

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



EFFECTO DE DOS BIOESTIMULANTES EN EL RENDIMIENTO
DE *Theobroma cacao* (CACAO) EN TINGO MARÍA

Tesis

Para optar el título de
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:
ALDO OLIMPIO PAJUELO ROJAS

ASESORES:
Ing. MANUEL TITO VIERA HUIMAN
Ing. M. Sc. GIANNFRANCO EGOÁVIL JUMP

Tingo María - Perú

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mail: fagro@unas.edu.pe

"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA
CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 016-2024-FA-UNAS

BACHILLER : ALDO OLIMPIO PAJUELO ROJAS

TÍTULO : "EFECTO DE DOS BIOESTIMULANTES EN EL
RENDIMIENTO DE *Theobroma cacao* (CACAO) EN TINGO
MARÍA"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
VOCAL : M.Sc. JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL AGUILA
VOCAL : M.Sc. LUIS FERNANDO GARCIA CARRION

ASESORES : Ing. MANUEL TITO VIERA HUIMAN
M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 29/08/2024

HORA DE SUSTENTACIÓN : 11:00 A.M.

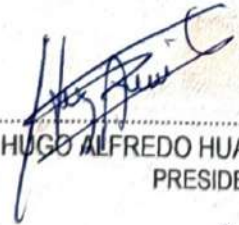
LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA AUDIVISUAL DE LA F.A

CALIFICATIVO : MUY BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 29 DE AGOSTO DEL 2024


.....
Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
PRESIDENTE


.....
M.Sc. JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL AGUILA
VOCAL


.....
M.Sc. LUIS FERNANDO GARCIA CARRION
VOCAL


.....
Ing. MANUEL TITO VIERA HUIMAN
ASESOR


.....
M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP
ASESOR



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 271 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Agronomía

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de Suficiencia Profesional

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EFFECTO DE DOS BIOESTIMULANTES EN EL RENDIMIENTO DE <i>Theobroma cacao</i> (CACAO) EN TINGO MARÍA	ALDO OLIMPIO PAJUELO ROJAS	13 % Trece

Tingo María, 05 de setiembre de 2024


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Dr. Tomas Menaheo Mallqui
JEFE
C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONA DE AGRONOMÍA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DE TITULO

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad	: Facultad de Agronomía
Título de Tesis	: Efecto de dos bioestimulantes en el rendimiento de <i>Theobroma cacao</i> (cacao) en Tingo María
Autor	: Aldo Olimpio Pajuelo Rojas
DNI	: 74041530
Correo	: aldo.pajuelo@unas.edu.pe
Asesores	: Ing. Manuel Tito Viera Huiman : M. Sc Giannfranco Egoávil Jump
Escuela profesional	: Agronomía
Área de investigación	: Ciencias Agrícolas
Línea de investigación	: Propagación de plantas y Sistemas Agrícolas
Eje temático de investigación	: Manejo del cultivo
Lugar de Ejecución	: José Carlos Mariátegui número 01- km 51 Luyando
Duración del trabajo	: 12 meses
Fecha de Inicio	: Junio de 2023
Término	: Junio de 2024
Financiamiento	: S/. 4 576.00
FEDU	: NO
Propio	: SI
Otros	: NO

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



EFECTO DE DOS BIOESTIMULANTES EN EL RENDIMIENTO DE *Theobroma cacao* (CACAO) EN TINGO MARÍA

Autor : Bach. Aldo Olimpio Pajuelo Rojas

Asesor (es) : Ing. Manuel Tito Viera Huiman
M. Sc. Giannfranco Egoávil Jump

Área de investigación : Ciencias Agrícolas

Línea de investigación : Propagación de plantas y Sistemas Agrícolas

Eje temático : Manejo del cultivo

Lugar de ejecución : José Carlos Mariategui número 01- km 51 Luyando

Duración del trabajo : 12 meses

Financiamiento : S/. 4576.00

DEDICATORIA

A Dios,

Debido a que es nuestro creador, refugio y fuente de fortaleza, nunca nos abandona sin importar las circunstancias que enfrentemos en la vida. Nos otorga la sabiduría necesaria y nos brinda apoyo para superar los desafíos que se nos presentan.

A mis adorados padres,

Carmen Hilda Rojas Beltran y Olimpio Pajuelo Mallqui, por haberme regalado la vida, enseñándome desde pequeño buenos valores y la importancia de ser cada día una mejor persona. Todo mi respeto y gratitud a ustedes dos, los amo.

A mi hermano,

Roosvel Aldo Pajuelo Rojas, por ser uno de mis soportes más importantes en mi vida personal y universitaria, brindándome sus consejos desde el inicio, a lo largo de todo el proceso, y hasta el final, siempre confiando en mí en cada momento.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María. En especial a los docentes y personal administrativo de la Facultad de Agronomía que contribuyen en mi formación personal, académica y profesional.
- Al Ing. M.Sc. Giannfranco Egoávil Jump y Ing. Manuel Tito Viera Huiman, por brindarme su apoyo incondicional en la redacción del proyecto e informe y ejecución de la investigación, su guía y dedicación han sido fundamentales para la culminación de mi informe final de Tesis.
- A los miembros del jurado de tesis: Dr. Hugo Alfredo Huamani Yupanqui (presidente), Ing. M. Sc. Luis Fernando García Carrión (miembro) y Ing. M. Sc. Jorge Luis Adriazola del Aguila (miembro) por su valioso apoyo contante y tiempo.
- A los dueños del Fundo Aldo's: Carmen Rojas Beltrán y Olimpio Pajuelo Mallqui, por su constante respaldo en todas las labores, demostrando empeño y perseverancia.
- A la M.Sc. Wilma Gonzáles Toscano y M. Sc. Ceila Paquita Lao Olivares, por su apoyo y orientación incondicional en el transcurso de la ejecución de mí tesis.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN LITERARIA.....	3
2.1. Importancia del <i>Theobroma cacao</i> L.....	3
2.1.1. Económica.....	3
2.1.2. Social	4
2.1.3. Gastronómica.....	4
2.1.4. Nutricional.....	5
2.2. Bioestimulantes.....	5
2.2.1. Bioestimulante inorgánico	6
2.2.2. Bioestimulantes orgánicos	6
2.2.3. Fitohormonas involucradas en el estudio.....	7
2.3. Bioestimulantes en estudio	8
2.3.1. Super Estim	8
2.3.2. Evergreen	9
2.4. Investigaciones relacionadas	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Lugar de ejecución.....	13
3.2. Datos climatológicos.....	13
3.3. Análisis físico-químico del suelo.....	14
3.4. Zona de vida	15
3.5. Historia y características del campo experimental	15
3.6. Diseño experimental	15
3.6.1. Tratamiento en estudio.....	15
3.6.2. Modelo experimental	16
3.6.3. Dimensiones del campo experimental	17
3.7. Análisis estadístico.....	18
3.7.1. Variables en estudio.....	18
3.7.2. Regresión lineal	19
3.8. Metodología.....	20

3.8.1. Análisis de la aplicación de bioestimulantes en el comportamiento de la floración y cuajado de flores.....	20
3.8.2. Evaluación de la incidencia de carmenta y enfermedades	20
3.8.3. Diagnóstico de análisis foliar	21
3.8.4. Registro de rendimiento	23
3.8.5. Análisis de rentabilidad.....	23
3.9. Ejecución del proyecto	24
3.9.1. Selección y marcación de la parcela de cacao.....	24
3.9.2. Labores culturales.....	24
3.9.3. Encalado y abonamiento de suelos.....	25
3.9.4. Dosificación de los productos	26
3.9.5. Momento de aplicación.....	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1. Cuantificación de cojines florales, flores y cuajado en plantas de cacao.....	29
4.2. Incidencia de carmenta y enfermedades.....	44
4.3. Efecto de bioestimulantes en el contenido de elementos	47
4.4. Rendimiento potencial y real.....	55
4.5. Costo beneficio de los tratamientos	60
V. CONCLUSIONES.....	61
VI. RECOMENDACIONES.....	62
VII. REFERENCIAS	63
ANEXOS	74

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Hormonas de origen natural en Super Estim	8
2. Macronutrientes en Super Estim	9
3. Micronutrientes disponibles en Super Estim	9
4. Composición química de bioestimulante Evergreen	10
5. Datos climatológicos registrados para la investigación en la investigación, junio del 2023 a junio 2024.....	14
6. Datos del análisis físico – químico del suelo experimental	14
7. Componente en estudio.....	15
8. Descripción de los tratamientos	16
9. Modelo de Análisis de Variancia de Bloques completamente al azar con sub muestras	18
10. Gasto de los tratamientos (mL) por aplicación y en todo el experimento	28
11. Momento de aplicación de los bioestimulantes	28
12. Análisis de variancia (ANVA) ($\alpha= 0.05$) de la primera evaluación, evaluación mayor y menor en cojines florales, flores y frutos cuajados del cultivo de cacao, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024	30
13. Prueba de Di Rienzo, Guzman y Casanoves (DGC) ($\alpha= 0.05$) del promedio máximo y mínimo evaluado de cojines florales, flores y frutos cuajados del cultivo de cacao, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024	33
14. Análisis matemático con la primera derivada a ecuaciones polinómicas, para hallar la mejor dosis en cojines florales, floración y cuajado del cultivo de cacao, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024	35
15. Análisis de variancia (ANVA) ($\alpha= 0.05$) de la incidencia de enfermedades, carmenta y frutos cosechados de cacao, en el fundo Aldo´s, abril a junio 2024	44
16. Prueba de Di Rienzo, Guzman y Casanoves (DGC) ($\alpha= 0.05$) de la incidencia de frutos cosechados enfermos, con carmenta y frutos sanos de cacao, en el fundo Aldo´s, abril a junio 2024	47
17. Análisis de (ANVA) ($\alpha=0.05$) de análisis de tejido foliar de cacao, en el fundo Aldo´s, junio 2024.....	48
18. Prueba de Di Rienzo, Guzman y Casanoves (DGC) ($\alpha= 0.05$) del análisis de tejido foliar de cacao, en el fundo Aldo´s, junio 2024	52

19. Análisis matemático con la primera derivada a ecuaciones polinómicas, para hallar la mejor dosis según el análisis foliar de cacao, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024.....	54
20. Evaluación del rendimiento potencial y real de los tratamientos en estudio en el fundo Aldo´s, de abril a junio 2024	56
21. Análisis matemático con la primera derivada a ecuaciones polinómicas, para hallar la mejor dosis para frutos sanos + enfermos, rendimiento potencial y real en plantas de cacao en el fundo Aldo´s	58
22. Análisis de índice de rentabilidad y beneficio costo de los tratamientos en estudio.....	60
23. Datos de la evaluación de número de cojines florales activos y de flores de cacao, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024	75
24. Datos de evaluación de flores cuajadas y frutos cosechados de cacao, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024	76
25. Análisis foliar realizado al finalizar el experimento, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024.....	77
26. Cuantificación de frutos según incidencia de plagas y enfermedades , en el fundo Aldo´s, abril a junio 2024	78
27. Análisis de (ANVA) ($\alpha=0.05$) de número de cojines florales activos durante la evaluación del experimento, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024.	79
28. Análisis de (ANVA) ($\alpha=0.05$) de número de flores durante la evaluación del experimento, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024.....	80
29. Análisis de (ANVA) ($\alpha=0.05$) de número de frutos cuajados durante la evaluación del experimento, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024.	81
30. Prueba de Di Rienzo, Guzman y Casanoves (DGC) ($\alpha= 0.05$) del número de cojines florales activos en el experimento, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024.....	82
31. Prueba de Di Rienzo, Guzman y Casanoves (DGC) ($\alpha= 0.05$) del número de flores en el experimento, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024.....	83
32. Prueba de Di Rienzo, Guzman y Casanoves (DGC) ($\alpha= 0.05$) de frutos cuajados en el experimento, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024.....	84
33. Evaluación del índice de mazorca de los tratamientos en estudio, en el fundo Aldo´s, abril a junio 2024	85

34. Análisis de rentabilidad de la producción de grano seco de cacao para el T ₁ y T ₂	86
35. Análisis de rentabilidad de producción de grano seco de cacao para el T ₃ y T ₄ .	87
36. Análisis de rentabilidad de la producción de grano seco de cacao para el T ₅ y T ₆	88
37. Análisis de rentabilidad de la producción de grano seco de cacao para el T ₇	89

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Lugar de ejecución del estudio.....	13
2. Croquis de área experimental.....	17
3. Croquis de los tratamientos.....	18
4. Evaluación floral: a. Reconocimiento de rama a evaluar, b. Identificación de fotones activos, c. Conteo de floral por botón y d. Cuajado de flor.....	20
5. Identificación de incidencia de enfermedades: a. Reconocimiento de fruto enfermo, b. Remoción de frutos enfermos, c. Cosecha de frutos y d. Frutos sanos	21
6. Análisis de rendimiento: a. Cosecha de frutos, b. Pesado de frutos cosechados, c. Fermentado de granos y d. Secado de granos.....	23
7. Delimitación de tratamientos: a. Corte de estacas y b. Codificación con cinta ..	24
8. Labores culturales: a. Desmalezado con motoguadaña y d. Poda fitosanitaria y mantenimiento.....	25
9. Prácticas en el suelo: a. Marcado de cuadrante, b. Muestra de suelo, c. Aplicación de dolomita (encalado), d. Plateo, e. Pesado de Abono y f. Aplicación de abono	26
10. Aplicación de productos: a. Productos, b. Dosificación, c. Sobrellenado con agua y d. Aplicación de productos al sistema foliar	27
11. Correlación de dosis de bioestimulantes y variables en estudio de: a. Primera evaluación, b. Evaluación mayor y c. Evaluación menor	34
12. Diagrama de puntos y cola de los promedio de las variables evaluadas: a. Cojines florales, b. Floración y c. Frutos cuajados	37
13. Diagrama de barras de la sumatoria de variables evaluadas: a. Cojines florales, b. Floración y c. Frutos cuajados.....	39
14. Dinámica de cojines florales activos cada 15 días en los tratamientos en estudio del cultivo de cacao, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024	40
15. Dinámica de flores cada 15 días en los tratamientos en estudio del cultivo de cacao, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024	41
16. Dinámica de cuajado cada 15 días en los tratamientos en estudio del cultivo de cacao, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024	42
17. Correlación de dosis de bioestimulantes y incidencias: a. Incidencia de frutos enfermos, b. Incidencia de carmenta y c. Frutos sanos	46

18. Correlación de dosis de bioestimulantes y nutrientes foliares: a. Nitrogeno, b. Fósforo, c. Potasio, d. Calcio, e. Magnesio, f. Sodio, g. Zinc, h. Hierro, i. Cobre y j. Manganeseo	53
19. Correlación de dosis de bioestimulantes y variables de producción: a. frutos sanos + enfermos /planta, b. Rendimiento potencial (kg/ha) y c. Rendimiento real (kg/ha)	57
20. Análisis comparativo del número promedio de pérdidas en frutos por plagas y enfermedades en los tratamientos en estudio	59
21. Determinación de N foliar: a. Secado de muestras, b. Triturado manual de hojas, c. Molido de muestras, d. Pesado, e. Catalizador en la muestra y f. Añadido de H ₂ SO ₄	90
22. Determinación de P foliar: a. Muestra en tubos de ensayo, b. Preparado del reductor de P, c. Añadido del reductor, d. Registro de lectura	91
23. Determinación de microelementos: a. Pesado de muestra, b. Cocinado de muestras en mufla, c. Filtrado de muestras, d. Digestión en cocina, e. Filtrato y f. Rotulado para lectura en espectrofotómetro	92
24. Cálculo de fórmula de abonamiento con base al análisis de suelo para el experimento en estudio	93
25. Análisis de suelo realizado al inicio del experimento	94
26. Análisis foliar realizado al inicio del experimento.....	95
27. Análisis foliar realizado al finalizar el experimento T ₁ , T ₂ y T ₃	96
28. Análisis foliar realizado al finalizar el experimento T ₄ y T ₅	97
29. Análisis foliar realizado al finalizar el experimento T ₆ y T ₇	98
30. Reconocimiento de problemas fitosanitarios: a. Fruto enfermo, b. Fruto con carmenta y c. Daños interno de plagas	99
31. Visita de asesores y jurado de tesis	99

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ejecutó en la provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, Perú con el objetivo de determinar el efecto que tienen dos tipos de bioestimulantes en el rendimiento de cacao. El experimento, que se extendió durante 12 meses, incluyó la preparación del campo experimental, control fitosanitario, delimitación de plantas, eliminación de flores y frutos, encalado, abonamiento del suelo y la aplicación de bioestimulantes. Se evaluaron diferentes características agronómicas del cacao al aplicar dos bioestimulantes, Super Estim y Evergreen, en tres dosis diferentes (0.5, 1.0 y 2.0 L/ha) a lo largo de siete tratamientos. Se midieron parámetros como la cantidad de cojines florales, floración, cuajado de frutos, incidencia de enfermedades, análisis de tejido foliar y la determinación del rendimiento potencial y real. Se utilizó la prueba estadística de Di Rienzo, Guzmán y Casanova (DGC) ($\alpha = 0.05$) para comparar medias. Los resultados mostraron que el tratamiento T₆ (Evergreen 1 L/ha) generó un mayor número máximo promedio de cojines florales con 57.13, en frutos cuajados destacó el tratamiento T₅ (Evergreen 0.5 L/ha) con 23.63 por planta, mientras que el tratamiento T₆ (Evergreen 1.0 L/ha) registró una mayor floración, con un promedio de 593.13 flores por planta en sus evaluaciones de mayor impacto. La incidencia de plagas y enfermedades no presentó diferencias significativas entre tratamientos; sin embargo, el tratamiento T₅ mostró la mayor proporción de frutos sanos (33 %). Finalmente, el tratamiento T₅ también destacó por su rendimiento potencial de 1 319.3 kg/ha y un rendimiento real de 324.8 kg/ha, siendo el tratamiento más rentable con un índice de rentabilidad de 6.61 y una relación beneficio/costo de 7.61.

Palabras clave: cojines florales, cuajado, floración, incidencia y rentabilidad

ABSTRACT

This research was conducted in the province of Leoncio Prado, in the Huánuco region of Peru, with the aim of determining the effects of two types of biostimulants on cacao yield. The experiment, which spanned 12 months, involved preparing the experimental field, phytosanitary control, plant delimitation, flower and fruit thinning, liming, soil fertilization, and the application of biostimulants. Various agronomic characteristics of cacao were evaluated by applying two biostimulants, Super Estim and Evergreen, at three different doses (0.5, 1.0, and 2.0 L/ha) across seven treatments. Parameters such as the number of floral cushions, flowering, fruit set, disease incidence, foliar tissue analysis, and both potential and actual yield were measured. The Di Rienzo, Guzmán, and Casanova (DGC) statistical test ($\alpha = 0.05$) was used to compare means. The results showed that treatment T₆ (Evergreen 1 L/ha) produced the highest average number of floral cushions, with 57.13, while T₅ (Evergreen 0.5 L/ha) stood out with 23.63 fruits set per plant. Treatment T₆ also recorded the highest flowering, with an average of 593.13 flowers per plant during peak evaluations. Pest and disease incidence did not show significant differences among treatments; however, T₅ had the highest proportion of healthy fruits (33 %). Finally, T₅ also excelled in potential yield (1 319.3 kg/ha) and actual yield (324.8 kg/ha), proving to be the most profitable treatment with a profitability index of 6.61 and a benefit/cost ratio of 7.61.

Keywords: floral cushions, fruit set, flowering, incidence and profitability.

I. INTRODUCCIÓN

El *Theobroma cacao* (cacao), nativo de las regiones tropicales de América del Sur y Central, ha sido históricamente cultivado en estas áreas por sus condiciones ideales (Vansynghel et al., 2023). En Tingo María, Perú, el cultivo ha crecido de manera significativa, impulsado por proyectos agrícolas y la alta demanda global (López, 2021). Aunque Perú aporta solo el 1 % de la producción mundial, su cacao destaca por su calidad única, ofreciendo ventajas competitivas en el mercado global y oportunidades de expansión (Barrientos, 2015). Para garantizar su sostenibilidad, es crucial adoptar prácticas agrícolas resilientes (Osei et al., 2023).

Los agricultores peruanos de cacao enfrentan el reto de elegir entre fertilizantes de origen natural y fertilizantes tradicionales, una decisión que depende en gran medida de la calidad del suelo y su capacidad para absorber nutrientes (Herrera et al., 2022), adicional a ello el uso intensivo de productos químicos, como fertilizantes y pesticidas, ha generado graves impactos ambientales en el suelo, el agua y el aire (Belorkar, 2021).

Por ende dado que las plantas de cacao dependen en gran medida de la disponibilidad de nutrientes en el suelo, los bioestimulantes foliares han emergido como una solución efectiva para complementar la nutrición de las plantas, promoviendo un crecimiento más vigoroso y un aumento en los rendimientos (García, 2019). En respuesta a estos desafíos, los bioestimulantes se presentan como una alternativa más sostenible, desarrollados a partir de fuentes naturales y diseñados para satisfacer necesidades agronómicas específicas, mejorando así la productividad vegetal sin depender exclusivamente de los nutrientes que contienen (Vanajothi et al., 2022).

Generalmente, los bioestimulantes se aplican directamente al follaje de las plantas debido a su eficacia en mejorar la absorción de nutrientes y promover el crecimiento vegetal. Diversos estudios han demostrado que estos bioestimulantes, cuando se aplican a nivel foliar, pueden ser combinados con insecticidas, fungicidas u otros fertilizantes solubles, siempre que se verifique previamente su compatibilidad (Calvo et al., 2014; du Jardin, 2015; García, 2019).

Buscando mejorar el rendimiento del cultivo de cacao, se decidió evaluar el uso de bioestimulantes como estrategia para optimizar la productividad. La investigación se planteó a partir de la siguiente pregunta: ¿Cómo influye la aplicación de diferentes dosis de bioestimulantes (Super Estim y Evergreen) en la floración, el índice de mazorcas y el rendimiento de *Theobroma cacao* L. (cacao) en Tingo María?, teniendo como hipótesis “Que la aplicación de bioestimulantes (Super Estim y Evergreen), en sus diferentes dosis, influirá significativamente en los cojines florales, floración, cuajado de frutos y el rendimiento de *Theobroma cacao* L. (cacao)”, con base en esto, los objetivos de esta tesis fueron:

Objetivo general:

Determinar el efecto de bioestimulantes en el rendimiento de *Theobroma cacao* (cacao) en Tingo María.

Objetivos específicos:

1. Evaluar el efecto de las dosis de bioestimulantes sobre la floración y cuajado.
2. Determinar el efecto de los bioestimulantes sobre la incidencia de enfermedades y carmenta.
3. Evaluar el efecto de las dosis del bioestimulantes sobre la absorción de macro y micronutrientes a nivel foliar.
4. Evaluar la eficiencia de los tratamientos sobre el rendimiento potencial y real.

II. REVISIÓN LITERARIA

2.1. Importancia del *Theobroma cacao* L.

En Perú, se cultivan tres principales variedades de cacao: el 53.3 % corresponde al trinitario (en la región de Junín), el 37.3 % al forastero amazónico (producido en Cusco y Ayacucho), y el 9.4 % al criollo (cultivado en la zona norte de San Martín, Amazonas y Cajamarca). La producción nacional de cacao en grano ha mostrado un incremento constante durante los últimos diez años, con un crecimiento promedio anual del 12.6 % (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021).

En el Perú la fecha de Marzo - 2022 las exportaciones de cacao en grano fueron de 2 667 045 kg, teniendo como primer importador a Netherlands con el 43 % de grano de cacao (Agrodataperu, 2022).

2.1.1. Económica

La Asociación de Exportadores del Perú, en su balance al cierre de 2019, evaluó las ventas de cacao en todas sus presentaciones durante los meses de enero a octubre de ese año, alcanzando un total de \$245 556 000. Esto representó un aumento del 11 % en comparación con 2018, cuando se lograron \$220 500 000. Las principales especialidades comercializadas fueron el grano (54.3 %), la manteca de cacao (28 %), los chocolates (8.9 %) y el cacao en polvo (5.3 %) (López et al., 2020).

El cacao constituye la principal fuente de ingresos para entre 40 y 50 millones de personas en diversas regiones productoras alrededor del mundo, incluyendo África, Asia, América Central y América del Sur. En términos de industrialización, África se destaca, con Costa de Marfil representando cerca del 50 % de la producción mundial de cacao. En Asia, países como Indonesia están experimentando un crecimiento acelerado, con políticas gubernamentales que priorizan la expansión de las áreas dedicadas a este cultivo (Nadurile, 2010).

Las principales regiones productoras de cacao en Perú incluyen a San Martín, que lidera con una producción de 48,400 toneladas, representando el 35.6 % del total. Le siguen Junín con 25 500 t (18.8 %), Ucayali con 17 000 t (12.5 %), y Huánuco y Cusco con 13 000 y 10 000 t, respectivamente. Es importante destacar que Perú se posiciona como uno de los principales productores y proveedores de cacao fino y de aroma, y ocupa el segundo lugar a nivel mundial en la producción de cacao orgánico (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021).

2.1.2. Social

La producción de cacao en Perú ofrece a los pequeños productores la oportunidad de consolidarse como actores estables y competitivos en el mercado. Para lograrlo, es crucial que aprovechen todas las oportunidades de desarrollo disponibles, centrándose en la organización y el fortalecimiento de la cadena de valor, así como en mejorar su poder de negociación y fomentar la asociatividad. Además, es fundamental que adopten nuevas estrategias y accedan a mercados emergentes, lo que les permitirá diferenciar su producción y convertir sus productos en bienes distintivos en el mercado (López et al., 2020).

Aunque la pandemia llevó al cierre de muchas actividades, los programas de vacunación han facilitado la reapertura de fronteras, lo que ha mejorado las perspectivas para los productos básicos. En este contexto, se anticipa una recuperación en la demanda de cacao tras la caída provocada por la COVID-19, ya que la reactivación económica ha impulsado el aumento del consumo de este producto. Respecto a la oferta, se espera una cosecha mundial récord de cacao en el futuro cercano (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021).

El cacao es la base de la lucrativa industria del chocolate y representa la principal fuente de ingresos para aproximadamente 6 millones de pequeños productores en todo el mundo. Además de su uso en la alimentación, los granos de cacao son valiosos en las industrias farmacéutica y cosmética. Particularmente, los compuestos presentes en el cacao han captado un interés creciente debido a su alto contenido de polifenoles, especialmente flavonoides (Wickramasuriya y Dunwell, 2018).

2.1.3. Gastronómica

Los productos y usos derivados del cacao incluyen los siguientes: manteca de cacao, que se emplea en la elaboración de chocolates y confitería, así como en la cosmética para la producción de cremas humectantes y jabones, y en la industria farmacéutica; la pulpa de cacao, utilizada en la producción de bebidas alcohólicas y no alcohólicas; la cáscara de cacao, que se destina a la alimentación animal; las cenizas de cáscara de cacao, que se emplean en la fabricación de jabón y como fertilizante para el cacao y otros cultivos; el jugo de cacao, utilizado en la elaboración de jaleas y mermeladas; el polvo de cacao, que es un ingrediente clave en bebidas de chocolate, postres, salsas, tortas y galletas; y la pasta o licor de cacao, que se usa para la producción de chocolate (López et al., 2020).

A partir de las semillas o granos fermentados y secos de esta especie (o incluso sin fermentar), se elaboran productos como la pasta o licor de cacao, la manteca de cacao, el polvo de cacao y el chocolate. En la antigüedad, el consumo de chocolate estaba reservado en grandes cantidades para la realeza azteca y, en ocasiones especiales, para personas

ricas y poderosas. Sin embargo, en la actualidad, su consumo se ha extendido a nivel global (Waizel et al., 2012).

2.1.4. Nutricional

Las semillas contienen un 12 % de proteína y un 7 % de carbohidratos. Además, son ricos en sustancias fenólicas, alrededor del 15 % del peso seco. Los alcaloides contribuyen con aproximadamente el 4 % del peso seco (Kadow et al., 2015). Posee dos grupos de sustancias fenólicas y alcaloides, son de importancia para el perfil de sabor de las semillas de cacao frescas. Entre las sustancias fenólicas se encuentran la epicatequina, la predominante en cantidad, y la catequina. Los atributos de sabor de la epicatequina y la catequina se describen como amargos y astringentes, de las cuales no existe variaciones significativas entre semillas con diferentes antecedentes genéticos con respecto su concentración (Kadow, 2020).

El contenido de grasa es fundamental en la morfología del chocolate, variando según la variedad de cacao y el proceso de elaboración utilizado (Sánchez et al., 2017). El chocolate se considera un alimento nutricionalmente completo, ya que contiene aproximadamente un 30 % de grasa, 6 % de proteínas, 61 % de carbohidratos, 3 % de humedad, además de minerales como fósforo, calcio e hierro, y es una fuente de vitaminas A y del complejo B (Valenzuela, 2007). En cuanto a la composición de los granos de cacao fermentados, tostados y descascarillados, se ha identificado un contenido de humedad del 15.5 %, grasa del 54.0 %, cafeína del 0.2 %, teobromina del 1.2 %, proteínas del 11.5 %, carbohidratos del 6.0 %, celulosa del 9.0 % y cenizas del 2.6 % (Belitz et al., 2009).

2.2. Bioestimulantes

Los bioestimulantes en la agricultura, particularmente aquellos aplicados a nivel foliar, son compuestos que mejoran el vigor, rendimiento y calidad de los cultivos al influir en procesos fisiológicos clave. Dentro de estos, las auxinas, giberelinas y citoquininas destacan por su impacto directo en la floración de las plantas. Las auxinas, aplicadas de forma foliar, regulan el crecimiento celular y promueven la formación de brotes florales al estimular la elongación de las células en los meristemos (Calvo et al., 2014). Las giberelinas, cuando se administran foliarmente, son cruciales para la inducción y promoción de la floración, particularmente en cultivos que requieren un impulso para la formación de flores, facilitando así un mayor rendimiento (Davies, 2010). Las citoquininas, al ser aplicadas en las hojas, no solo promueven la división celular, sino que también retrasan la senescencia foliar, lo que prolonga el tiempo de fotosíntesis activa y mejora la producción y calidad de flores (De Pascale et al., 2017).

