

Respuesta de plántulas de *Theobroma cacao* a la aplicación de un compuesto bioactivo altamente diluido para el control de *Lasiodiplodia theobromae*

Response of *Theobroma cacao* seedlings to the application of a highly diluted bioactive compound for the control of *Lasiodiplodia theobromae*

Resposta de plântulas de *Theobroma cacao* à aplicação de um composto bioativo altamente diluído para o controlo de *Lasiodiplodia theobromae*

Abasolo-Pacheco, Fernando
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
fabasolo@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-2268-7432>



Troncozo-Correa, Juan Bautista
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
juan.troncozo2017@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0000-3217-007X>



García-Gallirgos, Víctor Jorge
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Victor.garcia2016@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4547-6187>



Quintana-Zambrano, Joselyn Jacqueline
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
joselyn.quintana2014@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0008-8893-5949>



Reinoso-Viteri, Dayanara
AGROTECBAN
dayikahil1@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0002-3390-1377>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/n1/908>

Como citar:

Abasolo-Pacheco, F., Troncozo-Correa, J. B., García-Gallirgos, V. J., Quintana-Zambrano, J. J., & Reinoso-Viteri, D. (2025). Respuesta de plántulas de *Theobroma cacao* a la aplicación de un compuesto bioactivo altamente diluido para el control de *Lasiodiplodia theobromae*. *Código Científico Revista De Investigación*, 6(1), 610–627.
<https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/n1/908>

Recibido: 10/06/2025

Aceptado: 26/06/2025

Publicado: 30/06/2025

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. 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 fueron constituidos por la aplicación de tres concentraciones del CBAD (1C, 6C y 12C) y dos formas de aplicación, edáfica 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. 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 67% y 73% 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 disminuye la severidad e incidencia del patógeno, indicando que el uso del CBAD favorece a el control de *Lasiodiplodia theobromae* sin efectos negativos para la planta.

Palabras clave: 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. 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 67 % and 73 % 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 *Lasiodiplodia theobromae* without negative effects for the plant

Keywords: agrohomeopathy, application methods, agronomic variables, severity.

Resumo

O cacau desempenha um papel importante na economia e é o principal componente dos produtos de exportação. É afetado por *Lasiodiplodia theobromae*, resultando na morte da planta. Como solução, os compostos bioativos altamente diluídos (CBAD) influenciam os processos biológicos das plantas. A investigação foi levada a cabo no Campus “La María” da Universidade Técnica Estatal de Quevedo, o objetivo foi avaliar um composto bioativo altamente diluído para o controle de *Lasiodiplodia theobromae* em mudas de cacau (*Theobroma cacao* L.). Os tratamentos foram constituídos pela aplicação de três concentrações de CBAD (1C, 6C e 12C) e duas formas de aplicação, edáfica e foliar, mais uma testemunha

para cada método de aplicação. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com uma ADEVA e posterior teste de Tukey. As variáveis avaliadas foram: severidade, incidência, folhas mortas, altura da planta, número de folhas, comprimento do caule e da raiz, peso fresco das folhas, peso da raiz. Os métodos de aplicação proporcionaram uma diminuição da severidade e incidência na diluição 1C com 67% e 73% respectivamente, reduzindo o número de folhas mortas. Além disso, melhorou o estado da planta, aumentando as variáveis agronômicas como a altura da planta (39,17 cm), o número de folhas (18 unidades), o peso fresco das folhas (10,20 gramas), o comprimento da raiz (32,63 cm), o peso da raiz (16,07 gramas). O composto bioativo otimizou as variáveis de severidade e incidência indicando que o uso do CBAD favorece o controle do *Lasiodiplodia theobromae* sem efeitos negativos sobre a planta.

Palavras-chave: agrohombopatia, métodos de aplicação, variáveis agronômicas, severidade

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 (William *et al.*, 2011). 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 (Statista, 2020).

En la agricultura juega un papel fundamental en la oferta de alimentos y materias primas para la industria (Parada & Veloz, 2021), con alto valor calórico que aporta valiosos nutrientes, fibras y antioxidantes (Alcaraz, 2022). 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 (Abad *et al.*, 2019). Su producción se concentra en 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 (MAG, 2022).

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

fitopatógono 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* (Moreira *et al.*, 2021).

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 (Pérez *et al.*, 2017).

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 (Meneses N. , 2008).

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 (Alvarado *et al.*, 2017) otorgando beneficios importantes que incluyen el ahorro económico y la preservación de la ecología natural (Meneses N. , 2008).

