongo fitopatógeno de climas tropicales y subtropicales, con mayor presencia en suelos arcillosos o subsuelo impermeable y con alta humedad (25). La temperatura óptima para el crecimiento es de 29 y 30 °C, esporulando a los 15 y 40 °C, intensificándose en períodos lluviosos la producción de esporas y su diseminación (26).

#### **2.2.5.4. Ciclo de la enfermedad.**

El hongo sobrevive en el suelo en forma de picnidios, esclerocios y/o clamidósporas que actúan como estructuras de resistencia en el lugar de permanencia que puede ser el suelo o tejido infectado, permaneciendo como un saprófito en esta etapa. Las esporas que se

encuentran dentro de los picnidios son liberadas en condiciones favorables para el patógeno y diseminadas por el viento, la lluvia (27) o transportadas a través de herramientas e insectos (28).

Después de que el hongo llega a la planta, penetra y coloniza los tejidos se pueden observar lesiones en frutos, brotes y ramillas jóvenes, que podrían llegar hasta causar la muerte de la planta o reducir el rendimiento especialmente en variedades de cacao susceptibles (29).

#### **2.2.5.5. Daños.**

Este hongo es causante de afectación en una gran cantidad de especies de plantas, produciendo daños como la muerte descendente, incluso llegar a matarla. Unos de los síntomas es la muerte súbita, repentina o regresiva empezando por la quemazón de los brotes tiernos y necrosis de las ramas, empezando por el amarillamiento en las hojas más jóvenes, luego una necrosis parcial y total de los bordes y coloración marrón intensa. Las hojas necrosadas son frágiles y aparentan una muerte descendente (30).

#### **2.2.5.6. Manejo de la enfermedad.**

Cuando *L. theobromae* es identificado en un cultivo, el manejo puede volverse complicado, debido a la capacidad de resistencia y sobrevivencia del hongo en restos de tejidos infectados, suelo y la amplia variedad de plantas huésped (31). Aunque el uso de medidas manejo comúnmente usadas como los fungicidas sintéticos corresponden a una buena alternativa, aunque existen otras con principios ecológicos que resultan ser económicas (29).

##### **2.2.5.6.1. Control genético.**

Ante la evidencia de posible resistencia en cacao a la muerte regresiva causada por *L. theobromae*, se han evaluado parámetros como el tamaño de lesiones, la colonización de tejidos del tallo y la incidencia en varios genotipos de cacao en condiciones de laboratorio e invernadero, encontraron que los materiales CATIE 1000, T85/799 y MXC 67 tienen resistencia al patógeno transformándose en material esencial en programas de mejoramiento genético (29).

#### **2.2.5.6.2. Control cultural.**

Consiste en interferir los procesos del fitopatógeno que van desde la sobrevivencia, diseminación y reproducción, con el objetivo de reducir los efectos de la enfermedad, recomendándole un saneamiento adecuado en todo el cultivo, erradicación de partes, tejidos o plantas afectadas por medio de la poda (31), y restos presentes en el suelo, evitando la sobrevivencia del patógeno de forma saprofita.

Esta práctica puede resultar muy efectiva para el manejo del hongo en condiciones de campo, al ser de comportamiento monocíclico, se debe actuar al inicio de su ciclo de vida (32). Además, se pueden implementar, una selección del área de plantas sanas, una calendarización de la época de siembra (vivero) o trasplante (campo), el uso de material de biológico limpio, evitar lesiones en la planta impidiendo el ingreso indirecto del patógeno (33).

#### **2.2.5.6.3. Control físico.**

Consiste en el uso de factores físicos como la temperatura y radiación. Aunque no existe evidencia de método físico para el control de enfermedades causadas por *L. theobromae*, la solarización del suelo podría ser una importante alternativa de manejo en la etapa de propagación de plantas, reduciendo la presencia del inóculo que se encuentre en el sustrato (33).

#### **2.2.5.6.4. Control botánico.**

Como parte del control botánico se ha evidenciado la efectividad de extractos vegetales o de sus derivados, con acción fungicidas o bioestimulantes. Por ejemplo, recientemente (34) demostró el efecto inhibitor del extracto etanólico de semillas de neem (*Azadirachta indica*), reduciendo el crecimiento de *L. theobromae* en plantas de cacao, debido al contenido de Azadiractina en el producto botánico.

Así mismo los extractos etanólicos foliares de *Dioscorea dumetorum* y *Moringa oleífera*, han reducido el crecimiento micelial y esporulación de *L. theobromae* en mazorcas de cacao,

este resultado se infiere debido al contenido de glucósidos, antraquinonas y compuestos reductores en los extractos vegetales (35).

#### **2.2.5.6.5. Control químico.**

Aunque el uso de fungicidas en el cultivo de cacao es mínimo, algunos de origen sintético se han implementado en el control de enfermedades producidas por *L. theobromae* como gomosis, muerte regresiva, pudrición de frutos, debido a la acción de los ingredientes activos que tienen la capacidad de suprimir el crecimiento micelial y la germinación de conidios (36).

Entre los ingredientes activos con acción fungicidas más usados están azoxistrobina, carbendazim, clorotalonil, difenoconazol, fosetil-aluminio, iprodiona, mancozeb, metil tiofanato, piraclostrobina, procloraz, propiconazol y tebuconazol, así como en mezclas ciprodinil + fludioxinil, Clorotalonil + carbendazim y piraclostrobin + boscalid (36), aunque ya se ha reportado posible resistencia de *L. theobromae* a fungicidas como difeconazol (37).

#### **2.2.5.6.6. Control biológico.**

Es una alternativa innovadora para impedir alguna infección provocadas por hongos, teniendo efectos similares al del control químico. Tanto hongos, bacterias y levaduras se han probados al control de *L. theobromae* en diferentes cultivos (38). Se ha demostrado la capacidad de *Trichoderma asperellum* en la supresión del estriado vascular causado por *Ceratobasidium theobromae*, encontraron una disminución de la incidencia de *Lasiodiplodia* sp. en raíces y ramas (39).

En cuanto a la implementación de bacterias, se han evaluado el control de forma *in vitro* de *L. theobromae* en mango usando actinobacterias, donde 7 estreptomicetos presentaron actividades antagonistas (producción de metabolitos antifúngicos difusibles, enzimas que degradan la pared celular-EDPC) contra el fitopatógeno (40).

### **2.2.6. Agrohomeopatía**

La homeopatía agrícola o también conocida como agrohomeopatía se caracteriza por influir en los procesos biológicos de las plantas acelerando o retrasando el crecimiento, además de contribuir al control de plagas y enfermedades, aumentando la producción. Son conocidos como nosodes y autosodes homeopáticos en el área agrícola y están más enfocados al control plagas y enfermedades mediante el uso de compuestos biológicos provenientes de la misma enfermedad de la planta o plagas (9).

La agrohomeopatía comparte el principio de la homeopatía y sus medicamentos son elaborados a partir de sustancias de diferentes orígenes que pueden ser vegetal, animal o mineral, que son ultradiluidos (1:9, 1:99, 1:999 y mayores) alternado con agitación energética o sucusión, con el fin de dinamizar del producto final resultante (41).

La aplicación de estos compuestos en la agricultura ha tenido una alta aceptación, por representar una alternativa eco-amigable y económica para los productores, compartiendo ventajas con la agricultura tradicional, orgánica, ecológica, biodinámica, e incluso con la agricultura convencional. Los homeopáticos pueden presentar un efecto estimulador al incrementar la biomasa de las plantas al igual que el mejoramiento de variables agronómicas como el aumento en la altura de la planta y en la biomasa fresca y seca (42).

#### **2.2.6.1. Influencia de los productos homeopáticos en plantas.**

Los CBAD ayudan incrementando en el crecimiento, producción de metabolitos secundarios, rendimiento de aceites esenciales, perfil fitoquímico y tolerancia al estrés salino, entre otros, su selección es importante, para tener una alta eficiencia y rentabilidad, porque de ello depende el aumento de los ingresos de los agricultores y la reducción de costos que tienen que ver con los insumos químicos (43).

Cuando las diluciones de estos productos son altas adquiere una mayor seguridad permitiendo el uso en la germinación de semillas, mejora de la salud del suelo, crecimiento, floración, fructificación, protección contra enfermedades y para superar el estrés ambiental en las plantas. Algunas investigaciones enfocan su impacto en el crecimiento, el rendimiento, composición del aceite esencial y la tolerancia al estrés salino (43).

Además, aseguran un incremento en el rendimiento del cultivo, la producción de exudados como las cumarinas, alcaloides y fenilpropanoides, ayudando a la absorción y crecimiento de nutrientes en especies de plantas medicinales. Esta tecnología es poco usada por agricultores e investigadores por ello se requieren más investigaciones que permitan determinar la influencia y efectos de los compuestos (43).

### **2.2.7. Investigaciones relacionadas al tema de estudio**

La medicina homeopática surgió en Europa a finales del siglo XVIII, a partir de los diagnóstico y tratamiento del humano enfermo (44) por el médico alemán Samuel C. Hahnemann (45), se implementó en la veterinaria en el año de 1755, en el sector agrícola se usó en el control de enfermedades, por los investigadores Khanna y Chandra en 1976 hasta 1978, logrando controlar enfermedades provocadas por hongos y virus en plantas (46).

En 1993 se probó en el control del virus del Mosaico del tabaco (TMV) en tabaco (*Nicotiana tabacum*) usando tabaco y chenopodium dinamizado, y en 1999 sobre el control de la mosquita blanca (*Bermisia tabaci* G.) en jitomate (*Licopersicon esculatum* Mill), usando un homeopático denominado Polifarmaco S-1 (47).

En 2003, Meneses y Gonzales (11) utilizaron homeopáticos para el manejo de la bacteria en vitroplantas de piña (*Calendula* 30 C, *Staphisagria* 30 C, *Oscillococtinum* 200 C, y *Arsenicum Album* 30 C), donde *Oscillococtinum* 200 C, *Staphisagria* 30 C y *Calendula* 30 C controlaron la contaminación.

En el año 2009 se reportó la infestación de plantas de *Arabidopsis thaliana* con *Pseudomonas syringae*, luego fueron tratadas con *Carbo Vegetabilis* 30 D, *Magnesium Phosphoricum* 30 D, Nosode de la bacteria 30 D, Biplantol, observándose una reducción del 50% de infección solamente con el complejo Biplantol (12).

En el 2010, utilizaron *Lycopodium Clavatum* a las potencias 6, 15 y 30 c para el control del áfido (*Dysaphis plantaginea* Pass.) en manzanas; obteniendo una reducción de la descendencia del áfido con las potencias descritas, así como con el nosodes (48).

En la investigación de Alvarado *et al.* (10) planteó evaluar *in vitro* e *in vivo* seis productos homeopáticos (*Magnesia phosphorica*, *Zincum phosphoricum*, *Phosphoricum acidum*, *Silícea terra*, *Natrum muriaticum*, *Arsenica álbum* sobre el crecimiento del hongo fitopatógeno *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*, teniendo como resultado que se observaron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de inhibición. Los mayores porcentajes se obtuvieron con los tratamientos Zp-7C (70%), Mp-13C (65%) y Aa-13C (51%), en la supervivencia y daño se demostraron diferencias en comparación al control.

Según Rodríguez *et al.* (49) en su investigación que tuvo como objetivo cuantificar el efecto de cuatro preparados homeopáticos y caldo bordelés al 0.5% en la severidad, infestación foliar y defoliación causadas por el hongo de la roya anaranjada (*Hemileia vastatrix* Berk. & Broome) en el cultivo de café. Se observó que el polifármaco de plantas *Hahnemanniana*, disminuyó 49.75% la defoliación a los 30 d y la mezcla de homeopáticos redujo 26.65 y 45.06% la infestación foliar y defoliación a los 60 días, protegiendo a la planta más que manejando o eliminando al patógeno, es una alternativa ecológica y orgánica.

Así mismo Larios *et al.* (50) en su investigación que tenía como objetivo comparar tratamientos convencionales y sustancias homeopáticas, en condiciones *in vitro*, en el crecimiento micelial de *B. cinerea* como referencia previa a evaluación *in vivo*, presentando como tratamiento Switch®, aceite de Tagetes, extracto de Larrea, *T. harzianum*, sustancias homeopáticas nosode 7 CH. Encontró como resultados que Switch® y aceite de Tagetes inhibieron el crecimiento micelial en 100%, con extracto de Larrea la inhibición fue de 65.8%, *T. harzianum* inhibió 36.2% y el contacto hifal se dio al sexto día, controlando al patógeno, las sustancias homeopáticas nosode 7 CH y arsénico 6 CH inhibieron al hongo en 31.2 y 11.8%, respectivamente. El efecto del nosode 7 CH fue diferente del testigo, pero el arsénico homeopático no lo fue.

Por otro lado, Moya (51) en su investigación que tuvo como objetivo evaluar el efecto de nosodes en plantas de tomate infectadas con *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* bajo condiciones controladas, se obtuvo que la aplicación edáfica y dilución 6C redujo considerablemente los síntomas de la enfermedad en el cultivo de tomate a un 50 %, mejorando el estado de salud de las plantas tratadas. En el incremento a la respuesta en todas las variables morfométricas como altura 130 cm, longitud de raíz 30 cm, peso fresco de hoja y tallo 180 gr, peso fresco de raíz 30 gr, peso seco de hoja y tallo 27 gr, peso seco de raíz

8.20 gr. Estos resultados indican potencial para reducir el uso de pesticidas en el tomate, contribuyendo a su producción orgánica.

En la investigación de Sellán (52), que tuvo como objetivo evaluar los efectos de sustancias minerales y compuestos biológicos altamente diluidos en el cultivo del maíz bajo condiciones de manejo orgánico y químico, mostrando resultados de pre-germinación en las semillas porcentajes de 93%(T1), 97% (T2) y 93% (T3) *Natrum muriaticum*, *Silicea terra* y *nosode*, en la emergencia, con porcentajes de 95,00 % (T1), 95,33 % (T2) y 95,67 % (T3), la menor incidencia del gusano cogollero fue de 23,7 % (T3) con un buen efecto bioinsecticida.

Por último, Arteaga (53), en su investigación, con el objetivo evaluar el efecto de sustancias minerales altamente diluidas en plantas de albahaca (*Ocimum basilicum*) en un sistema hidropónico, los resultados evidenciaron que *Silicea terra* mejora el porcentaje de germinación y emergencia. Demostrando que en la fase de desarrollo del cultivo *Natrum muriaticum* presentó los valores más altos entre las variables, longitud de radícula 60.45 cm, altura de planta 42.25 cm, longitud de hojas 13.9 cm, número de hojas 69 unidades y peso fresco 58.5 gr, corroborando que las SMADs ocasionan efectos positivos en cuanto al desarrollo vegetativo de la planta de albahaca cultivadas en sistemas hidropónicos.

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. Localización**

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Campus “La María” en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales y Laboratorio de Microbiología, localizada en el Km 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme con coordenadas: 79° 25’ 24” longitud Oeste y 01° 03’ 18” de latitud Sur, altitud 67 msnm., con una zona climática tropical húmeda.

### **3.2. Tipo de investigación**

Esta investigación es de carácter experimental donde se evaluó un compuesto bioactivo altamente diluido para el control de *Lasiodiplodia theobromae* en plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.), con el objetivo de mejorar las características agronómica y la tolerancia a patógenos de las plántulas.

### **3.3. Método de investigación**

Se utilizó el método inductivo partiendo de lo general a lo específico, para la determinación de las diferentes variables que permitió calcular altura de planta, longitud de tallo y raíz, peso foliar fresco y radicular, porcentaje de hojas muertas, nivel de severidad y porcentaje incidencia con el fin de dar solución al problema y guardar relación con los objetivos planteados para la generación de información confiable sobre una alternativa de control de enfermedad en el cultivo de cacao.

Se usó el método deductivo que permitió comparar la información generada en la investigación con la existentes en diferentes fuentes bibliográfica que demuestran el efecto de los compuestos bioactivos como control de hongos fitopatógenos y por último se implementó el método analítico que fue la base para el análisis y posterior interpretación de los resultados obtenidos en la evaluación de las variables y objeto de estudio.

### **3.4. Fuente de recopilación de información**

En la investigación se utilizó información de fuentes secundarias como textos, revistas científicas, documentos y otros, con el fin de obtener datos actualizados sobre los

compuestos bioactivos que permitió comparar e inferir con los resultados generados en el ensayo. También se recopiló información de fuentes primarias basadas en la observación.

### 3.5. Diseño de la investigación

#### 3.5.1. Tratamiento para método de aplicación foliar

Se establecieron cuatro tratamientos incluidos un tratamiento control (foliar) que se detallan a continuación en la tabla 3:

**Tabla 3**

*Tratamientos estudiados en la investigación bajo el esquema de aplicación foliar*

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>
<b>T1</b>	<b>T1F1C:</b> (C. bioactivo ( <i>Lasiodiplodia theobromae</i> ) - Foliar 1C)
<b>T2</b>	<b>T2F6C:</b> (C. bioactivo ( <i>Lasiodiplodia theobromae</i> ) - Foliar 6C)
<b>T3</b>	<b>T3F12C:</b> (C. bioactivo ( <i>Lasiodiplodia theobromae</i> ) - Foliar 12C)
<b>T4</b>	<b>T4F:</b> Control para aplicación foliar

Elaboración: Autor

#### 3.5.2. Diseño para método de aplicación foliar

Se implementó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres tratamientos compuestos por un método de aplicación del compuesto bioactivo (foliar) y tres diluciones centesimales (1C, 6C y 12C) más un control (agua), se manejó 15 plántulas por tratamiento, cinco por réplica.

En todos los tratamientos se inoculó previamente el patógeno incluyendo los grupos control. Todas las variables fueron sometidas a un Análisis de Varianza (ADEVA), para determinar la significancia estadística y comparación de medias entre tratamientos se empleó la prueba

de Tukey al 95% de probabilidad. El esquema de análisis de varianza se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4**

*Esquema de Análisis de Varianza para aplicación foliar del CBAD*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	
<b>Tratamientos</b>	(t-1)	3
<b>Error</b>	t(r-1)	8
<b>Total</b>	(rt-1)	11

Elaboración: Autor

### 3.5.3. *Tratamiento para método de aplicación edáfico*

Se establecieron cuatro tratamientos incluidos un tratamiento control (edáfico) que se detallan a continuación en la tabla 5:

**Tabla 5**

*Tratamientos estudiados en la investigación bajo el esquema de aplicación edáfica*

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>
<b>T1</b>	<b>T1E1C:</b> (C. bioactivo ( <i>Lasiodiplodia theobromae</i> ) - Edáfico 1C)
<b>T2</b>	<b>T2E6C:</b> (C. bioactivo ( <i>Lasiodiplodia theobromae</i> ) - Edáfico 6C)
<b>T3</b>	<b>T3E12C:</b> (C. bioactivo ( <i>Lasiodiplodia theobromae</i> ) - Edáfico 12C)
<b>T4</b>	<b>T4E:</b> Control para aplicación edáfico

Elaboración: Autor

### 3.5.4. *Diseño para método de aplicación edáfico*

Se implementó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres tratamientos compuestos por un método de aplicación del compuesto bioactivo (edáfico) y tres diluciones

centesimales (1C, 6C y 12C) más un control (agua), se manejó 15 plántulas por tratamiento, cinco por réplica.