El bioestimulante, elaborado a partir de extractos de plantas y levaduras ricas en aminoácidos y microelementos como boro, zinc y manganeso, puede asegurar un rendimiento y calidad óptimos en diversas especies vegetales. Su aplicación ha demostrado estimular el crecimiento de las plantas en más de un 48.5 % y aumentar la cantidad de frutos hasta en un 105.3 %. Además, las plantas tratadas con este bioestimulante presentan un mayor contenido de antioxidantes en comparación con las plantas no tratadas (Francesca et al., 2020). El uso de bioestimulantes también mejora el desarrollo general de las plantas, provocando cambios significativos en los perfiles de aminoácidos, hormonas, fenoles, glucósidos de esteviol y oxilipinas. Estos cambios metabólicos afectan diversas vías biológicas y muestran una alta correlación entre las relaciones bioquímicas y metabólicas estructurales, promoviendo tanto el crecimiento como las defensas de la planta (Othibeng et al., 2022).

2.2.1. Bioestimulante inorgánico

Los bioestimulantes inorgánicos, comúnmente conocidos como fertilizantes inorgánicos o químicos, suministran principalmente nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), además de otros micronutrientes, en forma inorgánica, generalmente a base de sales de estos elementos. Sin embargo, su uso presenta varios inconvenientes, como la posible inhibición de la cantidad y diversidad de las poblaciones microbianas en el suelo (Geisseler y Scow, 2014).

En la agricultura, los bioestimulantes inorgánicos son valorados por su capacidad para fortalecer las plantas frente a condiciones ambientales adversas, como la sequía o la salinidad, mediante la mejora de su capacidad para absorber y utilizar agua y nutrientes. Además, estos pueden influir en la regulación hormonal de las plantas, lo que resulta en una floración más uniforme y un mayor desarrollo de frutos (Kumar et al., 2021; Yakhin et al., 2017).

2.2.2. Bioestimulantes orgánicos

Diversos sustratos orgánicos, como los subproductos de la industria alimentaria, tienen potencial para ser utilizados como fertilizantes o bioestimulantes. No obstante, estos subproductos no pueden emplearse directamente debido a varios problemas inherentes a su estructura, así como a sus propiedades físicas y químicas. Entre los parámetros clave que deben considerarse se incluyen la solubilidad y la distribución de las masas moleculares. Para hacerlos aptos como bioestimulantes, es necesario someterlos a tratamientos físicos y químicos, como la hidrólisis enzimática o la fermentación (Rodríguez, 2018).

Los bioestimulantes orgánicos pueden ser en base de hidrolizado de proteína de pescado u otros componentes, gracias a ellos se pueden obtener resultados en el

aumento del 48 % en el rendimiento de los cultivos, mostrando un aumento en el peso de los brotes frescos. La dosis óptima muestra un efecto significativamente positivo en la morfología de la raíz. Sin embargo, la dosis más alta resulta en un efecto negativo sobre el desarrollo de la raíz (Dewang y Usha, 2022).

Los fertilizantes orgánicos derivados de subproductos y aguas residuales contienen niveles adecuados de macronutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), así como micronutrientes esenciales para las plantas, incluyendo calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), boro (B), hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), zinc (Zn) y cloro (Cl). Además, estos fertilizantes orgánicos aportan péptidos y aminoácidos, que actúan como bioestimulantes. El uso de fertilizantes orgánicos y bioestimulantes se extiende a diversos campos, como la horticultura, la hidroponía y la producción de alimentos vivos (Florez et al., 2021).

2.2.3. Fitohormonas involucradas en el estudio

Las fitohormonas, o hormonas vegetales, son compuestos orgánicos clave que regulan el crecimiento y desarrollo de las plantas, siendo esenciales en procesos como la germinación, la floración y la maduración de los frutos (Taiz y Zeiger, 2021). En la agricultura moderna, un manejo eficiente de estas hormonas es crucial para optimizar la producción, ya que contribuyen a mejorar la resistencia de las plantas frente a condiciones adversas y a incrementar el rendimiento de los cultivos (Davies, 2010). Además, la introducción de fitohormonas sintéticas ha transformado la capacidad de los agricultores para controlar el crecimiento vegetal de manera más precisa, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles (George et al., 2008).

a. Auxinas

Las auxinas son fitohormonas esenciales que regulan múltiples procesos bioquímicos y fisiológicos en las plantas, incluyendo la elongación celular, la división celular y la diferenciación de tejidos. A nivel bioquímico, las auxinas actúan principalmente a través de la regulación del transporte de protones en la membrana plasmática, lo que conduce a la acidificación de la pared celular y facilita su expansión, un proceso conocido como "crecimiento ácido" (Sauer et al., 2013). Además, las auxinas modulan la expresión de genes específicos mediante la interacción con receptores TIR1/AFB, los cuales promueven la degradación de proteínas represoras, permitiendo así la activación de genes responsables del crecimiento y desarrollo (Chapman y Estelle, 2009). En la agricultura, su aplicación se ha utilizado para mejorar la propagación vegetativa, aumentar la producción y eficiencia de los cultivos, apoyando a una absorción eficiente de nutrientes y agua (Perrot, 2010).

b. Citoquininas

Las citoquininas son fitohormonas que desempeñan un papel crucial en la regulación del crecimiento y desarrollo de las plantas, particularmente en la división celular, la diferenciación y la senescencia. Bioquímicamente, las citoquininas influyen en la activación de la vía de señalización de las proteínas de respuesta a citoquininas (ARR), lo que modula la expresión de genes asociados con la proliferación celular y la formación de órganos (Hwang et al., 2012). Estas hormonas también intervienen en la regulación del transporte de nutrientes y en la síntesis de clorofila, lo que es vital para mantener la actividad fotosintética y retrasar la senescencia foliar (Cortleven et al., 2019). En la agricultura, las citoquininas se aplican para promover la formación de brotes, mejorar el desarrollo de frutos y aumentar el tamaño de las plantas (Sakakibara, 2006).

c. Giberelinas

Las giberelinas son una clase de fitohormonas que influyen en diferentes procesos bioquímicos como la elongación celular, la germinación de semillas y la floración. A nivel molecular, las giberelinas actúan promoviendo la degradación de los represores DELLA, proteínas que inhiben el crecimiento; al ser degradadas, se libera la actividad de factores de transcripción que activan genes responsables del crecimiento celular (Daviere y Achard, 2013). Además, estas hormonas modulan la síntesis de enzimas como la amilasa, facilitando la movilización de reservas de almidón durante la germinación, lo cual es vital para el desarrollo temprano de las plántulas (Yamaguchi, 2008). En la agricultura, las giberelinas se emplean para promover el alargamiento de tallos, especialmente en cultivos donde el aumento del tamaño es deseable (Hedden y Thomas, 2012).

2.3. Bioestimulantes en estudio

2.3.1. Super Estim

De acuerdo a la Ficha Técnica de la empresa COAGRICOLA SRL. El Super Estim es un bioestimulante orgánico, que posee las siguientes características (Tabla 1,2 y 3):

Tabla 1. Hormonas de origen natural en Super Estim

Hormonas de origen natural	
Parámetro	Valores
Auxinas	50 ppm
Citoquininas	100 ppm
Giberelinas	120 ppm
Extractos Vegetales	70,60 %

Tabla 2. Macronutrientes en Super Estim

Macronutrientes	
Parámetro	Valores
Nitrógeno (N)	1,6 – 1,79 %
Fósforo (P ₂ O ₅)	0,53 %
Potasio (K ₂ O)	1,27 %

Tabla 3. Micronutrientes disponibles en Super Estim

Micronutrientes	
Parámetro	Valores
Calcio (Ca)	0,35 – 0,53 %
Magnesio (Mg)	0,15 %
Sodio (Na)	5,17 %
Azufre (S)	0,29 %
Cloruros (Cl)	0,29 %
Hierro (Fe)	82,1 mg/kg
Boro (B)	4,71 mg/kg
Cobre (Cu)	2,15 mg/kg
Manganeso (Mn)	4,70 mg/kg
Molibdeno (Mo)	2,50 mg/kg
Zinc (Zn)	5,00 mg/kg

2.3.2. Evergreen

Es un complejo Nutricional Sistémico Balanceado de origen vegetal. Composición estresante por naturaleza, que contiene las tres principales hormonas de crecimiento de las plantas (Auxinas , Giberelinas y Citoquininas) todas presentes en una forma balanceada y que actúan como las promotoras del crecimiento y la maduración de las plantas (Naturagro, 2023).

Beneficios:

- Promueve el desarrollo e incrementa el vigor de las plantas tratadas, incrementa el desarrollo radicular.
- Maximiza la absorción de nutrientes del suelo.
- Estimula precocidad, con lo que reduce el ciclo vegetativo del cultivo.
- Incrementa el nivel de proteína en las cosechas.
- Incrementa sólidos solubles en cultivos..

Tabla 4. Composición química de bioestimulante Evergreen

Ingrediente	Porcentaje
Nitrógeno	7 %
Fósforo	7 %
Potasio	7 %
Hierro (EDTA)	0,05 %
Manganeso EDTA	0,018 %
Boro	0,0024 %
Acido Húmico	3,76 %
Cobre	0,0013 %
Molibdeno	0,0001 %
Zinc EDTA	0,0009 %
Auxinas	40 ppm
Giberelinas	40 ppm
Citoquinina	90 ppm
Colina	750 ppb
Ácido Pantoténico	12 ppb
Ácido Fólico	1 ppb
Tiamina	100 ppb
Niacina	85 ppb
Nicotinamida	2 ppb
Rivoflavina	100 ppb

2.4. Investigaciones relacionadas

En el año 2017 en Indonesia, demuestra que los bioestimulantes de base orgánica (OBF) mejoran el crecimiento vegetativo y la productividad de algunos cultivos alimentarios anuales, la productividad del *Oryza sativa* L. (arroz), *Zea mays* L. (maíz), *Solanum tuberosum* L. (papa) y *Allium ascalonicum* L. (chalota) tratados con OBF aumentó en un 25, 31, 30 y 23 %, respectivamente. Además, los cultivos tratados mostraron mayor tolerancia a plagas y enfermedades. Las aplicaciones de OBF en cultivos perennes mejoraron el rendimiento del *Camellia sinensis* L. (té) en alrededor del 48 % y de la caña de azúcar en hasta el 50 %. Mientras que las aspersiones foliares en *Elaeis guineensis* J. (palma aceitera) aumentaron el rendimiento hasta en un 32 % (Santoso et al., 2018).

En 2019, se llevó a cabo un estudio en India utilizando un bioestimulante orgánico derivado de hidrolizados de proteína de pescado (FPH) en plantas de *Solanum lycopersicum* L. (tomate). Este experimento mostró un incremento del 48 % en el rendimiento de los tomates y produjo efectos favorables en la morfología radicular de las plantas. Estos resultados destacan la eficacia de los hidrolizados de proteína como agentes bioestimulantes, promoviendo no solo un mayor rendimiento de frutos sino también un desarrollo más robusto del sistema radicular.

(Dewang y Usha, 2022). En 2018, en Italia se evaluó el efecto de un bioestimulante sobre la respuesta fisiológica del tomate bajo condiciones de estrés térmico, hídrico y combinado. Los resultados mostraron que las plantas tratadas con el bioestimulante presentaron un crecimiento mejorado, incluso bajo estrés combinado. Este efecto positivo se atribuyó a la promoción de la biosíntesis de fitohormonas, que desempeñaron un papel crucial en la adaptación de las plantas a las condiciones adversas, mejorando su resistencia y capacidad de recuperación (Francesca et al., 2020). Tomando en consideración otra hortaliza como la *Lactuca sativa* L. (lechuga) en un experimento realizado en China indicaron que la biomasa de brotes y en la raíz observada después de la suplementación con bioestimulantes fue mayor de lo habitual en dicho cultivar (Wang et al., 2022).

En 2019, en Indonesia se evaluó el impacto de la aplicación de un bioestimulante en la absorción de nutrientes en *Saccharum officinarum* L. (caña de azúcar). El tratamiento con 3 L/ha de bioestimulante demostró ser el más efectivo, logrando incrementar significativamente los valores de Brix y Pol a 21.60 y 19.46 %, respectivamente. Este incremento en la calidad del jugo de caña se correlacionó con un aumento del 28.53 % en el rendimiento del cultivo, evidenciando la eficacia del bioestimulante en la mejora del desempeño agronómico de la caña de azúcar (Anggraeni et al., 2022). Otro estudio realizado en Rusia demuestra que el uso de los bioestimulantes, también aumenta la energía de germinación y acelera el crecimiento del hipocótilo, además aumenta significativamente la tasa de crecimiento de las plántulas y aumenta la cantidad de pigmento verde clorofila a. hasta 2.5 veces (Saltsevich et al., 2021).

En 2007, en Rusia, se llevó a cabo un estudio sobre el uso de bioestimulantes en cultivos de *Hordeum vulgare* L. (cebada), el cual demostró un impacto positivo significativo en el rendimiento y la calidad de las semillas. Los resultados indicaron un aumento en la rentabilidad del 4.1 % debido a la aplicación de estos compuestos, evidenciando su eficacia en la mejora de la productividad agrícola (Shchuchka y Gulidova, 2021). En otro experimento realizado en 2019 en Alemania, se evaluó el efecto de un bioestimulante en el crecimiento de plántulas de *Triticum aestivum* L. (trigo), en combinación con suplementos de nitrógeno. Los resultados indicaron una mejora significativa en la absorción de nitratos, lo que se tradujo en un aumento en la asimilación de nitrógeno por la biomasa de las plantas. Este nitrógeno adicional fue incorporado principalmente en forma de glutamato, glutamina, aminoácidos libres, proteínas solubles y clorofila, mostrando una optimización en los procesos metabólicos y en la acumulación de compuestos esenciales para las plantas (Langowski et al., 2022).

En 2020, en Uzbekistán se evaluó el efecto de los bioestimulantes en el cultivo de *Cucumis sativus* L. (pepino), observándose una mejora en el rendimiento proporcional a las diferentes dosis aplicadas. Los incrementos de rendimiento registrados fueron de 10.28, 23.8, 24.27, y 14.29 % en función de las dosis administradas, lo que se tradujo en un aumento de peso correspondiente de 1.3, 2.3, 2.7 y 0.9 t/ha, respectivamente (Baratova et al., 2021). En 2012, en Alemania, se llevó a cabo un estudio sobre el cultivo de *Solanum melongena* L. (berenjena), donde se evaluó la aplicación de un bioestimulante bajo condiciones de campo. Los resultados indicaron un aumento significativo en el rendimiento temprano del cultivo, así como un incremento en el número de frutos por planta (Pohl et al., 2018).

En 2023, en Perú se aplicaron bioestimulantes a plántulas de *Theobroma cacao* L. (cacao) con el objetivo de optimizar el desarrollo vegetativo y la eficiencia en la absorción de nutrientes. Los resultados mostraron una mejora significativa en los niveles foliares de nutrientes clave como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), zinc (Zn), manganeso (Mn), magnesio (Mg), calcio (Ca) y hierro (Fe). Estos hallazgos indican que la aplicación de bioestimulantes no solo favorece el crecimiento vegetal, sino que también potencia la capacidad de asimilación de nutrientes (Rodríguez et al., 2023). Así mismo en otra investigación en La Libertad en el 2015, se usó un biostimulante en el cultivo de *Fragaria × ananassa* (fresa), obteniendo buenos resultados frente al desarrollo del sistema radicular y su mayor peso (Lozada, 2017).

En el 2022, en Ecuador se usó bioestimulantes en plántulas de cacao, teniendo buenos resultados en cuanto a el desarrollo fenológico óptimo de este, referido a los parámetro biométricos y favoreciendo hasta un 50 % mayor altura (Echeverria et al., 2023). En un estudio realizado en 2020 en Ecuador, se evaluó el uso de bioestimulantes con el propósito de mitigar el estrés térmico y reducir la incidencia de quemaduras en los chereles (frutos inmaduros), así como el estrés oxidativo derivado de enfermedades vasculares. Los resultados fueron favorables, evidenciando una mejora en la producción y una reducción significativa en la pérdida de frutos. Específicamente, se observó un incremento en el promedio de mazorcas sanas por planta, pasando de 5 a 5.17 (Vera y Molina, 2021).

En 2017, en Ecuador, se llevó a cabo un estudio sobre el uso de bioestimulantes en el cultivo de *Phaseolus vulgaris* L. (fréjol), centrado en evaluar su eficacia en el crecimiento inicial de las plántulas. Los resultados mostraron mejoras significativas en diversas variables biométricas, como el área foliar, el peso seco, la eficiencia y las tasas relativas de crecimiento, además de la asimilación neta y la relación de área foliar, destacando el impacto positivo de los bioestimulantes con un aumento del 143 % en las variables evaluadas (Chávez et al., 2019).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el fundo Aldo's, con coordenadas UTM: Este 391878; Norte 8983825 y altitud 656 msnm, ubicados en el distrito de Luyando, provincia Leoncio Prado, región Huánuco. Durante el periodo junio 2023 a junio del 2024 (Figura 1).



Figura 1. Lugar de ejecución del estudio

3.2. Datos climatológicos

Los registros climatológicos, que incluyen las temperaturas máximas y mínimas, fueron obtenidos de la estación meteorológica Tingo María (<https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>). La recolección de estos datos abarcó el periodo comprendido entre junio de 2023 y julio de 2023, como se detalla en la (Tabla 5). Durante octubre, se registraron temperaturas máximas de 36.6 °C y mínimas de 22.5 °C; mientras que, en junio de 2024, las temperaturas alcanzaron un máximo de 33.3 °C y un mínimo de 22.2 °C. Además, se registró una precipitación elevada durante el período comprendido entre noviembre y enero, alcanzando un máximo de 390 mm/mes. En contraste, en el último mes de evaluación se observó una precipitación moderada, con un acumulado de 139.6 mm/mes (SENAMHI, 2024).

Tabla 5. Datos climatológicos registrados para la investigación en la investigación, junio del 2023 a junio 2024

Fecha	T° Min (°C)	T° Max (°C)	T° Media (°C)	Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
Jun-23	21,6	32,8	32,8	71,6	89,5
Jul-23	21,2	33,2	33,2	158,1	85,3
Ago-23	21,8	35,4	35,4	45,6	84,2
Set-23	22,4	36,4	36,4	119,6	94,0
Oct-23	22,5	36,6	36,6	110,7	91,4
Nov-23	23,0	36,1	36,1	328,8	94,0
Dic-23	23,4	35,0	35,0	390,2	95,3
Ene-24	23,7	35,4	35,4	383,8	93,5
Feb-24	23,8	35,6	35,6	278,3	93,3
Mar-24	23,6	36,0	36,0	262,7	92,8
Abr-24	23,4	34,5	34,5	157,0	95,3
May-24	23,6	34,3	34,3	202,9	94,0
Jun-24	22,2	33,3	33,3	70,4	92,1

3.3. Análisis físico-químico del suelo

Se muestran los resultados del análisis físico – químico del suelo al inicio de la investigación (Tabla 6), las muestras del suelo se extrajeron en modo de zigzag, posteriormente con base a 5 sub muestras se homogenizó y envió 1 kg de este al Laboratorio de análisis de suelo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tabla 6. Datos del análisis físico – químico del suelo experimental

Parámetros	Contenido	Interpretación	Método
Análisis físico			
Arena (%)	52	-	Hidrómetro
Arcilla (%)	20	-	Hidrómetro
Limo (%)	29	-	Hidrómetro
Textura	Franco	-	Triángulo textural
Análisis químico			
Ph	4,60	Fuertemente ácido	Potenciómetro
M.O. (%)	2,88	Medio	Walkey y black
N (%)	0,14	Medio	Micro Kjeldahl
P (ppm)	11,99	Medio	Olsen modificado
K (ppm)	60,97	Bajo	Acetato de amonio 1N pH
CIC	5,82	Bajo	Acetato de amonio 1N pH
Ca (Cmol (+)/kg)	2,93	Bajo	Absorción atómico
Mg (Cmol (+)/kg)	0,37	Medio	Absorción atómico
K (Cmol (+)/kg)	0,12	Bajo	Absorción atómico
Na (Cmol (+)/kg)	0,10	Bajo	Absorción atómico

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva
¹ Sánchez (2015)

3.4. Zona de vida

La zona de vida de Tingo María se enmarca en la clasificación de bosque muy húmedo Premontano Subtropical (bmh-PST) según la clasificación de zonas de vida de (Holdridge, 1987). El área de estudio se localiza a aproximadamente 10 minutos de Tingo María, compartiendo características ambientales similares, tales como una altitud de 660 m.s.n.m., una temperatura media de 24 °C, una precipitación anual promedio de 3600 mm, y una humedad relativa del 87 % (SENAMHI, 2024).

3.5. Historia y características del campo experimental

El lote de cacao en estudio abarca una superficie de 1 hectárea y cuenta con una antigüedad de trece años. En toda la extensión del cultivo se practica agricultura convencional, utilizando predominantemente la variedad CCN 51. Es importante destacar que no se realizaron aplicaciones previas de fertilizantes en el campo experimental, lo que resultó en una baja productividad antes del inicio del proyecto. El diseño de plantación sigue un espaciamiento de 3x3 metros, lo que equivale a una densidad de 1 111 plantas por hectárea.

3.6. Diseño experimental

El experimento se desarrolló centrando el estudio en los componentes descritos a continuación (Tabla 7):

Tabla 7. Componente en estudio

Entrada (Productos)	Unidad experimental (planta)	Salida (dosis adecuada)
Super Estim y Evergreen	<i>Theobroma cacao</i> L.	Cantidad de cojines florales, flores, cuajado, rendimiento y efecto en plagas y enfermedades.

3.6.1. Tratamiento en estudio

Está formado por siete tratamientos, de los cuales tres tratamientos son de diferentes dosis en bioestimulantes (Evergreen y Super Estim) y uno es el tratamiento testigo, el cual no recibirá aplicación de ningún producto (Tabla 8):

Tabla 8. Descripción de los tratamientos

Trat.	Descripción: Nombre común (nombre comercial)	mL/mochila	L/ha
T ₁	Testigo	0	0,00
T ₂	Bioestimulante floral (Super Estim)	50	0,50
T ₃	Bioestimulante floral (Super Estim)	100	1,00
T ₄	Bioestimulante floral (Super Estim)	200	2,00
T ₅	Bioestimulante floral (Evergreen)	50	0,50
T ₆	Bioestimulante floral (Evergreen)	100	1,00
T ₇	Bioestimulante floral (Evergreen)	200	2,00

3.6.2. Modelo experimental

Para el desarrollo del experimento, se implementó un Diseño de Bloques Completamente Aleatorizado (DBCA) con submuestreo, que consistió en cuatro bloques, siete tratamientos (Tabla 8), y cuatro submuestras por tratamiento. El modelo matemático correspondiente al esquema Aditivo Lineal del DBCA, considerando las unidades de muestreo, se expresa en la siguiente ecuación (1):

$$\gamma_{ij} = \mu + a_i + \beta_j + \zeta_{ij} + \varepsilon_m \quad \dots \quad (1)$$

Dónde:

γ_{ij} : Es la respuesta obtenida en la unidad experimental correspondiente al j-ésimo bloque, al cual se le aplicó el i-ésimo tratamiento.

μ : Efecto de la media general.

a_i : Efecto del i - ésimo tratamiento

β_j : Efecto del j - ésimo bloque

ζ_{ij} : Efecto aleatorio del Error experimental.

ε_m : Efecto aleatorio del Error muestral.

Para:

i = 1, 2, 3, 4...7 tratamientos

j = 1, 2, 3 y 4 bloques

3.6.3. Dimensiones del campo experimental

a) Unidad experimental (u.e.) o parcela o tratamientos

- Número de u.e. por bloque : 4
- Número total de u.e. : 112
- Largo : 84 m
- Ancho : 48 m
- Área : 4 032 m²
- Número de plantas
- ✓ Distanciamiento 3x3 : 448

b) Bloques

- Número de bloques : 4
- Largo de bloques : 84 m
- Ancho de bloques : 12 m
- Área del bloque : 1 008 m²

c) Dimensiones del campo experimental

- Largo : 100 m
- Ancho : 100 m
- Área : 10000 m²

El croquis para este presente trabajo de investigación fue distribuido de la siguiente manera (Figura 2).

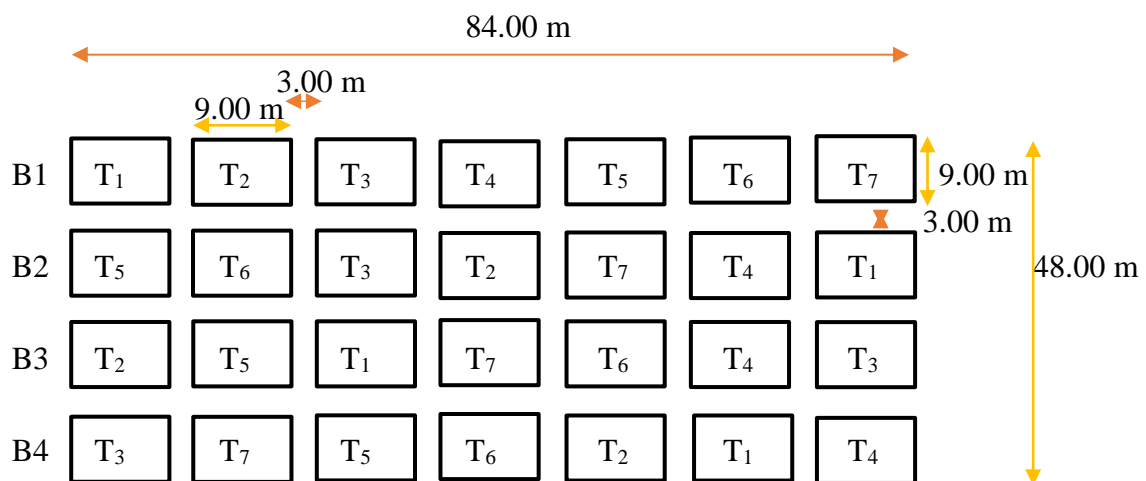


Figura 2. Croquis de área experimental

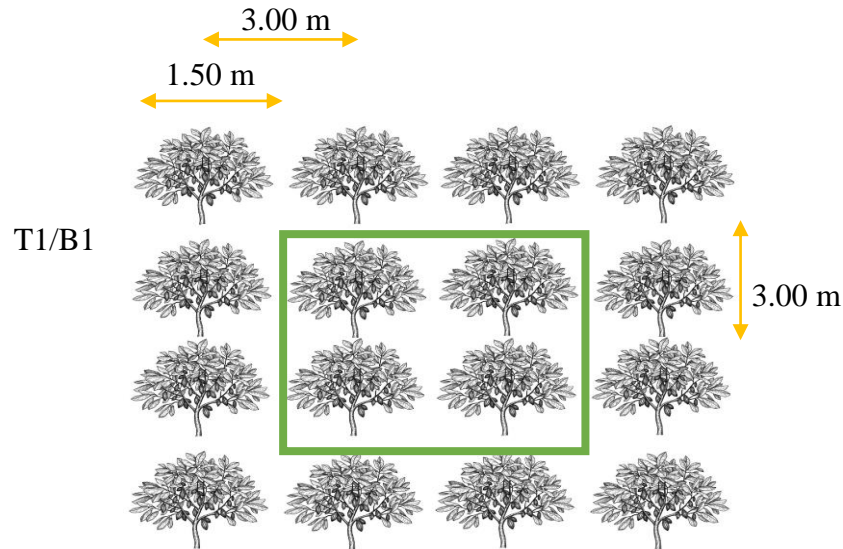


Figura 3. Croquis de los tratamientos

La disposición experimental incluyó 16 plantas por unidad (Figura 3), sumando un total de 448 plantas en el estudio. De estas, se evaluaron 28 plantas por bloque y 16 plantas por tratamiento, lo que resultó en la evaluación de 112 plantas de cacao distribuidas en los 4 bloques del proyecto.

3.7. Análisis estadístico

El análisis de varianza se llevó a cabo con un nivel de significancia de ($\alpha=0.05$), y se calculó el coeficiente de variabilidad conforme a la ecuación (2). Asimismo, se empleó la prueba de comparaciones múltiples de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC) para identificar las diferencias significativas entre medias ($\alpha=0.05$). Todo el análisis fue realizado utilizando el software Infostat (Balzarini et al., 2008).

Tabla 9. Modelo de Análisis de Variancia de Bloques completamente al azar con sub muestras

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Tab.
Bloques	r-1	SCB	SCB/g _B =CMB	CMB/CM _{ee}	F _α (g _B , g _{lee})
Tratamientos	t-1	SC _{trat}	SC _{trat} /g _{trat} =CM _{tra}	CM _{trat} /CM _{ee}	F _α (g _{trat} , g _{lee})
Error muestral	tb(r-1)	SC _{em}	SC _{em} /g _{lem} =CM _{em}		
Error experimental	(t-1)(r-1)	SC _{ee}	SC _{ee} /g _{lee} =CM _{ee}		
Total	tr-1	SC _{total}			

t: tratamiento, r: repetición (unidades experimentales).

$$CV = \frac{\sqrt{CM_e}}{Y_{..}} \times 100 \quad \dots (2)$$

3.7.1. Variables en estudio

a. Variables dependientes (parámetros evaluar)

- Número de cojines florales por planta.

- Número de flores por planta.
- Número de cuajado de mazorcas.
- Análisis foliar.
- Rendimiento potencial y real.
- Análisis de relación beneficio/costo.

b. Variables independientes

- Super Estim
- Ever Green

3.7.2. Regresión lineal

La ecuación de la regresión lineal es la siguiente ecuación (3):

$$Y_i = aX_i + b + \epsilon_i \quad \dots (3)$$

Leyenda:

Y_i = Variable dependiente

X_i = Variable independiente

a = Intercepta con el eje Y o tasa.

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad \dots (4)$$

b = Coeficiente de regresión (pendiente de la línea recta):

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - a \sum_{i=1}^n x_i}{n} = Y - aX \quad \dots (5)$$

ϵ_i = Error asociado a la medición del valor X_i y siguen los supuestos de modo que $\epsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$ (media cero, varianza constante e igual a un σ $\epsilon_i \perp \epsilon_j$ con $i \neq j$).