Se ha evidenciado el potencial benéfico de aplicación de productos compuestos bioactivos en la agricultura teniendo muy buenos resultados, por ejemplo, Meneses y Gonzales (Meneses & González, 2003) utilizaron CBAD para controlar la contaminación por bacteria *in vitro* en plantas de piña logrando su cometido, así mismo reportó Shah *et al.* (2009) en plantas de *Arabidopsis thaliana* infectadas con *Pseudomonas syringae*, y Abasolo *et al.* (Abasolo *et*

al., 2022) 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 *Lasiodiplodia 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.

Metodología

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. Se implementó un Diseño Completamente al Azar (DCA) para cada método de aplicación (foliar y edáfico), compuestos por tres tratamientos 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 al grupos control. Todas las variables (incidencia, severidad, altura, número de hojas, longitud y peso de las plantas) fueron sometidas a pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos para lo cual se utilizó el programa INFOSTAT (2020).

Se utilizaron semillas de cacao pre-germinadas, las que fueron previamente lavadas con hipoclorito de sodio y el mucílago junto a la testa fue retirado con un bisturí. A los 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

Para la elaboración del compuesto bioactivo, se utilizó la metodología descrita por Mazón *et al.* (Mazón *et al.*, 2019). Brevemente, se obtuvo 1g de biomasa de *Lasiodiplodia theobromae* (cepa caracterizada e identificada previamente) por separado en un tubo eppendorf donde se agregó 1ml de etanol, para romper la pared celular, posteriormente se sometió 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 centrifuga a 10000 rpm, durante 10 min, 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). Para la inoculación de *Lasiodiplodia theobromae* se utilizó micelio cultivado en medio PDA, a una temperatura de 22 °C, la inserción de las esporas en la planta se usó el método de herida y goteo descrito por Than *et al.* (2008), 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. En la zona del corte para la infección se aplicó un disco de agar con micelio, de aproximadamente 7 mm sobre la zona cortada colocandolo 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 (Moya, 2021).

La aplicación del compuesto bioactivo se realizó de dos formas: edáfica y foliar las cuales fueron descritas por Moya (2021), la aplicación se llevó a cabo cuando las plantas tenían dos meses después de la siembra.

Para determinar el nivel de severidad se tomaron 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 presenten la planta característicos por el ataque de este patógeno y se dio un valor a los síntomas observables en la hoja como se lo indica la escala arbitraria de severidad propuesta por Moya (2021). 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:

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

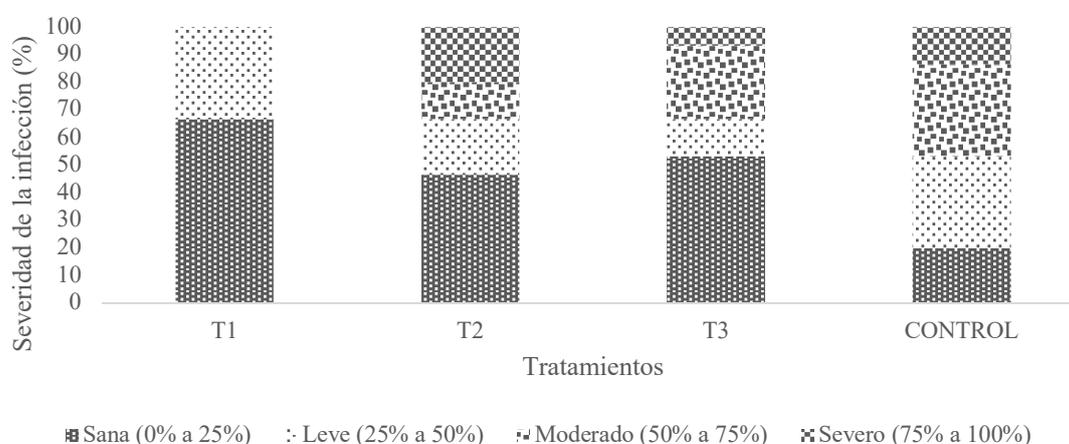
Resultados

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).