En todos los tratamientos se inoculó previamente el patógeno incluyendo los grupos control. Todas las variables fueron sometidas a un Análisis de Varianza (ADEVA), para determinar la significancia estadística y comparación de medias entre tratamientos se empleó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad. El esquema de análisis de varianza se muestra en la tabla 6.

**Tabla 6**

*Esquema de Análisis de Varianza para aplicación edáfico del CBAD.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	
<b>Tratamientos</b>	(t-1)	3
<b>Error</b>	t(r-1)	8
<b>Total</b>	(rt-1)	11

Elaboración: Autor

### **3.6. Instrumentos de la investigación**

#### **3.6.1. Manejo del experimento**

##### **3.6.1.1. Elaboración del compuesto bioactivo.**

Se utilizó la metodología descrita por Mazón *et al.* (54), obteniéndose 1g de biomasa de *Lasiodiplodia theobromae* por separado en un tubo eppendorf donde se agregó 1ml de etanol, para romper la pared celular los patógenos se usó un disruptor a la vez que se permite obtener una mezcla homogénea, para someterla a tres ciclos de choque térmico a temperaturas de 80°C y -20°C, liberando los metabolitos del microorganismo.

La muestra fue llevada a la centrífuga en la que se aplicó una velocidad de 10000 rpm, para finalmente obtener la tintura madre. La elaboración de las diluciones centesimales, se realizó

en concentraciones 1C, 6C y 12C con una relación 99:1 donde se suministró 99 ml de agua destilada y 1 ml de tintura madre (solución stock) (Anexo A).

### **3.6.1.2. Inoculación del patógeno.**

Para la inoculación de *Lasiodiplodia theobromae* se utilizó micelio cultivado en medio PDA, a una temperatura de a 22 °C, la inserción de las esporas en la planta se usó el método de herida y goteo descrito por Than *et al.* (55), realizando un corte longitudinal en el tallo a 10 cm sobre el suelo cuando las plantas tengan un crecimiento de 2 meses después de la siembra (Anexo B).

En la zona del corte para la infección se aplicó un tarugo de aproximadamente 7 mm sobre la zona cortada colocando en el disco de agar sobre la herida la cual se cubrió con parafilm una vez finalizado la inoculación, el crecimiento y colonización del patógeno se supervisó cada 9 días (51).

### **3.6.1.3. Manejo del cultivo.**

Para la pre-germinación, las semillas fueron previamente lavadas con hipoclorito de sodio y el mucílago junto a la testa fue retirado con un bisturí, 15 días después de la germinación se trasplantó en vasos de 34 onzas ubicando una planta por cada maceta, el sustrato se preparó en proporción 1:1:1/2; de turba, tierra y perlita respectivamente, luego se aplicó agua con una regadera por un lapso de dos meses según los requerimientos de las plantas (Anexo C).

### **3.6.1.4. Determinación de las diferentes formas de aplicación del CBAD.**

La aplicación del compuesto bioactivo se realizó de dos formas: edáfica y foliar las cuales fueron descritas por Moya (51), la aplicación se llevó a cabo cuando las plantas tenían dos meses después de la siembra (Anexo D).

#### **3.6.1.4.1. Aplicación edáfica.**

La aplicación de forma edáfica realizó con una jeringa directo al sustrato cada una de las concentraciones según corresponda (1C, 6C y 12C).

#### 3.6.1.4.2. *Aplicación foliar.*

La aplicación foliar se efectuó atomizando las diferentes concentraciones de compuestos bioactivos (1C, 6C y 12C) de manera uniforme sobre todas las hojas, estas formas de aplicar permitieron determinar el funcionamiento y establecer el método más eficaz para el control del patógeno de estudio.

#### 3.6.2. *Variables a evaluar*

##### 3.6.2.1. **Nivel de severidad.**

Para determinar el nivel de severidad se tomó 15 plántulas por tratamiento y por medio de la observación descriptiva, se visualizó la presencia de áreas necróticas en las zonas de inserción del patógeno y algunos síntomas foliares que presentan la planta característicos por el ataque de este patógenos y se dio un valor a los síntomas observables en la hoja como se lo indica en la tabla 7.

**Tabla 7**

*Escala de niveles de severidad de infección hojas causada por patógenos*

<b>Escala</b>	<b>Descripción (porcentaje de afectación)</b>
<b>0</b>	Sana (0% a 25%)
<b>1</b>	Leve (25% a 50%)
<b>2</b>	Moderado (50% a 75%)
<b>3</b>	Severo (75% a 100%)

Fuente: (51)

##### 3.6.2.2. **Porcentaje de incidencia.**

Para determinar la incidencia se utilizó 15 plántulas de cacao, se consideró como planta enferma a las que presente características necróticas y clorótica sobre su área foliar y en la zona de inserción del patógeno, el porcentaje se estableció con la siguiente fórmula:

$$\text{Incidencia (\%)} = \frac{\text{Plantas enfermas}}{\text{Total de plantas muestreadas}} \times 100$$

### **3.6.2.3. Número de hojas muertas.**

Se consideró todas las hojas que estén completamente secas, adheridas a la planta o que se hayan desprendido se tomó de 15 plántulas al azar por tratamiento.

### **3.6.2.4. Altura de planta (cm).**

El registro de la altura de la planta se tomó a los 60 días después de la inoculación para cada tratamiento, la zona medida fue desde la base del tallo hasta la yema apical y se realizó con la utilización de un flexómetro considerando 15 plántulas al azar por tratamiento.

### **3.6.2.5. Número de hojas.**

Se contó el número de hojas a los 60 días después de la aplicación del tratamiento con los compuestos bioactivos, las hojas escogidas fueron funcionales y completamente sanas, sin presentar daño mecánico ni de patógenos, se consideró 15 plántulas por tratamiento.

### **3.6.2.6. Longitud del tallo (cm).**

Para evaluar la longitud del tallo (LT) se realizó a los 60 días después de la aplicación del tratamiento con los compuestos bioactivos, la zona considerada fue desde la base de la raíz hasta la inserción de las primeras hojas utilizando para ello una regla convencional metálica, tomando como referencia el avance longitudinal de cada una de las plantas evaluadas y se realizó con la utilización de un flexómetro, se consideró 15 plántulas por tratamiento.

### **3.6.2.7. Peso foliar fresco (g).**

Para evaluación del peso foliar fresco se cortó las hojas de 15 plántulas por tratamiento desde la base del punto de inserción e inmediatamente fueron pesadas en una balanza analítica.

### **3.6.2.8. Longitud de raíz (cm).**

El registro de la longitud de la radícula (LR) se ejecutó separando las plantas del sustrato, luego se separó de las demás partes (tallos y hojas). Posterior las raíces se lavaron con agua

potable y se dejó escurrir para eliminar el exceso de agua, se midió la longitud de la radícula, para esta actividad se usó un flexómetro y se consideró desde la base del tallo donde están situados pelos radicales hasta la parte terminal de la raíz principal, se consideró 15 plántulas por tratamiento.

#### **3.6.2.9. Peso radicular (g).**

Para la variable del peso radicular se cortó las raíces de 15 plántulas por tratamiento sobre la base de la inserción de hipocótilo y se pesó cada raíz según su tratamiento en una balanza con el fin de determinar cuál tratamiento promovió mayor formación y elongación de raíces.

### **3.7. Tratamiento de los datos**

La variable de severidad de la enfermedad es fundamentalmente descriptiva y se basó en observaciones, para las demás variables se le efectuó el análisis de varianza (ADEVA), de acuerdo con el diseño experimental planteado. También se realizaron las pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos para lo cual se utilizó el programa INFOSTAT (2020).

### **3.8. Recursos humanos y materiales**

#### **3.8.1. Recursos humanos**

Para la elaboración de esta investigación se tuvo como recurso al director de tesis, autor de tesis y colaboradores del Laboratorio de Microbiología de la UTEQ.

#### **3.8.2. Material vegetal y biológico**

Se utilizaron semillas de cacao del clon CCN-51 provenientes del Campus “La María”, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Se usó cepa de *Lasiodiplodia theobromae*, caracterizada e identificada con anticipación, la cual se multiplicó en el laboratorio de microbiología de la UTEQ, bajo los protocolos

estandarizados para la inoculación y multiplicación de microorganismos; Esta cepa también fue usada para la elaboración del compuesto bioactivo.

### ***3.8.3. Recursos materiales, reactivos y equipos***

Los materiales y reactivos utilizados fueron Puntas blancas, Puntas amarillas, Papel toalla, Alcohol, Placas Petri, Vasos de 34 onzas, Cloro, Agua destilada, PDA, Parafilm, Tubos eppendorf, Juego de micropipetas, Frascos autoclavable, bisturí 10`, matraz, funda de polipropileno.

En esta investigación se utilizaron los siguientes equipos: balanza analítica, autoclave, termómetro, cabina de flujo, microscopio, nevera, vortex, destilador de agua, centrifuga, calentador, disruptor, flexómetro.

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

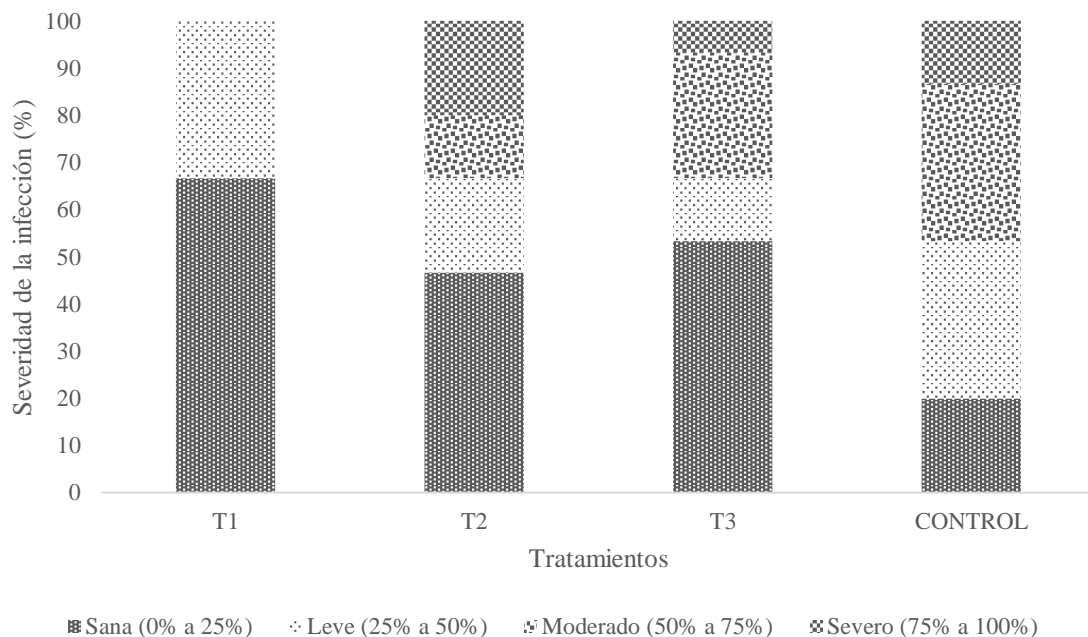
## 4.1. Resultados

### 4.1.1. Nivel de severidad aplicación foliar

En esta variable, se observó una menor severidad de infección del patógeno mediante la aplicación foliar del compuesto bioactivo a 1C (T1) y proporcionó mayor eficacia con 66,66% en afectaciones dentro del rango de sana y un 33,33% de afectaciones leves. El tratamiento 6C (T2) y 12C (T3), presentaron porcentajes 46,66% y 53,33% respectivamente en el rango de afectaciones de sana, además se observó infección en el rango leve, moderado y severo, aun así, la infección fue menor en comparación con el control que obtuvo un 20% en el rango de planta sana y presentando mayor porcentaje en el rango de leve con un 33,33%, moderado con 33,33% y severo con 13,33%. (Figura 1 y 2). Promedio de nivel de severidad aplicación foliar (Anexo E).

#### Figura 1

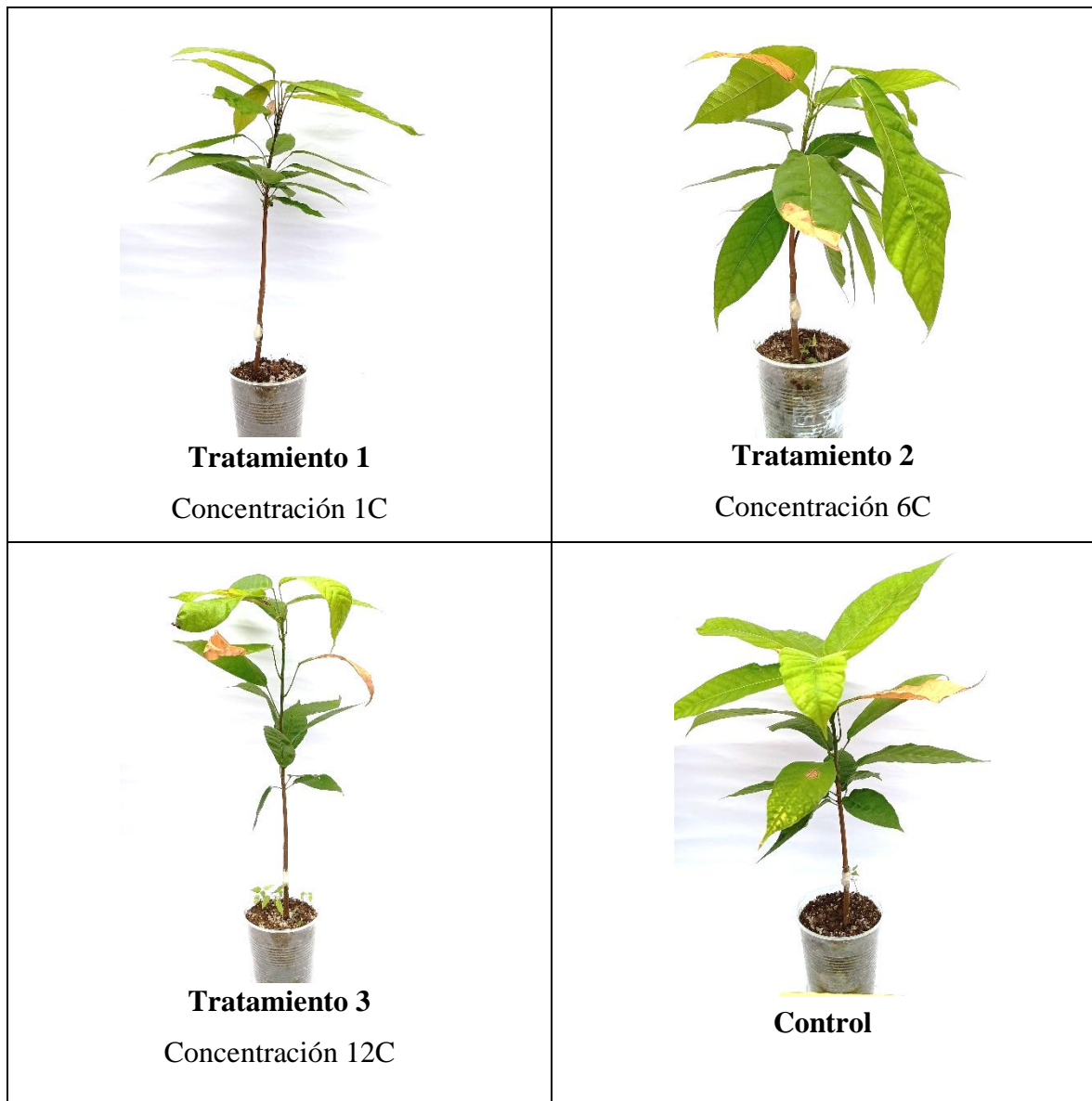
*Efecto del CBAD, bajo un esquema de aplicación foliar, sobre los niveles de severidad de la infección en hoja de plántulas de cacao inoculadas con el patógeno Lasiodiplodia theobromae.*



Nota: La figura 1 muestra los tratamientos de las concentraciones del compuesto bioactivo 1C (T1), 6C(T2) 12C (T3) y el control, en el porcentaje de severidad de la enfermedad. Las barras representan las medias obtenidas en la evaluación por cada grado de la escala.

**Figura 2**

*Severidad de infección del patógeno Lasiodiplodia theobromae en plántulas de cacao tratadas con un CBAD bajo el esquema de aplicación foliar.*



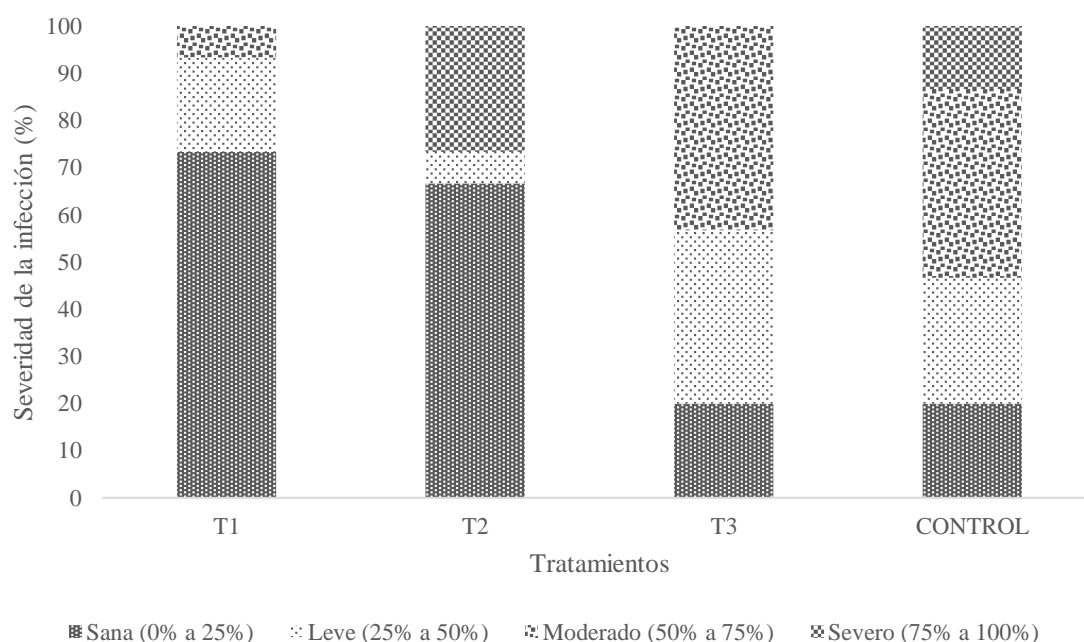
En la figura 2 se evidencia la severidad de la infección en hojas provocada por el patógeno en plántulas de cacao en los tratamientos T1, T2, T3 bajo concentraciones centesimal 1C, 6C y 12C por aplicación foliar, siendo menor en relación al control que muestra mayores síntomas de clorosis y necrosis en el área foliar.

#### 4.1.2. Nivel de severidad aplicación edáfica

En la aplicación edáfica todos los tratamientos fueron infectados con *Lasiodiplodia theobromae* se observó una menor severidad de infección del patógeno al compuesto bioactivo a 1C (T1) y 6C (T2), teniendo 73,33% y 66,33% de plantas dentro del rango sano, y presentando menor afectación de dentro del rango leve, moderado, y severo, en comparación al 12C (T3) y el control que tuvieron ambos tratamientos el 20% de plantas consideradas sana y mayor infección dentro de los rangos del 25% al 100%. (Figura 3 y 4). Promedio de nivel de severidad aplicación edáfica (Anexo F).