El coeficiente de determinación:

$$r = \frac{n(\sum_{i=1}^n X_i Y_i) - (\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{\sqrt{n(\sum_{i=1}^n X_i^2) - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \cdot \sqrt{n(\sum_{i=1}^n Y_i^2) - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2}} \quad \dots (6)$$

Leyenda:

r = Coeficiente de determinación

Y_i = Variable dependiente

X_i = Variable independiente

n = n-esima evaluación

El coeficiente de correlación lineal:

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad \dots (7)$$

3.8. Metodología

3.8.1. Análisis de la aplicación de bioestimulantes en el comportamiento de la floración y cuajado de flores

Previamente a las evaluaciones se eliminaron todas las flores y frutos en cada planta de la unidad experimental, consecuentemente se realizó la evaluación en los primeros 1.5 metros, partiendo desde la base de dos ramas productivas, así como también que cada planta a evaluar estuvo diferenciada por una cinta para cada planta evaluar (Figura 4c). Las evaluaciones se efectuaron de manera quincenal a partir del 7 de diciembre de 2023, tras la aplicación de los tratamientos, con la selección de ramas con diámetros uniformes.



Figura 4. Evaluación floral: a. Reconocimiento de rama a evaluar, b. Identificación de botones activos, c. Conteo de floral por botón y d. Cuajado de flor

3.8.2. Evaluación de la incidencia de carmenta y enfermedades

Para evaluar la incidencia, se recolectaron todos los frutos maduros, tanto los sanos como los afectados, los cuales fueron clasificados según la presencia o ausencia de síntomas (Figura 5c). Los frutos enfermos se categorizaron en función de la sintomatología específica, identificándose como afectados por carmenta o enfermedades (moniliasis, escoba de bruja y pudrición parda). Además, se removieron y cuantificaron los frutos no aptos para la cosecha (dañados) y aquellos con signos de enfermedad, registrándose el número total de frutos

afectados por cada patología (Figura 5b). Finalmente, la incidencia de cada enfermedad se determinó utilizando el número total de frutos evaluados y cosechados (ecuación 8).



Figura 5. Identificación de incidencia de enfermedades: a. Reconocimiento de fruto enfermo, b. Remoción de frutos enfermos, c. Cosecha de frutos y d. Frutos sanos

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Frutos totales enfermos}}{\text{Frutos totales evaluados (S+E)}} \times 100 \quad ..(8)$$

Donde:

S = Frutos sanos

E = Frutos enfermos

3.8.3. Diagnóstico de análisis foliar

Se recolectaron cuatro hojas de cada planta de cacao, las cuales se agruparon según el tratamiento correspondiente. Estas muestras fueron transportadas al Laboratorio de Agua, Suelos y Ecotoxicología de la Facultad de Agronomía en la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS). En el laboratorio, se llevaron a cabo los análisis pertinentes para cuantificar las concentraciones de macroelementos (N, K, P, Ca, Mg y Na) y microelementos (Mn, Zn, Cu, Fe) presentes en las muestras recolectadas.

- **Determinación de Nitrógeno (N) foliar**

Para determinar el contenido de nitrógeno (N) en las hojas de cacao, se utilizaron muestras secas previamente procesadas (Anexo: Figura 22a y 22b). Cada muestra fue triturada utilizando una trituradora Tomtop H33869 modelo U72 y posteriormente identificada por tratamiento (Anexo: Figura 22c). Se tomaron 0.25 g de cada muestra, a las cuales se les añadió 1 g de catalizador (K_2SO_4) sobre papel graso (Anexo: Figura 22d y 22e). Con la ayuda de una micropipeta graduada de la marca D-Lab, se añadieron 3.5 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) (Anexo: Figura 22f), se calentaron las muestras hasta obtener una solución clara, se dejó enfriar, se añadieron 10 mL de agua destilada y se transfirieron a la unidad de destilación. Se agregaron 3 gotas de fenolftaleína y NaOH hasta que la solución cambió a rojo claro, indicando la neutralización.

- **Determinación de Fósforo (P) foliar**

Con la ayuda de una micropipeta graduada (Marca D- Lab), se tomó 2 mL del extracto de cada tratamiento (Anexo: Figura 23a) y se colocaron en tubos de ensayo (Marca Corning Pyrex®) de 20 mL (Anexo: Figura 23b), luego se agregaron 3 mL de agua destilada y 5 mL de un compuesto reductor de fósforo (molibdato de amonio + metabanadato de amonio) (Anexo: Figura 23c), tras un reposo de 15 min para permitir la formación de una coloración lila, se procedió a registrar la lectura a 470 nm en el espectrofotómetro (Genesys® 10S UV-VIS) (Anexo: Figura 23d).

- **Determinación de micorelementos (Ca, K, Mg, Na, Zn, Fe, Cu, Mn) foliar**

Se pesaron 2 g de muestra foliar en crisoles medianos (Marca Haldenwanger), los cuales fueron etiquetados cuidadosamente de acuerdo con el tratamiento asignado. Posteriormente, estos crisoles fueron colocados en una mufla (Marca Thermo Scientific-F47915) durante un período de 48 horas, permitiendo que las muestras fueran sometidas a una alta temperatura controlada para la eliminación de material orgánico. Al finalizar este proceso, los crisoles fueron retirados con precaución y se procedió a la siguiente etapa del análisis. Cada crisol fue sometido a un proceso de digestión en una cocina eléctrica (Marca Finezza-FZ201D1CH), añadiendo intercaladamente 8 mL de agua y 6 mL de HCl, lo cual permitió la descomposición de los elementos inorgánicos de las muestras. Una vez completada la digestión, las muestras fueron enjuagadas y filtradas utilizando agua destilada caliente, colectándolas en una fiola de 100 mL (Marca Kyntel). Finalmente, las muestras resultantes fueron etiquetadas y las lecturas correspondientes se registraron mediante un

espectrofotómetro (Marca Perkin Elmer-3100), asegurando la precisión en la cuantificación de los elementos presentes. Registro de rendimiento

3.8.4. Registro de rendimiento

Para cuantificar esta variable, se recolectaron los frutos maduros, tanto sanos como afectados, en las parcelas experimentales correspondientes a cada tratamiento en evaluación (28 plantas por bloque) (Figura 6a). La recolección se realizó quincenalmente, desde el 30 de abril hasta el 14 de junio de 2024. Durante cada evaluación, también se eliminaron los frutos verdes que mostraban signos de afectación. Los frutos maduros, ya sean sanos o enfermos, se abrieron para extraer las almendras, que fueron pesadas con una balanza de precisión (Figura 6b). Los frutos recolectados de cada unidad experimental fueron almacenados en sacos, sometidos a un proceso de fermentación (Figura 6c) y luego secados en mantas tipo diamante (Figura 6d). Los pesos obtenidos sirvieron como base para estimar la cantidad de frutos por parcela y calcular el rendimiento proyectado.



Figura 6. Análisis de rendimiento: a. Cosecha de frutos, b. Pesado de frutos cosechados, c. Fermentado de granos y d. Secado de granos

3.8.5. Análisis de rentabilidad

Se realizó un análisis económico para calcular el índice de rentabilidad de los tratamientos en estudio, utilizando la siguiente ecuación (9) (Gitman y Zutter, 2012):

$$IR = \frac{UN}{CT} * 100 \quad \dots (9)$$

Donde:

IR = Índice de rentabilidad

UN = Utilidad Neta

CT = Costo Total

Se realizó también el análisis de beneficio/ costo de los tratamientos en estudio, utilizando la siguiente ecuación (10) (Gittinger, 1982):

$$BC = \frac{VB}{CT} * 100 \quad \dots (10)$$

Donde:

BC = Beneficio costo

UN = Valor bruto

CT = Costo Total

El ingreso bruto en todos los tratamientos, se determinó multiplicando el número de frutos producidos para 1 ha por el precio del cacao en seco.

3.9. Ejecución del proyecto

3.9.1. Selección y marcación de la parcela de cacao

Se seleccionó una parcela de cacao, que posteriormente, se eligieron 4 plantas en cada unidad experimental, sumando un total de 16 plantas, las cuales fueron delimitadas mediante estacas en cada esquina (Figura 7a). Cada árbol fue marcado con una cinta que indicaba el dígito del tratamiento y el bloque correspondiente. Asimismo, se colocó una cinta a un metro y medio desde la base a dos ramas productivas de cada planta (Figura 7b).



Figura 7. Delimitación de tratamientos: a. Corte de estacas y b. Codificación con cinta

3.9.2. Labores culturales

Todas las malezas presentes en y alrededor de la parcela experimental fueron eliminadas utilizando una motoguadaña de la marca Honda (Figura 8a), comenzando el

1 de octubre de 2024 y continuando con esta labor de manera regular cada tres meses. Paralelamente, se llevaron a cabo diferentes tipos de poda con una tijera ajustable, cortando las ramas laterales y despuntando las plantas para optimizar la estructura del cultivo.

Este proceso buscó mantener dos o tres ramas productivas por planta y limitar la altura a un máximo de 3 metros (Figura 8b). Las labores de poda iniciaron el 5 de octubre de 2024 y se completaron en el transcurso de una semana. Posteriormente, el 7 de noviembre de 2023, se eliminaron todas las flores y frutos de las cuatro plantas seleccionadas en cada unidad experimental.



Figura 8. Labores culturales: a. Desmalezado con motoguadaña y d. Poda fitosanitaria y mantenimiento

3.9.3. Encalado y abonamiento de suelos

En el sitio experimental, se llevó a cabo un muestreo de suelo con dimensiones de 20 cm tanto en longitud como en ancho. Las cuatro submuestras obtenidas fueron integradas de manera homogénea, y mediante el método del cuadrante, se recolectó una muestra compuesta de 1 kg (Figura 9a y 9b). Esta muestra fue trasladada al laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, donde se realizaron los análisis de caracterización.

Basado en los resultados obtenidos del análisis de suelo (Anexo: Figura 27), se determinó la dosis óptima de enmienda a aplicar, optándose por dolomita agrícola en una proporción de 1.8 kg por planta (Figura 9c). La aplicación se inició el 17 de octubre de 2023. Dos meses más tarde, el 3 de noviembre de 2023, se realizó un plateo alrededor de la base del árbol, en el cual se incorporaron 573 g de un fertilizante compuesto previamente mezclado y dosificado, aplicado cuidadosamente en el área bajo la copa del árbol (Figura 9e y 9f), siguiendo las recomendaciones específicas derivadas del análisis de suelo.



Figura 9. Prácticas en el suelo: a. Marcado de cuadrante, b. Muestra de suelo, c. Aplicación de dolomita (encalado), d. Plateo, e. Pesado de Abono y f. Aplicación de abono

3.9.4. Dosificación de los productos

La preparación de los insumos se realizó de manera individual para cada tratamiento especificado en la (Tabla 8). El volumen de agua requerido se determinó utilizando un pulverizador manual marca Jacto, equipada con una boquilla de cono ajustable de 20 L como referencia y calculó la cantidad precisa de insumos según la dosificación indicada (Tabla 9). La dosis del producto se midió en un recipiente de plástico, luego se completó el volumen con agua hasta alcanzar la capacidad requerida (Figura 10a, b y c). La aplicación se efectuó en condiciones de temperatura moderada, con el fin de optimizar la absorción y la translocación del producto (Figura 10d).



Figura 10. Aplicación de productos: a. Productos, b. Dosificación, c. Sobrellenado con agua y d. Aplicación de productos al sistema foliar

Para determinar la cantidad de producto a utilizar, se aplicó la regla de tres simples considerando el gasto de agua (Tabla 10), por ejemplo, para el tratamiento T₇ (Evergreen 2 L) a la dosis de 2000 mL/cilindro (cilindro = 200L) el gasto por tratamiento fue:

$$\begin{array}{l}
 2000 \text{ mL de Super Estim} \longleftrightarrow 200 \text{ L} \\
 50 \text{ mL de Super Estim/tratamiento/aplicación} \longleftrightarrow 5 \text{ L}
 \end{array}$$

Para el tratamiento T₂ (Evergreen 2 L) el gasto del producto por aplicación fue de 50 mL diluido en 5 L de agua.

Tabla 10. Gasto de los tratamientos (mL) por aplicación y en todo el experimento

Trat.	Descripción	Dosis/ 200 L	Gasto Agua	Dosis/tratamiento	Gasto agua/experimento	Gasto total del producto
T ₇	Evergreen	2000 mL	5 L	50,0 mL	15 L	150 mL
T ₆	Evergreen	1000 mL	5 L	25,0 mL	15 L	75 mL
T ₅	Evergreen	500 mL	5 L	12,5 mL	15 L	37,5 mL
T ₄	Super Estim	2000 mL	5 L	50,0 mL	15 L	150 mL
T ₃	Super Estim	1000 mL	5 L	25,0 mL	15 L	75 mL
T ₂	Super Estim	500 mL	5 L	12,5 mL	15 L	37,5 mL
T ₁	Testigo	-	-	-	-	-

Trat : Tratamiento

3.9.5. Momento de aplicación

A los 7 días después de las podas (ddp) se realizó la primera aplicación del producto utilizando una mochila fumigadora manual (previa dosificación de acuerdo con los tratamientos), la segunda aplicación se realizó a los 15 días después de la primera aplicación y la tercera aplicación a los 15 días después de la segunda aplicación (Tabla 11). Las aplicaciones se realizaron en tres fechas: 22 de noviembre de 2023, 7 de diciembre de 2023 y 22 de diciembre de 2023.

Tabla 11. Momento de aplicación de los bioestimulantes

Número de aplicaciones	Momentos de aplicación (ddp)
Primera	7
Segunda	22
Tercera	37

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Cuantificación de cojines florales, flores y cuajado en plantas de cacao

a. Análisis de varianza ($\alpha=0.05$)

Los datos obtenidos del análisis de cojines florales (ver Anexo: Tablas 20 y 21) fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia del 5 % ($\alpha = 0.05$) (Tabla 12), para evaluar la cantidad de cojines florales presentes en dos ramas productiva específica de las plantas de cacao. De acuerdo con la prueba p-valor del ANOVA, un valor inferior a 0.05 proporciona evidencia estadísticamente significativa para rechazar la hipótesis nula, lo que sugiere la existencia de diferencias estadísticas (Suárez, 2012). En algunas de las evaluaciones se detectaron diferencias significativas entre los bloques (Tabla 12), lo que implica que los resultados estuvieron influenciados por los bloques experimentales, según lo propuesto por Calzada (1982). Esto sugiere que la homogeneidad del área experimental fue limitada, en concordancia con lo recomendado por Tejedor (2003), quien enfatiza la importancia de esta técnica en escenarios donde las unidades experimentales presentan heterogeneidad.

Con respecto a los tratamientos se encontró diferencias estadísticas significativas para la cuantificación de cojines florales, floración y cuajado de frutos en la primera evaluación, mayor valor (evaluación que alcanzó el valor mas alto de la variable en estudio) y evaluación menor (evaluación que alcanzó el valor mas bajo de la variable en estudio) realizado en el experimento. Al analizar estos valores, se destaca que las hormonas vegetales y los nutrientes foliares si apoyan a la activación constante de cojines florales, como lo respalda Arunkumar et al. (2019), quienes destacan la importancia de utilizar hormonas vegetales para apoyar a la eficiencia de cojines florales, floración y cuajados de frutos en cacao. Asimismo Kumar et al. (2021) señala las interacciones entre macro y micronutrientes en plantas, destacando cómo estos nutrientes afectan el crecimiento fisiológico, siempre en cuando se tenga un balance adecuado de nutrientes para optimizar la productividad y necesidad del cultivo. Como también Ahmed et al. (2024) analiza los efectos de los micronutrientes pueden mejorar la floración y el cuajado de frutos, destacando también la importancia de combinar micronutrientes con hormonas vegetales para mejorar los rendimientos y la calidad de la producción agrícola. Pues el fruto de cacao necesita de micronutrientes en su etapa de floración y el cuajado de frutos. Así como una fertilización balanceada y la aplicación foliar de micronutrientes para mejorar el rendimiento y calidad del cultivo de cacao (Prashar y Bakshi, 2022).

Tabla 12. Análisis de variancia (ANVA) ($\alpha= 0.05$) de la primera evaluación, evaluación mayor y menor en cojines florales, flores y frutos cuajados del cultivo de cacao, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024

Fuente de variación	GL	Cojines florales						Floración						Cuajado					
		1° Evaluación		Evaluación mayor		Evaluación menor		1° Evaluación		Evaluación mayor		Evaluación menor		1° Evaluación		Evaluación mayor		Evaluación menor	
		CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor
Bloque	3	248,75	*0,0011	159,56	NS0,1003	166,08	NS0,0611	19964,99	**0,0001	9618,44	NS0,7344	4061,08	**0,0001	1,68	NS0,7619	37,73	NS0,0515	87,6	**0,0001
Tratamiento	6	118,02	*0,0256	3055,4	**0,0001	485,70	**0,0001	15912,56	**0,0001	177346,57	**0,0001	2154,92	**0,0001	164,36	**0,0001	783,5	**0,0001	227,51	**0,0001
Error Muestral	21	38,44		38,68		35,66		1446,37		19702,06		496,55		6,55		20,48		7,4	
Error experimental	81	42,41		74,2		65,03		2533,32		22542,02		491,09		4,32		14,01		7,75	
Total	111																		
CV (%)		20,88		21,4		45,14		38,7		32,98		49,00		38,59		24,01		37,97	
R ²		0,4		0,77		0,44		0,48		0,45		0,48		0,76		0,82		0,74	

1° Evaluación : Primera evaluación realizada en el experimento.
 Evaluación mayor : Evaluación que alcanzó el mayor valor de la variable en estudio.
 Evaluación menor : Evaluación que alcanzó el menor valor de la variable en estudio (Octava y última evaluación).
 * : Significativo.
 ** : Altamente significativo.
 NS : No significativo.
 GL : Grados de libertad.
 CM : Cuadrados medios.
 CV : Coeficiente de varianza.
 R² : Coeficiente de determinación.

El coeficiente de variabilidad (CV) para el número de cojines florales fue de 20.88, 21.40 y 45.14 % para la primera evaluación, mayor y menor evaluación respectivamente, para floración fue de 38.7, 32.98 y 49.00 % para la primera evaluación, mayor y menor evaluación respectivamente y cuajado fue de 38.59, 24.01 y 37.97 % para la primera evaluación, mayor y menor evaluación respectivamente. A partir de estos resultados se puede concluir que hay una notable diversidad en los coeficientes, lo cual respalda la afirmación de Hernández (2020) acerca de los valores > 30 %, reflejan una relación dispersa con respecto a la media de los datos, mostrando diferencias altas entre sus medias, mientras que un valor bajo < 30 % demuestra una relación mas confiable entre las medias de las variables en estudio.

b. Prueba de DGC ($\alpha=0.05$)

Al realizar la prueba de prueba de Di Rienzo, Guzman y Casanoves (DGC) con un nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) (Tabla 13), se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos en lo que respecta al parámetro de cojines florales, número de flores y cuajado de frutos en árboles de cacao.

Cojines florales (Tabla 13), en las evaluaciones que alcanzaron el mayor y menor valor promedio del experimento, el tratamiento T₆ (Evergreen 1.0 L/ha) con 57.13 y 23.19 respectivamente y el tratamiento T₇ (Evergreen 2.0 L/ha) con 55.19 y 20.19 respectivamente, presentaron un mayor número de cojines florales, mostrando una cantidad superior en comparación con los demás tratamientos. Esto indica una influencia en cuanto a la incorporación de los ingredientes pertenecientes en el biostimulantes Evergreen (Tabla 4), destacando los macro nutrientes foliares presentes (N, P y K), pues este efecto se puede ver el análisis de tejido foliar realizado (Tabla 17) donde estos valores salieron altos. De acuerdo con Niether et al. (2018) menciona que después de una poda, el efecto de los nutrientes aplicados, junto con el microclima y la precipitación puede influir en la cantidad y la calidad de los cojines florales en *Theobroma cacao*, pués asi como se muestra en la (Tabla 5), los niveles de precipitación favorecieron una respuesta fisiológica óptima a los fertilizantes sólidos y bioestimulantes aplicados . Asi como Köhler et al. (2014) quienes sugieren que un manejo adecuado de los fertilizantes y bioestimulantes en épocas de precipitación podría mejorar la producción de cojines florales al reducir el estrés hídrico. Pues las hormonas vegetales tales como auxinas, giberelinas y citoquininas influyen también en la activación de cojines florales, como opinan Hussain et al. (2021) que señalan la interacción de estas en la morfogénesis y la transición floral, las implicaciones para el desarrollo de órganos reproductivos como los cojines florales en cacao, dado que estas hormonas son fundamentales en la diferenciación celular.

En lo que respecta a la floración (Tabla 13), el tratamiento T₆ (Evergreen 1.0 L/ha) con 593.13 y 92.56, destacó frente a los otros tratamientos en el mayor y menor valor promedio del experimento evaluado respectivamente, seguido del tratamiento T₅ (Evergreen 0.5 L/ha) con 550.69 y 74.31 destacó frente a los otros tratamientos en el mayor y menor valor promedio del experimento evaluado respectivamente; de acuerdo con Makila et al. (2023) mencionan que las giberelinas regulan el transporte polar de auxinas y su efecto en la división celular en el cambium, que es crucial para la formación de tejidos florales. Así mismo Sosnowski et al. (2023) revisa el impacto de las auxinas y citoquininas en el equilibrio adecuado entre estas hormonas es esencial para maximizar la floración y, por ende, la productividad del cacao.

Para el caso de cuajado (Tabla 13), el tratamiento T₅ (Evergreen 0.5 L/ha) con 23.63 y 13.25 destacó frente a los otros tratamientos en el mayor y menor valor promedio del experimento evaluado respectivamente, seguido del tratamiento T₆ (Evergreen 1.0 L/ha) con 23.00 y 10.19, destacó frente a los otros tratamientos en el mayor y menor valor promedio del experimento evaluado respectivamente. De acuerdo con Zhang et al. (2022) mencionan que las giberelinas, junto con otras fitohormonas como las auxinas y las citoquininas, influyen en el desarrollo de los frutos por medio de compuestos diterpenoides, controlan numerosos procesos de desarrollo de las plantas como la biosíntesis de tejidos, el crecimiento del meristemo axilar y un mayor tiempo de floración. Asimismo Skupa et al. (2014) describen la acción de las auxinas, destacando su carácter morfogénico, que modula numerosos aspectos del desarrollo de las plantas, apoyado del desarrollo generativo, la abscisión, la dominancia apical y los tropismos. Además de esto, proporcionan una red intrincada de interacciones que conducen hacia la expresión genética precisa y específica. Por lo tanto, se destacan los genes y las proteínas identificados como involucrados en las respuestas de las giberelinas, generando en la planta respuestas al estrés y un mejor desempeño fisiológico (Castro et al., 2022a).

Tabla 13. Prueba de Di Rienzo, Guzman y Casanoves (DGC) ($\alpha= 0.05$) del promedio máximo y mínimo evaluado de cojines florales, flores y frutos cuajados del cultivo de cacao, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024

Cojines florales									Floración									Cuajado																	
1° Evaluación			Evaluación mayor			Evaluación menor			1° Evaluación			Evaluación mayor			Evaluación menor			1° Evaluación			Evaluación mayor			Evaluación menor											
Trat.	Media	EE	Sig.	Trat.	Media	EE	Sig.	Trat.	Media	EE	Sig.	Trat.	Media	EE	Sig.	Trat.	Media	EE	Sig.	Trat.	Media	EE	Sig.	Trat.	Media	EE	Sig.								
T ₆	34,44	± 1.55	a	T ₆	57,13	± 1.55	a	T ₅	23,99	± 1.56	a	T ₅	176,63	± 9.51	a	T ₆	92,56	± 8.74	a	T ₆	10,19	± 0.72	a	T ₅	23,63	± 0.89	a	T ₅	13,25	± 1.00	a				
T ₇	33,31	± 1.55	a	T ₇	55,19	± 1.55	a	T ₆	23,19	± 1.56	a	T ₆	152,31	± 9.51	a	T ₅	550,69	± 35.09	a	T ₇	75,25	± 8.74	a	T ₇	9,44	± 0.72	a	T ₆	23,00	± 0.89	a	T ₆	10,19	± 1.00	b
T ₃	33,25	± 1.55	a	T ₅	51,63	± 1.55	b	T ₇	20,19	± 1.56	a	T ₇	148,5	± 9.51	a	T ₇	518,06	± 35.09	a	T ₅	74,31	± 8.74	a	T ₄	5,63	± 0.72	b	T ₇	22,56	± 0.89	a	T ₇	9,94	± 1.00	b
T ₅	31,81	± 1.55	a	T ₃	32,69	± 1.55	c	T ₃	19,98	± 1.56	a	T ₄	123,25	± 9.51	b	T ₄	462,06	± 35.09	a	T ₁	69,75	± 8.74	b	T ₂	3,88	± 0.72	c	T ₄	18,69	± 0.89	b	T ₃	5,42	± 1.00	c
T ₂	29,88	± 1.55	b	T ₄	31,88	± 1.55	c	T ₄	14,91	± 1.56	b	T ₂	116,13	± 9.51	b	T ₂	393,75	± 35.09	b	T ₄	60,94	± 8.74	b	T ₃	3,31	± 0.72	c	T ₃	15,94	± 0.89	b	T ₄	5,29	± 1.00	c
T ₁	27,94	± 1.55	b	T ₂	29,06	± 1.55	c	T ₁	14,04	± 1.56	b	T ₃	112,63	± 9.51	b	T ₃	362,63	± 35.09	b	T ₃	57,25	± 8.74	b	T ₅	3,00	± 0.72	c	T ₂	14,63	± 0.89	b	T ₂	4,25	± 1.00	c
T ₄	27,69	± 1.55	b	T ₁	24,25	± 1.55	d	T ₂	8,75	± 1.56	c	T ₁	80,88	± 9.51	c	T ₁	305,81	± 35.09	b	T ₂	57,06	± 8.74	b	T ₁	2,25	± 0.72	c	T ₁	5,88	± 0.89	c	T ₁	3,19	± 1.00	c

Promedios seguidos por la misma letra no presenta diferencias estadísticas significativas

1° Evaluación : Primera evaluación realizada en el experimento.
 Evaluación mayor : Evaluación que alcanzó el mayor valor de la variable en estudio.
 Evaluación menor : Evaluación que alcanzó el menor valor de la variable en estudio.
 Trat : Tratamiento.
 EE : Error experimental.
 Sig : Significativo.

T₁ (Testigo)
 T₂ (Super Estim 0.5 L/ha)
 T₃ (Super Estim 1.0 L/ha)
 T₄ (Super Estim 2.0 L/ha)
 T₅ (Evergreen 0.5 L/ha)
 T₆ (Evergreen 1.0 L/ha)
 T₇ (Evergreen 2.0 L/ha)

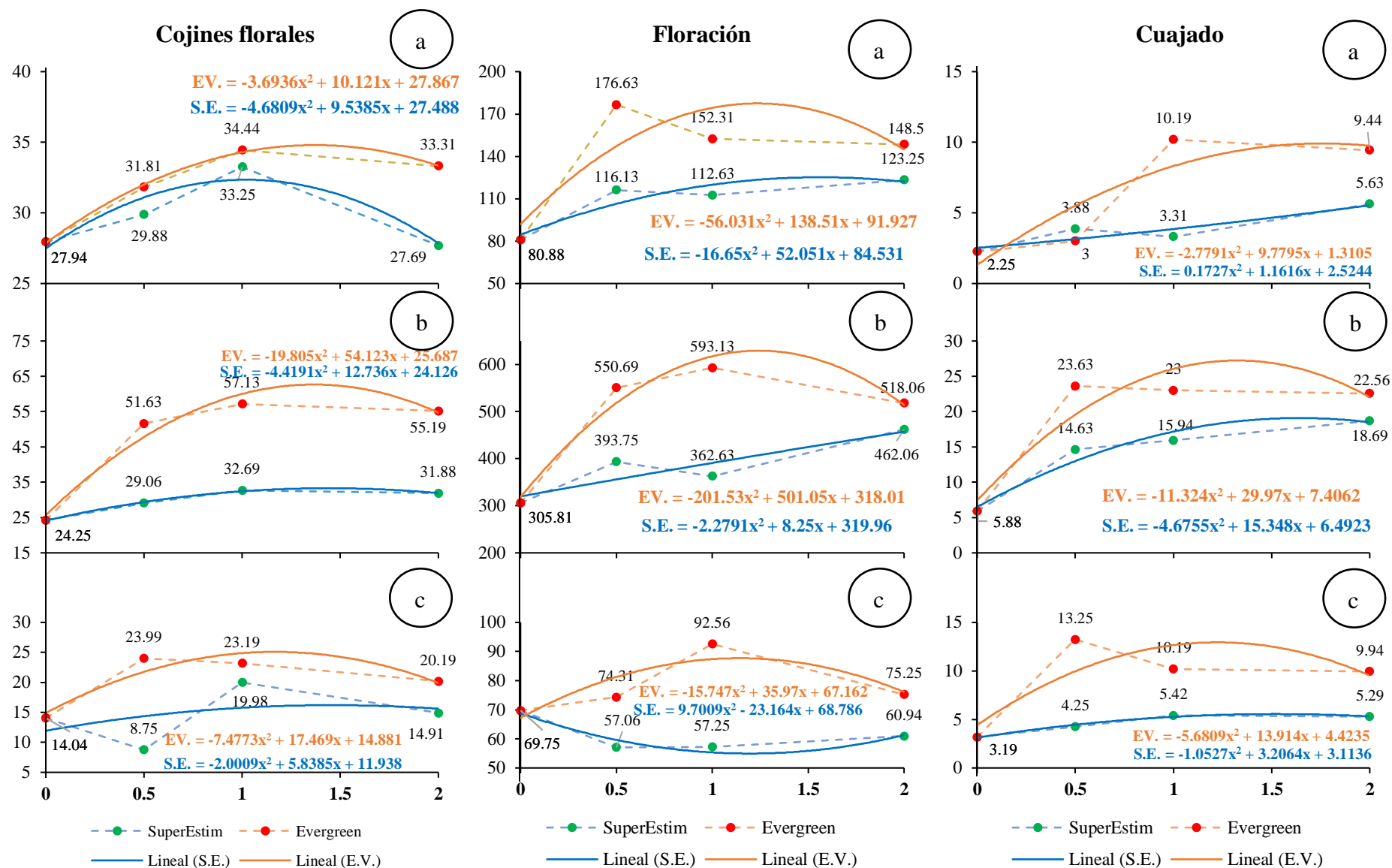


Figura 11. Correlación de dosis de bioestimulantes y variables en estudio de: a. Primera evaluación, b. Evaluación mayor y c. Evaluación menor

Tabla 14. Análisis matemático con la primera derivada a ecuaciones polinómicas, para hallar la mejor dosis en cojines florales, floración y cuajado del cultivo de cacao, en el fundo Aldo's, diciembre 2023 a abril 2024

Función matemática	Cojines florales	
	Evergreen	Super Estim
f(x)	$3.6936x^2+10.121x+27.867$	$-4.4191x^2+12.736x+24.126$
f'(x)	$x'=1.37$	$x'=1.441$
Función matemática	Floración	
	Evergreen	Super Estim
f(x)	$-201.53x^2+501.05x+318.01$	$-2.2791x^2+8.25x+319.96$
f'(x)	$x'=1.24$	$x'=1.81$
Función matemática	Cuajado	
	Evergreen	Super Estim
f(x)	$-11.324x^2+29.97x+7.4062$	$-4.6755x^2+15.348x+6.4923$
f'(x)	$x'=1.323$	$x'=1.641$
PROMEDIO (X')	1.30	1.63

Al examinar las ecuaciones polinómicas de segundo grado, específicamente en la evaluación de las variables con mayores valores (Tabla 14), se observa que para el desarrollo de cojines florales, la dosis que presenta el mayor impacto, según el análisis de la primera derivada de la ecuación, es de 1.37 L/ha al utilizar Evergreen. De manera similar, con el empleo de Super Estim, la dosis que tendría un efecto más significativo en la evaluación es de 1.441 L/ha, lo que sugiere que estas cantidades son las más efectivas para incrementar el número de cojines florales por planta.