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



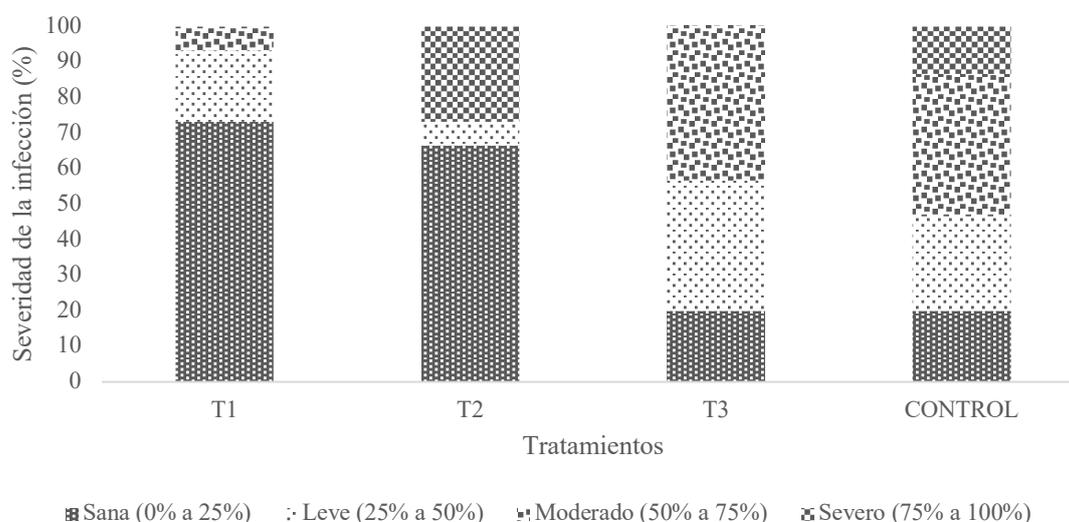
Nota: La figura 1 muestra los tratamientos de las concentraciones del compuesto bioactivo 1C (T1), 6C(T2) 12C (T3) y el control, en el porcentaje de severidad de la enfermedad *Lasiodiplodia theobromae* (Autores, 2025).

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 2).

Figura 2

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 2 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 (autores, 2025).

Incidencia de la enfermedad y mortalidad de hoja

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. En cuanto a la 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, 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. En la aplicación de forma edáfica, se muestra que los tratamientos 1C (T1), 6C (T2) y 12C (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 (Tabla 1).

Tabla 1

Efecto de un CBAD bajo el esquema de aplicación foliar y edáfica sobre la incidencia (%) de la enfermedad y la muerte de hojas en plántulas de cacao.

Tratamientos	Aplicación foliar		Aplicación edáfica	
	I. de la enfermedad	M. de hoja	I. de la enfermedad	M. de hoja
T1	33,33 ± 14,90 a	1,33 ± 0,14 a	26,67 ± 2,98 a	1,66 ± 0,15 a
T2	53,33 ± 10,74 a	1,66 ± 0,29 a	33,33 ± 2,98 a	2 ± 0,44 a
T3	46,66 ± 10,74 a	1,66 ± 0,29 a	80 ± 5,16 b	1,66 ± 0,15 a
Control	80 ± 5,16 a	2 ± 0,25 a	80 ± 5,16 b	2,66 ± 0,29 a

Nota: La tabla 1 muestra los tratamientos de las diferentes concentraciones del compuesto bioactivo 1C (T1), 6C(T2) 12C (T3) aplicado de forma foliar y edáfica, en el porcentaje de incidencia de la enfermedad y la muerte de hojas. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos (Autores, 2025).

Efecto de los compuestos bioactivos en el crecimiento de las plantas

Para esta variable se observaron diferencias significativas entre los tratamientos infectados con el patógeno a los 60 días después de la aplicación foliar 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. La aplicación edáfica 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 (Tabla 2).

En el número de hojas 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. Con la aplicación edáfica 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 unidad, siendo estadísticamente iguales (Tabla 2).

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. En la 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 (Tabla 2).

En el peso fresco foliar se muestra significancia estadística en la aplicación de los tratamientos infectados con *Lasiodiplodia theobromae* a los 60 días después de la aplicación foliar 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. En 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 (Tabla 2).

Tabla 2

Efecto de un CBAD bajo el esquema de aplicación foliar y edáfica sobre el efecto de los compuestos bioactivos en el crecimiento de las plántulas de cacao.