#### Figura 3

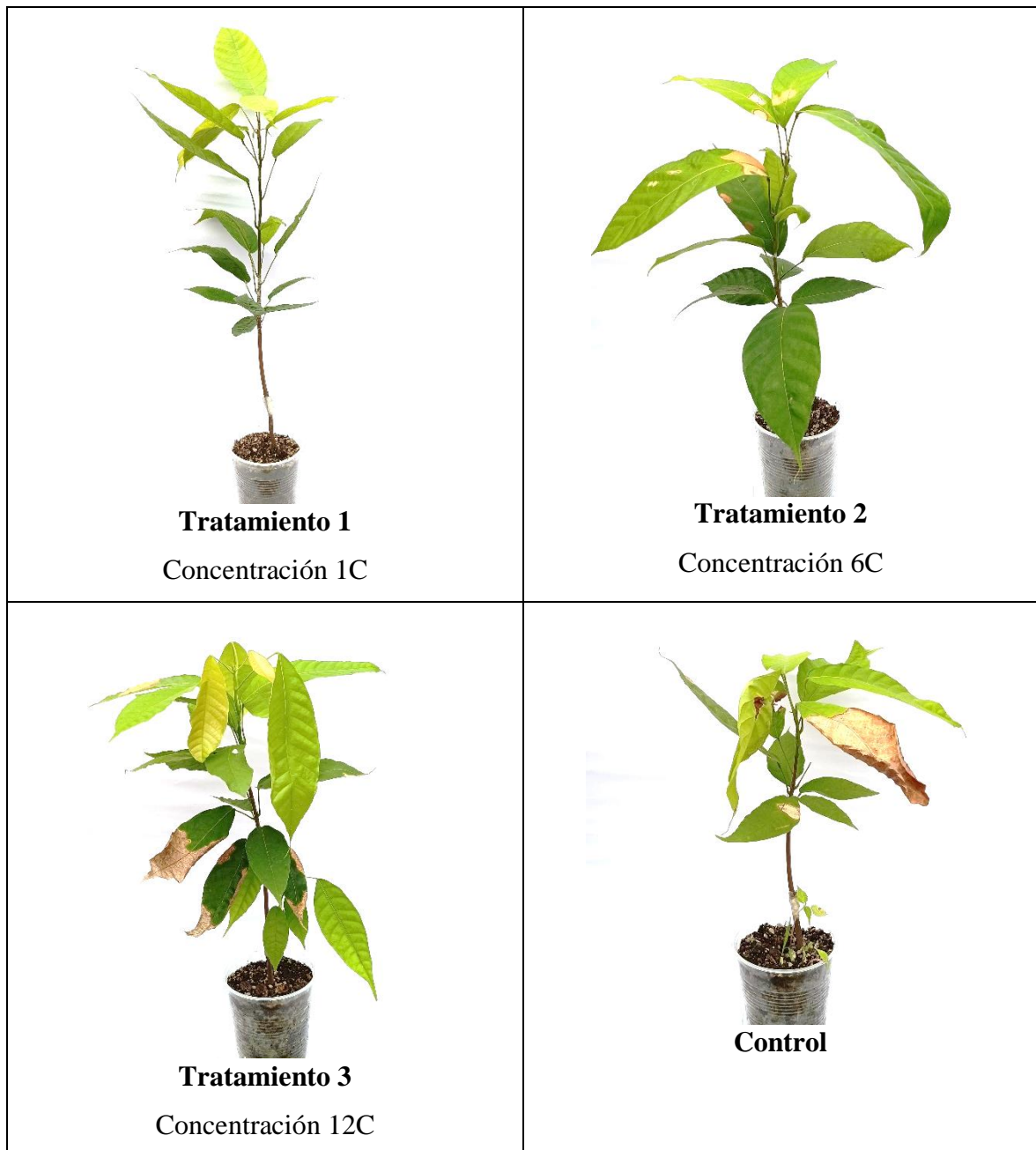
Efecto del CBAD, bajo un esquema de aplicación edáfica, sobre los niveles de severidad de la infección en hoja de plántulas de cacao inoculadas con el patógeno *Lasiodiplodia theobromae*



Nota: La figura 3 muestra los tratamientos de las diferentes concentraciones del CBAD 1C (T1), 6C(T2) 12C (T3) aplicado de forma edáfica y el control, sobre el porcentaje de severidad de la enfermedad. Las barras representan las medias obtenidas en la evaluación por cada grado de la escala.

#### **Figura 4**

*Severidad de infección del patógeno *Lasiodiplodia theobromae* en plántulas de cacao tratadas con el CBAD bajo un esquema de aplicación edáfico*



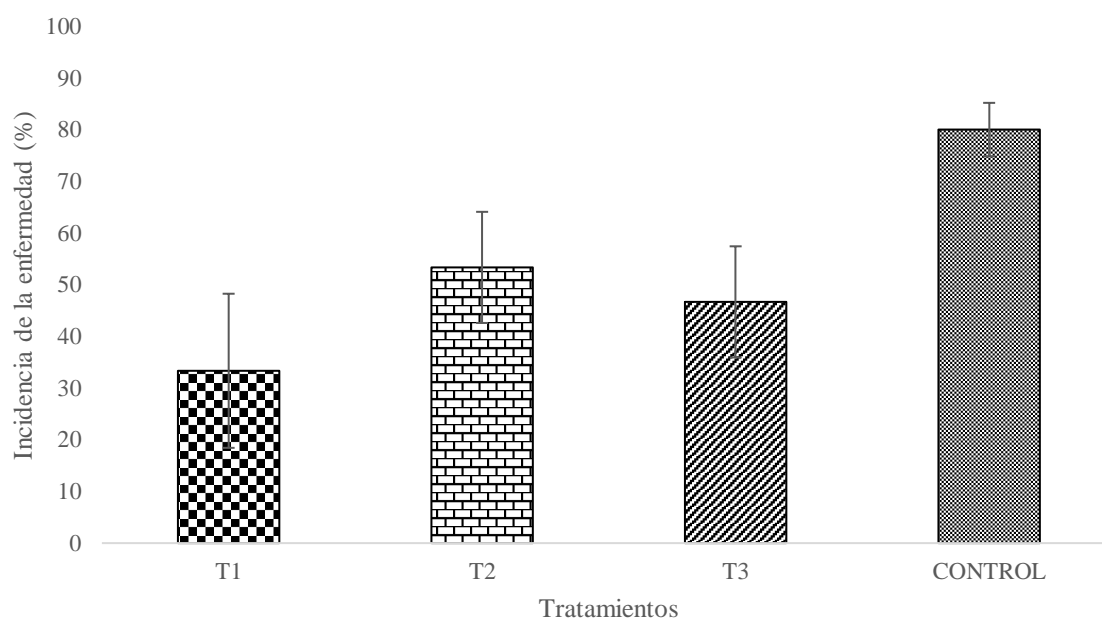
En la figura 4 se evidencia la severidad de la infección en hojas provocada por el patógeno en plántulas de cacao en los tratamientos T1 y T2 bajo concentraciones centesimal 1C, 6C por aplicación edáfica, siendo menor en relación al tratamiento 12 C (T3) y control que presentaron mayor grado de clorosis y necrosis en el área foliar.

### 4.1.3. Incidencia de la enfermedad aplicación foliar

En esta variable con aplicación foliar del compuesto bioactivo en los tratamientos infectados con *Lasiodiplodia theobromae*. Se observó que el tratamiento 1C (T1) presentó menor incidencia de la enfermedad con 33,33% en comparación con el 12C (T3) y 6C (T2), que fueron mayores que el T1 con 46,66% y 53,33% respectivamente, aun así, obtuvo una menor incidencia con respecto al control que alcanzó un 80% de incidencia (Figura 5 y 6). ADEVA de incidencia se la enfermedad aplicación foliar (Anexo G).

#### Figura 5

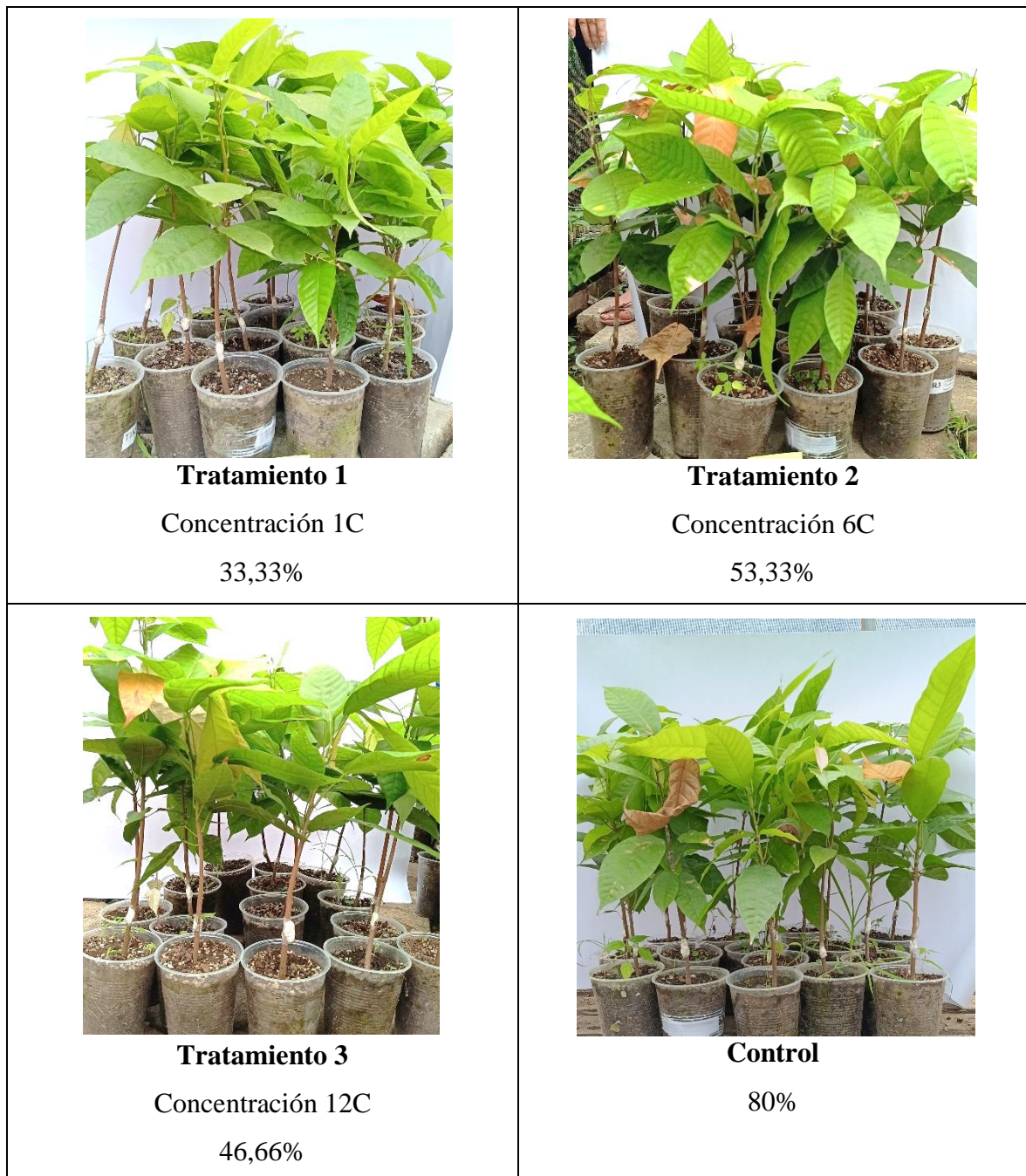
*Efecto de un CBAD bajo un esquema de aplicación foliar sobre la incidencia de Lasiodiplodia theobromae en plántulas de cacao*



Nota: La figura 5 muestra los tratamientos de las diferentes concentraciones del CBAD, 1C (T1), 6C (T2) 12C (T3) aplicado de forma foliar y el control, en el porcentaje de incidencia de la enfermedad. Las barras expresan la media y las líneas verticales sobre la media muestran la desviación estándar.

**Figura 6**

*Incidencia de Lasiodiplodia theobromae sobre plántulas de cacao tratadas con un CBAD bajo el esquema de aplicación foliar*



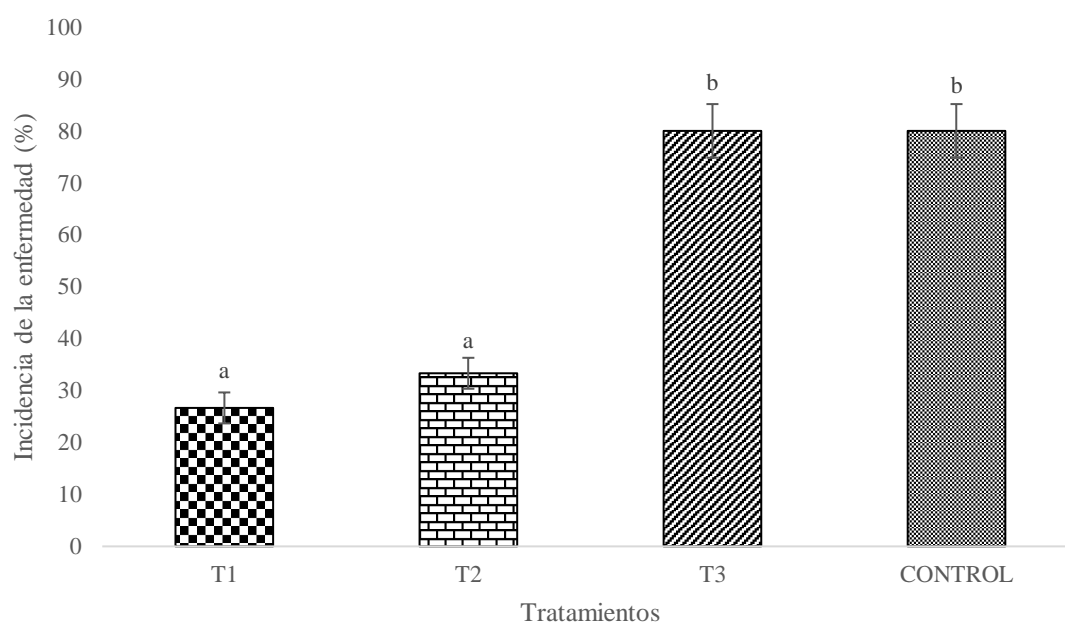
La figura 6 muestra la incidencia del hongo patógeno *Lasiodiplodia theobromae* en plántulas de cacao, presentando menor incidencia los tratamientos T1, T3 y T2 bajo concentraciones centesimal 1C, 12C y 6C por aplicación foliar, siendo menor en comparación con el control que presentó mayor número de plantas enfermas con síntomas de necrosis y clorosis foliar.

#### 4.1.4. Incidencia de la enfermedad aplicación edáfica

En cuanto a la incidencia de *Lasiodiplodia theobromae* en plántulas tratadas con un compuesto bioactivo, aplicación edáfica. Se obtuvo una menor incidencia en los tratamientos 1C (T1) y 6C (T2), con 26,66% y 33,33% respectivamente, en comparación con el 12C (T3) y el control donde ambos alcanzaron el 80% de incidencia del patógeno. (Figura 7 y 8). ADEVA de incidencia de la enfermedad aplicación edáfica (Anexo H).

#### Figura 7

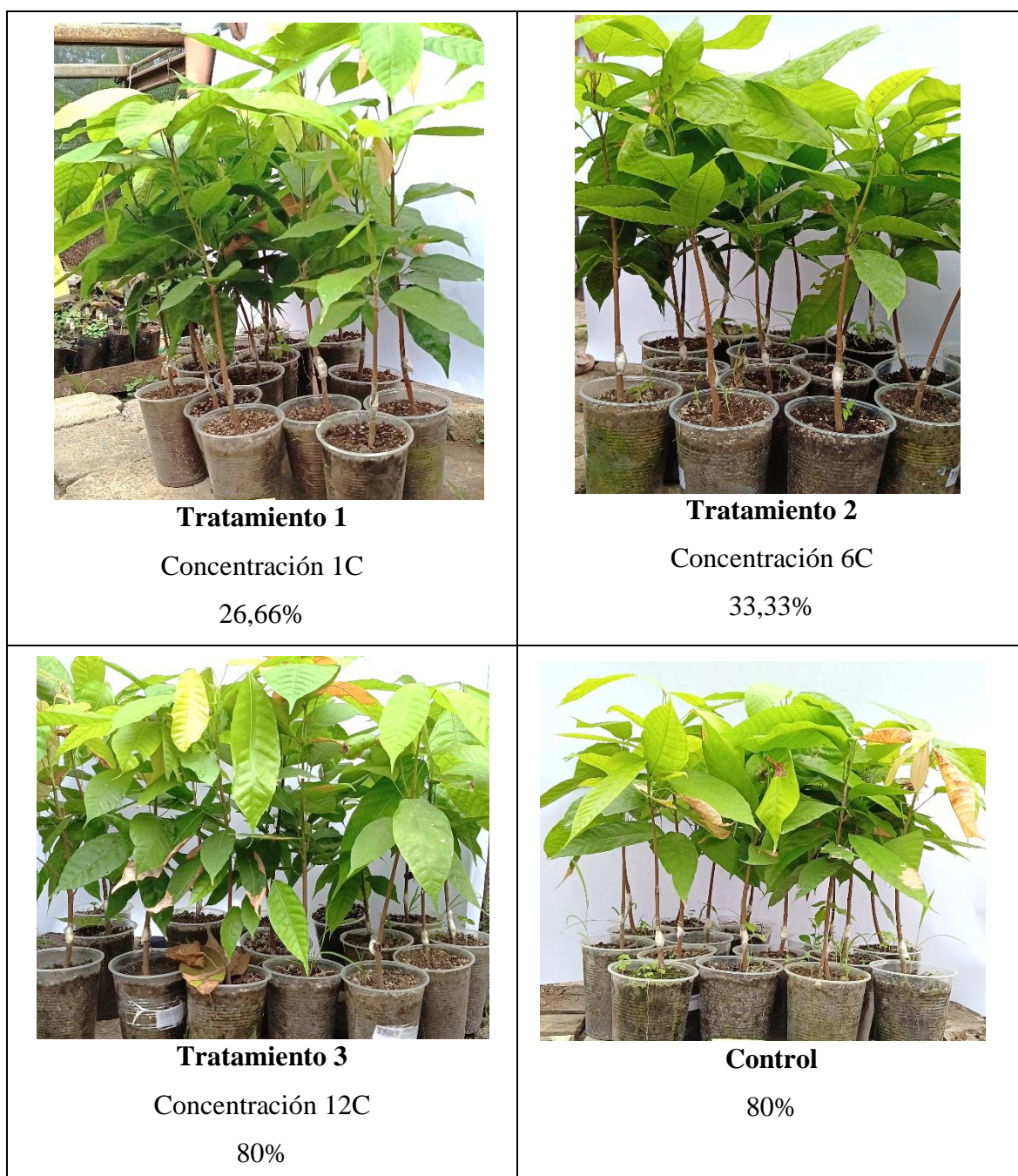
*Efecto de un CBAD bajo el esquema de aplicación edáfica sobre la incidencia de Lasiodiplodia theobromae en plántulas de cacao*



Nota: La figura 7 muestra los tratamientos de las diferentes concentraciones del compuesto bioactivo 1C (T1), 6C(T2) 12C (T3) aplicado de forma edáfica y el control, en el porcentaje de incidencia de la enfermedad. Las barras expresan la media y las líneas verticales sobre la media muestran la desviación estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos.