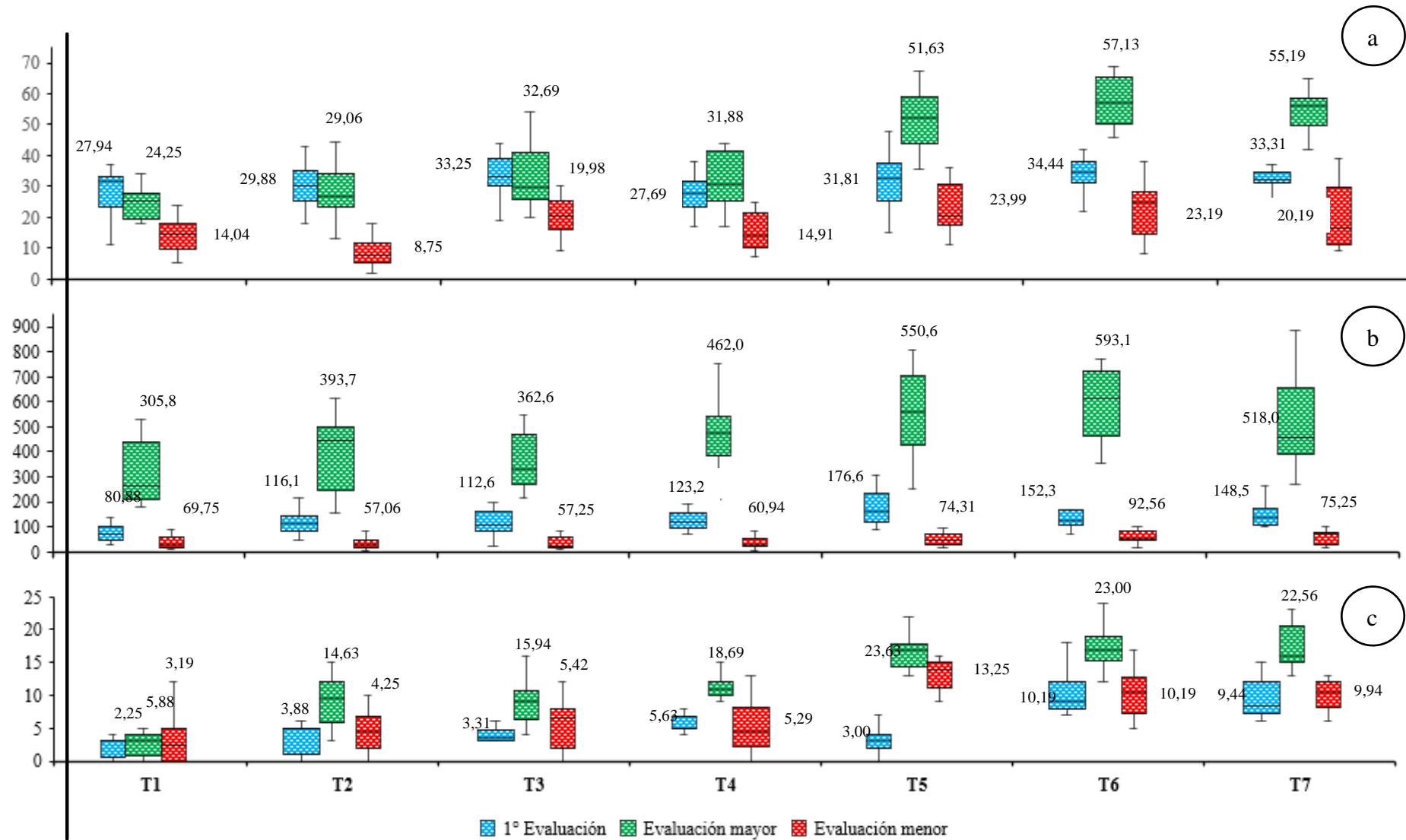
En cuanto a la floración, el análisis revela que la dosis óptima de Evergreen, con el mayor impacto según la primera derivada, es de 1.24 L/ha. Por otro lado, para Super Estim, la dosis de 1.81 L/ha se identifica como la más eficaz en la promoción del número de flores por planta.

Asimismo, en el caso del cuajado, se identifica que la dosis más efectiva de Evergreen, con base en la primera derivada, es de 1.323 L/ha, mientras que para Super Estim, una dosis de 1.641 L/ha ofrece el mayor impacto en el número de frutos cuajados por planta.

Al consolidar los datos obtenidos, se determina que la dosis óptima promedio para Evergreen en las variables analizadas es de 1.3 L/ha, mientras que para Super Estim, la dosis más efectiva es de 1.53 L/ha. Estos resultados subrayan la importancia de ajustar las dosis de los bioestimulantes para maximizar el rendimiento en términos de cojines florales, floración y cuajado en las plantas estudiadas.

Analizando los otros ingredientes perteneciente en los bioestimulantes en estudio destacan las vitaminas del complejo B, pues estas actúan directamente con el metabolismo celular. Como la tiamina (B₁) y la riboflavina (B₂) desempeñan funciones clave en la producción de energía y la síntesis de ADN, lo cual es crítico durante la floración y el desarrollo de frutos. La niacina (B₃) y el ácido pantoténico (B₅) son esenciales para la formación de coenzimas como NAD y CoA, que participan en la fotosíntesis y la respiración, procesos vitales para el crecimiento de los frutos (Kennedy, 2016). Teniendo en cuenta a Yoshii et al. (2019) explica cómo la colina y el ácido fólico, pueden influir en la formación de frutos en el cacao. La colina es importante para la síntesis de fosfolípidos, que son componentes esenciales de las membranas celulares, mientras que el ácido fólico participa en la síntesis de nucleótidos, fundamentales durante la división celular en la fase de desarrollo del fruto. En los tratamientos T₂, T₃ y T₄, los valores se mantienen bajos debido a una composición diferente del Super Estim, pues se asume un desbalance hormonal en la composición de este bioestimulante hizo que muestren comportamiento no deseables.

El diagrama de puntos y colas de la primera evaluación, evaluación con mayor y menor promedio de las evaluaciones realizadas, para cojines florales (Figura 12a); el mayor valor analizado fue el del tratamiento T₆ (Evergreen 1.0 L/ha) con promedio de 34.44, 57.13 y 23.19 respectivamente para las tres evaluaciones enfatizadas y con un menor promedio se puede analizar el tratamiento T₂ (Super Estim 0.5 L/ha), con un promedio de 29.88, 29.06 y 8.75 para las tres evaluaciones enfatizadas, asimismo se puede analizar la cantidad de flores (Figura 12b) el tratamiento T₆ con un promedio de 152.3, 593.13 y 92.56 respectivamente fue mayor para las tres evaluaciones enfatizadas. Asimismo analizando un desempeño similar en frutos cuajados (Figura 12c) el tratamiento T₆ con un promedio de 10.19, 23.00 y 10,19 fue mayor para las tres evaluaciones enfatizadas. Los elevados valores en las variables evaluadas pueden ser atribuidos a una serie de procesos bioquímicos inducidos por los compuestos aplicados, como las auxinas y el ácido indolacético, estas promueven la expansión celular y la diferenciación de tejidos, apoyando para la formación de cojines florales, actuando regulando la expresión génica y promoviendo la acidificación de la pared celular, lo que facilita la elongación celular (Sauer et al., 2013). Por otro lado, las giberelinas juegan un papel clave en la regulación del crecimiento vegetativo y reproductivo al estimular la degradación de los represores DELLA, permitiendo la activación de genes que promueven la elongación celular y la floración (Daviere y Achard, 2013). En el caso del *Theobroma cacao*, esta estimulación favorece el desarrollo de cojines florales más numerosos, floración y cuajado al preparar a la planta para la reproducción en condiciones óptimas.

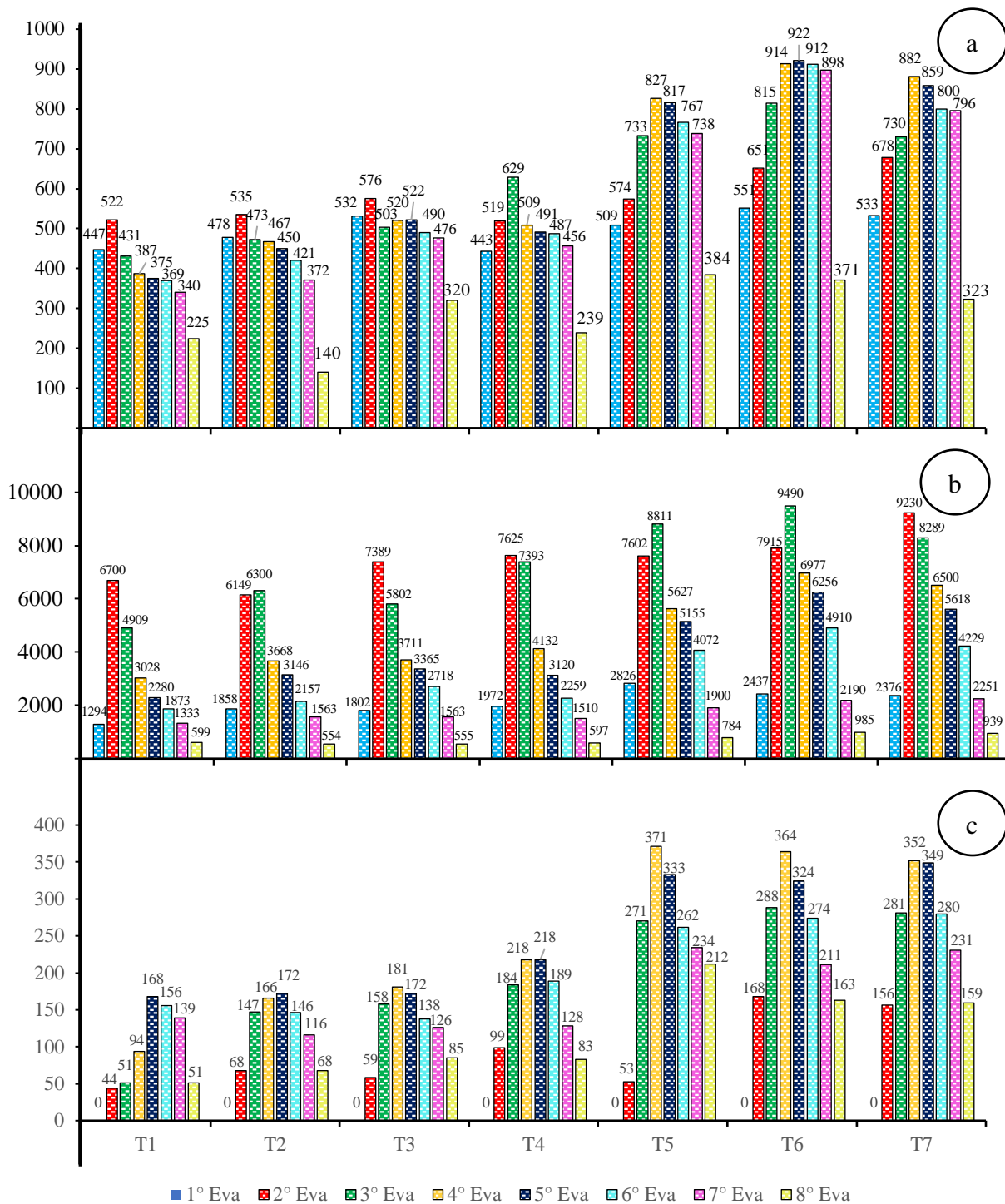


T₁ (Testigo) T₂ (Super Estim 0.5 L/ha) T₃ (Super Estim 1.0 L/ha) T₄ (Super Estim 2.0 L/ha)
 T₅ (Evergreen 0.5 L/ha) T₆ (Evergreen 1.0 L/ha) T₇ (Evergreen 2.0 L/ha)

Figura 12. Diagrama de puntos y cola de los promedio de las variables evaluadas: a. Cojines florales, b. Floración y c. Frutos cuajados

Asimismo las citoquininas, además, fomentan la división celular y retrasan la senescencia, asegurando que los cojines florales, flores y frutos cuajados se mantengan viables durante un período prolongado. Este efecto es potenciado por la presencia de colina y vitaminas del complejo B (como la Tiamina y el Ácido Pantoténico), que participan en el metabolismo energético y en la síntesis de cofactores esenciales para la biosíntesis de hormonas y metabolitos secundarios (Marschner, 2011; Ozturk et al., 2023).

De la misma forma en la composición química de los bioestimulantes en estudio hubo la presencia de nutrientes como el Nitrógeno (N), esencial en la biosíntesis de aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos, asimismo promueve la división y elongación celular, como se encuentra involucrado en la regulación de las hormonas vegetales, como las auxinas y giberelinas, que son fundamentales para la iniciación y desarrollo de las flores (Herrera, 2019). El fósforo (P) es un componente clave del ATP, esencial para la transferencia de energía en la planta y vital durante la fase de floración y cuajado de frutos, ya que proporciona la energía necesaria para la formación de flores y el desarrollo del fruto. Diversos estudios, como el de Marschner (2011), han demostrado que el fósforo participa en la síntesis de fosfolípidos, que son cruciales para la formación de nuevas membranas celulares durante el desarrollo floral.



T₁ (Testigo) T₂ (Super Estim 0.5 L/ha) T₃ (Super Estim 1.0 L/ha) T₄ (Super Estim 2.0 L/ha)
 T₅ (Evergreen 0.5 L/ha) T₆ (Evergreen 1.0 L/ha) T₇ (Evergreen 2.0 L/ha)

Figura 13. Diagrama de barras de la sumatoria de variables evaluadas: a. Cojines florales, b. Floración y c. Frutos cuajados

c. Ecuación lineal

Con los resultados obtenidos de las evaluaciones (Anexo: Tabla 20 y 21), se obtuvo el incremento y la ecuación lineal de primer grado de la actibación de cojines florales, flores y cuajado de frutos en el experimento en estudio.

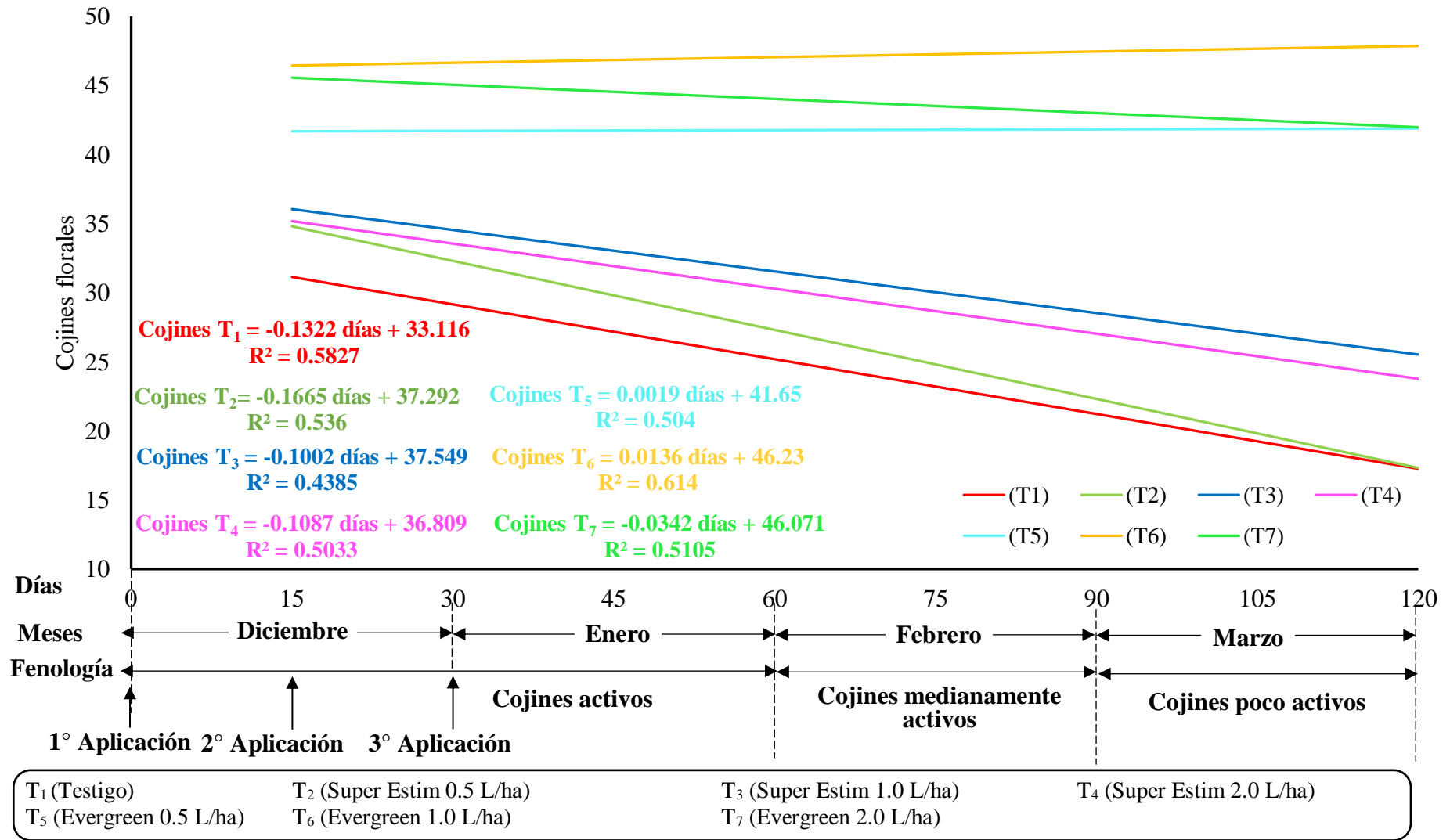


Figura 14. Dinámica de cojines florales activos cada 15 días en los tratamientos en estudio del cultivo de cacao, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024

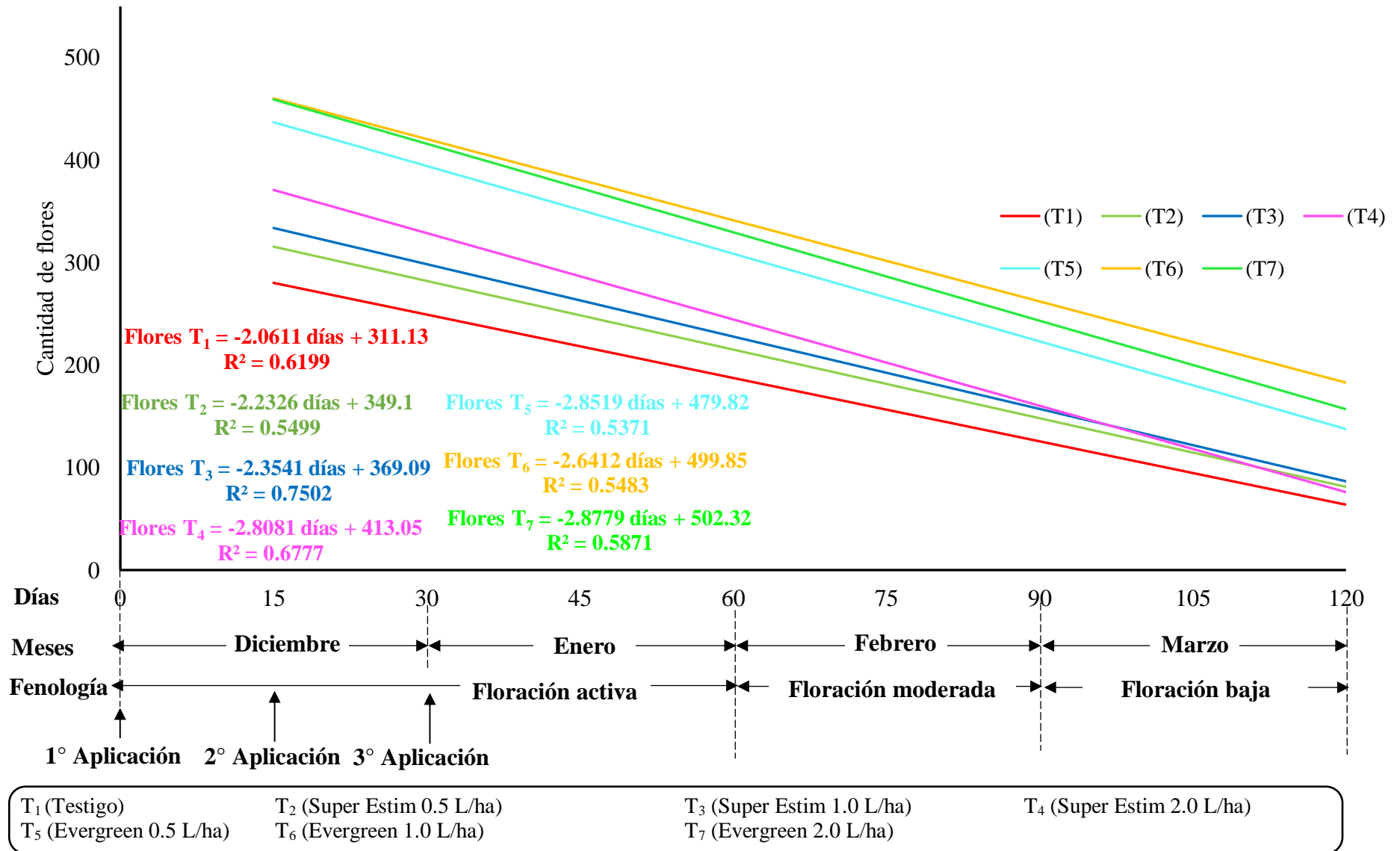


Figura 15. Dinámica de flores cada 15 días en los tratamientos en estudio del cultivo de cacao, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024

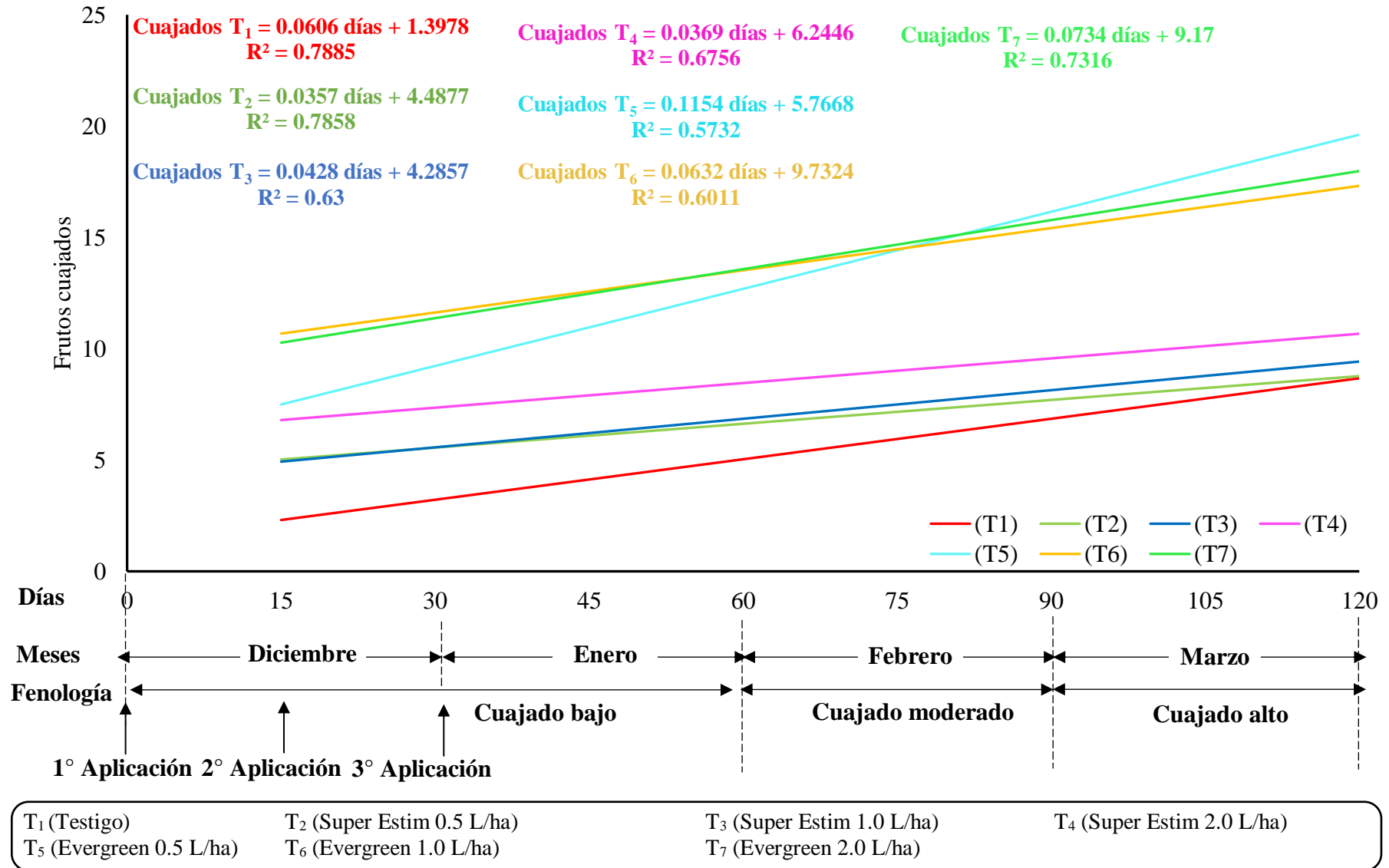


Figura 16. Dinámica de cuajado cada 15 días en los tratamientos en estudio del cultivo de cacao, en el fundo Aldo's, diciembre 2023 a abril 2024

Los tratamientos mostraron incrementos significativos en el número de cojines florales, flores y cuajado de frutos. En cuanto a los cojines florales, se observó el mayor aumento diario en el tratamiento T₆ (Evergreen 1.0 L/ha) con 0.0136 cojines activos, destacando que hasta finalizar la evaluación aún hubo presencia de cojines flores a compración que los otros tratamientos que tienden a la baja hasta el último día de evaluación y el tratamiento T₅ (Evergreen 0.5 L/ha) con 0.0019, quienes fueron los únicas que se mantuvieron activos, destacando las fechas de mediados de enero a febrero la época que hubo mayor cojines florales (Figura 14). En cuanto, a la floración, los mayores incrementos que se registraron fue del tratamiento T₆ (Evergreen 1.0 L/ha) con aumentos quincenales de 460 flores y tratamiento T₇ (Evergreen 2.0 L/ha) con aumentos quincenales de 459 flores, con tendencias a la baja por la misma acción fisiológica de la planta y pasada la época de mayor precipitación y aumento de flores que fue entre Noviembre a Enero de los meses en estudio (Figura 15). En relación con la cantidad de frutos cuajados, el tratamiento T₅ (Evergreen 0.5 L/ha) y el T₇ (Evergreen 2.0 L/ha) mostraron mayores incrementos diarios, con aumentos quincenales de 7.49 y 10.27 frutos cuajados respectivamente, teniendo una subida en frutos durante las últimas semanas por el comportamiento fisiológico propio de la planta (Figura 16).

Siguiendo la línea de progresión del proceso fisiológico de formación de frutos (cojines florales, flores y cuajado de frutos) a los 15, 30, 45, 60, 75, 90 y 120 días después de la aplicación de los bioestimulantes en los tratamientos analizados, los resultados se ajustan a una ecuación lineal que permite predecir futuros resultados de cada característica agronómica por planta en función del número de días posteriores a la aplicación. Esto se debe a que los valores de los coeficientes de determinación (R^2) o de regresión (r) son iguales o superiores a 0.7, lo que indica un comportamiento aceptable y uniforme en los datos obtenidos. Además, los coeficientes de regresión cercanos a 1 sugieren una correlación positiva perfecta entre ambas variables en los tratamientos. En este contexto Díaz y Fernández (2000), afirman que un valor de regresión lineal cercano a 1 confirma una curva de comportamiento lineal, mientras que Burbano y Melo (2015) subrayan que cuanto mayor es el valor de R^2 , mejor es el ajuste y más útil resulta la recta de regresión como herramienta de predicción. Por su parte, Rodríguez (2005) sostiene que el valor de R^2 también mide la proporción de variabilidad en los datos explicada por el modelo de regresión.