Tratamientos	Aplicación foliar			
	Altura de planta	Numero de hojas	Longitud de tallo	Peso foliar fresco
T1	33,36 ± 1,95 ab	16 ± 2,31 ab	17,94 ± 1,35 a	9,67 ± 0,81 a
T2	37,56 ± 1,07 a	17,2 ± 2,03 a	16,23 ± 2,53 ab	10,2 ± 0,69 a
T3	35,98 ± 2,41 a	11,4 ± 1,06 c	19,63 ± 1,3 a	8,47 ± 1,7 ab
Control	30,5 ± 1,03 b	12,53 ± 0,31 bc	13,17 ± 0,67 b	6,6 ± 0,0 b
	Aplicación edáfica			
	Altura de planta	Numero de hojas	Longitud de tallo	Peso foliar fresco
T1	39,17 ± 0,34 a	18,26 ± 1,86 a	14,88 ± 0,8 b	9,13 ± 1,01 a
T2	36,22 ± 1,06 b	17,26 ± 2 ab	14,81 ± 0,03 b	9 ± 0,69 a
T3	35,06 ± 1,06 b	13,8 ± 0,2 bc	17,11 ± 1,53 ab	7,73 ± 0,5 ab
Control	30 ± 0,92 c	12,46 ± 0,81 c	18,87 ± 1,13 a	5,8 ± 0,87 b

Nota: La tabla 2 muestra los tratamientos de las diferentes concentraciones del compuesto bioactivo 1C (T1), 6C(T2) 12C (T3) aplicado de forma foliar y edáfico, en el efecto de los compuestos bioactivos en el crecimiento de las plántulas. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos (Autores, 2025).

Efecto del compuesto bioactivo en la raíz de las plántulas

Respecto a la longitud radicular se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos infectados con *Lasiodiplodia 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. 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 (Tabla 3).

En el peso radicular 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. 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 (Tabla 3).

Tabla 3

Efecto de un CBAD bajo el esquema de aplicación foliar y edáfica sobre el efecto del compuesto bioactivo en la raíz de las plántulas.

Tratamientos	Aplicación foliar		Aplicación edáfica	
	Longitud de raíz	Peso de raíz	Longitud de raíz	Peso de raíz
T1	25,81 ± 2,86 ab	16,07 ± 0,64 a	32,63 ± 3,34 a	12,07 ± 0,7 ab
T2	28,83 ± 1,97 a	14,33 ± 0,31 ab	31,99 ± 4,9 ab	12,87 ± 0,42 a
T3	27,86 ± 1,39 a	14,47 ± 1,5 ab	28,59 ± 3,85 ab	11,6 ± 0,4 b
Control	22,63 ± 0,21 b	13 ± 0,69 b	22,33 ± 3,32 b	8,4 ± 0,2 c

Nota: la tabla 3 muestra los tratamientos de las diferentes concentraciones del compuesto bioactivo 1C (T1), 6C(T2) 12C (T3) aplicado de forma foliar y edáfico, en el efecto de los compuestos bioactivos en la raíz de las plántulas. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos (Autores, 2025).

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 (2017). La aplicación de manera edáfica y foliar del compuesto bioactivo en concentraciones 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 (2021) 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 (2022) 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.* (2021), 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.) (García *et al.*, 2020).

Así mismo, Meneses (2008) asegura que los compuestos bioactivos contribuyen al control de plagas y enfermedades, esto fue comprobado por Alvarado *et al.* (2017) que encontró un efecto antagonista sobre el hongo fitopatógeno *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* inhibiendo su crecimiento *in vitro*, según Ileana *et al.* (2017), 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 las 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 (2021) 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.* (2009) 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.* (2017), 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 (2022) 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 plantas 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.* (2019) 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 (Dixon & Pavia, 1995). 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 (Mazón *et al.*, 2019).

Conclusión

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 67% foliar y edáfico 1C con 73%, 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.

Referencias bibliográficas

- Abad, A., Acuña, C., & Naranjo, E. (2019). El cacao en la Costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica. (7), 59–83. <https://doi.org/https://doi.org/10.32719/25506641.2020.7.3>
- Abasolo, F., Moya, J., Vélez, M., & Cedeño, Á. (2022). Aplicación de nosodes para el control de *Fusarium oxysporum* en plantas de tomate (*solanum lycopersicum*). *Centrosur Agraria*.
- Alcaraz, S. (2022). *Cacao: propiedades, beneficios y valor nutricional*. Retrieved 03 de julio de 2022, from Cacao: propiedades, beneficios y valor nutricional: <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20190429/461747811299/cacao-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>
- Alvarado, A., Jiron, J., Mazon, J., Granado, Y., & Abasolo, F. (2017). *Agrohhomeopatía: una alternativa para el control del patógeno Fusarium oxysporum f. sp. Licopersici*. Ecuador: El Misionero del Agro.
- Alvarado, A., Jiron, J., Mazon, J., Granado, Y., & Abasolo, F. (2017). *Agrohhomeopatía: una alternativa para el control del patógeno Fusarium oxysporum f. sp. Licopersici*. *El Misionero del Agro*.
- Arteaga, A. (2022). Efecto de sustancias minerales altamente diluidas aplicadas al cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum*) en un sistema hidropónico. *Tesis de grado*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo.
- Dixon, R., & Pavia, N. (1995). Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *Plant Cell*, 7(7), 1085-1097. <https://doi.org/10.1105/tpc.7.7.1085>
- García, M., Ojeda, C., Batista, D., Abasolo, F., & Mazón, J. (2020). Respuesta del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Quivicán a la aplicación de medicamentos