## Figura 8

*Incidencia de Lasiodiplodia theobromae sobre plántulas de cacao tratadas con un CBAD bajo el esquema de aplicación edáfica*



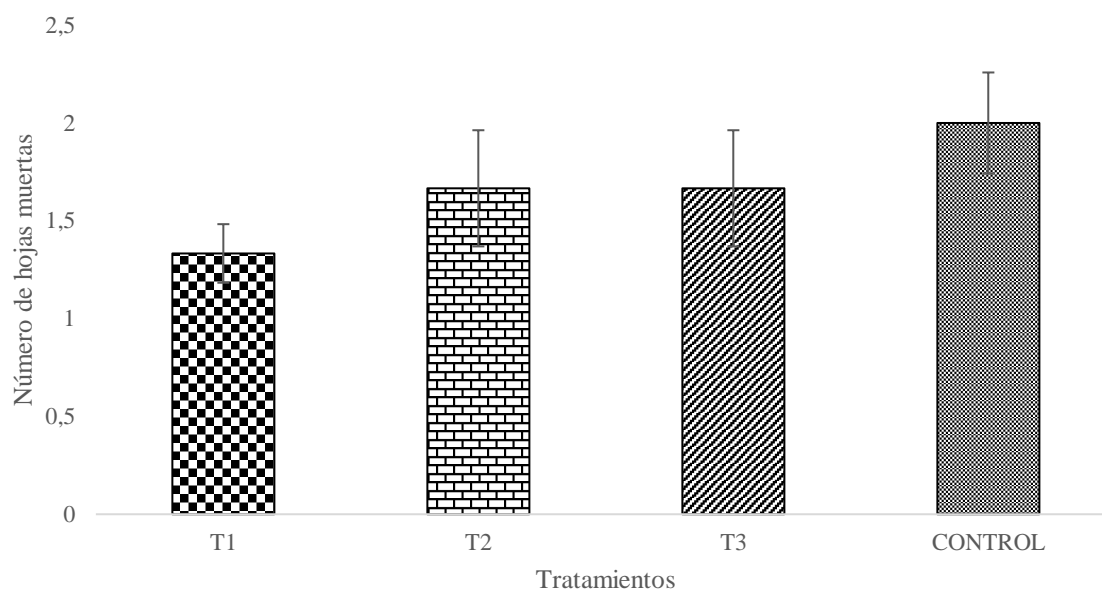
La figura 8 muestra la incidencia de *Lasiodiplodia theobromae* en plántulas de cacao observándose una menor incidencia en los tratamientos T1 y T2 bajo concentraciones centesimal 1C y 6C por aplicación edáfica, siendo menor en comparación con el tratamiento T3 y el control que terminaron siendo iguales en porcentaje de plantas infectadas, que presentaron clorosis y necrosis foliar.

#### 4.1.5. Número de hojas muertas aplicación foliar

Para la variable de número de hojas muertas en plántulas infectadas con *Lasiodiplodia theobromae* y tratadas con un compuesto bioactivo aplicado de manera foliar. Se observó que los tratamientos 1C (T1), 6C (T2) y 12C (T3) con medias de 1; 2; y 2 respectivamente, obtuvieron el menor número de hojas desprendidas y muertas en su totalidad, en comparación con control que en promedio tuvo 2 hojas. (Figura 9). ADEVA del número de hojas muertas aplicación foliar (Anexo I).

#### Figura 9

Efecto de un CBAD bajo el esquema de aplicación foliar sobre la mortalidad y desprendimiento de hojas en plántulas de cacao.



Nota: La figura 9 muestra los tratamientos de las diferentes concentraciones del compuesto bioactivo 1C (T1), 6C(T2) 12C (T3) aplicado de forma foliar y el control, sobre el número de hojas desprendidas y muertas. Las barras expresan la media y las líneas verticales sobre la media muestran la desviación estándar.

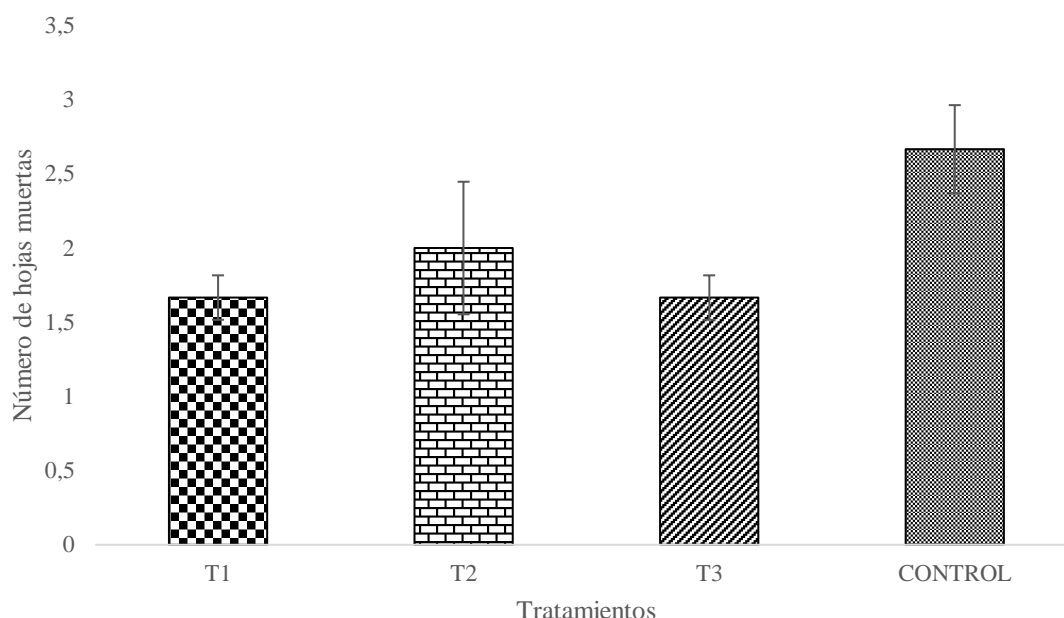
#### 4.1.6. Número de hojas muertas aplicación edáfica

En el número de hojas muertas en plántulas infectadas con *Lasiodiplodia theobromae* y tratadas con un compuesto bioactivo aplicado de forma edáfica. Se muestra que los tratamientos 1C (T1), 6C (T2) y 12 C (T3), tuvieron un menor número de hojas muertas con

medias de 2 para ambos tratamientos, siendo estos menores al control que tuvo en promedio 3 hojas. (Figura 10). ADEVA del número de hojas muertas aplicación edáfica (Anexo J).

### Figura 10

*Efecto de un CBAD bajo el esquema de aplicación edáfica sobre la mortalidad y desprendimiento de hojas en plántulas de cacao.*



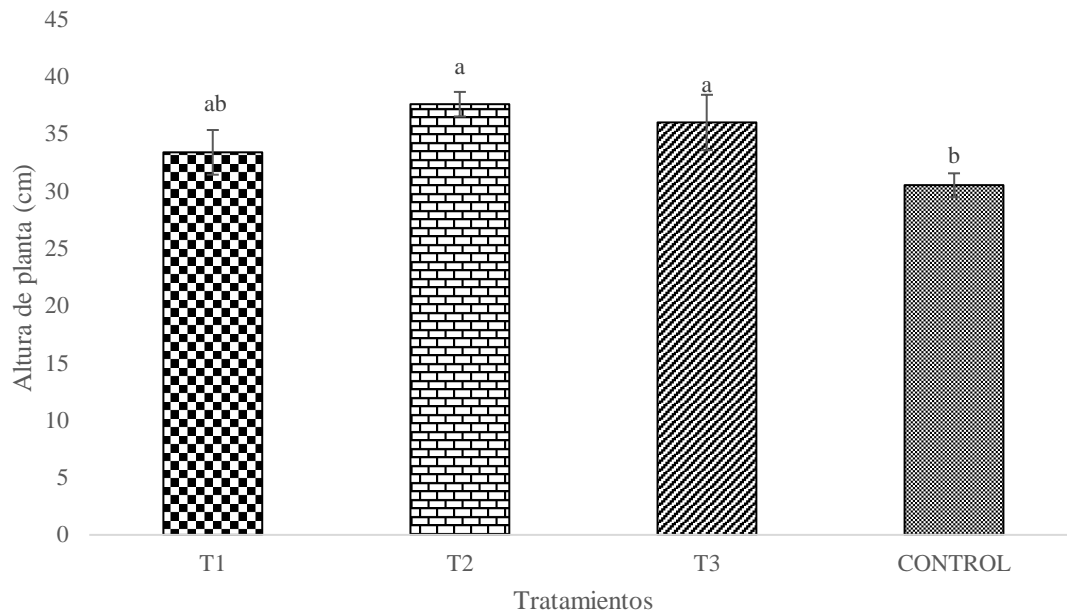
Nota: La figura 10 muestra los tratamientos de las diferentes concentraciones del compuesto bioactivo 1C (T1), 6C(T2) 12C (T3) aplicado de forma edáfica y el control, sobre el número de hojas desprendidas y muertas.

#### 4.1.7. *Altura de planta aplicación foliar*

Para esta variable se observaron diferencias significativas entre los tratamientos infectados con *Lasiodiplodia theobromae* a los 60 días después de la aplicación de distintas concentraciones del compuesto bioactivo. Registrando la mayor altura a 6C (T2) con 37,57 cm de altura siendo superior a 12C (T3) con 35,98 cm de altura y la aplicación del CBAD a 1C (T1) 33,37 cm de altura. Todos los tratamientos superaron significativamente al control con menor promedio de altura de la planta con 30,51 cm (Figura 11 y 12). Coeficiente de variación del 5,00%. ADEVA de altura de planta aplicación foliar (Anexo K).

### Figura 11

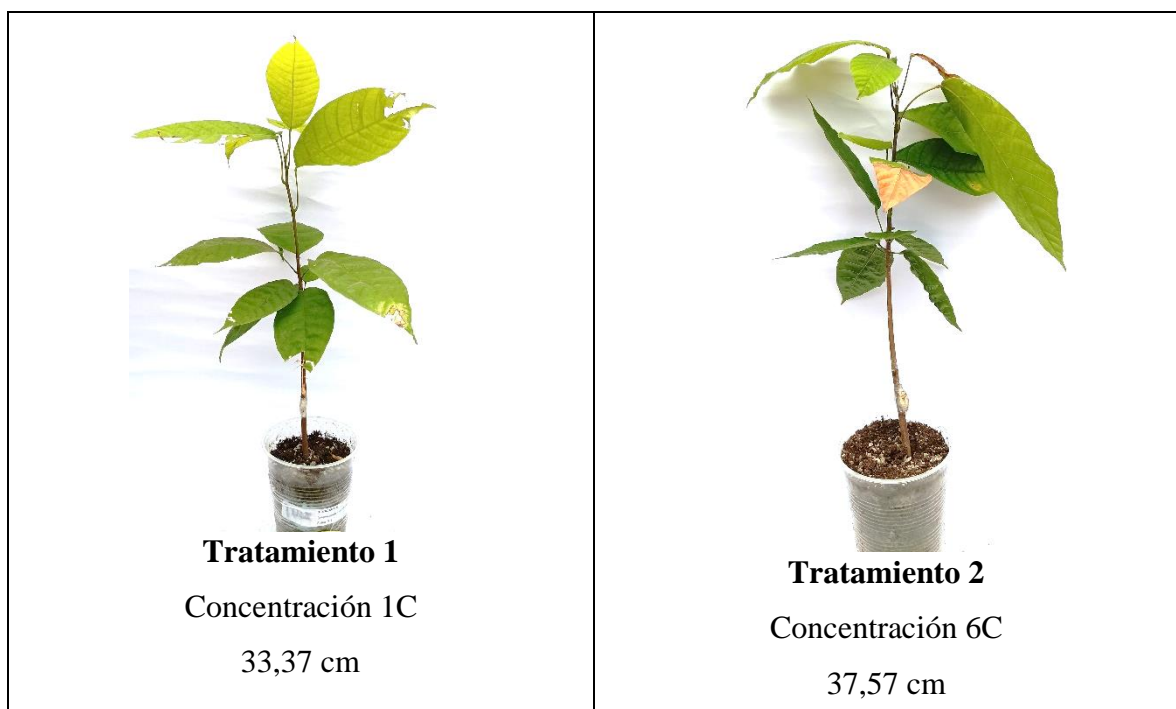
Efecto de los tratamientos del CBAD en la altura de las plántulas bajo el esquema de aplicación foliar.

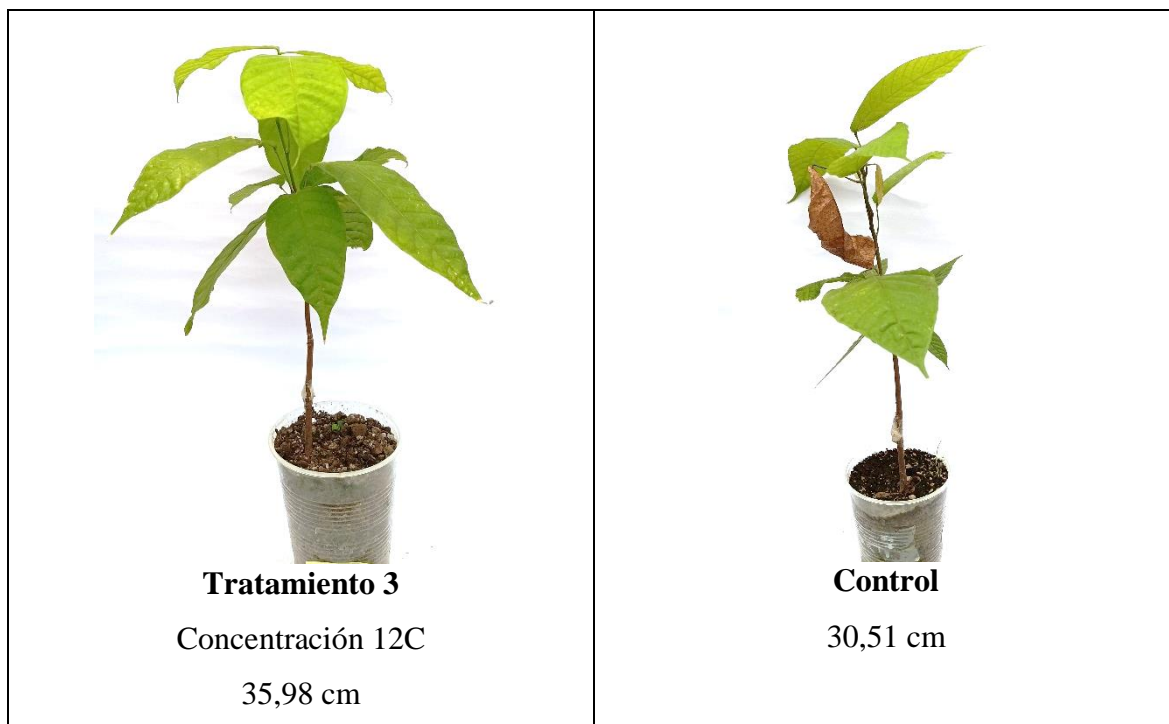


Nota: En la figura 11, se observa el tratamiento T1 (1C), T2 (6C), T3 (12C) y el control foliar, en la altura de planta (cm). Las barras expresan la media y las líneas verticales sobre la media muestran la desviación estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos.

### Figura 12

Altura de plántulas de cacao tratadas con un CBAD bajo el esquema de aplicación foliar.





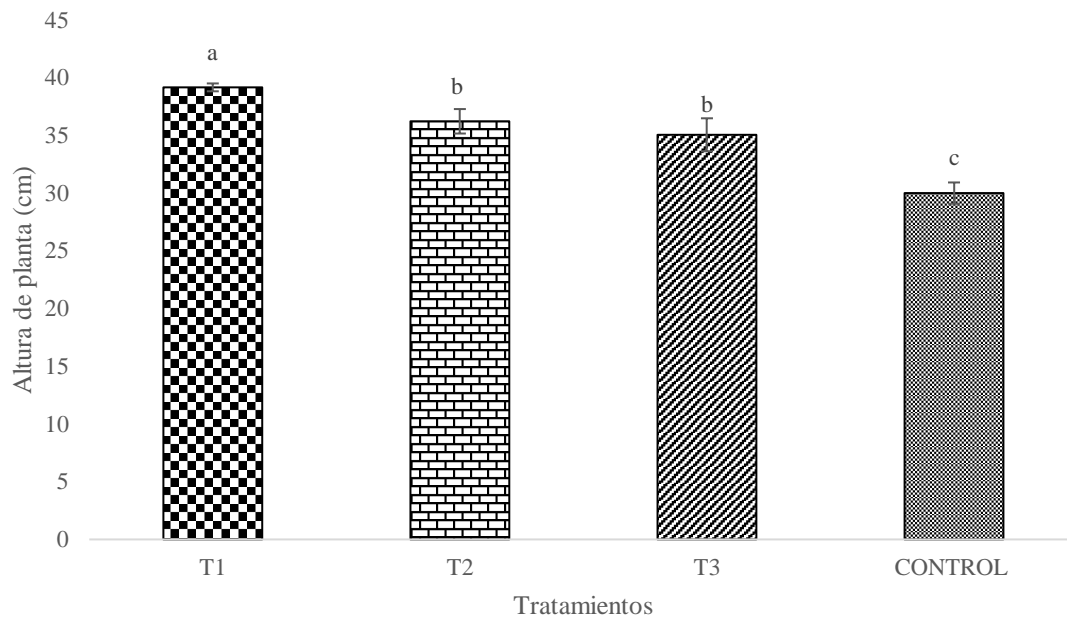
En la figura 12 se observa la altura de plantas inoculadas con el patógeno y tratadas bajo concentraciones centesimal con aplicación foliar, siendo 6C (T2) y 12C (T3) mayores en relación al control.

#### **4.1.8. Altura de planta aplicación edáfica**

En la altura de planta aplicado de manera edáfica el compuesto bioactivo mostró significancia estadística en la variable en distintas concentraciones centesimal 1C, 6C y 12C, evidenciando que la aplicación del CBAD a 1C (T1), presenta mayor incremento en la altura con 39,17 cm superando al 6C (T2) con 36,23 cm, seguido de la dilución 12C (T3) que mostró un promedio de 35,06 cm de altura de plántula, sobrepasando al control que mantuvo un valor de altura de 30,01 cm (Figura 13 y 14). Coeficiente de variación del 2,89 %. ADEVA de la altura de planta aplicación edáfica (Anexo L).