4.2. Incidencia de carmenta y enfermedades

a. Análisis de varianza ($\alpha=0.05$)

Según el análisis realizado y en conformidad con el ANVA se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los bloques en todos los parámetros evaluados, esto indica, de acuerdo con Calzada (1982), que los resultados obtenidos estuvieron influenciados por los bloques, al mismo tiempo que se logró la homogenización de la superficie del terreno según la propuesta y se aplicó una dosificación exacta para todos los tratamientos. Además, el factor de sombra y hojaza siempre fueron controlados para una mejor uniformación entre los tratamientos en estudio,

En cuanto a los tratamientos no encontró diferencias estadísticas significativas en la incidencia en frutos con enfermedades (IFE), incidencia en frutos con carmenta (IFC) y frutos cosechados Sanos (Tabla 15); esto indica, según la interpretación de Calzada (1982) que los bioestimulantes aplicados en los diferentes tratamientos a las plantas no ejercieron influencia en estos parámetros. Al analizar estos parámetros al finalizar el experimento, se destaca que la cantidad de frutos presentes y influenciados por algún patógeno fue uniforme en todos los tratamientos, como lo respaldan Denancé et al. (2013) quienes discuten que la manipulación de las hormonas vegetales puede mejorar la resistencia a ciertos patógenos, pues aunque estas hormonas juegan un papel en el crecimiento de las plantas, su efecto sobre la resistencia a plagas y enfermedades puede ser limitado.

Tabla 15. Análisis de variancia (ANVA) ($\alpha= 0.05$) de la incidencia de enfermedades, carmenta y frutos cosechados de cacao, en el fundo Aldo´s, abril a junio 2024

Fuente de variación	GL	IFE		IFC		IFS				
		CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor			
Bloque	3	0,08	NS	0,1709	0,07 *	0,014	0,05 *	0,0028		
Tratamiento	6	0,13	NS	0,3584	0,01	NS	0,9448	0,1	NS	0,1789
Error muestral	21	0,11		0,04		0,06				
Error experimental	81	0,05		0,02		0,01				
Total	111									
CV (%)		38,62		83,41		52,00				
R ²		0,46		0,43		0,71				

IFE : Incidencia de frutos enfermos.

IFC : Incidencia de frutos con Carmenta.

IFS : Incidencia de frutos sanos.

* : Significativo.

NS : No significativo.

GL : Grados de libertad.

CM : Cuadrados medios.

CV : Coeficiente de varianza.

R² : Coeficiente de determinacion.

b. Prueba de DGC ($\alpha=0.05$)

Al realizar la prueba de Di Rienzo, Guzman y Casanoves (DGC) con un nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) (Tabla 16), se encontraron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos en lo que respecta al parámetro del recuento de Incidencia de frutos enfermos (IFE), Incidencia de frutos con carmenta (IFC) e Incidencia de frutos sanos (IFS).

Incidencia de frutos enfermos (IFE) e Incidencia de frutos con carmenta (IFC) (Tabla 16), en la evaluación final del experimento realizada el tratamiento T₁ (Testigo) con 0.38, indica que al finalizar la cosecha el 38 % de los frutos mostraron signos de alguna enfermedad, seguido del tratamiento T₂ (Super Estim 0.5 L/ha) con 0.53, indica que al finalizar la cosecha el 53 % de los frutos mostraron signos de alguna enfermedad en comparación con los demás tratamientos; con respecto a carmenta de tratamiento T₂ con 0.11, indica que al cosechar los frutos finales el 11 % mostraron signo de carmenta, seguido de tratamiento T₅ (Evergreen 0.5 L/ha) con 0.14, indica que al cosechar los frutos el 14 % mostraron signos de carmenta; en comparación con los demás tratamientos el tratamiento T₁ (Testigo), que mostró una incidencia baja por el poco número de frutos cosechados. De acuerdo con Mallick et al. (2022) señalan cómo las hormonas vegetales, como auxinas, giberelinas y citoquininas, están involucradas en procesos clave como la formación de tejidos y la maduración del fruto. Sin embargo, un desbalance en sus niveles puede predisponer a los frutos a enfermedades debido a un desarrollo anormal. Por ejemplo, un exceso de auxinas puede inhibir la caída de los frutos infectados, mientras que un déficit de giberelinas puede reducir la resistencia del fruto a patógenos. Asimismo FAO (1998), menciona que un desbalance o toxicidad de las vitaminas del complejo B, como la tiamina, riboflavina y niacina, puede resultar en un metabolismo debilitado que deja al fruto susceptible a infecciones. Por ejemplo, la deficiencia de riboflavina puede limitar la capacidad de las plantas para sintetizar compuestos de defensa, aumentando la vulnerabilidad a enfermedades fúngicas.

Frutos cosechados sanos (FCS) (Tabla 16), en la evaluación final del experimento, para los tratamientos T₅ (Evergreen 0.5 L/ha) y T₇ (Evergreen 2.0 L/ha), fue de 33 y 24 % de frutos sanos respectivamente, mostrando el potencial que tienen estos tratamientos a la cantidad de frutos para un mejor aprovechamiento de los granos, pues la incidencia baja de frutos me indica que al menos se tendrá una cantidad buena de frutos aprovechables a comparación de los 7 % de frutos sanos que se obtendría por el tratamiento T₃ (Super Estim 1.0 L/ha), quien tiene la menor tasa de frutos sanos cosechados, por lo que para una agricultura donde se aprovechen solo frutos sanos no sería recomendable la aplicación de este tratamiento.

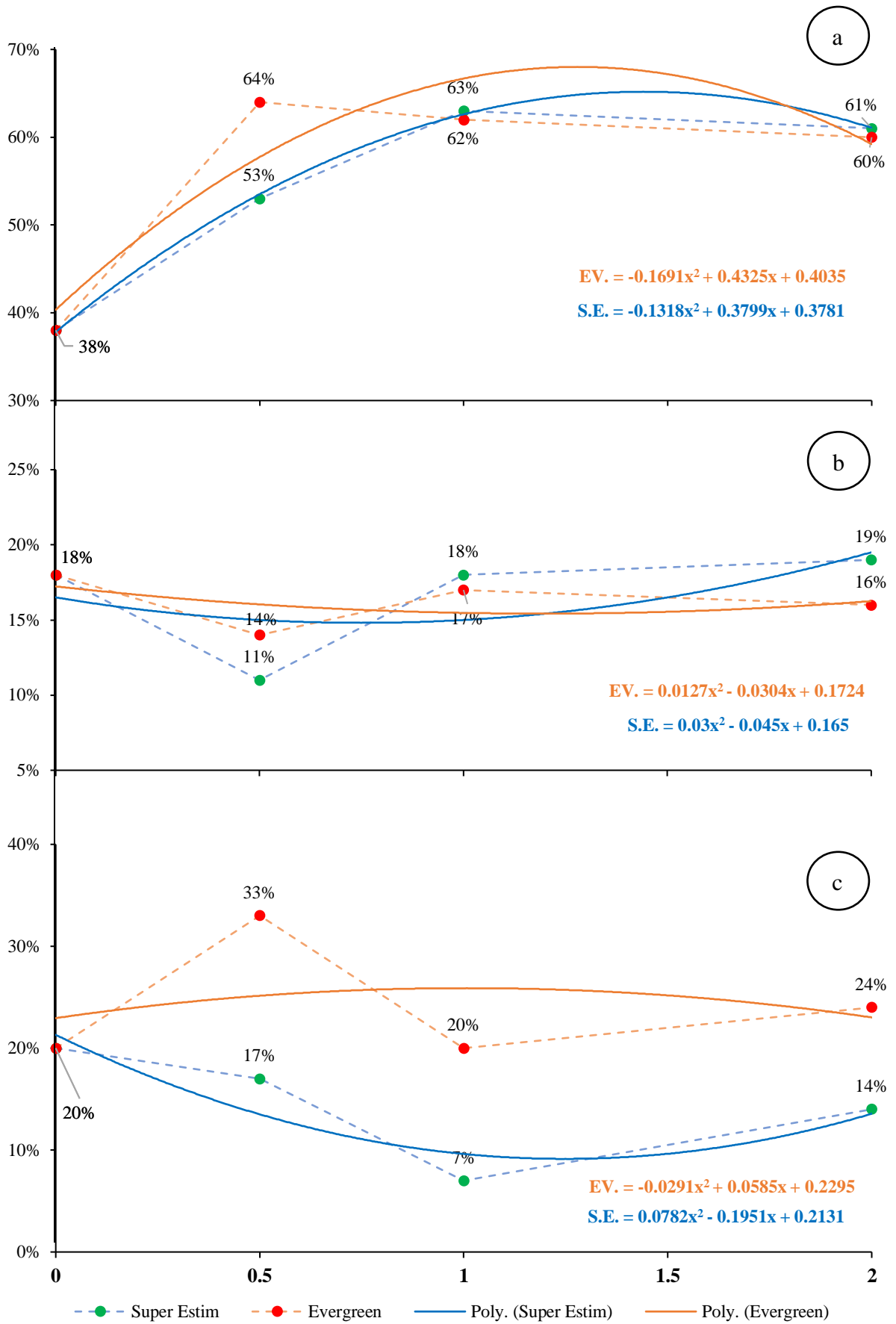


Figura 17. Correlación de dosis de bioestimulantes y incidencias: a. Incidencia de frutos enfermos, b. Incidencia de carmenta y c. Frutos sanos

Tabla 16. Prueba de Di Rienzo, Guzman y Casanoves (DGC) ($\alpha= 0.05$) de la incidencia de frutos cosechados enfermos, con carmenta y frutos sanos de cacao, en el fundo Aldo´s, abril a junio 2024

IFE				IFC				IFS			
Trat.	Media	EE	Sig.	Trat.	Media	EE	Sig.	Trat.	Media	EE	Sig.
T ₁	0,38	± 0,08	a	T ₂	0,11	± 0,05	a	T ₅	0,33	± 0,06	a
T ₂	0,53	± 0,08	a	T ₅	0,14	± 0,05	a	T ₇	0,24	± 0,06	a
T ₇	0,60	± 0,08	a	T ₇	0,16	± 0,05	a	T ₆	0,20	± 0,06	a
T ₄	0,61	± 0,08	a	T ₆	0,17	± 0,05	a	T ₁	0,20	± 0,06	a
T ₆	0,62	± 0,08	a	T ₁	0,18	± 0,05	a	T ₂	0,17	± 0,06	a
T ₃	0,63	± 0,08	a	T ₃	0,18	± 0,05	a	T ₄	0,14	± 0,06	a
T ₅	0,64	± 0,08	a	T ₄	0,19	± 0,05	a	T ₃	0,07	± 0,06	a

Promedios seguidos por la misma letra no presenta diferencias estadísticas significativas

IFE : Incidencia de frutos enfermos.

IFC : Incidencia de frutos con Carmenta.

IFS : Incidencia de frutos sanos.

Trat : Tratamiento.

EE : Error experimental.

Sig. : Significativo.

T₁ (Testigo)

T₂ (Super Estim 0.5 L/ha)

T₃ (Super Estim 1.0 L/ha)

T₄ (Super Estim 2.0 L/ha)

T₅ (Evergreen 0.5 L/ha)

T₆ (Evergreen 1.0 L/ha)

T₇ (Evergreen 2.0 L/ha)

4.3. Efecto de bioestimulantes en el contenido de elementos

a. Análisis de varianza ($\alpha=0.05$)

Los resultados del análisis de tejido al concluir el experimento (Tabla 17) fueron utilizados para el análisis de varianza (ANVA) con un nivel de significancia ($\alpha=0.05$), donde se evaluó el contenido de Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg), Sodio (Na), Zinc (Zn), Hierro (Fe), Cobre (Cu) y Manganeso (Mn) en el tejido foliar de las plantas de cacao. De acuerdo con la prueba p valor del ANVA no se encontró diferencias estadísticas significativas entre bloques (Tabla 17), esto quiere decir, que según Calzada (1982) los resultados obtenidos no estuvieron influenciados por los bloques.

Con respecto a los tratamientos se encontró diferencias estadísticas significativas para el contenido de N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Fe, Cu y Mn al finalizar el experimento, al analizar los diferentes parámetros evaluados. El coeficiente de variabilidad (CV) se sitúa en el 6.69, 15.35, 24.55, 32.89, 17.61, 45.11, 43.84, 46.75, 36.96 y 30.18 % para N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Fe, Cu y Mn respectivamente (Tabla 14). De acuerdo con Calzada (1982) el CV < 30 % indica que hay una notable homogeneidad en los niveles N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Fe, Cu y Mn es decir el contenido de estos nutrientes tuvo muy buena y excelente similaridad entre las repeticiones de cada tratamiento

Tabla 17. Análisis de (ANVA) ($\alpha=0.05$) de análisis de tejido foliar de cacao, en el fundo Aldo´s, junio 2024

Fuente de variación	GL	N		P		K		Ca		Mg		Na		Zn		Fe		Cu		Mn	
		CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor
Bloque	3	1,8	**0,0001	0,05	**0,0001	0,5	**0,0001	0,18	NS0,1441	0,03	*0,003	7,5E-05	NS0,857	3280,6	*0,029	3373,5	*0,0015	22,89	**0,0001	21035	NS0,0643
Tratamiento	6	0,05	**0,0001	0,02	**0,0001	0,74	**0,0001	0,67	**0,0001	0,04	**0,0001	0,0014	**0,0001	5115,5	**0,0001	3826,3	**0,0001	51,27	**0,0001	92730	**0,0001
Error muestral	21	0,01		0,00032		0,00048		0,025		0,00058		8E-06		0,0291		17,14		0,01		263,6	
Error experimental	81	0,02		0,0013		0,04		0,03		0,01		0,00029		0,0001		598,55		2,43		8371	
Total	111																				
CV (%)		6,69		15,35		24,55		32,89		17,61		45,11		43,84		46,75		36,96		30,18	
R ²		0,82		0,72		0,64		0,37		0,37		0,27		0,33		0,41		0,66		0,48	

- N : Nitrógeno
- P : Fósforo
- K : Potasio
- Ca : Calcio
- Mg : Magnesio
- Na : Sodio
- Zn : Zinc
- Fe : Hierro
- Cu : Cobre
- Mn : Manganeso
- * : Significativo.
- ** : Altamente significativo.
- NS : No significativo
- GL : Grados de libertad
- CM : Cuadrados medios
- CV : Coeficiente de varianza
- R² : Coeficiente de determinacion

b. Prueba de DGC ($\alpha=0.05$)

Al llevar a cabo el análisis de la prueba de Di Rienzo, Guzman y Casanoves (DGC) con un nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) (Tabla 18), se encontró diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos en relación con el parámetro que evalúa el contenido tejido foliar, abarcando N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Fe, Cu y Mn.

Contenido de Nitrógeno (N) (Tabla 18): En la evaluación final, se observó que el tratamiento T₇ (Evergreen 2.0 L/ha) con 2.01 g/kg y el tratamiento T₅ (Evergreen 0.5 L/ha) con 1.93 g/kg exhibieron los mayores contenidos de nitrógeno en comparación con otros tratamientos. Las auxinas, regulan la permeabilidad de las membranas celulares, lo que facilita la entrada de nutrientes como el nitrógeno en forma de urea o nitratos (NO₃⁻) a través de la cutícula foliar (Taiz y Zeiger, 2021). Las giberelinas mejoran la capacidad de las hojas para asimilar nitrógeno al incrementar la actividad de enzimas claves como la nitrato reductasa y la glutamina sintetasa, esenciales para la conversión de nitrógeno en compuestos orgánicos utilizables (Masclaux et al., 2010).

Contenido de Fósforo (P) (Tabla 18): El tratamiento T₃ (Super Estim 1.0 L/ha) con 0.28 g/kg y el tratamiento T₅ (Evergreen 0.5 L/ha) con 0.26 g/kg mostraron los mayores niveles de fósforo. Las auxinas pueden inducir una mayor permeabilidad en la membrana celular, facilitando la absorción de fósforo, siendo uno de los mecanismos bioquímicos implicados es la activación de protones H⁺-ATPasa en la membrana plasmática, lo que acidifica el entorno y promueve la solubilización de fosfatos (Pi), haciéndolos más disponibles para su absorción por los tejidos foliares (Mengel y Kirkby, 2001). Las giberelinas mejoran la capacidad de las células para captar y utilizar fósforo mediante la activación de enzimas fosfatasas, que liberan fosfato inorgánico de compuestos orgánicos fosforilados, optimizando su disponibilidad y absorción (Zhang et al., 2019).

Contenido de Potasio (K) (Tabla 18): El tratamiento T₆ (Evergreen 1.0 L/ha) con 1.23 g/kg y el tratamiento T₅ (Evergreen 0.5 L/ha) con 0.93 g/kg presentaron los mayores contenidos de potasio. La acción combinada de auxinas, citoquininas y giberelinas puede aumentar la acumulación de potasio en las hojas, mejorando la resistencia de las plantas a condiciones adversas (Sharma y Zheng, 2019). Sauer et al. (2013), nos menciona que las auxinas apoyan a la polaridad de transporte de iones (gradiente electroquímico a nivel de membranas), lo cual es fundamental para la redistribución de potasio dentro de la planta y es esencial para el mantenimiento del turgor celular y la apertura y cierre de estomas, un proceso crucial en la regulación del intercambio de gases y la fotosíntesis. Además las citoquininas promueven la división celular y el crecimiento de tejidos, lo que puede incrementar la demanda

de potasio para la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos en las hojas (Taiz y Zeiger, 2021), como opina Marschner (2011) que micronutrientes como el zinc y el molibdeno, presentes en forma de quelatos en el bioestimulante, actúan como cofactores en la enzima superóxido dismutasa, que protege las células del estrés oxidativo y podría influir en la estabilidad de las membranas celulares, facilitando la absorción de potasio.

Contenido de Calcio (Ca) (Tabla 18): En la evaluación final, los tratamientos T₁ (testigo) con 0.39 g/kg y T₃ (Super Estim 1.0 L/ha) con 0.33 g/kg tuvieron los mayores niveles de calcio. Esto podría deberse a una asimilación más lenta del calcio en las plantas no tratadas con bioestimulantes, acentuada por la aplicación previa de encalado. Marrocos et al. (2020) reportan que la asimilación de calcio, esencial para la señalización celular, se ve alterada en condiciones de estrés, afectando diversos procesos fisiológicos. Sosnowski et al. (2023) mencionan que las auxinas y citoquininas promueven la elongación celular y el desarrollo de raíces, facilitando una mejor absorción de calcio, lo que se traduce en una mayor eficiencia en la fructificación y el rendimiento en el testigo.

Contenido de Magnesio (Mg) y Sodio (Na) (Tabla 18): El tratamiento T₅ (Evergreen 0.5 L/ha) con 0.53 g/kg de magnesio y 0.08 g/kg de sodio mostró los niveles más altos para estos nutrientes. Las auxinas pueden promover la apertura estomática y la regulación del transporte de iones a través de las membranas celulares, lo que facilita la absorción activa de Mg²⁺ en las células epidérmicas foliares (Taiz y Zeiger, 2021). Además, las auxinas influyen en la expresión de genes relacionados con la síntesis de proteínas transportadoras de iones, como los transportadores CAX y MHX, que median el transporte y compartimentación de magnesio en los cloroplastos y vacuolas, respectivamente (Conn et al., 2011). Como señala Nardi et al. (2002), que la interacción entre sodio y otros cationes como el potasio es crucial para mantener la homeostasis iónica en las plantas, pues el ácido húmico en el bioestimulante pudo ayudar a mitigar los efectos adversos de la acumulación de sodio, promoviendo una distribución más equilibrada de este ion en las hojas.

Contenido de Zinc (Zn) (Tabla 18): El tratamiento T₁ (Testigo) con 97.68 y el T₃ (Super Estim 1.0 L/ha) con 92.13 presentaron los mayores contenidos de zinc. De acuerdo con Moore et al. (2024), indican que los niveles elevados de zinc (Zn) están relacionados a la absorción otros metales en las plantas, lo que sugiere una interacción competitiva entre estos dos metales en los mecanismos de transporte de la planta. Puesto que al no tener un balance hormonal el testigo hace que su exceso pueda alterar la homeostasis de otros metales y aumentar la toxicidad de elementos.

Contenido de Hierro (Fe) (Tabla 18): El tratamiento T₅ (Evergreen 0.5 L/ha) con 77.31 mg/kg y el tratamiento T₃ (Super Estim 1.0 L/ha) con 71.10 mg/kg mostraron los mayores niveles de hierro. Las auxinas promueven la expresión de genes relacionados con la adquisición de hierro, como los transportadores de hierro de la familia IRT1 (Iron-Regulated Transporter 1), que facilitan la entrada de hierro en las células de la hoja (Conte & Walker, 2011). Además, las auxinas estimulan la actividad de enzimas reductoras de Fe(III) a Fe(II), un proceso necesario para que el hierro pueda ser absorbido y utilizado por la planta (Morrissey y Guerinot, 2009). Adicionalmente el evergreen aportó una concentración de 0.05 % de hierro (EDTA) en cada aplicación (Tabla 4).

Contenido de Cobre (Cu) (ver Tabla 18): El tratamiento T₆ (Evergreen 1.0 L/ha) con 6.97 mg/kg y el tratamiento T₇ (Evergreen 2.0 L/ha) con 6.44 mg/kg presentaron los mayores contenidos de cobre. Las auxinas pueden incrementar la actividad de transportadores de metales pesados, particularmente de aquellos que median la entrada de iones Cu²⁺ en las células epidérmicas (Mathur et al., 2022). Además, las auxinas promueven la formación de complejos con agentes quelantes naturales que facilitan la movilidad y translocación de cobre a través del sistema vascular (Taiz et al., 2018). La fumigación con estas hormonas aportó una concentración de 0.00013 % de cobre (Tabla 4).

Contenido de Manganeso (Mn) (Tabla 18): El tratamiento T₄ (Super Estim 2.0 L/ha) con 402.56 mg/kg y el tratamiento T₃ (Super Estim 1.0 L/ha) con 382.34 mg/kg mostraron los mayores niveles de manganeso. De acuerdo con Tao et al. (2024) indican que la aplicación foliar de manganeso en conjunto con citoquininas puede incrementar la actividad enzimática y mejorar la función fotosintética al facilitar la fotólisis del agua en el fotosistema II. Las auxinas facilitan el transporte activo de cationes como el manganeso hacia el interior de las células (Taiz y Zeiger, 2021). Este proceso está mediado por un aumento en la actividad de los transportadores específicos de metales divalentes presentes en la membrana plasmática. Además, las auxinas promueven la diferenciación de los tejidos conductores, lo que optimiza la redistribución del manganeso dentro de la planta, favoreciendo su uso en funciones metabólicas clave, como la activación de la enzima manganeso-superóxido dismutasa (MnSOD) (Holley et al., 2011).

Tabla 18. Prueba de Di Rienzo, Guzman y Casanoves (DGC) ($\alpha= 0.05$) del análisis de tejido foliar de cacao, en el fundo Aldo´s, junio 2024

N			P			K			Ca			Mg			Na			Zn			Fe			Cu			Mn		
Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.
T ₇	2,01	± 0,02a	T ₃	0,28	± 0,004a	T ₆	1,23	± 0,01a	T ₁	1,2	± 0,01a	T ₅	0,53	± 0,01a	T ₅	0,1	± 0,007a	T ₁	97,68	± 0,96a	T ₅	77,32	± 1,03a	T ₆	6,97	± 0,03a	T ₄	402,56	± 4,06 a
T ₅	1,93	± 0,02 b	T ₅	0,26	± 0,004 b	T ₅	0,93	± 0,01a	T ₃	1,19	± 0,01a	T ₁	0,5	± 0,01 b	T ₄	0,1	± 0,007 b	T ₃	92,13	± 0,96 b	T ₃	71,1	± 1,03 b	T ₇	6,44	± 0,03 b	T ₃	382,34	± 4,06 b
T ₆	1,93	± 0,02 b	T ₄	0,25	± 0,004 b	T ₇	0,84	± 0,01a	T ₅	1,03	± 0,01 b	T ₃	0,49	± 0,01 b	T ₆	0,0	± 0,007 b	T ₂	75,43	± 0,96 c	T ₄	49,91	± 1,03 c	T ₁	4,05	± 0,03 c	T ₅	319,47	± 4,06 c
T ₁	1,93	± 0,02 b	T ₁	0,23	± 0,004 c	T ₂	0,84	± 0,01 b	T ₇	1,03	± 0,01 b	T ₇	0,48	± 0,01 b	T ₇	0,0	± 0,007 c	T ₄	74,15	± 0,96 c	T ₁	43,94	± 1,03 d	T ₄	3,49	± 0,03 d	T ₁	295,39	± 4,06 d
T ₄	1,89	± 0,02 b	T ₆	0,21	± 0,004 d	T ₁	0,76	± 0,01 c	T ₄	0,79	± 0,01 c	T ₄	0,47	± 0,01 b	T ₃	0,0	± 0,007 c	T ₆	70,81	± 0,96 d	T ₆	43,93	± 1,03 d	T ₂	3,41	± 0,03 e	T ₆	279,23	± 4,06 e
T ₂	1,88	± 0,02 b	T ₇	0,2	± 0,004 d	T ₃	0,61	± 0,01 c	T ₂	0,77	± 0,01 c	T ₂	0,43	± 0,01 c	T ₂	0,0	± 0,007 d	T ₇	58,13	± 0,96 e	T ₇	42,3	± 1,03 d	T ₃	2,79	± 0,03 f	T ₇	268,79	± 4,06 e
T ₃	1,86	± 0,02 b	T ₂	0,19	± 0,004 e	T ₄	0,6	± 0,01 c	T ₆	0,7	± 0,01 d	T ₆	0,39	± 0,01 d	T ₁	0,0	± 0,007 e	T ₅	46,32	± 0,96 f	T ₂	37,72	± 1,03 e	T ₃	2,35	± 0,03 g	T ₂	174,54	± 4,06 f

Promedios seguido por la misma letra no presenta diferencias estadísticas significativas

- N : Nitrógeno
- P : Fósforo
- K : Potasio
- Ca : Calcio
- Mg : Magnesio
- Na : Sodio
- Zn : Zinc
- Fe : Hierro
- Cu : Cobre
- Mn : Manganeso
- S : Significativo
- NS : No significativo
- GL : Grados de libertad
- CM : Cuadrados medios
- CV : Coeficiente de varianza
- R² : Coeficiente de determinacion.
- T₁ (Testigo)
- T₂ (Super Estim 0.5 L/ha)
- T₃ (Super Estim 1.0 L/ha)
- T₄ (Super Estim 2.0 L/ha)
- T₅ (Evergreen 0.5 L/ha)
- T₆ (Evergreen 1.0 L/ha)
- T₇ (Evergreen 2.0 L/ha)

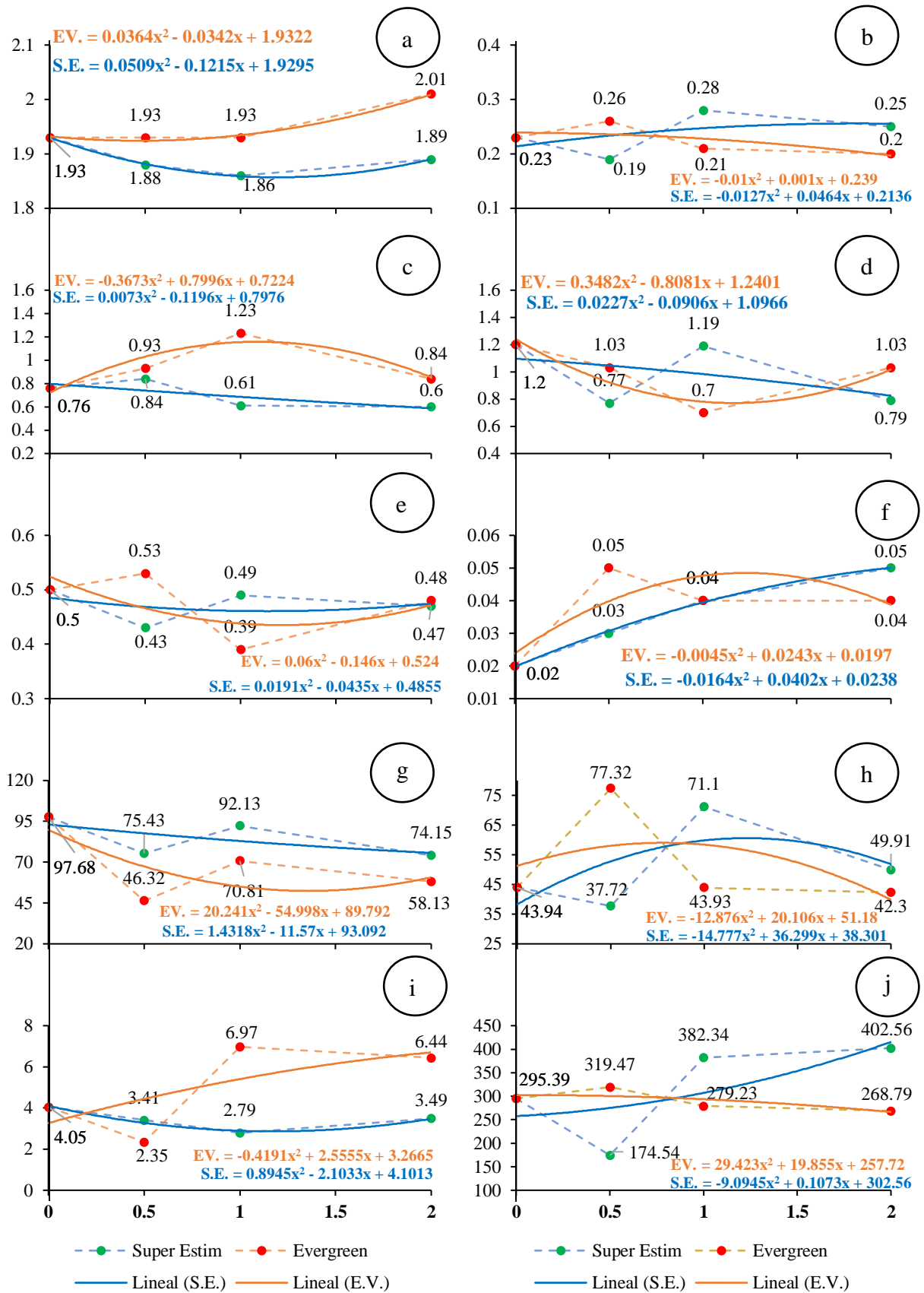


Figura 18. Correlación de dosis de bioestimulantes y nutrientes foliares: a. Nitrogeno, b. Fósforo, c. Potasio, d. Calcio, e. Magnesio, f. Sodio, g. Zinc, h. Hierro, i. Cobre y j. Manganeso

Tabla 19. Análisis matemático con la primera derivada a ecuaciones polinómicas, para hallar la mejor dosis según el análisis foliar de cacao, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024

Función matemática	Nitrógeno (N)		Fósforo (P)	
	Evergreen	Super Estim	Evergreen	Super Estim
f(x)	$0.0364x^2-0.0342x+1.9322$	$0.0509x^2-0.1215x+1.9295$	$-0.01x^2+0.001x+0.239$	$-0.0127x^2+0.0464x+0.2136$
f'(x)	$x'=0.47$	$x'=1.19$	$x'=0.05$	$x'=1.827$
Función matemática	Potasio (K)		Cálcio (Ca)	
	Evergreen	Super Estim	Evergreen	Super Estim
f(x)	$-0.3673x^2+0.7996x+0.7224$	$0.0073x^2-0.1196x+0.7976$	$0.3482x^2-0.8081x+1.2401$	$0.0227x^2-0.0906x+1.0966$
f'(x)	$x'=1.088$	$x'=8.192$	$x'=0.116$	$x'=1.996$
Función matemática	Magnesio (Mg)		Sodio (Na)	
	Evergreen	Super Estim	Evergreen	Super Estim
f(x)	$0.06x^2-0.146x+0.524$	$0.0191x^2-0.0435x+0.4855$	$-0.0045x^2+0.0243x+0.0197$	$-0.0164x^2+0.0402x+0.0238$
f'(x)	$x'=1.217$	$x'=1.139$	$x'=2.7$	$x'=1.226$
Función matemática	Zinc (Zn)		Hierro (Fe)	
	Evergreen	Super Estim	Evergreen	Super Estim
f(x)	$20.241x^2-54.998x+89.792$	$1.4318x^2-11.57x+93.092$	$-12.876x^2+20.106x+51.18$	$-14.777x^2+36.299x+38.301$
f'(x)	$x'=1.359$	$x'=4.04$	$x'=0.78$	$x'=1.228$
Función matemática	Cobre (Cu)		Manganeso (Mn)	
	Evergreen	Super Estim	Evergreen	Super Estim
f(x)	$-0.4191x^2+2.5555x+3.2665$	$0.8945x^2-2.1033x+4.1013$	$29.423x^2+19.855x+257.72$	$-9.0945x^2+0.1073x+302.46$
f'(x)	$x'=3.049$	$x'=1.176$	$x'=0.337$	$x'=0.006$

Tras el análisis de las ecuaciones polinómicas de segundo grado aplicadas a las variables de análisis foliar (Tabla 19), se determinó que, para el bioestimulante Evergreen, las dosis óptimas de aplicación que generaron el mayor impacto en el contenido de Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Zinc (Zn), Hierro (Fe), Cobre (Cu) y Manganeso (Mn) fueron 0.47, 0.05, 1.088, 0.116, 1.217, 2.7, 1.359, 0.78, 3.049 y 0.337 L/ha respectivamente. Estos valores fueron obtenidos a partir del cálculo de la primera derivada de las ecuaciones polinómicas, lo que permitió identificar los puntos de máximo rendimiento fisiológico.