- homeopáticos. *Terra Latinoamericana*, 38(1), 137-147.
<https://doi.org/https://doi.org/10.28940/terra.v38i1.583>
- Ileana, R., Roxana, C., & Florin, S. (2017). The homeopathic products used in plant protection: an alternative choice. *International Scientific*, 22(58).
- MAG. (2022). *Producción de cacao apunta a romper récord este año*. Retrieved 03 de julio de 2022, from Ministerio de Agricultura y Ganadería :
<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>.
- Mazón, J., Salas, J., Teles, A., & Tovar, D. (2019). Immune and Antioxidant Enzyme Response of Longfin Yellowtail (*Seriola rivoliana*) Juveniles to Ultra-diluted Substances Derived from Phosphorus, Silica and Pathogenic *Vibrio*. *Homeopathy*, 108(1), 43-53.
<https://doi.org/10.1055/s-0038-1672197>
- Meneses, N. (2008). Agrohomeopatía: una alternativa para la agricultura. *Bol. Informativo Homeopatía Agríc*, 10(1), 9-13. <https://doi.org/10.1016/j.homeo.2017.04.004>
- Meneses, N., & González, L. (2003). Acción de 4 fármacos homeopáticos en el control de la contaminación por bacteria. *La Homeopatía de México*, 622, 11-2.
- Moreira, A., Cedeño, Á., Canchignia, F., & Garcés, F. (2021). *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maul [(sin.) Botryodiplodia theobromae Pat] en el cultivo de cacao: síntomas, ciclo biológico y estrategias de manejo. *Scientia Agropecuaria*, 12(4), 653-662. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.068>
- Moreno, M. (2017). Agrohomeopatía como alternativa a los agroquímicos. *Revista Médica de Homeopatía*, 10, 9 - 13. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.homeo.2017.04.004>
- Moya, J. (2021). Evaluación del efecto de un nosode sobre plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones controladas". *Tesis de grado*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo.
- Parada, O., & Veloz, R. (2021). Análisis socioeconómico de productores de cacao, localidad Guabito, provincia Los Ríos, Ecuador. *Centro de Información y Gestión Tecnológica de Holguín*, 27(1).
- Pérez, S., Noceda, C., Zambrano, O., Parra, D., Córdoba, L., & Sosa, D. (2017). Descripción de plagas en viveros de cacao en el cantón Milagro a partir de diferentes fuentes de información. *Revista Ciencia UNEMI*, 10(24), 19 - 38.
- Prieto, J., Prieto, F., Hernández, A., Quijada, L., Aquino, E., & Acevedo, O. (2021). Agrohomeopathy: New tool to improve soils, crops and plant protection against various stress conditions. Review. *Horticultura Argentina*, 40(101).
- Rodríguez, C., Ramos, S., Escamilla, E., & Ruiz, F. (2019). Reducción del desarrollo de la roya anaranjada del café con mezcla de homeopáticos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(5).
- Sellan, M. (2022). Evaluación del efecto de sustancias minerales y compuestos biológicos altamente diluidos en el desarrollo vegetativo del maíz (*Zea mays* L). *Tesis de grado*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo.

- Shah, D., Heusser, P., & Baumgartner, S. (2009). Homeopathic treatment of *Arabidopsis thaliana* plants infected with *Pseudomonas syringae*. *ScientificWorld Journal*, 9, 320-30. <https://doi.org/10.1100/tsw.2009.38>
- Statista. (2020). *Producción de cacao en grano a nivel mundial de 2003/2004 a 2021/2022, por región*. Retrieved 5 de noviembre de 2022, from Statista.com: <https://www.statista.com/statistics/263139/production-of-cocoa-beans-since-2003-by-region/>
- Than, P., Jeewon, R., & Taylor, P. (2008). Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum* species associated with anthracnose on chilli (*Capsicum* spp.) in Thailand. *Plant Pathology*, 57, 562–572. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2007.01782.x>
- William, M., Romero, X., & Moreno, J. (2011). *Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas*. San Salvador, El Salvador: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza y Confederación de Federaciones de la Reforma Agraria Salvadoreña.