### Figura 13

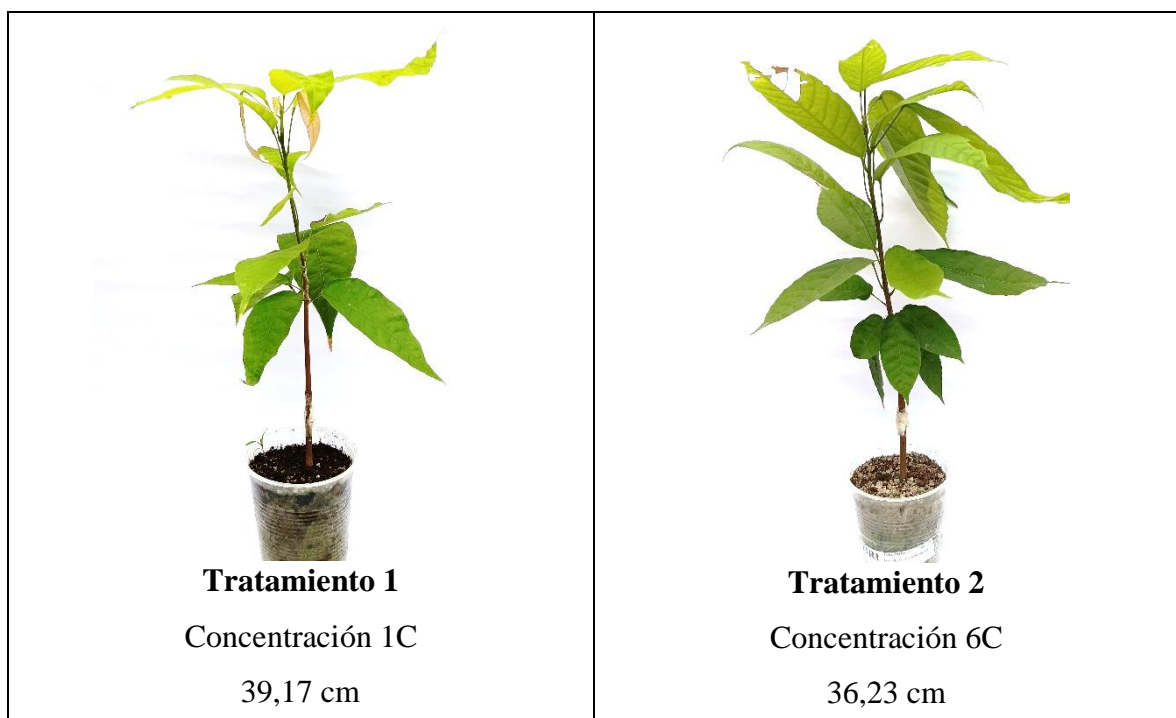
Efecto de los tratamientos de un CBAD en la altura de las plántulas bajo el esquema de aplicación edáfico.

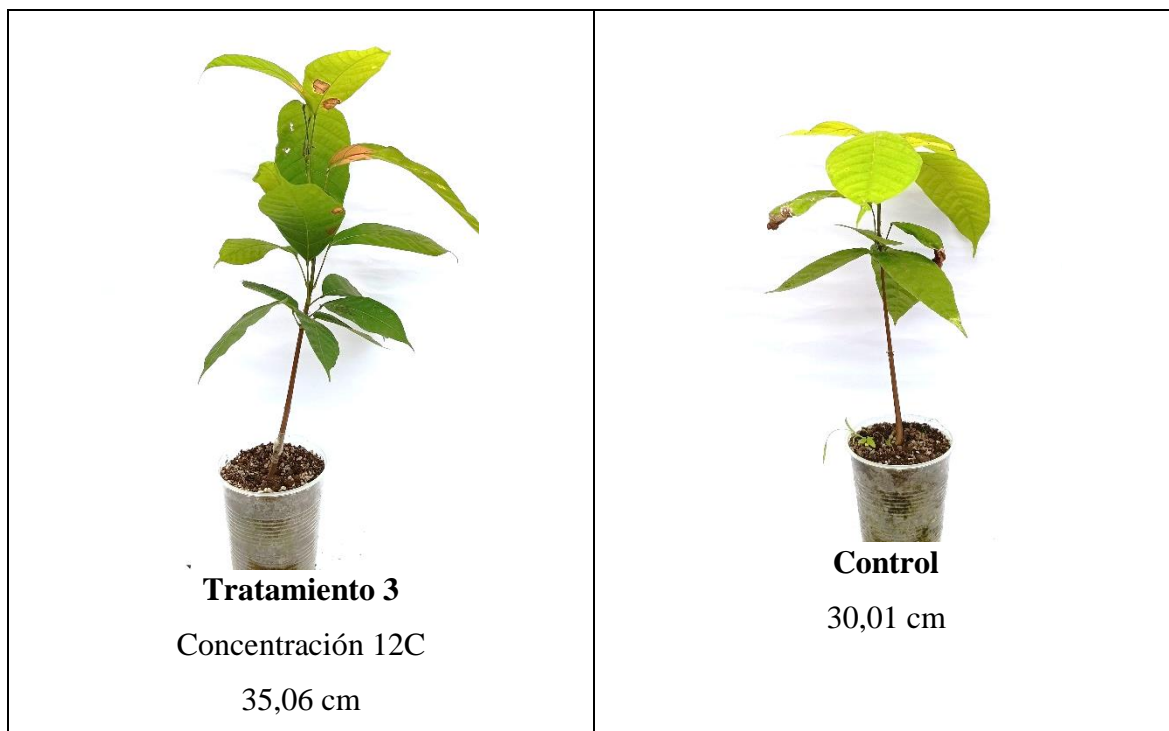


Nota: En la figura 13 se muestra el tratamiento T1 (1C), T2 (6C), T3 (12C) y el control edáfico, en la altura de planta aplicación edáfica (cm). Las barras expresan la media y las líneas verticales sobre la media muestran la desviación estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos.

### Figura 14

Altura de plántulas de cacao tratadas con un CBAD bajo el esquema de aplicación edáfica.





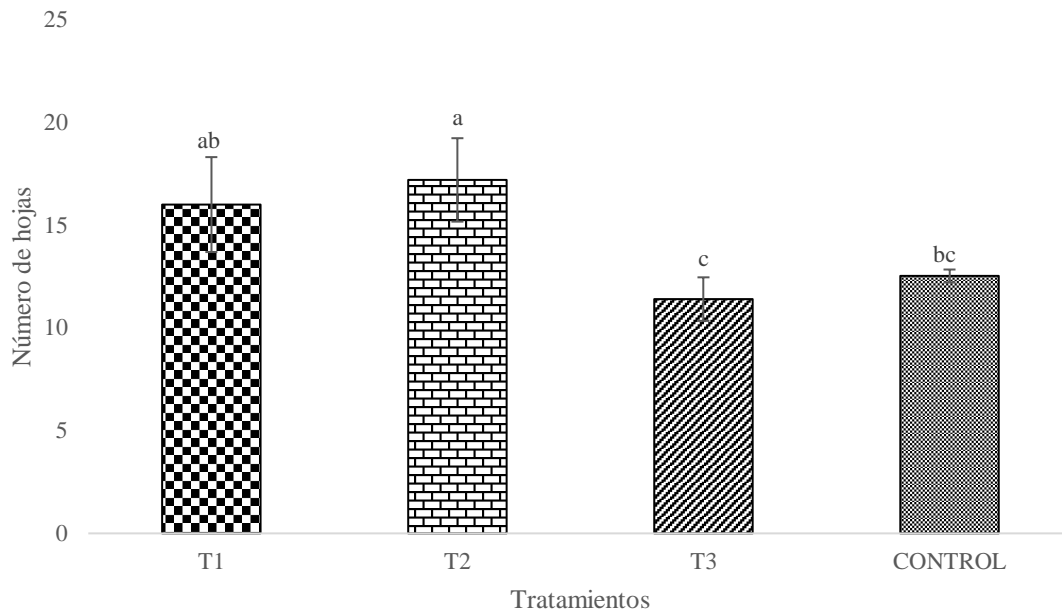
En la figura 14 se representa la altura de plántulas inoculadas con el patógeno y tratadas bajo concentraciones centesimales aplicación edáfica, siendo el 1C (T1), 6C (T2) y 12C (T3) mayores en relación al control.

#### ***4.1.9. Número de hojas aplicación foliar***

En base a los resultados se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos infectados con *Lasiodiplodia theobromae* a distintas concentraciones del compuesto bioactivo con aplicación foliar. Donde el tratamiento de 6C (T2), fue mayor con 17 unidades seguido del 1C (T1) que mantuvo 16 unidades de foliares, la aplicación de 12C (T3) obtuvo 11 unidades siendo estadísticamente similar al control que registró 13 unidades (Figura 15). Coeficiente de variación del 11,43 %. ADEVA de números de hojas aplicación foliar (Anexo M).

### Figura 15

*Efecto de los tratamientos de un CBAD en número de hojas bajo un esquema de aplicación foliar.*



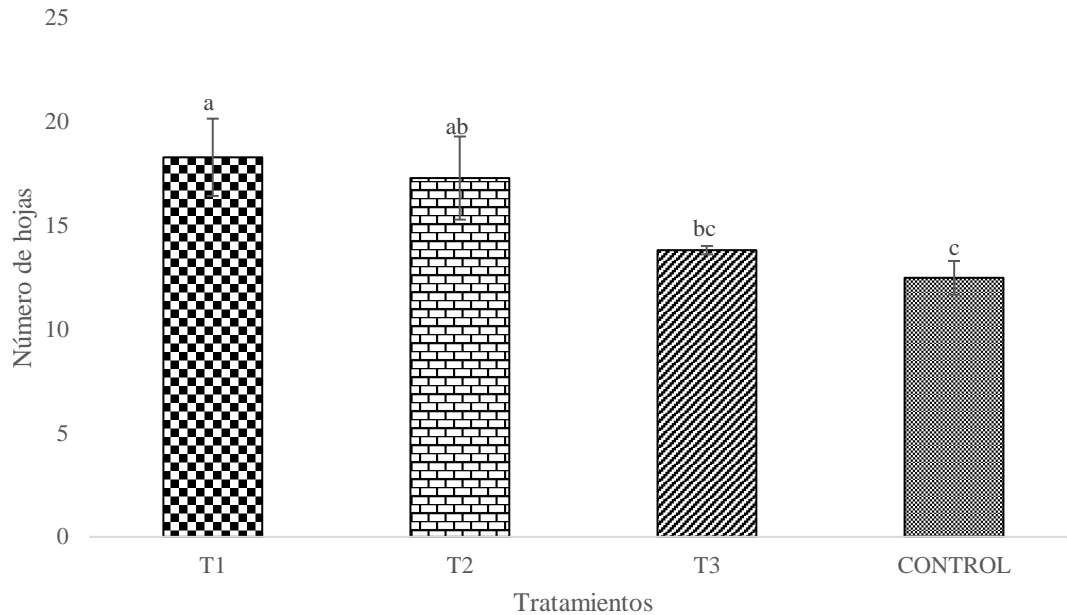
Nota: En la figura 15 se muestra los tratamientos T1 (1C), T2 (6C), T3 (12C) y el control foliar, en el número de hojas aplicación foliar (unidades). Las barras expresan la media y las líneas verticales sobre la media muestran la desviación estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos.

#### **4.1.10. Número de hojas aplicación edáfica**

En esta variable se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos infectados con *Lasiodiplodia theobromae* a distintas concentraciones del compuesto bioactivo con aplicación edáfica. Observándose que el tratamiento de 1C (T1), fue mayor con 18 unidades seguido del 6C (T2) que tuvo 17 unidades de foliares superando al control, la aplicación de 12C (T3) obtuvo 14 unidades teniendo mayor promedio que el testigo que tuvo 12 unidades, siendo estadísticamente iguales (Figura 16). Coeficiente de variación del 9,24 %. ADEVA de números de hojas aplicación edáfica (Anexo N).

**Figura 16**

*Efecto de los tratamientos de un CBAD en número de hojas bajo un esquema de aplicación edáfico.*



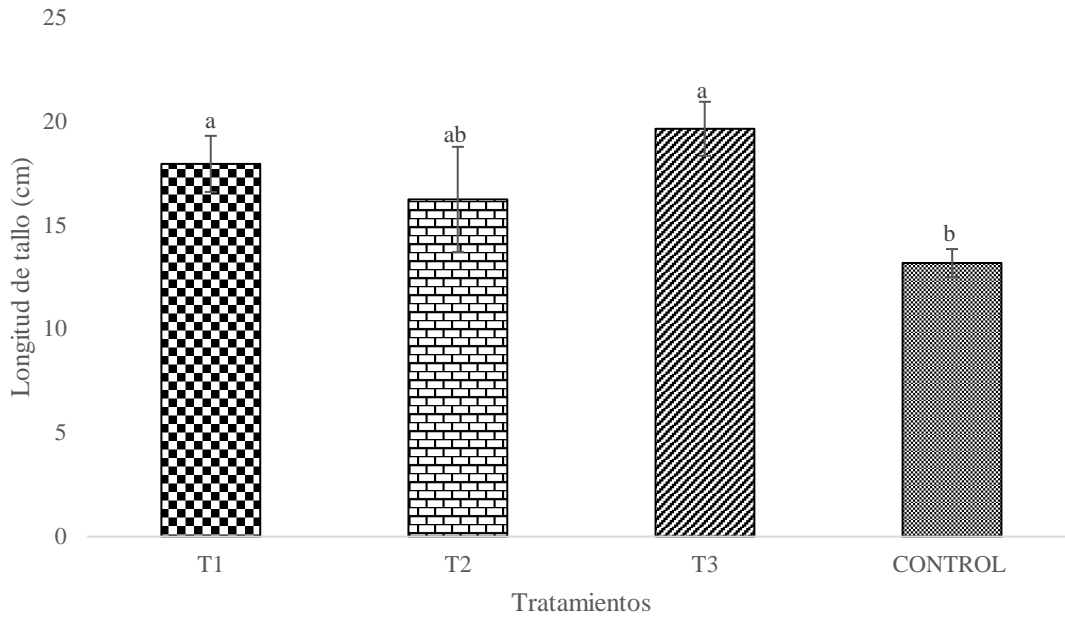
Nota: En la figura 16 se muestra los tratamientos T1 (1C), T2 (6C), T3 (12C), y el control edáfico, en el número de hojas aplicación edáfica (unidades). Las barras expresan la media y las líneas verticales sobre la media muestran la desviación estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos.

#### ***4.1.11. Longitud de tallo aplicación foliar***

Todos los tratamientos infectados con el patógeno *Lasiodiplodia theobromae* mostraron significancia estadística en la variable del longitud de tallo en la aplicación foliar, en las distintas concentraciones centesimal 1C, 6C y 12C, evidenciando que la aplicación del compuesto a 12C (T3), presentó mayor incremento en la longitud del tallo con 19,63 cm seguido de compuesto a 1C (T1) y 6C (T2) con 17,94 y 16,23 cm respectivamente, sobrepasando a la media testigo que mantuvo una longitud de tallo de 13,17 cm (Figura 17). Coeficiente de variación del 9,61%. ADEVA de la longitud del tallo aplicación foliar (Anexo O).

### Figura 17

Efecto de los tratamientos de un CBAD en la longitud del tallo bajo un esquema de aplicación foliar.



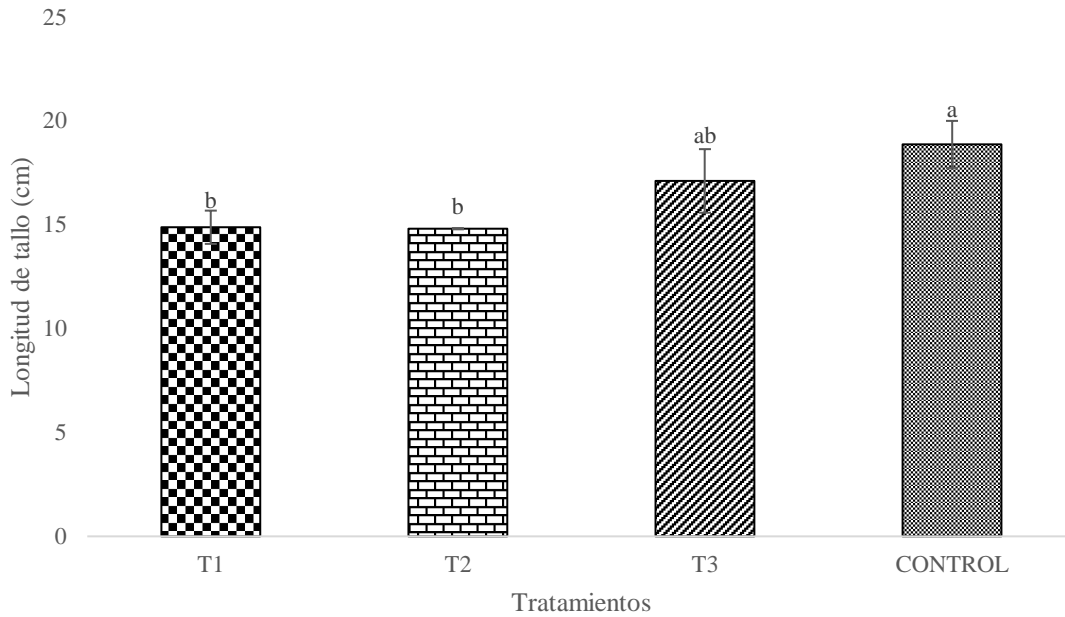
Nota: En la figura 17 se muestran los tratamientos T1 (1C), T2 (6C), T3 (12C) y el control foliar, en la longitud del tallo (cm). Las barras expresan la media y las líneas verticales sobre la media muestran la desviación estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos.

#### 4.1.12. Longitud de tallo aplicación edáfica

En la variable de longitud de tallo aplicación edáfica los tratamientos infectados con el patógeno *Lasiodiplodia theobromae* mostraron diferencias significativas, en las distintas concentraciones centesimales 1C, 6C y 12C, evidenciando que la aplicación del compuesto a 6C (T2) y 1C (T1) presentó un menor incremento en la longitud del tallo con 14,81 y 14,88 cm respectivamente, seguido del compuesto a 12C (T3) y el control con 17,11 y 18,87 cm respectivamente, siendo estos dos últimos mayores y significativamente iguales (Figura 18). Coeficiente de variación del 6,29%. ADEVA de la longitud del tallo aplicación edáfica (Anexo P).

### Figura 18

Efecto de los tratamientos con un CBAD en la longitud del tallo bajo el esquema de aplicación edáfica.