De manera similar, el análisis del bioestimulante Super Estim mostró que las dosis óptimas que maximizaron la absorción y concentración de los elementos mencionados (N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Fe, Cu y Mn) fueron 1.19, 1.927, 8.192, 1.996, 1.139, 1.226, 4.04, 1.228, 1.176 y 0.006 L/ha respectivamente (Tabla 19). Estos resultados reflejan una correlación directa entre las dosis aplicadas y la respuesta nutricional del cultivo, lo que permite ajustar con precisión la estrategia de fertilización foliar para maximizar la eficiencia de la absorción de nutrientes.

4.4. Rendimiento potencial y real

Para evaluar el rendimiento de los tratamientos en este estudio, se calcularon los índices de mazorca (IM) según se detalla en el (Anexo: Tabla 30), se observó que todos los tratamientos presentaron un IM constante de 16 y un índice de semilla (IS) de 1.6, característicos del clon CCN-51, también García (2010) reporta un IM de 16 para el CCN-51, con un rendimiento estimado que presenta una variabilidad significativa, de manera similar Boza et al. (2014), compararon las características agronómicas del clon CCN-51 con otros cultivares, destacando que este clon requiere en promedio de 15 a 16 frutos para obtener 1 kg de semillas secas.

En este estudio, el tratamiento T₅ (Evergreen 0.5 L/ha) se destacó con un rendimiento estimado potencial y real de 1319.3 y 342.8 kg/ha respectivamente, seguido por el tratamiento T₇ (Evergreen 2.0 L/ha) con un rendimiento potencial y real de 1 308.9 y 247.4 kg/ha respectivamente (Tabla 16), al respecto García (2010) reporta resultados similares para el CCN-51, con un IM de 16 y un rendimiento estimado que oscila significativamente entre 937 y 2812 kg/ha, mientras que el rendimiento real alcanzó los 2760 kg/ha, también Jaimez et al. (2022) señalan que el clon CCN-51 puede alcanzar rendimientos promedio de 1 300 a 1 800 kg/ha, siempre que se implemente una adecuada fertilización y poda, factores que influyen significativamente en su productividad, además indica que el rendimiento del cultivo está condicionado por diversas prácticas agronómicas previas a la producción, como la poda, el control de malezas y la fertilización, entre otros. Adicionalmente, la aplicación de bioestimulantes favorece procesos fisiológicos clave, como se ha evidenciado en los resultados anteriores.

Sin embargo, los resultados de este estudio revelan un rendimiento real máximo de 342.8 kg/ha, lo que sugiere dificultades para mantener una producción de frutos sanos en mercados más exigentes, evidenciando la no significancia de los resultados previos (Tabla 18), estas discrepancias podrían atribuirse a la falta de aplicación de fungicidas o insecticidas durante el ensayo, lo que podría haber limitado la eficacia de los bioestimulantes en la producción de frutos sanos, por lo tanto, se recomienda que, para alcanzar un alto rendimiento junto con frutos de calidad, se debería implementar un manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE).

Tabla 20. Evaluación del rendimiento potencial y real de los tratamientos en estudio en el fundo Aldo´s, de abril a junio 2024

Tratamiento	Producto y dosis	N° promedio de frutos/planta					Rendimiento potencial				Rendimiento real			
		Verdes con carmenta	Verdes enfermos	Maduro enfermo	Maduro sano	Maduro con Carmenta	IM	Frutos sanos + enfermos	kg/p	kg/ha	IM	Maduros sanos	kg/p	kg/ha
T ₅	Evergreen (0,5 L/ha)	2,0	1,5	8,6	4,9	1,9	16	19,0	1,2	1319,3	16,0	4,9	0,3	342,8
T ₇	Evergreen (2 L/ha)	2,3	2,1	8,5	3,6	2,4	16	18,9	1,2	1308,9	16,0	3,6	0,2	247,4
T ₆	Evergreen (1 L/ha)	1,5	2,5	8,1	2,2	2,7	16	17,0	1,1	1180,4	16,0	2,2	0,1	155,7
T ₃	Super Estim (1 L/ha)	2,5	2,3	6,4	0,7	1,7	16	13,5	0,8	937,4	16,0	0,7	0,0	46,3
T ₄	Super Estim (2 L/ha)	3,0	2,3	6,0	1,3	1,5	16	14,0	0,9	972,1	16,0	1,3	0,1	86,8
T ₂	Super Estim (0,5 L/ha)	2,3	2,0	5,1	1,8	1,1	16	12,3	0,8	850,6	16,0	1,8	0,1	123,0
T ₁	Testigo	1,3	1,5	3,5	1,7	1,8	16	9,8	0,6	680,5	16,0	1,7	0,1	120,6

IM : índice de mazorca

kg/p : Kilogramo por planta

kg/ha : Kilogramo por hectárea

T₁ (Testigo)

T₂ (Super Estim 0.5 L/ha)

T₃ (Super Estim 1.0 L/ha)

T₄ (Super Estim 2.0 L/ha)

T₅ (Evergreen 0.5 L/ha)

T₆ (Evergreen 1.0 L/ha)

T₇ (Evergreen 2.0 L/ha)

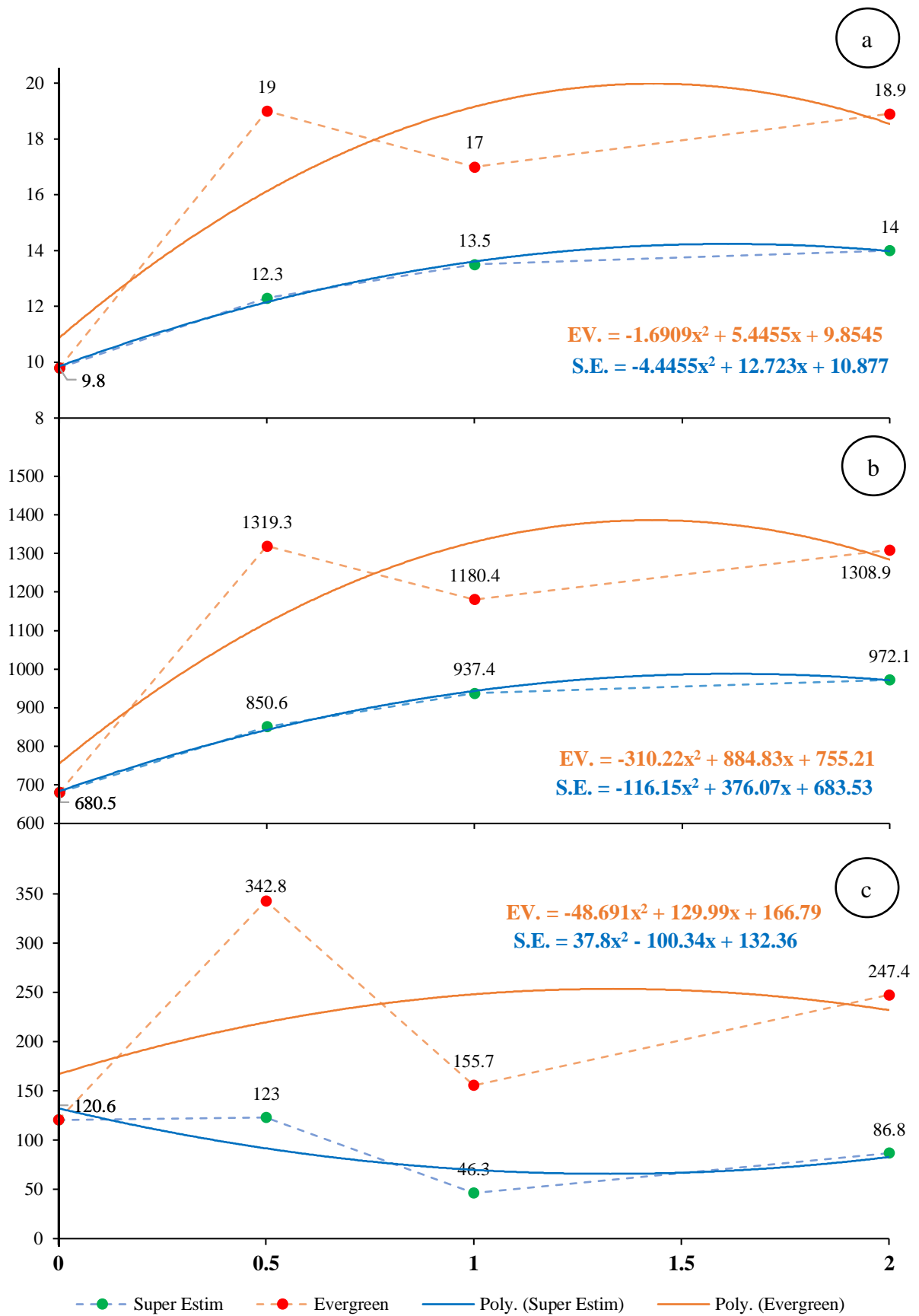


Figura 19. Correlación de dosis de bioestimulantes y variables de producción: a. frutos sanos + enfermos /planta, b. Rendimiento potencial (kg/ha) y c. Rendimiento real (kg/ha)

Tabla 21. Análisis matemático con la primera derivada a ecuaciones polinómicas, para hallar la mejor dosis para frutos sanos + enfermos, rendimiento potencial y real en plantas de cacao en el fundo Aldo's

Función matemática	Frutos sanos + enfermos	
	Evergreen	Super Estim
$f(x)$	$-1.6909x^2+5.4455x+9.8545$	$-4.4455x^2+12.723x+10.877$
$f'(x)$	$x'=1.61$	$x'=1.431$
	Rendimiento potencial	
	Evergreen	Super Estim
$f(x)$	$-310.22x^2+884.83x+755.21$	$-116.15x^2+884.83x+755.21$
$f'(x)$	$x'=1.426$	$x'=3.809$
	Rendimiento real	
	Evergreen	Super Estim
$f(x)$	$-48.691x^2+129.99x+0.524$	$37.8x^2-100.34x+132.36$
$f'(x)$	$x'=1.335$	$x'=1.327$
PROMEDIO	$x'=1.457$	$x'=2.189$

Tras el análisis de las ecuaciones polinómicas de segundo grado aplicadas a las variables de frutos sanos y enfermos (Tabla 21), se determinó que las dosis óptimas de aplicación de los bioestimulantes Evergreen y Super Estim, que maximizan el valor total de frutos, son 1.61 L/ha y 1.431 L/ha, respectivamente. Para el rendimiento potencial, las dosis óptimas de Evergreen y Super Estim fueron calculadas en 1.426 L/ha y 3.809 L/ha, respectivamente. En cuanto al rendimiento real, las dosis óptimas que generarían el mayor valor para Evergreen y Super Estim son 1.335 L/ha y 1.327 L/ha, respectivamente. Finalmente, el análisis promedio indica que las dosis promediales óptimas para Evergreen y Super Estim serían 1.457 L/ha y 2.189 L/ha, respectivamente.

Las estimaciones de rendimiento potencial y real fueron superiores en los tratamientos donde se aplicó Evergreen, lo cual puede atribuirse a una mejor eficiencia fisiológica durante el proceso de cuajado de frutos (Tabla 20). Este efecto se relaciona con factores como la floración continua en los cojines florales y una mayor duración del período de floración, lo que extiende el tiempo disponible para el cuajado del fruto. En el estudio, el tratamiento T₅ (Evergreen 0.5 L/ha) mostró una marcada diferencia entre su rendimiento potencial y real bajo ambas condiciones, aunque se observó una alta susceptibilidad a enfermedades tanto en frutos verdes como maduros (10 frutos afectados) y a la plaga *Carmenta foraseminis* (más de cuatro frutos), lo que redujo significativamente la producción, del mismo modo, el tratamiento T₇ (Evergreen 2 L/ha) presentó un rendimiento potencial considerable, pero la pérdida de frutos fue notable debido a enfermedades (11 frutos) y a la infestación por *Carmenta foraseminis* (más de cinco frutos). Es importante señalar que, antes de la aplicación

de los bioestimulantes, se retiraron del campo experimental todos los frutos enfermos y afectados por *Carmenta foraseminis*, por lo que se asume que la elevada incidencia de plagas y enfermedades en la parcela mantuvo una carga patogénica persistente, que continuó afectando los frutos en campañas subsecuentes (Figura 20).

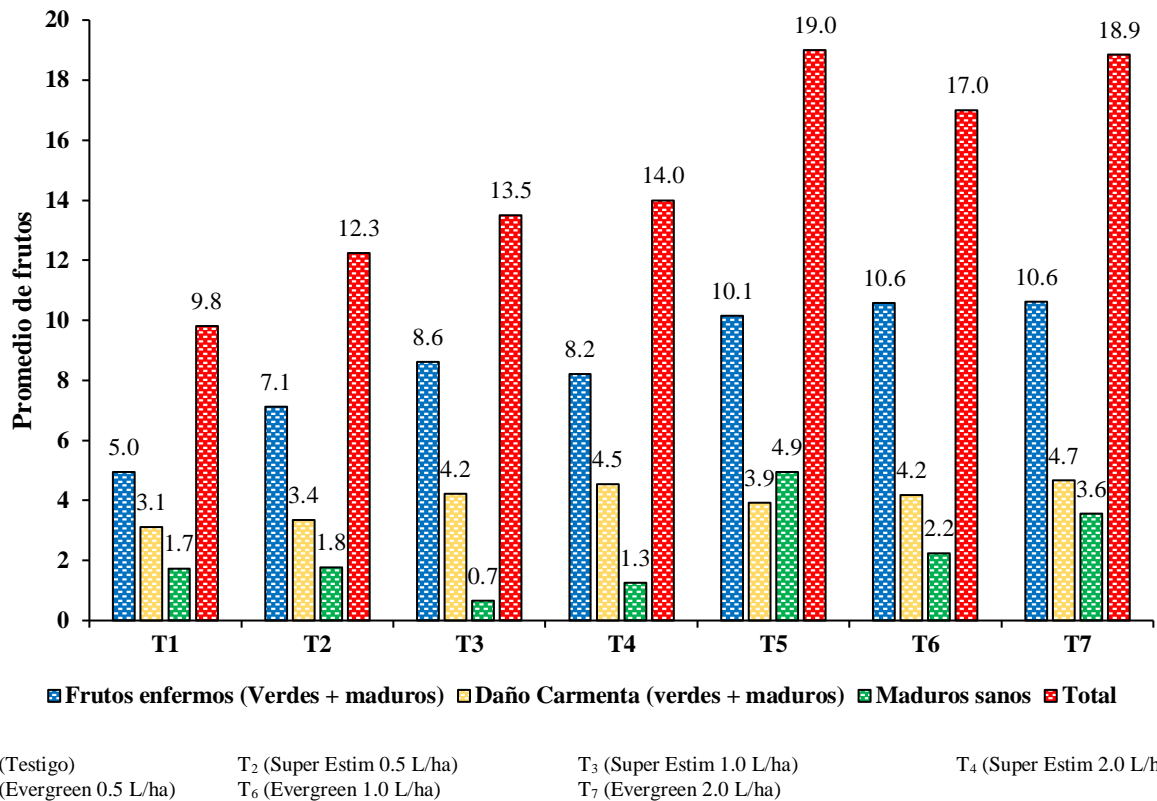


Figura 20. Análisis comparativo del número promedio de pérdidas en frutos por plagas y enfermedades en los tratamientos en estudio

En la (Figura 20) se observa que las pérdidas por enfermedades son menores en el tratamiento T₁ (Testigo), lo que se refleja en una baja producción y un reducido conteo de frutos afectados, con un promedio de 5 frutos enfermos por cada 10 cosechados. Esto sugiere que más del 50 % de los frutos pueden estar afectados por enfermedades en el momento de la cosecha, una tendencia que se repite en todos los tratamientos evaluados. En el caso del daño causado por *Carmenta foraseminis*, este se mantiene relativamente constante entre los tratamientos, destacándose el tratamiento T₇ (Evergreen 2 L/ha) con un promedio de cinco frutos dañados por cada 19 cosechados, en contraste con el T₁, que presenta el menor promedio de tres frutos dañados por cada 10 cosechados. Es importante señalar que en un campo experimental con alta incidencia de *Carmenta foraseminis*, el control efectivo solo se lograría mediante un manejo integrado de plagas (MIP) que incluya estrategias como el control etológico y la eliminación de frutos.

En cuanto a la cosecha de frutos maduros y sanos, el tratamiento T₅ (Evergreen 1 L/ha) muestra un rendimiento notable con un promedio de 5 frutos sanos por cada 19 cosechados, lo que sugiere un mejor desempeño en términos de producción de frutos sanos. Por otro lado, el tratamiento T₃ (Super Estim 1 L/ha) exhibe un bajo rendimiento, con solo un fruto sano por cada 14 cosechados, lo que refleja un impacto negativo de los tratamientos en la salud de los frutos. A menudo se asume que la incidencia de plagas y enfermedades no afecta significativamente la rentabilidad, ya que la venta combinada de frutos sanos y enfermos permite recuperar parte de la inversión en el cultivo. Sin embargo, según Hoopen y Krauss (2016), la incidencia de enfermedades puede representar una pérdida de peso del 20-30 %. Esto lleva a cuestionar si vale la pena tolerar una alta incidencia de plagas o enfermedades, considerando las pérdidas en peso total.

4.5. Costo beneficio de los tratamientos

Según el análisis económico detallado en las (Anexo: Tabla 34, 35, 36 y 37), se destaca que el tratamiento T₅ (Evergreen 1 L/ha) es la opción más rentable, con un índice de rentabilidad de 6.61. Este resultado se atribuye al aprovechamiento óptimo del rendimiento potencial en la venta total, favorecido por el aumento en el precio del cacao, como reporta AgrariaPe (2024), con un precio de \$10 000 por tonelada, equivalente a aproximadamente S/37.50 por kilogramo. Este factor contribuyó a la alta rentabilidad observada en todos los tratamientos evaluados. De acuerdo con Soto (2012), el análisis costo-beneficio (B/C) es una herramienta fundamental para evaluar exhaustivamente los costos y beneficios asociados a un proyecto (ya sea un programa o intervención), considerando que un valor superior a uno (>1) es indicativo de deseabilidad. En esta investigación (Tabla 19), todos los tratamientos superaron la unidad, demostrando su rentabilidad, siendo el tratamiento T₅ el más destacado con una tasa de 7.61, seguido por el tratamiento T₇ (Evergreen 2 L/ha) con un índice de costo-beneficio de 6.70. Esto implica que por cada sol invertido, se recupera una ganancia significativa

Tabla 22. Análisis de índice de rentabilidad y beneficio costo de los tratamientos en estudio

Tratamiento	Producto y dosis	Índice de Rentabilidad	Beneficio Costo (B/C)
T ₅	Evergreen (1 L/ha)	6,61	7,61
T ₇	Evergreen (2 L/ha)	5,70	6,70
T ₆	Evergreen (0,5 L/ha)	5,28	6,28
T ₃	Super Estim (1 L/ha)	4,41	5,41
T ₄	Super Estim (2 L/ha)	4,38	5,38
T ₂	Super Estim (0,5 L/ha)	4,01	5,01
T ₁	Testigo	3,39	4,39

V. CONCLUSIONES

1. Los resultados del estudio evidencian un impacto significativo de los bioestimulantes en los parámetros evaluados. En particular, los tratamientos T₆ (Evergreen 1.0 L/ha) y T₇ (Evergreen 2.0 L/ha) destacaron en la formación de cojines florales, registrando valores de 57.13 y 55.19 cojines/planta, respectivamente. En relación con la floración, el tratamiento T₆ (Evergreen 1.0 L/ha) fue el más efectivo, con una producción de 593.13 flores/planta, seguido por el tratamiento T₅ (Evergreen 0.5 L/ha), que alcanzó 550.69 flores/planta. Respecto al cuajado de frutos, el tratamiento T₅ se posicionó como el mejor, con 23.63 frutos/planta, seguido del T₆ con 23 frutos/planta.
2. Las diferentes dosis de bioestimulantes no se diferencian estadísticamente en la incidencia de enfermedades de frutos cosechados de cacao, teniendo el tratamiento T₁ el cual presentó la menor incidencia de frutos enfermos, con un 38 %, en cuanto a la presencia de *Carmenta*, el tratamiento T₂ (Super Estim 0.5 L/ha) mostró una menor tasa de frutos afectados, con un 11 % y en la evaluación de frutos sanos, el tratamiento T₅ destacó con un 33 % de frutos libres de enfermedades.
3. El análisis foliar hubo un efecto a la disponibilidad de nutrientes foliares, para el nitrógeno (N), el tratamiento T₇ (Evergreen 2.0 L/ha) alcanzó el valor más alto con 2.01 %, para el fósforo (P) fue más elevado en el tratamiento T₃ (Super Estim 1.0 L/ha) con 0.28 %, en cuanto al potasio (K), el tratamiento T₆ (Evergreen 1.0 L/ha) registró el mayor valor con 1.23 %, en relación del calcio (Ca) fue predominante en el tratamiento T₁ con 0.39 %, mientras que el magnesio (Mg) y el sodio (Na) fueron más altos en el tratamiento T₅, con valores de 0.08 % y 97.68 %, respectivamente. En lo que respecta a otros micronutrientes, el contenido de hierro (Fe) fue mayor en el tratamiento T₅ con 77.31 %, el cobre (Cu) alcanzó 6.97 %, y el manganeso (Mn) registró 402.56 %.
4. En el análisis de rendimiento potencial y real, el tratamiento T₅ mostró la mayor relevancia, alcanzando valores de 1 319.3 y 342.8 kg/ha respectivamente, así como también generar 19 frutos con un peso total de 1.2 kg/planta, asimismo se estimó que las dosis óptimas para los bioestimulantes Evergreen y Super Estim serían de 1.457 y 2.189 respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

1. Evaluar el uso de bioestimulantes en combinación con aplicaciones periódicas de fungicidas e insecticidas, como parte integral del manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) en plantas de cacao, con el objetivo de optimizar el rendimiento del cultivo de manera sostenible.
2. Analizar el efecto de la cobertura vegetal en el suelo bajo las plantas de cacao, lo cual es esencial para mejorar la eficiencia de la polinización y, por ende, favorecer una mayor y más uniforme formación de frutos.
3. Profundizar en la investigación sobre los factores que influyen en la producción floral en cacaotales, con un enfoque particular en la interacción entre el porcentaje de cuajado en cada cojín floral, aborto de flores y aborto de frutos.

VII. REFERENCIAS

- AgrariaPe. (2024). *Subida del precio del cacao un 230 % en un año obligará a los consumidores a pagar el chocolate a precios muy altos*. <https://agraria.pe/noticias/subida-del-precio-del-cacao-un-230-en-un-ano-obligara-a-los--35255>
- Agrodataperu. (2022). *Cacao Grano Perú Exportación 2022 Marzo*. <https://www.agrodataperu.com/2022/04/cacao-grano-peru-exportacion-2022-marzo.html>
- Ahmed, N., Zhang, B., Chachar, Z., Li, J., Xiao, G., Wang, Q., Hayat, F., Deng, L., Narejo, M. un N., Bozdar, B., & Tu, P. (2024). Micronutrients and their effects on Horticultural crop quality, productivity and sustainability. *Scientia Horticulturae*, 323(September 2023), 112512. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112512>
- Anggraeni, L. W., Pratama, A. F., Putri, P. H., & Wahyudi. (2022). Effect of biostimulant and silica application on sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 974(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/974/1/012077>
- Arunkumar, K., Jegadeeswari, V., Balakrishnan, S., & Jeyakumar, P. (2019). Evaluation of plus trees in cocoa (*Theobroma cacao* L.) for growth, flower, yield and yield contributing characters during the initial growth phase. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 10(1), 318–323. <https://doi.org/10.5958/0975-928X.2019.00041.3>
- Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., Casanoves, F., Di Rienzo, J. A., & Robledo, C. W. (2008). *Manual del usuario* (Brujas (ed.)). Argentina.
- Baratova, M., Kosimova, S., Bustonova, S., & Baratova, M. (2021). Biostimulant application in the cultivation of cucumber (*Cucumis sativus* l.): A case study of Andijan region. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 939(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/939/1/012093>
- Barrientos, P. F. (2015). *El comercio del cacao y su influencia en la agricultura peruana*. 20(1), 7–23. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/econo/article/view/11481/10327>
- Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). Food chemistry. *Food Chemistry*, 1–1070. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-69934-7>
- Belorkar, S. A. (2021). Biostimulants: Promising probiotics for plant health. *Biocontrol Agents and Secondary Metabolites*, 469–481. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822919-4.00020-X>
- Boza, E. J., Motamayor, J. C., Amores, F. M., Cedeño-Amador, S., Tondo, C. L., Livingstone,

- D. S., Schnell, R. J., & Gutiérrez, O. A. (2014). Genetic characterization of the cacao cultivar CCN 51: Its impact and significance on global cacao improvement and production. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, *139*(2), 219–229. <https://doi.org/10.21273/jashs.139.2.219>
- Burbano Moreno, Á. A., & Melo Martinez, O. O. (2015). Regresión Lineal con Errores no Normales: Secante Hiperbólica Generalizada. *Ingeniería y Ciencia*, *11*(21), 37–50. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.11.21.2>
- Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, *383*(1–2), 3–41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>
- Calzada Benza, J. (1982). *Métodos Estadísticos* (Lima (ed.); 3er ed.).
- Castro Camba, R., Sánchez, C., Vidal, N., & Vielba, J. M. (2022). Interactions of Gibberellins with Phytohormones and Their Role in Stress Responses. *Horticulturae*, *8*(3). <https://doi.org/10.3390/horticulturae8030241>
- Chapman, E. J., & Estelle, M. (2009). Mechanism of auxin-regulated gene expression in plants. *Annual Review of Genetics*, *43*(July), 265–285. <https://doi.org/10.1146/annurev-genet-102108-134148>
- Chávez, J., Castro, L., Carmen, A., Tinoco, C., & García, A. (2019). Eficacia de bioestimulantes sobre el crecimiento inicial de plantas de fréjol común (*Phaseolus vulgaris*L.). *Espamciencia*, *10*(1), 14–22.
- Conn, S. J., Gilliam, M., Athman, A., Schreiber, A. W., Baumann, U., Moller, I., Cheng, N. H., Stancombe, M. A., Hirschi, K. D., Webb, A. A. R., Burton, R., Kaiser, B. N., Tyerman, S. D., & Leigh, R. A. (2011). Cell-specific vacuolar calcium storage mediated by CAX1 regulates apoplastic calcium concentration, gas exchange, and plant productivity in *Arabidopsis*. *Plant Cell*, *23*(1), 240–257. <https://doi.org/10.1105/tpc.109.072769>
- Conte, S. S., & Walker, E. L. (2011). Transporters Contributing to Iron Trafficking in Plants. *Molecular Plant*, *4*(3), 464–476. <https://doi.org/10.1093/MP/SSR015>
- Cortleven, A., Leuendorf, J. E., Frank, M., Pezzetta, D., Bolt, S., & Schmölling, T. (2019). Cytokinin action in response to abiotic and biotic stresses in plants. *Plant Cell and Environment*, *42*(3), 998–1018. <https://doi.org/10.1111/pce.13494>
- Daviere, J. M., & Achard, P. (2013). Gibberellin signaling in plants. *Development (Cambridge)*, *140*(6), 1147–1151. <https://doi.org/10.1242/dev.087650>
- Davies, P. J. (2010). Plant hormones: Biosynthesis, signal transduction, action! *Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action!*, 1–802. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2686-7/COVER>

- De Pascale, S., Rouphael, Y., & Colla, G. (2017). Plant biostimulants: Innovative tool for enhancing plant nutrition in organic farming. *European Journal of Horticultural Science*, 82(6), 277–285. <https://doi.org/10.17660/eJHS.2017/82.6.2>
- Denancé, N., Sánchez-Vallet, A., Goffner, D., & Molina, A. (2013). Disease resistance or growth: The role of plant hormones in balancing immune responses and fitness costs. *Frontiers in Plant Science*, 4(MAY), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00155>
- Dewang, S. P., & Usha Devi, C. (2022). Efficacy of Organic Biostimulant (Fish Protein Hydrolyzate) on the Growth and Yield of Tomato (*Solanum lycopersicum*). *Agricultural Science Digest*, 42(1), 20–25. <https://doi.org/10.18805/ag.D-5309>
- Díaz, S. P., & Fernández, P. (2000). Técnicas de regresión: Regresión lineal simple. *Investigación*, 91–94. http://www.fisterra.com/mbe/investiga/regre_lineal_simple/regre_lineal_simple2.pdf
- du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Echeverria Salazar, A. J., Vega Armijos, J. E., & Luna Romero, A. E. (2023). Evaluación de bioestimulante orgánico en cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad nacional en etapa de vivero. *SINFIT*, 11(1), 52–58. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
- FAO. (1998). *Chapter 3. Thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B6, pantothenic acid and biotin* (pp. 77–89). <https://www.fao.org/4/Y2809E/y2809e09.htm>
- Florez Jalixto, M., Roldán Acero, D., Omote Sibina, J. R., & Molleda Ordoñez, A. (2021). Biofertilizers and biostimulants for agricultural and aquaculture use: Bioprocesses applied to organic by-products of the fishing industry. *Scientia Agropecuaria*, 12(4), 635–651. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.067>
- Francesca, S., Arena, C., Hay Mele, B., Schettini, C., Ambrosino, P., Barone, A., & Rigano, M. M. (2020). The use of a plant-based biostimulant improves plant performances and fruit quality in tomato plants grown at elevated temperatures. *Agronomy*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/agronomy10030363>
- García Carrión, L. F. (2010). *Catálogo de cultivares de cacao del Perú*. Ministerio de Agricultura (Comision Nacional para el desarrollo y Vida sin Drogas (ed.)). https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/cultivares_cacao.pdf
- García López, M. ángel. (2019). *Momentos de aplicación de dos bioestimulantes en el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. inia – 507 la conquista, en fase soca bajo riego* [Universidad Nacional Agraria de la selva].