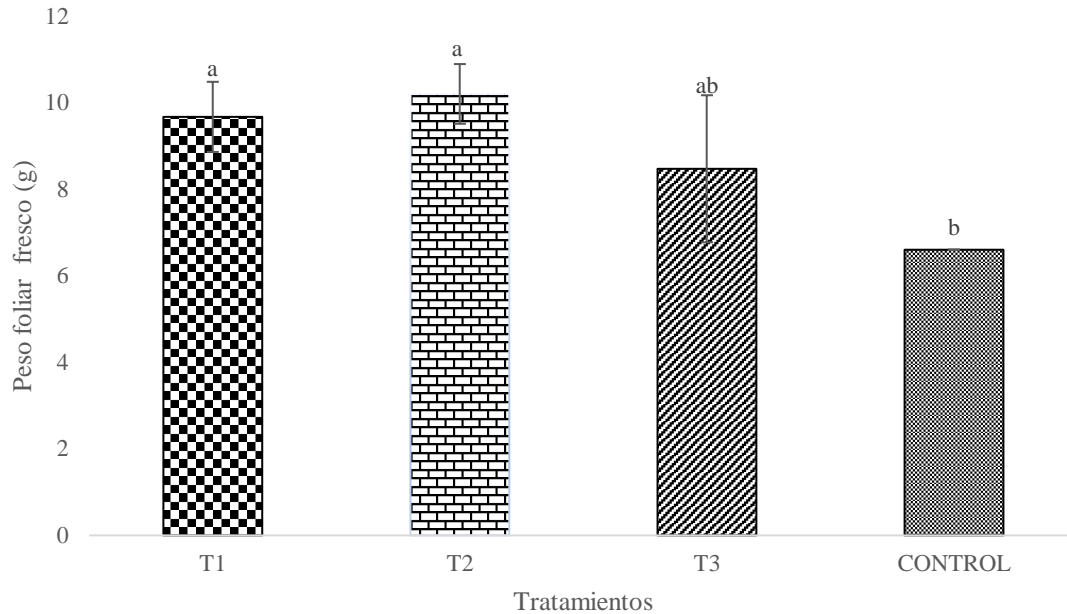
Nota: En la figura 18 se muestran los tratamientos T1 (1C), T2 (6C), T3 (12C) y el control, en la longitud del tallo (cm). Las barras expresan la media y las líneas verticales sobre la media muestran la desviación estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos.

#### 4.1.13. Peso foliar fresco con aplicación foliar

Se muestra significancia estadística en la aplicación de los tratamientos infectados con *Lasiodiplodia theobromae* a los 60 días después de la aplicación de distintas concentraciones del compuesto bioactivo. Para la aplicación 6C (T2) presentó un mayor contenido de biomasa fresca alcanzando el mayor promedio con 10,20 gramos, siendo superior a la aplicación a 1C (T1) y 12C (T3) con valor de 9,67 y 8,47 g respectivamente. Superando al testigo que demostró obtener la media más pequeña en peso con 6,60 gramos (Figura 19). Coeficiente de variación del 11,49%. ADEVA del peso fresco foliar aplicación foliar (Anexo Q).

### Figura 19

Efecto de los tratamientos con un CBAD en peso foliar fresco bajo el esquema de aplicación foliar.



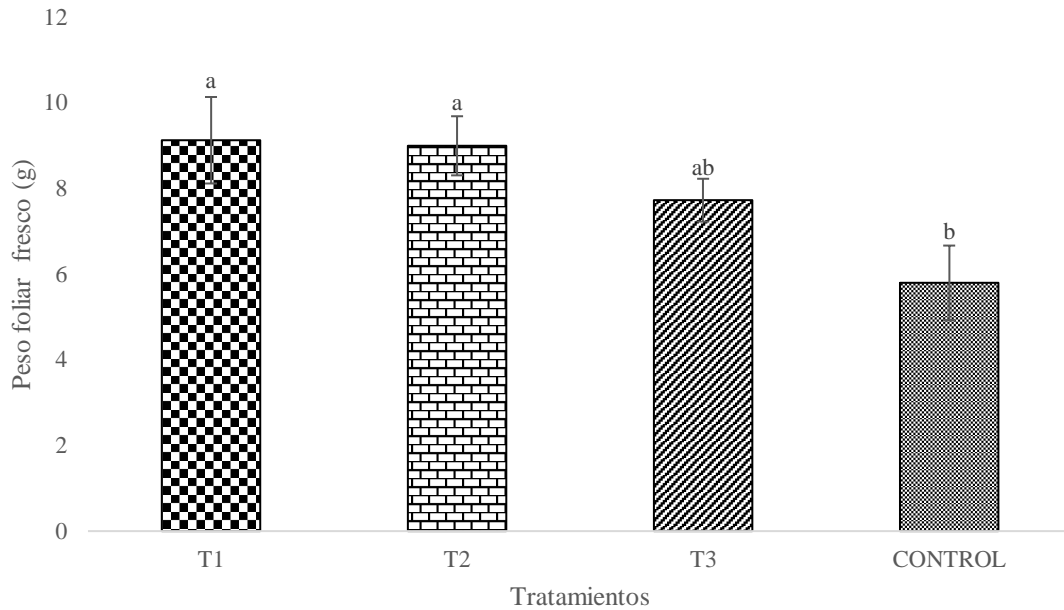
Nota: En la figura 19 se muestran los tratamientos T1 (1C), T2 (6C), T3 (12C) y el control foliar, en el peso foliar fresco (g). Las barras expresan la media y las líneas verticales sobre la media muestran la desviación estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos.

#### 4.1.14. Peso foliar fresco con aplicación edáfica

Se encontraron diferencia significativa en los tratamientos y el grupo control infectados con *Lasiodiplodia theobromae*, a los 60 días después de la aplicación de distintas concentraciones del compuesto bioactivo, en donde la aplicación edáfica del CBAD a 1C (T1) y 6C (T2) presentaron un mayor contenido de biomasa fresca con un promedio de 9,13 y 9 gramos superando al tratamiento 12C (T3). Así mismo todos los tratamientos superaron al control que presentó un promedio de 5,80 g, aunque los últimos dos fueron significativamente iguales (figura 20). Coeficiente de variación del 10,00%. ADEVA del peso foliar fresco aplicación edáfica (Anexo R).

**Figura 20**

*Efecto de los tratamientos con un CBAD en peso foliar fresco bajo un esquema de aplicación edáfica.*



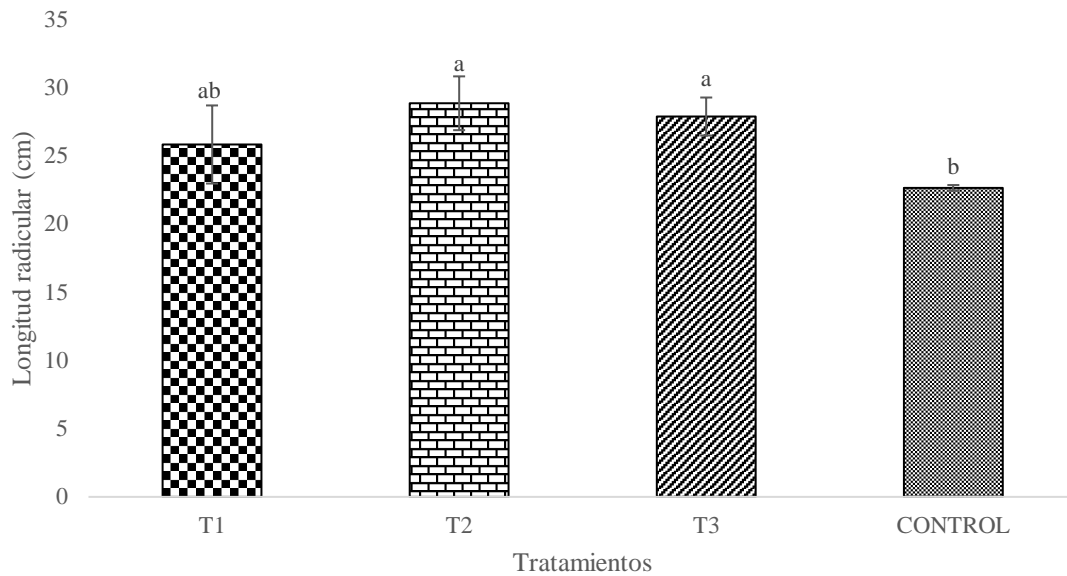
Nota: En la figura 20 se muestran los tratamientos T1 (1C), T2 (6C), T3 (12C) y el control edáfico en el peso foliar fresco (g). Las barras expresan la media y las líneas verticales sobre la media muestran la desviación estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos.

#### **4.1.15. Longitud de raíz aplicación foliar**

Respecto a la longitud radicular se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos infectados con *Lasioidiplodia theobromae* a distintas concentraciones de compuestos bioactivos. La aplicación foliar del compuesto bioactivo a 6C (T2) presentó una media de 28,83 cm en longitud de raíz, siendo superior al del CBAD a 12C (T3) con 27,86 cm y 1C (T1) con 25,81 cm en la longitud de raíz que presentaron promedios bajos y superior al promedio de longitud del control que mostró un valor de 22,63 cm (Figura 21 y 22). Coeficiente de variación del 7,14%. ADEVA de longitud de raíz aplicación foliar (Anexo S).

### Figura 21

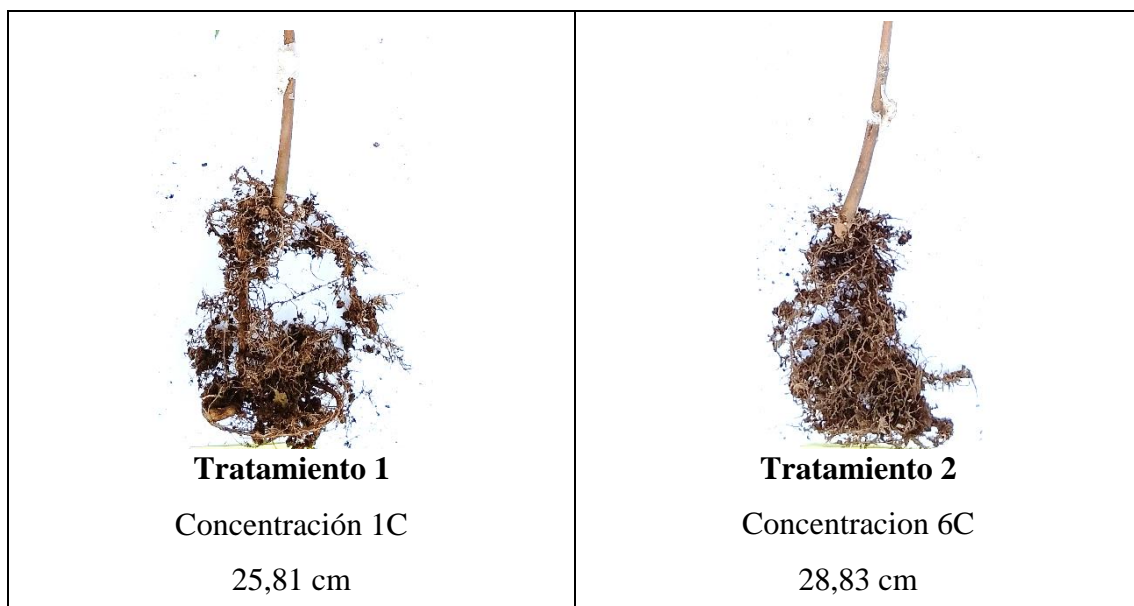
Efecto de los tratamientos de un CBAD en longitud de raíz bajo el esquema de aplicación foliar.

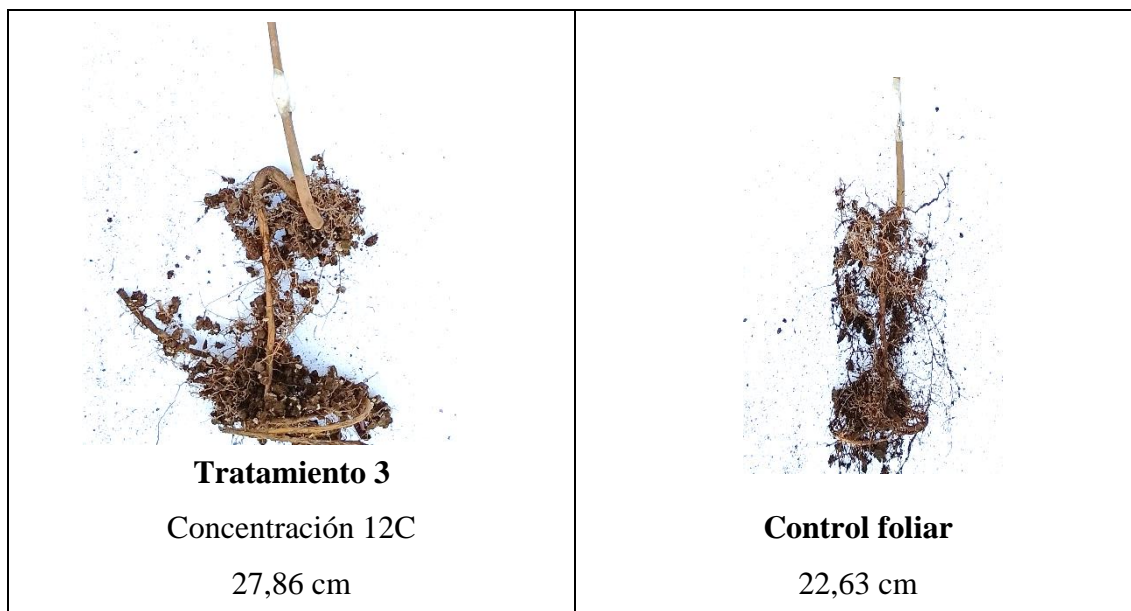


Nota: En la figura 21 se muestran los tratamientos T1 (1C), T2 (6C), T3 (12C) y el control foliar, en longitud de raíz (cm). Las barras expresan la media y las líneas verticales sobre la media muestran la desviación estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos.

### Figura 22

Efecto del CBAD en la longitud radicular de plántulas de cacao bajo un esquema de aplicación foliar.





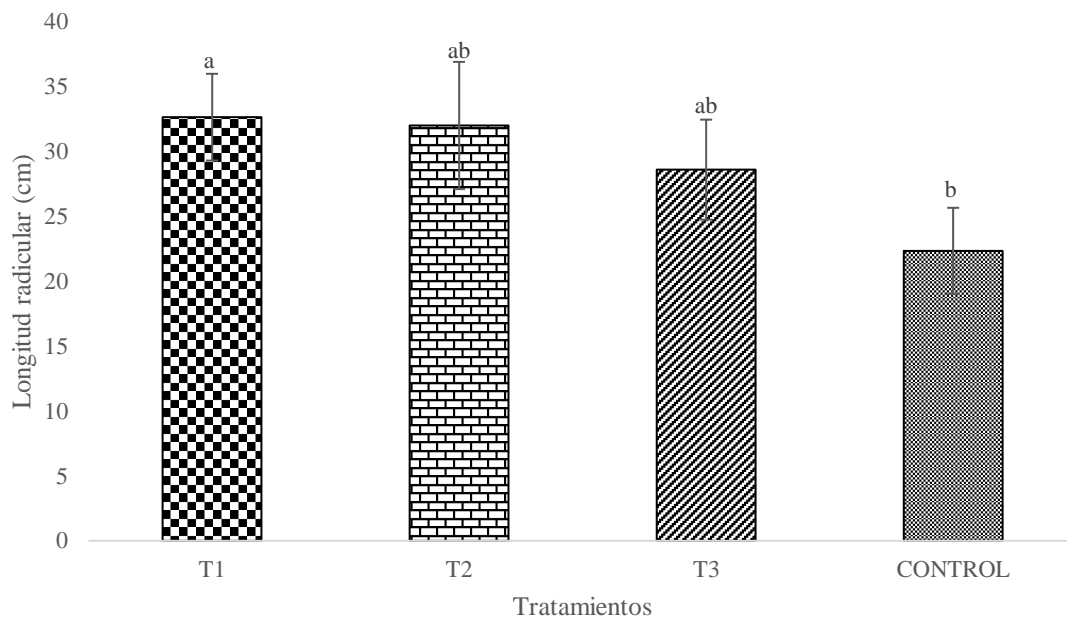
En la figura 22 se evidencia la longitud radicular en plántulas de cacao inoculados con el patógeno, bajo concentraciones centesimal 6C y 12C por aplicación foliar, siendo mayores en relación al control.

#### **4.1.16. Longitud de raíz aplicación edáfica**

En la variable de longitud radicular con aplicación edáfica se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos infectados con *Lasiodiplodia theobromae* a distintas concentraciones de compuestos bioactivos. La aplicación del compuesto bioactivo a 1C (T1) presentó una media de 32,63 cm en longitud de raíz, siendo superior al del CBAD a 6C (T2) con 31,99 cm y 12C (T3) con 28,59 cm en la longitud de raíz, que presentaron medias bajas y superior al promedio de longitud del control que mostró un valor de 22,33 cm, siendo estos tres últimos significativamente iguales (Figura 23 y 24). Coeficiente de variación del 13,52%. ADEVA de longitud de raíz aplicación edáfica (Anexo T).

### Figura 23

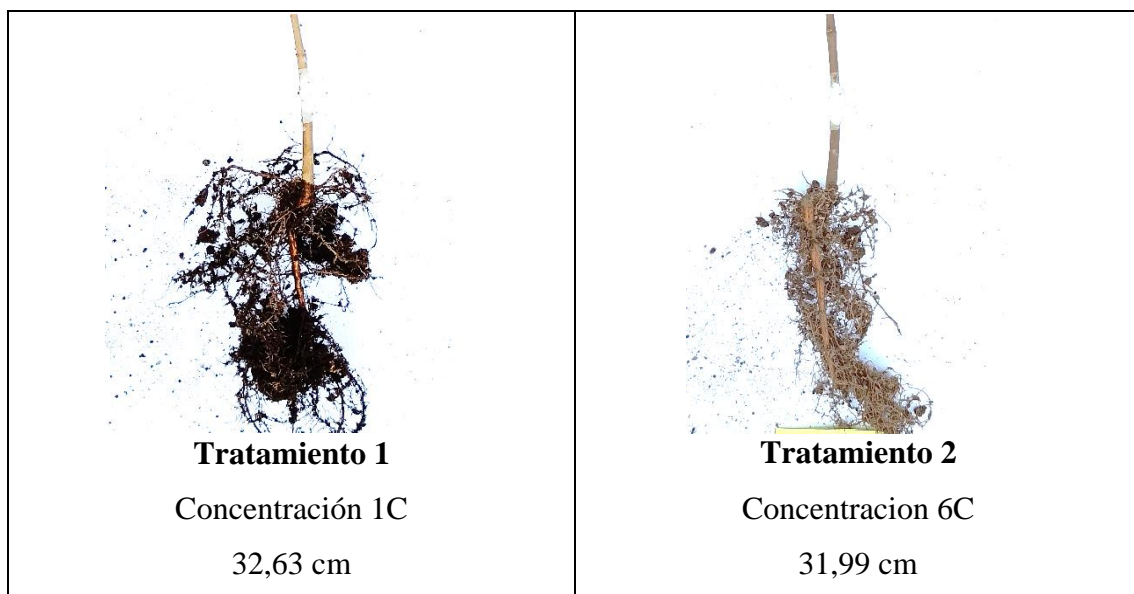
Efecto de los tratamientos de un CBAD en longitud de raíz bajo un esquema de aplicación edáfica.

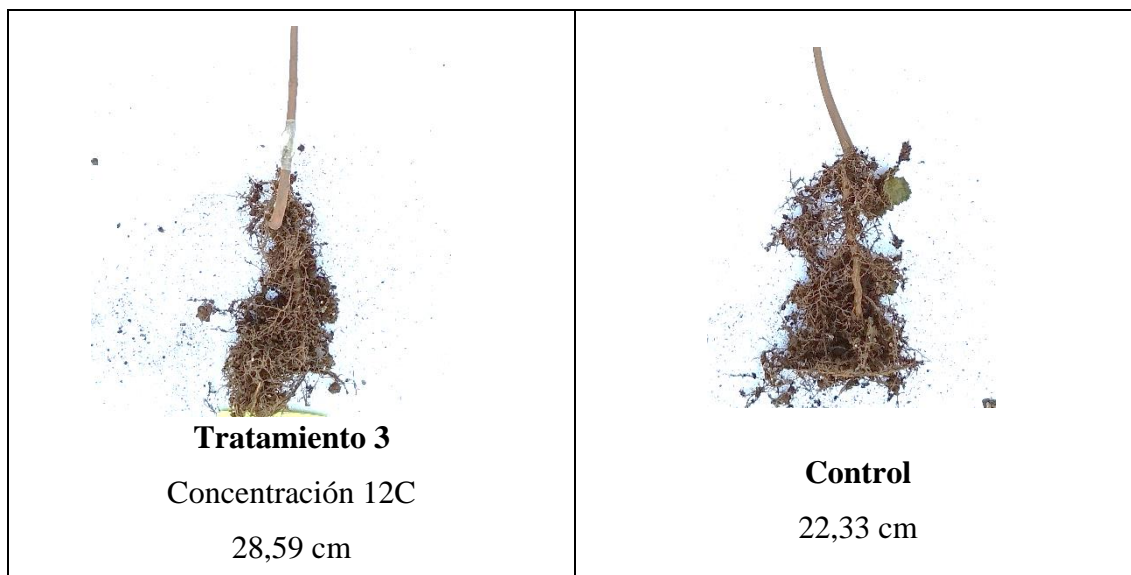


Nota: En la figura 23 se muestra el efecto de los tratamientos T1 (1C), T2 (6C), T3 (12C) y control edáfico, sobre la longitud de raíz (cm). Las barras expresan la media y las líneas verticales sobre la media muestran la desviación estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos.

### Figura 24

Efecto de la longitud radicular en plántulas de cacao tratadas con un CBAD bajo un esquema de aplicación edáfica.





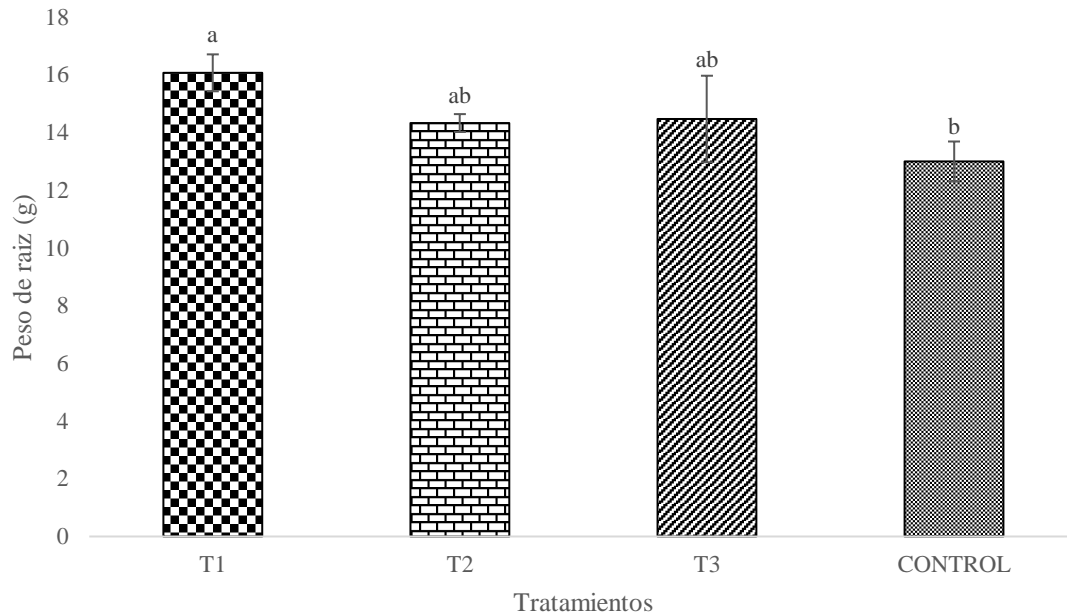
En la figura 24 se evidencia la longitud radicular en plántulas de cacao inoculados con el patógeno, bajo concentraciones centesimal 1C, 6C y 12C por aplicación edáfica, siendo mayores en relación al control.

#### ***4.1.17. Peso radicular aplicación foliar***

Se registró diferencia estadística entre los tratamientos infectados con *Lasiodiplodia theobromae* a los 60 días después de la aplicación de distintas concentraciones del compuesto bioactivo. La aplicación foliar del CBAD. a 1C (T1) presentó el mayor promedio de peso del sistema radicular con 16,07 g, superando a la aplicación 12C (T3) y 6C (T2) con 14,47 y 14,33 gramos del peso del sistema radicular, siendo superior a la media del control, pero significativamente iguales con 13,00 gramos (Figura 25). Coeficiente de variación del 6,22%. ADEVA del peso de la raíz aplicación foliar (Anexo U).

### Figura 25

*Efecto de los tratamientos de un CBAD en el peso de raíz bajo un esquema de aplicación foliar.*



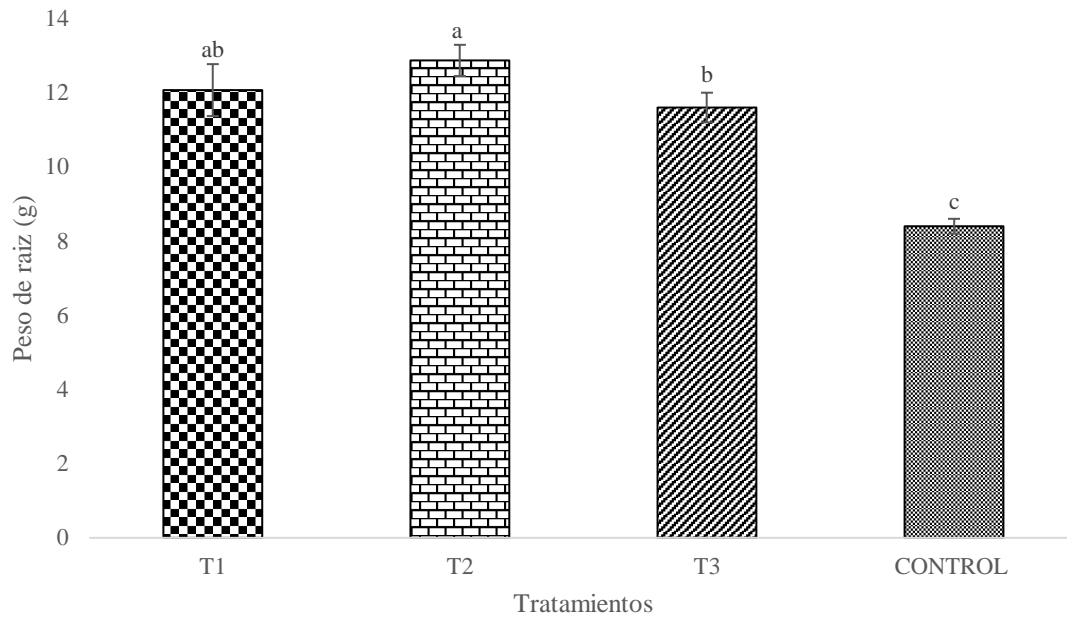
Nota: En la figura 25 el tratamiento T1 (1C), T2 (6C), T3 (12C), control foliar, en peso de raíz (gramos). Las barras expresan la media y las líneas verticales sobre la media muestran la desviación estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos.

#### **4.1.18. Peso radicular aplicación edáfica**

Se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos infectados con *Lasiodiplodia theobromae* a los 60 días después de la aplicación de distintas concentraciones del compuesto bioactivo. La aplicación edáfica del CBAD a 6C (T2) presentó el mayor promedio de peso del sistema radicular con 12,87 g, superando a la aplicación 1C (T1) y 12C (T3) con 12,07 y 11,60 gramos del peso del sistema radicular respectivamente, siendo superior a la media del control que tuvo 8,40 gramos (Figura 26). Coeficiente de variación del 4,14%. ADEVA del peso de la raíz aplicación edáfica (Anexo V).

### Figura 26

*Efecto de los tratamientos de un CBAD en el peso de raíz bajo un esquema de aplicación edáfica.*



Nota: En la figura 26 se muestran los tratamientos T1 (1C), T2 (6C), T3 (12C) y el control edáfico, en peso de raíz (cm). Las barras expresan la media y las líneas verticales sobre la media muestran la desviación estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos.

## 4.2. Discusión

En la presente investigación se identificó que el efecto de los tratamientos elaborados a partir de *Lasiodiplodia theobromae* está determinado por los métodos de aplicación y las concentraciones del compuesto bioactivo. El efecto del compuesto fue diferente para cada variable agronómica evaluada y de manera particular presentó un efecto de inducción a la resistencia en plántulas de cacao infectadas con una cepa patógena de *Lasiodiplodia theobromae*, demostrando que el efecto positivo de los tratamientos no se encuentra relacionado con un antagonismo directo del hongo fitopatógeno sino con la activación del sistema de tolerancia de las plántulas de cacao según Moreno (56). La aplicación de manera edáfica y foliar del compuesto bioactivo en concentración bajas como 1C y 6C obtuvo la mejor respuesta en variables de altura de planta, peso fresco de hoja, peso de raíz, y longitud de raíz incrementando el desarrollo y crecimiento de las plántulas. Resultados similares reportó Moya (51) donde en la aplicación edáfica y dilución 6C mejoró el estado de salud de las plantas de tomate tratadas con el compuesto biológico altamente diluido (CBAD), incrementando la respuesta en todas las variables morfológicas como altura, longitud de raíz, peso fresco de hoja y peso fresco de raíz. Así mismo Arteaga (53) demostró que, en la fase de desarrollo del cultivo de albahaca, el compuesto *Natrum muriaticum* presentó los valores más altos entre las variables, longitud de radícula, altura de planta, número de hojas y peso fresco, corroborando que los compuestos biológicos y/o minerales altamente diluidos ocasionan efectos positivos en cuanto al desarrollo vegetativo de la planta, como lo mencionan Prieto *et al.* (43) sobre el uso de CBADs enfocando su impacto en el crecimiento, el rendimiento, la composición del aceite esencial y la tolerancia al estrés salino en *Eucalyptus* spp., así como influir de manera positiva en los procesos biológicos de las plantas; incrementando la biomasa de las plantas tratadas al igual que obtener un aumento en la altura de la planta y en la biomasa fresca y seca en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) (42).

Así mismo, Meneses (9) asegura que los compuestos bioactivos contribuyen al control de plagas y enfermedades, esto fue comprobado por Alvarado *et al.* (10) que encontró un efecto antagonista sobre el hongo fitopatógeno *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* inhibiendo su crecimiento *in vitro*, según Ileana *et al.* (57), el efecto producido por los CBAD en las plantas se efectúa por mecanismos de acción que implica cambios metabólicos y químicos que conducen a la formación de metabolitos secundarios relacionados con el mecanismo de

defensa de las plantas. La aplicación foliar en la concentración 1C y 12C presentó un resultado favorable en cuanto a la reducción de la severidad de la infección y la incidencia de la enfermedades con más del 60 y 50%, en cambio la aplicación edáfica resultó ser más efectiva en concentración 1C y 6C, reduciendo con más del 70 y 60% en las variables antes mencionadas, este resultado también lo observó Moya (51) en plantas de tomate al aplicar un CBAD elaborado a partir del patógeno *F. oxysporum*, donde obtuvo como resultados la reducción considerable de los síntomas de la enfermedad a un 50%, de igual manera Shah *et al.* (12) reportó en un artículo donde se infestaron plantas de *Arabidopsis thaliana* con *Pseudomonas syringae* (bacteria muy virulenta), las plantas fueron posteriormente tratadas con *Carbo Vegetabilis* 30 D, *Magnesium Phosphoricum* 30 D, Nosode de la bacteria 30 D, Biplantol (un complejo homeopático), obteniendo una reducción del 50% de infección.

Por otro lado Alvarado *et al.* (10), a nivel *in vitro* observaron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de inhibición contra *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* obteniendo con los tratamientos Zp-7C (70%), Mp-13C (65%) y Aa-13C (51%), y en la supervivencia y daño se demostraron diferencias en comparación al control, ratificando los resultados obtenidos, donde la menor concentración del CBAD tiene una mayor efectividad en reprimir el crecimiento e infección del patógeno, así mismo Sellán (52) en su investigación *in situ* reportó resultados de *Natrum muriaticum*, *Silicea terra* y *nosode*, en la reducción de la incidencia del gusano cogollero en un 23,7% con un buen efecto bioinsecticida, corroborando la activación de mecanismo de defensa, síntesis de metabolito y enzimas relacionada a la protección de la planta, de este modo se alivia los síntomas o se fomenta la desinfección con el sistema de reconocimiento del patógeno de la planta principiando la modulación de tolerancia de las planta y aumentando el rendimiento en grano.

Tanto en la aplicación foliar y edáfica de los CBADs en la concentración 1C, 6C y 12C se obtuvo una reducción en la mortalidad completa y desprendimiento de la hoja en comparación con el control, resultados similares reportó Rodríguez *et al.* (49) en su investigación cuantificando el efecto de cuatro preparados homeopáticos en el cultivo de café, encontró como resultados que el polifármaco de plantas (mezcla de 72 preparados homeopáticos antiestresantes y de enfermedades, nutrientes, plagas y plantas de importancia agrícola) /212 Centesimal *Hahnemanniana*, disminuyó la defoliación y la mezcla de homeopáticos redujo la infestación foliar y defoliación, permitiendo proteger a la planta más que manejar o eliminar al patógeno, por lo que los autores concluyen que los CBADs

representan una alternativa ecológica y orgánica, para el control de enfermedades en cultivos de interés agrícola.

De manera general los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con diversos estudios previos donde se ilustra el potencial que tienen los CBAD en la agricultura y confirma que aun en alta dilución estos compuestos tienen la capacidad de inducir diversas respuestas metabólicas en cadena en las plántulas, muchos de estos factores pueden inducir la acumulación de compuestos de naturaleza fenólica, tales como flavonoles que se acumulan en respuesta al ataque de patógenos, en el sitio de la infección suelen encontrarse en concentraciones que resultan tóxicas al patógeno (58). En el mismo campo de investigación de la homeopatía agrícola se han comprobado diversas respuestas fisiológicas en diferentes especies y variedades vegetales que no pueden ser de modo alguno atribuida al efecto placebo porque no se ha documentado en plantas (54).

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

- La aplicación foliar y edáfica del CBAD proporcionó un efecto significativo en la tolerancia de las plántulas de cacao con una disminución considerable de la tasa de la severidad e incidencia del patógeno, en la dilución 1C con 66,66% foliar y edáfico 1C con 73,33%, además de la reducción en la defoliación en todos los tratamientos en comparación con el control.
- La aplicación edáfica en diluciones de 1C presentaron los mayores resultados en variables agronómicas con una altura de planta de 39,17 cm, número de hojas 18 unidades, peso foliar fresco 9,13 gramos, longitud radicular 32,63 y la concentración 6C con peso radicular con 12,87 gramos en comparación al control.
- La aplicación foliar en dilución 1C presentó el mayor peso radicular con 16,07 gramos, asimismo 6C mostró un incremento en altura de planta 37,57 cm, número de hoja 17 unidades, peso foliar fresco 10,20 gramos, longitud radicular 28,83 cm y finalmente en la dilución 12C la longitud de tallo alcanzó 19,63 cm en comparación al control.

## 5.2. Recomendaciones

- Aplicar el compuesto bioactivo en concentraciones de 1C por el método aplicación foliar y edáfica para mejorar la tolerancia del huésped para protección de este hongo mencionado, además de atribuir un aumento en las variables agronómicas con las diluciones 1C edáfica y 6C foliar.
- Continuar la línea de investigación con su aplicación en campo, con el fin de conocer el rendimiento, o *in vitro* para evaluar el efecto del CBAD en la inhibición en el crecimiento del hongo.
- Realizar otras investigaciones enfocadas en el estudio de vías de señalización y cambio bioquímicos relacionado con la defensa de las plantas considerando los resultados obtenidos en la reducción de severidad, la dilución y método de aplicación más eficaz.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Bibliografía

1. William M, Romero X, Moreno J. Guia tecnica del cultivo de cacao manejado con tecnicas agroecologicas San Salvador, El Salvador: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza y Confederación de Federaciones de la Reforma Agraria Salvadoreña; 2011.
2. Statista. Producción de cacao en grano a nivel mundial de 2003/2004 a 2021/2022, por región. [Online]; 2020. Acceso 5 de noviembre de 2022. Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/263139/production-of-cocoa-beans-since-2003-by-region/>.
3. Parada O, Veloz R. Análisis socioeconómico de productores de cacao, localidad Guabito, provincia Los Ríos, Ecuador. 27th ed. Guayaquil: Centro de Información y Gestión Tecnológica de Holguín; 2021.
4. Alcaraz S. Cacao: propiedades, beneficios y valor nutricional. [Online]; 2022. Acceso 03 de juliode 2022. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20190429/461747811299/cacao-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>.
5. Abad A, Acuña C, Naranjo E. El cacao en la Costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica Quito: Estudios de la Gestión: revista internacional de administración; 2019.
6. MAG. Producción de cacao apunta a romper récord este año. [Online]; 2022. Acceso 03 de juliode 2022. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/produccion-de-cacao-apunta-a-romper-record-este-ano/#:~:text=En%20Ecuador%2C%20los%20cultivos%20de,Orellana%2C%20Napo%20y%20Zamora%20Chinchi>.
7. Moreira A, Cedeño Á, Canchignia F, Garcés F. *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maul [(sin.) *Botryodiplodia theobromae* Pat] en el cultivo de cacao: síntomas, ciclo biológico y estrategias de manejo. 124th ed. Peru: Scientia Agropecuaria; 2021.
8. Pérez S, Noceda C, Zambrano O, Parra D, Córdoba L, Sosa D. Descripción de plagas en viveros de cacao en el cantón Milagro a partir de diferentes fuentes de información. 1024th ed. Milagro : Universidad Estatal de Milagro UNEMI, ; 2017.

9. Meneses N. Agrohomeopatía: una alternativa para la agricultura: Bol. Informativo Homeopatía Agríc; 2008.
10. Alvarado A, Jiron J, Mazon J, Granado Y, Abasolo F. Agrohomeopatía: una alternativa para el control del patógeno *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* Ecuador: El Misionero del Agro; 2017.
11. Meneses N, González L. Acción de 4 fármacos homeopáticos en el control de la contaminación por bacteria: La Homeopatía de México; 2003.
12. Shah D, Heusser P, Baumgartner S. Homeopathic treatment of *Arabidopsis thaliana* plants infected with *Pseudomonas syringae*: ScientificWorld Journal; 2009.
13. Abasolo F, Moya J, Vélez M, Cedeño Á. Aplicación de nosodes para el control de *Fusarium oxysporum* en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*): Centrosur Agraria; 2022.
14. Meena M, Swapnil P, Barupal T, Sharma K. A Review on Infectious Pathogens and Mode of Transmission Udaipur, India: Journal of Plant Pathology & Microbiology; 2019.
15. Nayak D, Varanasi R. Homoeopathic nosodes, a neglected approach for epidemics: A critical review.: Indian Journal of Research in Homoeopathy; 2020.
16. Parlevliet F. Disease resistance in plants and its consequences for plant breeding. Plant Breeding II. 1981;; p. 309-347.
17. Arvelo M, González D, Maroto S, Delgado T, Montoya P. Manual técnico del cultivo de cacao: prácticas latinoamericanas San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA); 2017.
18. Chocolates CNd. Modelo productivo para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.): Origen, botánica y generalidades Medellín, Colombia: Área de Compras y Fomento Agrícola: Compañía Nacional de Chocolates S.A.S.; 2021.
19. EPPO. Base de datos mundial de la EPPO: *Theobroma cacao* (THOCA). [Online]; 2001. Acceso 17 de Mayo de 2022. Disponible en: <https://gd.eppo.int/taxon/THOCA>.
20. Dostert N, Roque J, Cano A, Torre MIL, Weigend M. Hoja botánica: Cacao *Theobroma cacao* L. Lima - Perú: Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2012-06345; 2012.