- http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1680/TS_MAR_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Geisseler, D., & Scow, K. M. (2014). Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms - A review. *Soil Biology and Biochemistry*, 75, 54–63. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.03.023>
- George, E. F., Hall, M. A., & Klerk, G. J. De. (2008). Plant Growth Regulators. In *Plant Propagation by Tissue Culture 3rd Edition* (Vol. 1, Issue July). <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5005-3>
- Gitman, L., & Zutter, C. J. (2012). Principios de administración financiera. In Lawrence Gitman y Chad Zutter (Ed.), *Canadian Psychologist / Psychologie canadienne* (Decimosegundo, Vol. 8a, Issue 4). <https://educativopracticas.files.wordpress.com/2014/05/principios-de-administracion-financiera.pdf>
- Gittinger, J. P. (1982). *Economic analysis of agricultural projects* (Johns Hopkins University Press (ed.); 2nd ed.).
- Hedden, P., & Thomas, S. G. (2012). Gibberellin biosynthesis and its regulation. *The Biochemical Journal*, 444(1), 11–25. <https://doi.org/10.1042/BJ20120245>
- Hernández Cruz, S. J. (2020). Asignatura : Estadística Tema : Coeficiente de Variación. In *Uaeh*. https://www.uaeh.edu.mx/division_academica/educacion-media/repositorio/2010/6- semestre/estadistica/coeficiente-de-variacion.pdf
- Herrera Mancheno, R. J. (2019). *Dinámica nutricional en interacciones NPK relacionada a características morfológicas y fisiológicas en cacao (Theobroma cacao L.) clon CCN 51 [UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA]*. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/22139>
- Herrera, R., Vásquez Matute, S. C., Graña, F., Molina Müller, M., Capa Morocho, M. I., & Guamán, A. O. (2022). Interacción de n, p y k sobre características del suelo, crecimiento y calidad de fruto de cacao en la amazonía ecuatoriana. *Bioagro*, 34(3), 277–288. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8554071&info=resumen&idioma=EN>
- Holley, A. K., Bakthavatchalu, V., Velez-Roman, J. M., & Clair, D. K. St. (2011). Manganese Superoxide Dismutase: Guardian of the Powerhouse. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(10), 7114. <https://doi.org/10.3390/IJMS12107114>
- Hoopen, G. M. Ten, & Krauss, U. (2016). Biological Control of Cacao Diseases. *Cacao Diseases: A History of Old Enemies and New Encounters*, 511–566. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24789-2_17

- Hussain, S., Nanda, S., Zhang, J., Rehmani, M. I. A., Suleman, M., Li, G., & Hou, H. (2021). Auxin and cytokinin interplay during leaf morphogenesis and phyllotaxy. *Plants*, *10*(8), 1–14. <https://doi.org/10.3390/plants10081732>
- Hwang, I., Sheen, J., & Müller, B. (2012). Cytokinin signaling networks. *Annual Review of Plant Biology*, *63*(Volume 63, 2012), 353–380. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-ARPLANT-042811-105503/CITE/REFWORKS>
- Jaimez, R. E., Barragan, L., Fernández-Niño, M., Wessjohann, L. A., Cedeño-García, G., Cantos, I. S., & Arteaga, F. (2022). *Theobroma cacao* L. cultivar CCN 51: a comprehensive review on origin, genetics, sensory properties, production dynamics, and physiological aspects. *PeerJ*, *9*, 1–23. <https://doi.org/10.7717/peerj.12676>
- Kadow, D. (2020). The biochemistry of cocoa flavor – A holistic analysis of its development along the processing chain. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, *93*, 300–312. <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2020.093.037>
- Kadow, D., Niemenak, N., Rohn, S., & Lieberei, R. (2015). Fermentation-like incubation of cocoa seeds (*Theobroma cacao* L.) - Reconstruction and guidance of the fermentation process. *Lwt*, *62*(1), 357–361. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.01.015>
- Kennedy, D. O. (2016). B vitamins and the brain: Mechanisms, dose and efficacy—A review. *Nutrients*, *8*(2). <https://doi.org/10.3390/nu8020068>
- Köhler, M., Hanf, A., Barus, H., Hendrayanto, & Hölscher, D. (2014). Cacao trees under different shade tree shelter: Effects on water use. *Agroforestry Systems*, *88*(1), 63–73. <https://doi.org/10.1007/S10457-013-9656-3/METRICS>
- Kumar, M., Giri, V. P., Pandey, S., Gupta, A., Patel, M. K., Bajpai, A. B., Jenkins, S., & Siddique, K. H. M. (2021). Plant-growth-promoting rhizobacteria emerging as an effective bioinoculant to improve the growth, production and stress tolerance of vegetable crops. *International Journal of Molecular Sciences*, *22*(22). <https://doi.org/10.3390/ijms222212245>
- Kumar, S., Kumar, S., & Mohapatra, T. (2021). Interaction Between Macro- and Micro-Nutrients in Plants. *Frontiers in Plant Science*, *12*(May). <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.665583>
- Langowski, L., Goñi, O., Ikuyinminu, E., Feeney, E., & O’Connell, S. (2022). Investigation of the direct effect of a precision *Ascochyllum nodosum* biostimulant on nitrogen use efficiency in wheat seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry*, *179*, 44–57. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2022.03.006>
- López Correa, J. (2021). *Efecto de bioles en el crecimiento de plantones de cacao (Theobroma*

- cacao* L.) en vivero [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1929/TS_JLC_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- López Cuadra, Y. M., Cunias Rodríguez, M. Y., & Carrasco Vega, Y. L. (2020). El cacao peruano y su impacto en la economía nacional. *Revista Científica de La Universidad de Cienfuegos*, 12(3), 344–352. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5930/issn.2218-3620>
- Lozada Martínez, C. P. (2017). *Evaluación de tres bioestimulantes para el incremento de masa radicular y productividad en un cultivo establecido de fresa (Fragaria × ananassa)* [Universidad Técnica de Ambato - Facultad de Ciencias Agropecuarias]. [http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25031/1/Tesis-151 Ingeniería Agronómica - CD 465.pdf](http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25031/1/Tesis-151%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20CD%20465.pdf)
- M. Wickramasuriya, A., & M. Dunwell, J. (2018). *Cacao biotechnology: current status and future prospects*. 16, 4–17. <https://doi.org/doi:10.1111/pbi.12848>
- Makila, R., Wybouw, B., Smetana, O., Vainio, L., Solé Gil, A., Lyu, M., Ye, L., Wang, X., Siligato, R., Jenness, M. K., Murphy, A. S., & Mähönen, A. P. (2023). Gibberellins promote polar auxin transport to regulate stem cell fate decisions in cambium. *Nature Plants*, 9(4), 631–644. <https://doi.org/10.1038/s41477-023-01360-w>
- Mallick, A., Dey, S., Datta, S., Barman, M., Samui, S., & Dutta, G. (2022). *Auxin and Cytokinin Signaling in Plant Stress Response*. 213–234. https://doi.org/10.1007/978-3-031-05427-3_9
- Marrocos, P. C. L., Loureiro, G. A. H. d. A., Araujo, Q. R. d., Sodr e, G. A., Ahnert, D., Escalona-Valdez, R. A., & Baligar, V. C. (2020). Mineral nutrition of cacao (*Theobroma cacao* L.): relationships between foliar concentrations of mineral nutrients and crop productivity. *Journal of Plant Nutrition*, 43(10), 1498–1509. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1739295>
- Marschner, P. (2011). Marschner’s Mineral Nutrition of Higher Plants: Third Edition. *Marschner’s Mineral Nutrition of Higher Plants: Third Edition*, 1–651. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-63043-9>
- Masclaux Daubresse, C., Daniel Vedele, F., Dechorgnat, J., Chardon, F., Gaufichon, L., & Suzuki, A. (2010). Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: Challenges for sustainable and productive agriculture. *Annals of Botany*, 105(7), 1141–1157. <https://doi.org/10.1093/aob/mcq028>
- Mathur, P., Tripathi, D. K., Baluška, F., & Mukherjee, S. (2022). Auxin-mediated molecular mechanisms of heavy metal and metalloïd stress regulation in plants. *Environmental and*

- Experimental Botany*, 196, 104796. <https://doi.org/10.1016/J.ENVEXPBOT.2022.104796>
- Mengel, K., & Kirkby, E. A. (2001). Principles of plant nutrition. *Annals of Botany*, 93(4), 479–480. <https://doi.org/10.1093/aob/mch063>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2021). *Observatorio de Commodities (Cacao)* (ROF MIDAGR). <https://www.defensorianinez.cl/observatorio/>
- Moore, R. E. T., Ullah, I., Dunwell, J. M., & Rehkämper, M. (2024). Stable Isotope Analyses Reveal Impact of Fe and Zn on Cd Uptake and Translocation by *Theobroma cacao*. *Plants*, 13(4), 1–17. <https://doi.org/10.3390/plants13040551>
- Morrissey, J., & Guerinot, M. Lou. (2009). Iron uptake and transport in plants: The good, the bad, and the ionome. *Chemical Reviews*, 109(10), 4553. <https://doi.org/10.1021/CR900112R>
- Nadurile Santos, E. (2010). *Cacao: Cadena de valor de Costa Rica* (IICA (ed.)).
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., & Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34(11), 1527–1536. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(02\)00174-8](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00174-8)
- Naturagro. (2023). *Bioestimulante - Evergreen*. https://naturagro.net/wp-content/uploads/2021/02/FT_Naturagro_Evergreen_Saeta_Agridur.pdf
- Niether, W., Armengot, L., Andres, C., Schneider, M., & Gerold, G. (2018). Shade trees and tree pruning alter throughfall and microclimate in cocoa (*Theobroma cacao* L.) production systems. *Annals of Forest Science*, 75(2). <https://doi.org/10.1007/s13595-018-0723-9>
- Osei Gyabaah, A. P., Antwi, M., Addo, S., & Osei, P. (2023). Land suitability analysis for cocoa (*Theobroma cacao*) production in the Sunyani municipality, Bono region, Ghana. *Smart Agricultural Technology*, 5(April), 100262. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100262>
- Othibeng, K., Nephali, L., Myoli, A., Buthelezi, N., Jonker, W., Huyser, J., & Tugizimana, F. (2022). Metabolic Circuits in Sap Extracts Reflect the Effects of a Microbial Biostimulant on Maize Metabolism under Drought Conditions. *Plants*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/plants11040510>
- Ozturk, M., Bhat, R. A., Ashraf, M., Tonelli, F. M. P., Unal, B. T., & Dar, G. H. (2023). Phytohormones and Stress Responsive Secondary Metabolites. *Phytohormones and Stress Responsive Secondary Metabolites*, 1–291. <https://doi.org/10.1016/C2021-0-00172-3>
- Perrot Rechenmann, C. (2010). Cellular responses to auxin: division versus expansion. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 2(5). <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a001446>
- Pohl, A., Grabowska, A., Kalisz, A., & Sekara, A. (2018). Preliminary screening of biostimulative effects of Göemar BM-86 on eggplant cultivars grown under field

- conditions in Poland. *Acta Agrobotanica*, 71(4), 1–10. <https://doi.org/10.5586/aa.1752>
- Prashar, N., & Bakshi, M. (2022). Role of micro-nutrients in fruit production : A review. *The Pharma Innovation*, 11(6), 1158–1164. <https://www.thepharmajournal.com/archives/2022/vol11issue6S/PartO/S-11-5-335-322.pdf>
- Rodríguez arrobo, T., Cajamarca creso, K., & Barrezueta unda, S. (2023). Efectos de bioestimulantes en el crecimiento morfológico de plántulas de cacao en etapa de vivero. *Manglar*, 20(2), 117–122. <http://www.scielo.org.pe/pdf/mang/v20n2/2414-1046-manglar-20-02-117.pdf>
- Rodríguez, M. E. M. (2005). Errores frecuentes en la interpretación del coeficiente de determinación lineal. *Anuario Jurídico y Económico Escurialense*, 38, 315–332. <https://doi.org/10.1007/s00259-015-3057-y>
- Rodríguez Morgano, B. (2018). *Producción de un biofertilizante / Bioestimulante mediante un proceso biológico / Enzimático a partir de subproductos orgánicos: valorización agronómica y ambiental de lodos de depuradora y plumas de matadero* [Universidad de Sevilla]. [https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/83787/TESIS DOCTORAL BRM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/83787/TESIS_DOCTORAL_BRM.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rouphael, Y., & Colla, G. (2020). Editorial: Biostimulants in Agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 11(February), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00040>
- Sakakibara, H. (2006). Cytokinins: Activity, biosynthesis, and translocation. *Annual Review of Plant Biology*, 57, 431–449. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.ARPLANT.57.032905.105231>
- Saltsevich, Y. V., Ageev, A. A., Buryak, L. V., & Achikolova, I. S. (2021). Use of organic biostimulant for growing Siberian spruce seedlings. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 875(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/875/1/012084>
- Sánchez Rodríguez, M. (2015). *Análisis físico-químico de suelos* (Universidad Nacional Agraria de la Selva (ed.)).
- Santiago, J. (2024). Aumentan precios de chocolate por alza en precio del cacao. In *Industria alimentaria hoy*. <https://thefoodtech.com/industria-alimentaria-hoy/fabricantes-de-chocolate-enfrentan-presiones-por-el-alza-en-precios-del-cacao/>
- Santoso, D., Gunawan, A., Budiani, A., Sari, D. A., & Priyono. (2018). Plant biostimulant to improve crops productivity and planters profit. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 183(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/183/1/012017>
- Sauer, M., Robert, S., & Kleine Vehn, J. (2013). Auxin: Simply complicated. *Journal of*

- Experimental Botany*, 64(9), 2565–2577. <https://doi.org/10.1093/jxb/ert139>
- SENAMHI. (2024). *Meteorología Estación tulumayo-Jose crespo y castillo*. <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=huanuco&p=estaciones>
- Sharma, A., & Zheng, B. (2019). Molecular responses during plant grafting and its regulation by auxins, cytokinins, and gibberellins. *Biomolecules*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/biom9090397>
- Shchuchka, R. V., & Gulidova, V. A. (2021). Methods and results of spring barley plants treatment with growth biostimulants. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 677(2). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/2/022103>
- Skupa, P., Opatrny, Z., & Petrásek, J. (2014). Auxin Biology: Applications and the Mechanisms Behind. *Plant Cell Monographs*, 22, 69–102. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41787-0_3
- Sol Sánchez, Á., Naranjo González, J. A., Córdova Avalos, V., Ávalos de la Cruz, D. A., & Zaldívar Cruz, J. M. (2017). Caracterización bromatológica de los productos derivados de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Chontalpa, Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14, 2817–2830. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i14.453>
- Sosnowski, J., Truba, M., & Vasileva, V. (2023). The Impact of Auxin and Cytokinin on the Growth and Development of Selected Crops. *Agriculture (Switzerland)*, 13(3), 1–14. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030724>
- Soto Álvarez, J. (2012). Análisis coste-beneficio. *Evaluación Económica de Medicamentos y Tecnologías Sanitarias*, 85–92. https://doi.org/10.1007/978-84-940346-6-4_7
- Suárez, N. R. (2012). La revolución en la toma de decisiones estadísticas : el p-valor. *Revista de Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales*, 14(3), 439–446.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2021). *Fundamentos de Fisiología Vegetal - 6.ed.* <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FisiologiaVegetalVolumenIIespanhol.pdf>
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. S. (2018). *Plant physiology and development*. 761.
- Tao, L., Zhu, H., Luo, X., Li, J., Ru, Y., Lv, J., Pan, W., Li, Y., Li, X., Chen, Y., Jasik, J., Baluška, F., Shabala, S., Huang, X., Shi, L., & Yu, M. (2024). Manganese toxicity elicits the degradation of auxin transport carriers to restrain arabidopsis root growth. *Environmental and Experimental Botany*, 225, 105863. <https://doi.org/10.1016/J.ENVEXPBOT.2024.105863>
- Tejedor T., F. J. (2003). *Aplicaciones diversas del análisis de varianza. Cuadernos Estadística*.

- Cuaderno Estadístico* (Cuadernos Estadística (ed.); Editorial).
- Valenzuela B., A. (2007). Chocolate, a Healthy Pleasure. *Revista Chilena de Nutrición*, 34(3), 180–190. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182007000300001&lng=en&nrm=iso&tlng=en%0Ahttp://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0717-75182007000300001&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- Vanajothi, R., Bhavaniramy, S., & Vishnupriya, S. (2022). Exploring the biostimulants in plant science. *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering*, 1–25. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85579-2.00008-3>
- Vansynghel, J., Thomas, E., Ocampo Ariza, C., Maas, B., Ulloque-Samatelo, C., Zhang, D., Tschardtke, T., & Steffan Dewenter, I. (2023). Cross-pollination with native genotypes improves fruit set and yield quality of Peruvian cacao. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 357(January), 108671. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108671>
- Vera Almeida, J. F., & Molina Zambrano, J. A. (2021). *Evaluación de Bioestimulantes para la Reducción de los efectos que ocasiona el Estrés Térmico y oxidativo en el Cultivo de Cacao (Theobroma cacao L. Cv. CCN-51)* [Universidad de las fuerzas Armadas]. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/25976/1/T-ESPESD-003134.pdf>
- Waizel, S., Waizel, J., Magaña, J. A., Campos, P., & San Esteban, J. E. (2012). Cacao y chocolate: seducción y terapéutica. *Anales Médicos*, 57(3), 236–245. <http://www.medigraphic.com/pdfs/abc/bc-2012/bc123k.pdf>
- Wang, Z., Yang, R., Liang, Y., Zhang, S., Zhang, Z., Sun, C., Li, J., Qi, Z., & Yang, Q. (2022). Comparing Efficacy of Different Biostimulants for Hydroponically Grown Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Agronomy*, 12(4), 786. <https://doi.org/10.3390/agronomy12040786>
- Yakhin, O. I., Lubyantsev, A. A., Yakhin, I. A., & Brown, P. H. (2017). Biostimulants in plant science: A global perspective. *Frontiers in Plant Science*, 7(January). <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>
- Yamaguchi, S. (2008). Gibberellin metabolism and its regulation. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 225–251. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.ARPLANT.59.032607.092804>
- Yoshii, K., Hosomi, K., Sawane, K., & Kunisawa, J. (2019). Metabolism of dietary and microbial vitamin b family in the regulation of host immunity. *Frontiers in Nutrition*, 6(April), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00048>
- Zhang, X., Zhao, B., Sun, Y., & Feng, Y. (2022). Effects of gibberellins on important agronomic traits of horticultural plants. *Frontiers in Plant Science*, 13(October), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.978223>

Zhang, Y., Zhou, Y., Chen, S., Liu, J., Fan, K., Li, Z., Liu, Z., & Lin, W. (2019). Gibberellins play dual roles in response to phosphate starvation of tomato seedlings, negatively in shoots but positively in roots. *Journal of Plant Physiology*, 234–235, 145–153. <https://doi.org/10.1016/J.JPLPH.2019.02.007>

ANEXOS

Tabla 23. Datos de la evaluación de número de cojines florales activos y de flores de cacao, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024

Bloque	Trat.	Cojines florales								Cantidad de flores							
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
I	T₁	23	34	37	26	24	23	21	15	74	325	449	208	117	123	99	19
	T₂	24	29	31	23	22	21	22	8	95	278	445	166	131	121	78	19
	T₃	29	32	35	37	39	37	34	16	103	320	419	269	255	200	113	21
	T₄	22	33	33	42	40	37	34	9	140	378	412	315	247	173	97	21
	T₅	30	35	35	41	42	40	37	15	127	533	413	238	266	171	130	33
	T₆	29	35	57	49	50	48	49	23	137	435	645	409	321	210	94	51
	T₇	32	43	44	51	48	49	46	16	134	523	515	399	279	289	107	60
II	T₁	34	37	20	23	20	18	19	12	121	477	212	198	132	114	85	29
	T₂	36	39	22	25	26	27	18	6	128	526	294	180	197	146	109	25
	T₃	35	37	28	27	25	23	24	25	147	546	283	210	140	97	46	25
	T₄	30	33	54	22	25	24	21	21	162	520	615	187	161	135	100	34
	T₅	27	30	56	59	56	51	48	27	239	361	684	426	353	295	120	49
	T₆	35	40	52	58	60	63	50	32	123	465	565	476	469	409	136	68
	T₇	33	41	52	56	53	50	51	18	136	595	646	438	403	285	132	52
III	T₁	25	27	23	23	25	26	23	12	76	456	243	174	165	117	59	41
	T₂	28	30	34	40	35	29	28	9	161	332	443	344	252	152	112	60
	T₃	33	35	32	38	37	34	32	17	102	563	383	243	260	225	102	70
	T₄	31	34	33	35	33	35	36	18	102	522	386	292	236	157	103	54
	T₅	36	38	52	57	56	54	51	34	221	503	632	436	380	307	102	53
	T₆	40	47	53	60	62	61	62	17	247	614	641	377	417	357	153	63
	T₇	31	42	41	54	51	49	49	30	171	623	380	387	345	204	150	84
IV	T₁	30	33	28	25	25	26	23	17	54	419	324	178	157	115	90	62
	T₂	33	36	32	29	29	27	24	12	81	402	393	227	207	120	91	35
	T₃	37	40	31	29	30	29	30	22	99	419	366	206	186	158	129	23
	T₄	28	31	38	28	25	26	23	12	89	487	436	240	137	101	78	40
	T₅	35	40	41	49	50	48	49	20	121	505	475	308	290	245	124	62
	T₆	34	40	43	56	54	56	53	22	102	465	522	483	357	251	165	64
	T₇	37	43	46	60	63	52	53	18	153	566	532	400	378	280	174	39

Tabla 24. Datos de evaluación de flores cuajadas y frutos cosechados de cacao, en el fundo Aldo's, diciembre 2023 a abril 2024

Bloque	Trat.	Flores cuajadas							Frutos cosechados			
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	1°	2°	3°	4°
I	T₁	11	13	16	38	44	33	12	4	6	2	0
	T₂	18	40	43	59	43	37	17	6	6	5	0
	T₃	14	49	47	52	51	52	36	12	10	12	2
	T₄	21	47	63	57	63	59	42	12	13	9	8
	T₅	16	59	94	93	75	69	61	15	14	19	13
	T₆	35	70	82	97	91	66	57	15	17	14	11
	T₇	35	64	92	87	82	58	45	15	10	11	9
II	T₁	11	13	22	48	38	29	12	5	4	3	1
	T₂	16	38	44	43	52	40	23	6	7	8	3
	T₃	16	38	53	50	41	35	25	10	7	11	2
	T₄	32	51	68	64	43	28	13	7	5	1	0
	T₅	16	71	101	91	67	56	54	13	12	18	12
	T₆	35	71	92	77	75	74	41	10	11	11	9
	T₇	39	76	93	95	99	85	43	14	9	11	9
III	T₁	10	12	23	33	29	33	9	5	4	0	0
	T₂	17	33	34	29	23	19	12	7	3	2	0
	T₃	13	31	48	35	22	13	8	5	3	0	0
	T₄	22	41	52	65	62	19	17	10	6	0	0
	T₅	11	77	101	84	62	53	48	9	14	15	10
	T₆	53	86	100	73	44	28	25	11	10	1	0
	T₇	37	66	84	81	44	34	33	12	9	8	4
IV	T₁	11	13	33	49	45	44	18	8	7	3	0
	T₂	17	35	45	41	28	20	16	8	6	2	0
	T₃	16	41	33	35	24	26	16	10	3	3	0
	T₄	24	44	35	32	21	22	11	8	3	0	0
	T₅	9	63	75	65	58	56	49	13	14	17	5
	T₆	45	61	90	77	64	43	40	14	16	7	3
	T₇	45	75	83	86	55	40	38	10	15	11	2

Tabla 25. Análisis foliar realizado al finalizar el experimento, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024

Blq.	Trat.	Análisis Foliar									
		N (%)	P2O5	K (%)	Ca	Mg	Na	Zn	Fe	Cu	Mn
I	T₁	1,57	0,163	0,661	1,413	0,478	0,029	68,995	36,579	4,512	245,02
	T₂	1,68	0,222	0,733	1,028	0,565	0,041	25,742	43,828	1,919	269,38
	T₃	1,51	0,057	0,282	0,705	0,371	0,036	11,531	48,086	0,56	177,61
	T₄	1,68	0,196	1,245	0,785	0,341	0,051	67,177	42,115	7,731	262,34
	T₅	1,96	0,294	0,448	1,398	0,527	0,033	115,26	108,98	2,593	503,16
	T₆	2,13	0,206	0,787	0,815	0,409	0,029	61,914	45,646	7,809	236,6
	T₇	1,96	0,282	0,628	1,048	0,381	0,059	71,005	54,005	4,082	442,92
II	T₁	1,62	0,181	1,117	0,734	0,48	0,037	85,598	38,923	6,067	139,09
	T₂	1,68	0,16	0,985	0,189	0,35	0,052	79,904	44,761	7,134	378,71
	T₃	1,51	0,201	0,358	1,503	0,636	0,047	139,81	69,512	1,603	501,96
	T₄	2,02	0,186	0,712	1,357	0,594	0,01	67,99	25,957	4,689	311,63
	T₅	2,13	0,258	0,637	0,974	0,443	0,048	57,751	45,895	4,282	305,89
	T₆	2,13	0,255	0,94	0,821	0,371	0,015	125,89	50,459	5,569	351,96
	T₇	1,90	0,31	1,081	0,959	0,481	0,031	78,804	49,187	2,756	334,5
III	T₁	1,51	0,31	0,803	0,571	0,32	0,022	5,311	35,885	0,364	108,37
	T₂	1,68	0,165	1,08	0,956	0,428	0,052	55,885	55,478	7,354	259,52
	T₃	1,68	0,193	0,406	0,012	0,428	0,055	52,44	54,005	2,598	391,1
	T₄	2,18	0,263	0,587	1,203	0,611	0,014	90,526	36,096	2,9	211,48
	T₅	2,13	0,281	0,85	1,111	0,485	0,08	48,086	157,84	2,967	435,74
	T₆	2,07	0,255	1,291	0,694	0,432	0,022	100,86	30,445	5,842	174,59
	T₇	2,18	0,266	1,381	0,843	0,351	0,033	82,532	44,569	6,612	275,31
IV	T₁	1,51	0,219	0,695	1,039	0,586	0,011	106,65	36,967	2,809	519,47
	T₂	1,46	0,206	0,811	1,232	0,464	0,019	93,78	44,919	2,976	409,14
	T₃	1,79	0,186	1,011	0,913	0,545	0,029	27,177	44,799	1,627	277,26
	T₄	2,02	0,235	0,602	0,849	0,392	0,031	94,833	26,794	0,967	228,18
	T₅	1,96	0,196	1,249	0,901	0,462	0,033	45,263	36,574	5,986	234,64
	T₆	2,13	0,266	0,808	1,135	0,406	0,043	97,273	57,531	6,431	462,54
	T₇	1,96	0,219	0,731	0,853	0,429	0,055	39,856	35,086	5,517	300,19

Tabla 26. Cuantificación de frutos según incidencia de plagas y enfermedades , en el fundo Aldo´s, abril a junio 2024

Bloque	Trat.	Flores cuajadas					Total
		Monilia	Escoba	Pudrición parda	Carmenta	Sanos	
I	T₁	1	2	2	4	3	12
	T₂	1	2	8	2	4	17
	T₃	1	5	17	9	3	36
	T₄	7	13	8	6	7	42
	T₅	6	19	6	8	21	61
	T₆	8	18	7	8	11	57
	T₇	4	18	5	8	10	45
II	T₁	3	3	0	4	3	13
	T₂	2	4	9	5	4	24
	T₃	3	6	12	7	2	30
	T₄	4	3	2	3	1	13
	T₅	7	17	4	8	18	55
	T₆	9	13	5	7	9	41
	T₇	4	18	3	8	10	43
III	T₁	2	3	1	2	1	9
	T₂	3	2	4	1	2	12
	T₃	1	4	2	1	0	8
	T₄	5	4	2	2	2	16
	T₅	8	16	4	6	13	48
	T₆	5	7	2	4	4	22
	T₇	4	13	4	5	7	33
IV	T₁	3	5	2	3	4	18
	T₂	3	5	2	1	5	16
	T₃	0	2	7	5	2	16
	T₄	3	2	1	2	3	11
	T₅	6	15	3	7	17	49
	T₆	7	14	3	6	8	40
	T₇	4	15	4	5	10	38

Tabla 27. Análisis de (ANVA) ($\alpha=0.05$) de número de cojines florales activos durante la evaluación del experimento, en el fundo Aldo's, diciembre 2023 a abril 2024

Fuente de variación	GL	15 días DDA		30 días DDA		45 días DDA		60 días DDA		75 días DDA		90 días DDA		105 días DDA		120 días DDA	
		CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor
Bloque	3	248,75	*0,0011	50,51	NS0,3259	51,63	NS0,6448	159,56	NS0,1003	133,52	NS0,185	135,44	NS0,1669	180,68	S0,0483	166,08	NS0,0611
Tratamiento	6	118,02	*0,0256	243,31	*0,0111	1390,91	*0,001	3055,4	**0,0001	3133,35	**0,0001	2867,91	**0,0001	3121,61	**0,0001	485,70	**0,0001
Error muestral	21	38,44		65,22		71,84		38,68		59,98		62,26		39,55		35,66	
Error experimental	81	42,41		43,13		92,65		74,2		81,06		78,19		65,82		65,03	
Total	111																
CV (%)		20,88		18,14		24,98		21,4		22,71		23,3		22,26		45,14	
R ²		0,4		0,46		0,57		0,77		0,76		0,75		0,79		0,44	

15 DDA : 1° Evaluación 15 días despues de la aplicación de bioestimulantes.
30 DDA : 2° Evaluación 30 días despues de la aplicación de bioestimulantes.
45 DDA : 3° Evaluación 45 días despues de la aplicación de bioestimulantes.
60 DDA : 4° Evaluación 60 días despues de la aplicación de bioestimulantes.
75 DDA : 5° Evaluación 75 días despues de la aplicación de bioestimulantes.
90 DDA : 6° Evaluación 90 días despues de la aplicación de bioestimulantes.
105 DDA : 7° Evaluación 105 días despues de la aplicación de bioestimulantes.
120 DDA : 8° Evaluación 120 días despues de la aplicación de bioestimulantes.
* : Significativo.
** : Altamente significativo
NS : no significativo.
DDA : Días después de la aplicación de bioestimulantes.
GL : Grados de libertad.
CM : Cuadrados medios.
CV : Coeficiente de varianza.