21. Anacafe. Cultivo de cacao Guatemala : Asosacion Nacional del Cafe: Programa de diversificacion de ingresos en la empresa cafetalera; 2004.
22. Picos P, García R, León J, Sañudo A, Allende R. *Lasiodiplodia theobromae* en Cultivos Agrícolas de México: Taxonomía, Hospedantes, Diversidad y Control. 331st ed. Culiacán, Sinaloa: Revista mexicana de fitopatología; 2015.
23. Damm U, Crous P, Wand P. Botryosphaeriaceae as potential pathogens of Prunus in South Africa, with descriptions of *Diplodia africana* and *Lasiodiplodia plurivora* sp. nov.: Mycologia; 2007.
24. Phillips A, Alves A, Abdollahzadeh J, Slippers B, Wingfield M, Groenewald J, et al. The Botryosphaeriaceae: genera and species known from culture: Studies in Mycology; 2013.
25. Rodrigues R. Caracterização morfológica e patológica de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl., agente causal das podridões de tronco e raízes da videira: Dissertação de Mestrado, Instituto Agronômico de Campinas; 2003.
26. Khanzada M, Lodhi M, Shahzad S. Chemical control of *Lasiodiplodia theobromae*, the causal agent of mango decline in Sindh: Pakistan Journal of Botany; 2005.
27. Vásquez A, Mora J, Cárdenas E, Téliz D. Etiología e histopatología de la muerte descendente de árboles de mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore y Stearn] en el estado de Guerrero, México.: Agrociencia; 2009.
28. Ploetz R. Diseases of Tropical Fruit Crops. CABI Publishing: Wallingford; 2003.
29. Adu R, Archer S, Leather S. Resistance to dieback disease caused by *Fusarium* and *Lasiodiplodia* species in cacao (*Theobroma cacao* L.) Genotypes: Experimental agriculture; 2012.
30. Marquez. Cacao: Aspectos Agronomicos para su Cultivo.; 2005.
31. Akrofi A, Amoako I, Acheampong K, Assuah M, Melnick R. Fruit and Canopy Pathogens of Unknown Potential Risk. En Bailey B. A., & Meinhardt. L. W. (Eds). Cacao Diseases: A History of Old Enemies and New Encounters: Cham: Springer. ; 2016.
32. Vázquez A, López G, Góngora C, Martínez G, Aguilera A. Spatio-temporal spread of foot rot (*Lasiodiplodia theobromae*) in *Jatropha curcas* L. plantations in Yucatan, Mexico.: European Journal of Plant Pathology; 2017.

33. Michereff J, Andrade D, Menezes M. Manejo Integrado de Doenças Radiculares. En Michereff, S. J., Andrade, D.E.G.T. & Menezes, M.: Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais; 2005.
34. Mvondo N, Manga E, Kone N, Ndogho P, Ambang Z. Pathogenicity and *in vitro* control of *Lasiodiplodia theobromae* and *Fusarium* sp., pathogens associated with cocoa dieback in Cameroon.: International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology; 2019.
35. Key E, Akwaji P, Umana E, Omini J. Phytochemical screening and control of fungal diseases of cocoa (*Theobromae cacao* L.) pod using extracts of plant origin: Agricultural and Bionutritional Research; 2015.
36. Tovar J, Mora J, Nava C, Téliz D, Villegas N, Leyva S. Control of *Lasiodiplodia theobromae*, the causal agent of dieback of sapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore and Stearn] grafts in México: Revista Fitotecnia Mexicana; 2013.
37. Rusin C, Cavalcanti F, Lima P, Faria R, Almança M, Botelho R. Control of the fungi *Lasiodiplodia theobromae*, the causal agent of dieback, in cv. syrah grapevines.: Acta Scientiarum. Agronomy; 2020.
38. Borges F, Marques E, Macedo M, Martins I, Filho J, Mello S. Biocontrol of teak canker caused by *Lasiodiplodia theobromae*: Revista Árvore; 2018.
39. Nurlaila N, Rosmana A, Dewi V. The capability of *Trichoderma asperellum* in suppressing vascular streak diseases on five different cocoa clones: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science; 2020.
40. Kamil F, Saeed E, El-Tarabily K, Abu S. Biological control of mango Dieback disease caused by *Lasiodiplodia theobromae* using streptomycete and non-streptomycete Actinobacteria in the United Arab Emirates: Frontiers in Microbiology; 2018.
41. Abasolo F, Bonilla B, Bermeo C, Ferrer Y, Ramírez AJ, Mesa E, et al. Efecto de medicamentos homeopáticos en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). 381st ed. Chapingo : Terra Latinoamericana; 2020.
42. García M, Ojeda C, Batista D, Abasolo F, Mazón J. Respuesta del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Quivicán a la aplicación de medicamentos homeopáticos. 381st ed. Chapingo: Terra Latinoamericana; 2020.

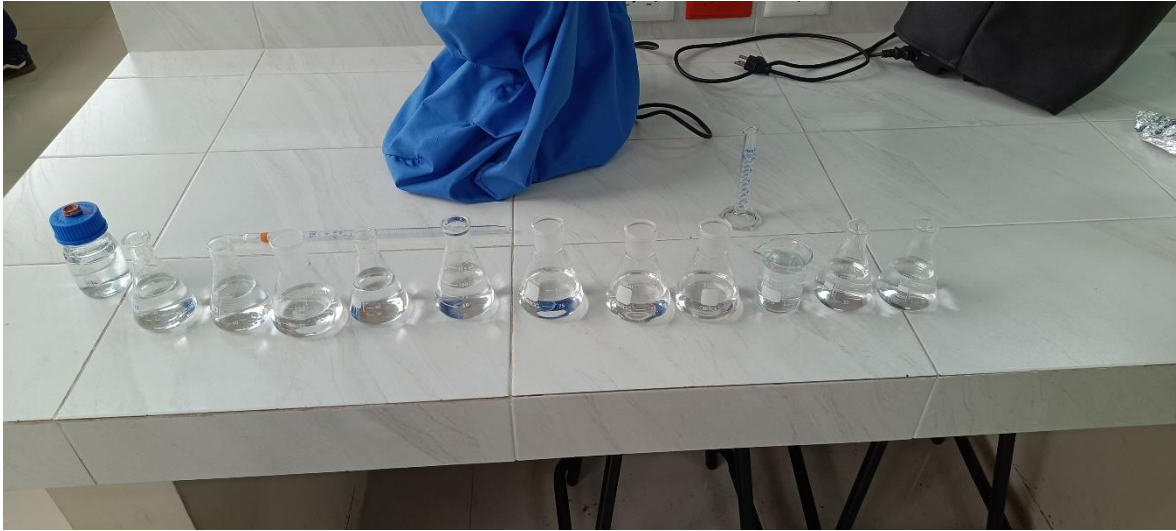
43. Prieto J, Prieto F, Hernández A, Quijada L, Aquino E, Acevedo O. Agrohomeopathy: New tool to improve soils, crops and plant protection against various stress conditions. Review Argentina: Horticultura Argentina; 2021.
44. Barros P. Homeopatía: Medicina del Terreno Caracas: Ediciones de la Biblioteca. Universidad Central de Venezuela; 1977.
45. Sagreda J. Homeopatía, Interpretación Histórica de un Debate Interminable Barcelona: Facultad de Farmacia, Universidad de Barcelona, OFFARM; 2006.
46. Khanna K, Chandra S. A homeopathic drug controls mango fruit rot caused by pestalotia mangiferae henn: Experientia; 1978.
47. Ruiz F. Agrohomeopatía: una opción ecológica para el campo mexicano.: La Homeopatía de México; 2001.
48. Wyss E, Tamm L, Siebenwirth J, Baumgartner S. Homeopathic preparations to control the rosy apple aphid (*Dysaphis plantaginea* Pass.): ScientificWorld Journal; 2010.
49. Rodríguez C, Ramos S, Escamilla E, Ruiz F. Reducción del desarrollo de la roya anaranjada del café con mezcla de homeopáticos. 105th ed. Texcoco: Revista mexicana de ciencias agrícolas; 2019.
50. Larios O, López Y, Curiel A, Ruíz J, Solano R, Serrato Á. Evaluación *in vitro* de métodos contra Botrytis cinerea: Revista mexicana de ciencias agrícolas; 2020.
51. Moya J. Evaluación del efecto de un nosode sobre plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones controladas” Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2021.
52. Sellán J. Evaluación del efecto de sustancias minerales y compuestos biológicos altamente diluidos en el desarrollo vegetativo del maíz (*Zea mays* L). Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2022.
53. Arteaga A. Efecto de sustancias minerales altamente diluidas aplicadas al cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum*) en un sistema hidropónico. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2022.
54. Mazón J, Salas J, Teles A, Tovar D. Immune and Antioxidant Enzyme Response of Longfin Yellowtail (*Seriola rivoliana*) Juveniles to Ultra-diluted Substances Derived from Phosphorus, Silica and Pathogenic Vibrio.: Homeopathy.; 2019.

55. Than P, Jeewon R, Taylor P. Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum* species associated with anthracnose on chilli (*Capsicum* spp.) in Thailand: Plant Pathology; 2008.
56. Moreno M. Agrohhomeopatía como alternativa a los agroquímicos. Rev. Méd. Homeop. 2017; 10: p. 9 - 13.
57. Ileana R, Roxana C, Florin S. The homeopathic products used in plant protection: an alternative choice. International Scientific. 2017.
58. Dixon R, Pavia N. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. Plant Cell. 1995; 7: p. 1085-1097.
59. Lopez A. Asistencia técnica dirigida al manejo de podas y fertilización en el cultivo de cacao Huanuco, Peru: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2012.
60. Relief LW. Aprendiendo e Innovando sobre el Manejo Sostenible del Cultivo de Cacao en Sistemas Agroforestales. Managua, Nicaragua: Lutheran World Relief: Oficina Regional para Centro América; 2013.
61. Alvarado F. Evaluación del efecto de medicamentos homeopáticos sobre *Fusarium oxysporum* en hortalizas de interés comercial Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2017.

**CAPÍTULO VII**  
**ANEXOS**

## 7.1. Anexos

### Anexo A. Elaboración de las diluciones centesimales de trabajo 1C, 6C y 12C



### Anexo B. Inoculación del *Lasiodiplodia theobromae* en plántulas de cacao.



**Anexo C. Plántulas de cacao utilizadas en el experimento**



**Anexo D. Aplicación en las concentraciones de diluciones centesimales establecidas.**



**Anexo E. Promedio del nivel de severidad bajo el esquema de aplicación foliar.**

<b>Aplicación foliar</b>		
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Escala</b>	<b>Porcentaje severidad</b>
<b>T1</b>	0	66,667
<b>T1</b>	1	33,333
<b>T1</b>	2	0,000
<b>T1</b>	3	0,000

<b>T2</b>	0	46,667
<b>T2</b>	1	20,000
<b>T2</b>	2	13,333
<b>T2</b>	3	20,000
<b>T3</b>	0	53,333
<b>T3</b>	1	13,333
<b>T3</b>	2	26,667
<b>T3</b>	3	6,667
<b>CONTROL</b>	0	20,000
<b>CONTROL</b>	1	33,333
<b>CONTROL</b>	2	33,333
<b>CONTROL</b>	3	13,333

**Anexo F.** Promedio del nivel de severidad bajo el esquema de aplicación edáfica.

<b>Aplicación edáfica</b>		
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Escala</b>	<b>Porcentaje severidad</b>
<b>T1</b>	0	73,333
<b>T1</b>	1	20,000
<b>T1</b>	2	6,667
<b>T1</b>	3	0,000
<b>T2</b>	0	66,667
<b>T2</b>	1	6,667
<b>T2</b>	2	0,000
<b>T2</b>	3	26,667
<b>T3</b>	0	20,000
<b>T3</b>	1	33,333
<b>T3</b>	2	46,667
<b>T3</b>	3	0,000
<b>CONTROL</b>	0	20,000
<b>CONTROL</b>	1	26,667
<b>CONTROL</b>	2	40,000
<b>CONTROL</b>	3	13,333

**Anexo G.** ADEVA de incidencia de la enfermedad bajo el esquema de aplicación foliar.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% de incidencia Foliar	9	0,35	0	13,06

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,15	3	0,05	0,91	0,5001
Tratamientos	0,15	3	0,05	0,91	0,5001
Error	0,28	5	0,06		
Total	0,43	8			

**Anexo H.** ADEVA de incidencia de la enfermedad bajo el esquema de aplicación edáfica.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% de incidencia edáfico	12	0,78	0,7	8,72

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,6	3	0,2	9,42	0,0053
Tratamientos	0,6	3	0,2	9,42	0,0053
Error	0,17	8	0,02		
Total	0,77	11			

**Anexo I.** ADEVA del número de hojas muertas bajo el esquema de aplicación foliar.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Número de hoja muerta Foliar	12	0,08	0	29,59

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,09	3	0,03	0,22	0,8807
TRATAMIENTOS	0,09	3	0,03	0,22	0,8807
Error	1,1	8	0,14		
Total	1,19	11			

**Anexo J.** ADEVA del número de hojas muertas bajo el esquema de aplicación edáfica.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>Hoja muerta edáfica</b>	12	0,17	0	27,29

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	0,23	3	0,08	0,54	0,6666
<b>TRATAMIENTOS</b>	0,23	3	0,08	0,54	0,6666
<b>Error</b>	1,12	8	0,14		
<b>Total</b>	1,35	11			

**Anexo K.** ADEVA de la altura de planta bajo el esquema de aplicación foliar.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>Altura de planta aplicación foliar</b>	12	0,79	0,7	5

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	86,23	3	28,74	9,75	0,0048
<b>TRATAMIENTOS</b>	86,23	3	28,74	9,75	0,0048
<b>Error</b>	23,58	8	2,95		
<b>Total</b>	109,81	11			

**Anexo L.** ADEVA de la altura de planta bajo el esquema de aplicación edáfica

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>Altura de planta aplicación edáfica</b>	12	0,94	0,92	2,89

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	131,41	3	43,8	42,41	<0,0001
<b>TRATAMIENTOS</b>	131,41	3	43,8	42,41	<0,0001

<b>Error</b>	8,26	8	1,03
<b>Total</b>	139,68	11	

**Anexo M.** ADEVA del número de hojas bajo el esquema de aplicación foliar.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
<b>Número de hoja aplicación foliar</b>	12	0,76	0,67	11,43

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	68,49	3	22,83	8,57	0,007
<b>TRATAMIENTOS</b>	68,49	3	22,83	8,57	0,007
<b>Error</b>	21,31	8	2,66		
<b>Total</b>	89,8	11			

**Anexo N.** ADEVA del número de hojas bajo el esquema de aplicación edáfica.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
<b>Número de hoja aplicación edáfica</b>	12	0,81	0,74	9,24

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	68,57	3	22,86	11,2	0,0031
<b>TRATAMIENTOS</b>	68,57	3	22,86	11,2	0,0031
<b>Error</b>	16,32	8	2,04		
<b>Total</b>	84,89	11			

**Anexo O.** ADEVA de la longitud de tallo bajo el esquema de aplicación foliar.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
<b>Longitud de tallo aplicación foliar</b>	12	0,77	0,68	9,61

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	68,53	3	22,84	8,82	0,0064
<b>TRATAMIENTOS</b>	68,53	3	22,84	8,82	0,0064
<b>Error</b>	20,71	8	2,59		
<b>Total</b>	89,24	11			

**Anexo P.** ADEVA de la longitud de tallo bajo el esquema de aplicación edáfica.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
<b>Longitud de tallo aplicación edáfica</b>	12	0,8	0,73	6,29

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	34,26	3	11,42	10,71	0,0036
<b>TRATAMIENTOS</b>	34,26	3	11,42	10,71	0,0036
<b>Error</b>	8,53	8	1,07		
<b>Total</b>	42,79	11			

**Anexo Q.** ADEVA del peso foliar fresco bajo el esquema de aplicación foliar.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
<b>Peso foliar fresco aplicación foliar</b>	12	0,74	0,64	11,49

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	22,93	3	7,64	7,59	0,01
<b>TRATAMIENTOS</b>	22,93	3	7,64	7,59	0,01
<b>Error</b>	8,05	8	1,01		
<b>Total</b>	30,99	11			

**Anexo R.** ADEVA del peso foliar fresco bajo el esquema de aplicación edáfica.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>Peso foliar fresco aplicación edáfica</b>	12	0,81	0,74	10

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	21,5	3	7,17	11,44	0,0029
<b>TRATAMIENTOS</b>	21,5	3	7,17	11,44	0,0029
<b>Error</b>	5,01	8	0,63		
<b>Total</b>	26,52	11			

**Anexo S.** ADEVA de la longitud de raíz bajo el esquema de aplicación foliar

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>Longitud de raíz aplicación foliar</b>	12	0,71	0,6	7,14

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	67,6	3	22,53	6,4	0,0161
<b>TRATAMIENTOS</b>	67,6	3	22,53	6,4	0,0161
<b>Error</b>	28,16	8	3,52		
<b>Total</b>	95,75	11			

**Anexo T.** ADEVA de la longitud de raíz bajo el esquema de aplicación edáfica.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>Longitud de raíz aplicación edáfica</b>	12	0,62	0,48	13,52

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	200,15	3	66,72	4,37	0,0422
<b>TRATAMIENTOS</b>	200,15	3	66,72	4,37	0,0422

<b>Error</b>	122,03	8	15,25
<b>Total</b>	322,18	11	

**Anexo U.** ADEVA del peso radicular bajo el esquema de aplicación foliar.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
<b>Peso de raíz aplicación foliar</b>	12	0,69	0,57	6,22

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	14,19	3	4,73	5,84	0,0206
<b>TRATAMIENTOS</b>	14,19	3	4,73	5,84	0,0206
<b>Error</b>	6,48	8	0,81		
<b>Total</b>	20,67	11			

**Anexo V.** ADEVA del peso radicular bajo el esquema de aplicación edáfica.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
<b>Peso de raíz aplicación edáfica</b>	12	0,95	0,93	4,14

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	34,57	3	11,52	53,19	<0,0001
<b>TRATAMIENTOS</b>	34,57	3	11,52	53,19	<0,0001
<b>Error</b>	1,73	8	0,22		
<b>Total</b>	36,31	11			