Tabla 28. Análisis de (ANVA) ($\alpha=0.05$) de número de flores durante la evaluación del experimento, en el fundo Aldo's, diciembre 2023 a abril 2024

Fuente de variación	GL	15 días DDA		30 días DDA		45 días DDA		60 días DDA		75 días DDA		90 días DDA		105 días DDA		120 días DDA	
		CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor
Bloque	3	19964,99**0,0001		74772,39 *0,0218		9618,44 NS0,7344		6922,72 NS0,5975		20733,43 NS0,0906		9474,11 NS0,2656		2117,95 NS0,2715		4061,08**0,0001	
Tratamiento	6	15912,56**0,0001		59030,7 *0,0864		177346,57 **0,0001		149651,53 **0,0001		143547,89 **0,0001		90678,92 **0,0001		7992,03 *0,0062		2154,92**0,0001	
Error muestral	21	1446,37		26990,54		19702,06		9822,76		7576,9		4501,85		1895,68		496,55	
Error experimental	81	2533,32		22022,12		22542,02		10982,09		9283,76		7043,7		1596,59		491,09	
Total	111																
CV (%)		38,7		31,59		32,98		34,89		37,29		42,31		36,35		49,00	
R ²		0,48		0,39		0,45		0,56		0,59		0,54		0,42		0,48	

15 DDA : 1° Evaluación 15 días despues de la aplicación de bioestimulantes.
30 DDA : 2° Evaluación 30 días despues de la aplicación de bioestimulantes.
45 DDA : 3° Evaluación 45 días despues de la aplicación de bioestimulantes.
60 DDA : 4° Evaluación 60 días despues de la aplicación de bioestimulantes.
75 DDA : 5° Evaluación 75 días despues de la aplicación de bioestimulantes.
90 DDA : 6° Evaluación 90 días despues de la aplicación de bioestimulantes.
105 DDA : 7° Evaluación 105 días despues de la aplicación de bioestimulantes.
120 DDA : 8° Evaluación 120 días despues de la aplicación de bioestimulantes.
* : Significativo.
** : Altamente significativo
NS : no significativo.
DDA : Días después de la aplicación de bioestimulantes.
GL : Grados de libertad.
CM : Cuadrados medios.
CV : Coeficiente de varianza.

Tabla 29. Análisis de (ANVA) ($\alpha=0.05$) de número de frutos cuajados durante la evaluación del experimento, en el fundo Aldo's, diciembre 2023 a abril 2024

Fuente de variación	GL	30 días DDA		45 días DDA		60 días DDA		75 días DDA		90 días DDA		105 días DDA		120 días DDA	
		CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor	CM	p valor
Bloque	3	1,68	NS 0,7619	3,44	NS 0,7809	37,73	NS 0,0515	84,69	* 0,0025	245,72	** 0,0001	258,84	** 0,0001	87,6	** 0,0001
Tratamiento	6	164,36	** 0,0001	469,15	** 0,0001	783,5	** 0,0001	438,06	** 0,0001	252,58	** 0,0001	177,83	** 0,0001	227,51	** 0,0001
Error muestral	21	6,55		6,18		20,48		18,65		13,82		15,12		7,4	
Error experimental	81	4,32		9,51		14,01		16,34		19,05		20,03		7,75	
Total	111														
CV (%)		38,59		25,82		24,01		26,08		33,83		42,3		37,97	
R ²		0,76		0,79		0,82		0,71		0,62		0,57		0,74	

15 DDA : 0° Evaluación 15 días después de la aplicación de bioestimulantes (No se considera primera evaluación por la nula presencia de frutos cuajados)

30 DDA : 1° Evaluación 30 días después de la aplicación de bioestimulantes.

45 DDA : 2° Evaluación 45 días después de la aplicación de bioestimulantes.

60 DDA : 3° Evaluación 60 días después de la aplicación de bioestimulantes.

75 DDA : 4° Evaluación 75 días después de la aplicación de bioestimulantes.

90 DDA : 5° Evaluación 90 días después de la aplicación de bioestimulantes.

105 DDA : 6° Evaluación 105 días después de la aplicación de bioestimulantes.

120 DDA : 7° Evaluación 120 días después de la aplicación de bioestimulantes.

* : Significativo.

** : Altamente significativo

NS : no significativo.

DDA : Días después de la aplicación de bioestimulantes.

GL : Grados de libertad.

CM : Cuadrados medios.

CV : Coeficiente de varianza.

Tabla 30. Prueba de Di Rienzo, Guzman y Casanoves (DGC) ($\alpha= 0.05$) del número de cojines florales activos en el experimento, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024

15 días DDA			30 días DDA			45 días DDA			60 días DDA			75 días DDA			90 días DDA			105 días DDA			120 días DDA		
Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.
T ₆	34,44	± 1.55 a	T ₇	42,38	± 2.02 a	T ₆	50,94	± 2.12 a	T ₆	57,13	± 1.55 a	T ₆	57,63	± 1.94 a	T ₆	57,00	± 1.97 a	T ₆	56,13	± 1.57 a	T ₅	23,99	± 1.55 a
T ₇	33,31	± 1.55 a	T ₆	40,63	± 2.02 a	T ₅	45,91	± 2.12 a	T ₇	55,19	± 1.55 a	T ₇	53,81	± 1.94 a	T ₇	50,13	± 1.97 b	T ₅	49,88	± 1.57 b	T ₆	23,19	± 1.55 a
T ₃	33,25	± 1.55 a	T ₅	35,88	± 2.02 b	T ₇	45,63	± 2.12 a	T ₅	51,63	± 1.55 b	T ₅	51,00	± 1.94 a	T ₅	47,94	± 1.97 b	T ₇	46,13	± 1.57 b	T ₇	20,19	± 1.55 a
T ₅	31,81	± 1.55 a	T ₃	34,78	± 2.02 b	T ₄	39,31	± 2.12 b	T ₃	32,69	± 1.55 c	T ₃	32,81	± 1.94 b	T ₃	30,81	± 1.97 c	T ₄	29,94	± 1.57 c	T ₃	19,98	± 1.55 a
T ₂	29,88	± 1.55 b	T ₂	33,50	± 2.02 b	T ₃	31,44	± 2.12 c	T ₄	31,88	± 1.55 c	T ₄	30,75	± 1.94 b	T ₄	30,50	± 1.97 c	T ₃	28,56	± 1.57 c	T ₄	14,91	± 1.55 b
T ₁	27,94	± 1.55 b	T ₁	32,69	± 2.02 b	T ₂	29,56	± 2.12 c	T ₂	29,06	± 1.55 c	T ₂	28,00	± 1.94 b	T ₂	26,19	± 1.97 d	T ₂	23,19	± 1.57 d	T ₁	14,04	± 1.55 b
T ₄	27,69	± 1.55 b	T ₄	32,50	± 2.02 b	T ₁	27,00	± 2.12 c	T ₁	24,25	± 1.55 d	T ₁	23,50	± 1.94 c	T ₁	23,13	± 1.97 d	T ₁	21,31	± 1.57 d	T ₂	8,75	± 1.55 c

Promedios seguidos por la misma letra no presenta diferencias estadísticas significativas.

15 DDA : 1º Evaluación 15 días después de la aplicación de bioestimulantes.

30 DDA : 2º Evaluación 30 días después de la aplicación de bioestimulantes.

45 DDA : 3º Evaluación 45 días después de la aplicación de bioestimulantes.

60 DDA : 4º Evaluación 60 días después de la aplicación de bioestimulantes.

75 DDA : 5º Evaluación 75 días después de la aplicación de bioestimulantes.

90 DDA : 6º Evaluación 90 días después de la aplicación de bioestimulantes.

105 DDA : 7º Evaluación 105 días después de la aplicación de bioestimulantes.

120 DDA : 8º Evaluación 120 días después de la aplicación de bioestimulantes.

Trat. : Tratamiento.

EE : Error experimental.

Sig. : Significancia.

T₁ (Testigo)

T₂ (Super Estim 0.5 L/ha)

T₃ (Super Estim 1.0 L/ha)

T₄ (Super Estim 2.0 L/ha)

T₅ (Evergreen 0.5 L/ha)

T₆ (Evergreen 1.0 L/ha)

T₇ (Evergreen 2.0 L/ha)

Tabla 31. Prueba de Di Rienzo, Guzman y Casanoves (DGC) ($\alpha= 0.05$) del número de flores en el experimento, en el fundo Aldo's, diciembre 2023 a abril 2024

15 días DDA			30 días DDA			45 días DDA			60 días DDA			75 días DDA			90 días DDA			105 días DDA			120 días DDA		
Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.
T ₅	176,63 ± 9.51 a		T ₇	576,88 ± 41.07 a		T ₆	593,13 ± 35.09 a		T ₆	436,06 ± 24.78 a		T ₆	391,00 ± 21.76 a		T ₆	306,88 ± 16.77 a		T ₇	140,69 ± 10.88 a		T ₆	92,56 ± 8.74 a	
T ₆	152,31 ± 9.51 a		T ₆	494,69 ± 41.07 b		T ₅	550,69 ± 35.09 a		T ₇	406,25 ± 24.78 a		T ₇	351,13 ± 21.76 a		T ₇	264,31 ± 16.77 a		T ₆	136,88 ± 10.88 a		T ₇	75,25 ± 8.74 a	
T ₇	148,5 ± 9.51 a		T ₄	476,56 ± 41.07 b		T ₇	518,06 ± 35.09 a		T ₅	351,69 ± 24.78 a		T ₅	322,19 ± 21.76 a		T ₅	254,5 ± 16.77 a		T ₅	118,75 ± 10.88 a		T ₅	74,31 ± 8.74 a	
T ₄	123,25 ± 9.51 b		T ₅	475,13 ± 41.07 b		T ₄	462,06 ± 35.09 a		T ₄	258,25 ± 24.78 b		T ₃	210,31 ± 21.76 b		T ₃	169,88 ± 16.77 b		T ₂	97,81 ± 10.88 b		T ₁	69,75 ± 8.74 b	
T ₂	116,13 ± 9.51 b		T ₃	491,81 ± 41.07 b		T ₂	393,75 ± 35.09 b		T ₃	231,94 ± 24.78 b		T ₂	196,63 ± 21.76 b		T ₄	141,19 ± 16.77 b		T ₃	97,69 ± 10.88 b		T ₄	60,94 ± 8.74 b	
T ₃	112,63 ± 9.51 b		T ₁	418,75 ± 41.07 b		T ₃	362,63 ± 35.09 b		T ₂	229,25 ± 24.78 b		T ₄	195,00 ± 21.76 b		T ₂	134,81 ± 16.77 b		T ₄	94,38 ± 10.88 b		T ₃	57,25 ± 8.74 b	
T ₁	80,88 ± 9.51 c		T ₂	384,31 ± 41.07 b		T ₁	305,81 ± 35.09 b		T ₁	189,25 ± 24.78 b		T ₁	142,5 ± 21.76 b		T ₁	117,06 ± 16.77 b		T ₁	83,31 ± 10.88 b		T ₂	57,06 ± 8.74 b	

Promedios seguidos por la misma letra no presenta diferencias estadísticas significativas.

- 15 DDA : 1° Evaluación 15 días después de la aplicación de bioestimulantes.
- 30 DDA : 2° Evaluación 30 días después de la aplicación de bioestimulantes.
- 45 DDA : 3° Evaluación 45 días después de la aplicación de bioestimulantes.
- 60 DDA : 4° Evaluación 60 días después de la aplicación de bioestimulantes.
- 75 DDA : 5° Evaluación 75 días después de la aplicación de bioestimulantes.
- 90 DDA : 6° Evaluación 90 días después de la aplicación de bioestimulantes.
- 105 DDA : 7° Evaluación 105 días después de la aplicación de bioestimulantes.
- 120 DDA : 8° Evaluación 120 días después de la aplicación de bioestimulantes.
- Trat. : Tratamiento.
- EE : Error experimental.
- Sig. : Significancia.
- T₁ (Testigo)
- T₂ (Super Estim 0.5 L/ha)
- T₃ (Super Estim 1.0 L/ha)
- T₄ (Super Estim 2.0 L/ha)
- T₅ (Evergreen 0.5 L/ha)
- T₆ (Evergreen 1.0 L/ha)
- T₇ (Evergreen 2.0 L/ha)

Tabla 32. Prueba de Di Rienzo, Guzman y Casanoves (DGC) ($\alpha= 0.05$) de frutos cuajados en el experimento, en el fundo Aldo´s, diciembre 2023 a abril 2024

30 días DDA			45 días DDA			60 días DDA			75 días DDA			90 días DDA			105 días DDA			120 días DDA		
Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.	Trat.	Media	EE Sig.
T ₆	10,19	± 0.72a	T ₆	17,50	± 0.89a	T ₅	23,63	± 1.03a	T ₇	21,81	± 1.07a	T ₇	17,50	± 1.15a	T ₅	14,63	± 0.96a	T ₅	13,25	± 1.00a
T ₇	9,44	± 0.72a	T ₇	17,13	± 0.89a	T ₆	23,00	± 1.03a	T ₅	20,81	± 1.07a	T ₆	17,13	± 1.15a	T ₇	14,44	± 0.96a	T ₆	10,19	± 1.00 b
T ₄	5,63	± 0.72 b	T ₅	16,44	± 0.89a	T ₇	22,56	± 1.03a	T ₆	20,25	± 1.07a	T ₅	16,38	± 1.15a	T ₆	13,19	± 0.96a	T ₇	9,94	± 1.00 b
T ₂	3,88	± 0.72 c	T ₄	11,13	± 0.89 b	T ₄	18,69	± 1.03 b	T ₄	13,63	± 1.07 b	T ₄	11,81	± 1.15 b	T ₁	8,69	± 0.96 b	T ₃	5,42	± 1.00 c
T ₃	3,31	± 0.72 c	T ₃	9,56	± 0.89 c	T ₃	15,94	± 1.03 b	T ₂	10,75	± 1.07 b	T ₁	9,75	± 1.15 b	T ₄	8,00	± 0.96 b	T ₄	5,29	± 1.00 c
T ₅	3,00	± 0.72 c	T ₂	9,06	± 0.89 c	T ₂	14,63	± 1.03 b	T ₃	10,65	± 1.07 b	T ₂	9,13	± 1.15 b	T ₃	7,88	± 0.96 b	T ₂	4,25	± 1.00 c
T ₁	2,25	± 0.72 c	T ₁	2,81	± 0.89 d	T ₁	5,88	± 1.03 c	T ₁	10,5	± 1.07 b	T ₃	8,63	± 1.15 b	T ₂	7,25	± 0.96 b	T ₁	3,19	± 1.00 c

Promedios seguidos por la misma letra no presenta diferencias estadísticas significativas.

- 15 DDA : 1º Evaluación 15 días después de la aplicación de bioestimulantes.
- 30 DDA : 2º Evaluación 30 días después de la aplicación de bioestimulantes.
- 45 DDA : 3º Evaluación 45 días después de la aplicación de bioestimulantes.
- 60 DDA : 4º Evaluación 60 días después de la aplicación de bioestimulantes.
- 75 DDA : 5º Evaluación 75 días después de la aplicación de bioestimulantes.
- 90 DDA : 6º Evaluación 90 días después de la aplicación de bioestimulantes.
- 105 DDA : 7º Evaluación 105 días después de la aplicación de bioestimulantes.
- 120 DDA : 8º Evaluación 120 días después de la aplicación de bioestimulantes.
- Trat. : Tratamiento.
- EE : Error experimental.
- Sig. : Significancia.
- T₁ (Testigo)
- T₂ (Super Estim 0.5 L/ha)
- T₃ (Super Estim 1.0 L/ha)
- T₄ (Super Estim 2.0 L/ha)
- T₅ (Evergreen 0.5 L/ha)
- T₆ (Evergreen 1.0 L/ha)
- T₇ (Evergreen 2.0 L/ha)

Tabla 33. Evaluación del índice de mazorca de los tratamientos en estudio, en el fundo Aldo´s, abril a junio 2024

Tratamiento	Promedio N° semillas enteras	Promedio Peso semillas frescas (g)	Promedio Ancho de mazorca	Promedio Largo de mazorca (cm)	Peso total baba (g)	Peso total seco (g)	N° total de semillas de 10 frutos	Humedad (%)	Factor de conversión	Índice de semilla	Índice de Mazorca
T ₁	34	201,4	8,4	19,5	2014	613	342	7,2	0,30	1,8	16
T ₂	29	207,2	7,9	22,3	2072	644	297	7,1	0,31	2,2	16
T ₃	33	197,6	8,7	21,4	1976	673	364	7,3	0,34	1,8	16
T ₄	35	208,7	7,4	19,9	2087	623	355	7,2	0,30	1,8	16
T ₅	32	213,4	9,3	20,1	2134	614	319	7,1	0,29	1,9	16
T ₆	36	204,5	8,6	20,4	2045	622	362	7,0	0,30	1,7	16
T ₇	34	210,8	10,3	21,7	2108	611	338	7,5	0,29	1,8	16
Promedio	33	206,2	8,7	20,8	2062	629	340	7,2	0,31	1,9	16

T₁ (Testigo)

T₂ (Super Estim 0.5 L/ha)

T₃ (Super Estim 1.0 L/ha)

T₄ (Super Estim 2.0 L/ha)

T₅ (Evergreen 0.5 L/ha)

T₆ (Evergreen 1.0 L/ha)

T₇ (Evergreen 2.0 L/ha)

Tabla 34. Análisis de rentabilidad de la producción de grano seco de cacao para el T₁ y T₂

Actividad	Unidad medida	Valor unitario (S/.)	N° de unidad	Costo	N° de	Costo
				total (S/.)	unidad	total (S/.)
				T ₁		T ₂
I. COSTOS DIRECTOS						
1.1. Mano de obra						
- Manejo de malezas	Jor.	50,0	12,0	600,0	12,0	600,0
- Poda de formación y fitosanitaria	Jor.	50,0	7,0	350,0	7,0	350,0
- Proceso de plateo	Jor.	50,0	3,0	150,0	3,0	150,0
- Aplicación de encalado	Jor.	50,0	2,0	100,0	2,0	100,0
- Aplicación de abono	Jor.	50,0	2,0	100,0	2,0	100,0
- Fumigación manual	Jor.	50,0	0,0	0,0	6,0	300,0
- Deschuponado y mantenimiento	Jor.	50,0	12,0	600,0	12,0	600,0
Sub- total de mano de obra				1900,0		2200,0
1.2. Insumos						
- Dolomita agrícola	t.	2,0	180,0	360,0	180,0	360,0
- Fertilizantes sólidos	Und.	1716,0	1,0	1716,0	1,0	1716,0
- Super Estim	Und.	60,0	0,0	0,0	1,5	90,0
- Evergreen	Und.	120,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sub-total de insumos				2076,0		2166,0
- Imprevistos (10% gastos de cultivo)				207,6		216,6
Sub-total de gastos generales				3976,0		4366,0
Costo total de producción				4183,6		4582,6
II. VALORIZACION DE PLANTONES						
2.1. Rendimiento potencial				680,5		850,6
2.2. Precio Promedio de Venta (S/.x kg.)				27,0		27,0
2.3. Valor Bruto de la Producción (S/.)				18373,2		22966,5
III. DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION						
3.1. Utilidad Neta Estimada				14189,6		18383,9
IV. ANALISIS ECONOMICO						
4.1. Valor Bruto de la Producción				18373,2		22966,5
4.2. Costo Total de la Producción				4183,6		4582,6
4.3. Utilidad Bruta de la Producción				14189,6		18383,9
4.4. Precio Promedio Venta (Kg.)				27,0		27,0
4.5. Costo de Producción Kg				6,1		5,4
4.6. Margen de Utilidad Unitario				20,9		21,6
4.7. Índice de Rentabilidad				3,39		4,01
4.8. Beneficio costo (B/C)				4,39		5,01

Tabla 35. Análisis de rentabilidad de producción de grano seco de cacao para el T₃ y T₄

Actividad	Unidad medida	Valor unitario (S/.)	N° de unidad	Costo	N° de	Costo
				total (S/.)	unidad	total (S/.)
				T ₃		T ₄
I. COSTOS DIRECTOS						
1.1. Mano de obra						
- Manejo de malezas	Jor.	50,0	12,0	600,0	12,0	600,0
- Poda de formación y fitosanitaria	Jor.	50,0	7,0	350,0	7,0	350,0
- Proceso de ploteo	Jor.	50,0	3,0	150,0	3,0	150,0
- Aplicación de encalado	Jor.	50,0	2,0	100,0	2,0	100,0
- Aplicación de abono	Jor.	50,0	2,0	100,0	2,0	100,0
- Fumigación manual	Jor.	50,0	6,0	300,0	6,0	300,0
- Deschuponado y mantenimiento	Jor.	50,0	12,0	600,0	12,0	600,0
Sub- total de mano de obra				2200,0		2200,0
1.2. Insumos						
- Dolomita agrícola	t.	2,0	180,0	360,0	180,0	360,0
- Fertilizantes sólidos	Und.	1716,0	1,0	1716,0	1,0	1716,0
- Super Estim	Und.	60,0	3,0	180,0	6,0	360,0
- Evergreen	Und.	120,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sub-total de insumos				2256,0		2436,0
- Imprevistos (10% gastos de cultivo)				225,6		243,6
Sub-total de gastos generales				4456,0		4636,0
Costo total de producción				4681,6		4879,6
II. VALORIZACION DE PLANTONES						
2.1. Rendimiento potencial				937,4		972,1
2.2. Precio Promedio de Venta (S/.x kg.)				27,0		27,0
2.3. Valor Bruto de la Producción (S/.)				25310,0		26247,4
III. DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION						
3.1. Utilidad Neta Estimada				20628,4		21367,8
IV. ANALISIS ECONOMICO						
4.1. Valor Bruto de la Producción				25310,0		26247,4
4.2. Costo Total de la Producción				4681,6		4879,6
4.3. Utilidad Bruta de la Producción				20628,4		21367,8
4.4. Precio Promedio Venta (Kg.)				27,0		27,0
4.5. Costo de Producción Kg				5,0		5,0
4.6. Margen de Utilidad Unitario				22,0		22,0
4.7. Índice de Rentabilidad				4,41		4,38
4.8. Beneficio costo (B/C)				5,41		5,38

Tabla 36. Análisis de rentabilidad de la producción de grano seco de cacao para el T₅ y T₆

Actividad	Unidad medida	Valor unitario (S/.)	N° de unidad	Costo	N° de	Costo
				total (S/.)	unidad	total (S/.)
				T ₅		T ₆
I. COSTOS DIRECTOS						
1.1. Mano de obra						
- Manejo de malezas	Jor.	50,0	12,0	600,0	12,0	600,0
- Poda de formación y fitosanitaria	Jor.	50,0	7,0	350,0	7,0	350,0
- Proceso de ploteo	Jor.	50,0	3,0	150,0	3,0	150,0
- Aplicación de encalado	Jor.	50,0	2,0	100,0	2,0	100,0
- Aplicación de abono	Jor.	50,0	2,0	100,0	2,0	100,0
- Fumigación manual	Jor.	50,0	6,0	300,0	6,0	300,0
- Deschuponado y mantenimiento	Jor.	50,0	12,0	600,0	12,0	600,0
Sub- total de mano de obra				2200,0		2200,0
1.2. Insumos						
- Dolomita agrícola	t.	2,0	180,0	360,0	180,0	360,0
- Fertilizantes sólidos	Und.	1716,0	1,0	1716,0	1,0	1716,0
- Super Estim	Und.	60,0	0,0	0,0	3,0	180,0
- Evergreen	Und.	120,0	1,5	180,0	3,0	360,0
Sub-total de insumos				2256,0		2616,0
- Imprevistos (10% gastos de cultivo)				225,6		261,6
Sub-total de gastos generales				4456,0		4816,0
Costo total de producción				4681,6		5077,6
II. VALORIZACION DE PLANTONES						
2.1. Rendimiento potencial				1319,3		1180,4
2.2. Precio Promedio de Venta (S/.x kg.)				27,0		27,0
2.3. Valor Bruto de la Producción (S/.)				35621,4		31871,8
III. DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION						
3.1. Utilidad Neta Estimada				30939,8		26794,2
IV. ANALISIS ECONOMICO						
4.1. Valor Bruto de la Producción				35621,4		31871,8
4.2. Costo Total de la Producción				4681,6		5077,6
4.3. Utilidad Bruta de la Producción				30939,8		26794,2
4.4. Precio Promedio Venta (Kg.)				27,0		27,0
4.5. Costo de Producción Kg				3,5		4,3
4.6. Margen de Utilidad Unitario				23,5		22,7
4.7. Índice de Rentabilidad				6,61		5,28
4.8. Beneficio costo (B/C)				7,61		6,28

Tabla 37. Análisis de rentabilidad de la producción de grano seco de cacao para el T7

Actividad	Unidad medida	Valor unitario (S/.)	N° de unidad	Costo total (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS				T₇
1.1. Mano de obra				
- Manejo de malezas	Jor.	50,0	12,0	600,0
- Poda de formación y fitosanitaria	Jor.	50,0	7,0	350,0
- Proceso de plateo	Jor.	50,0	3,0	150,0
- Aplicación de encalado	Jor.	50,0	2,0	100,0
- Aplicación de abono	Jor.	50,0	2,0	100,0
- Fumigación manual	Jor.	50,0	6,0	300,0
- Deschuponado y mantenimiento	Jor.	50,0	12,0	600,0
Sub- total de mano de obra				2200,0
1.2. Insumos				
- Dolomita agrícola	t.	2,0	180,0	360,0
- Fertilizantes sólidos	Und.	1716,0	1,0	1716,0
- Super Estim	Und.	60,0	0,0	0,0
- Evergreen	Und.	120,0	6,0	720,0
Sub-total de insumos				2796,0
- Imprevistos (10% gastos de cultivo)				279,6
Sub-total de gastos generales				4996,0
Costo total de producción				5275,6
II. VALORIZACION DE PLANTONES				
2.1. Rendimiento potencial				1308,9
2.2. Precio Promedio de Venta (S/.x kg.)				27,0
2.3. Valor Bruto de la Producción (S/.)				35340,2
III. DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION				
3.1. Utilidad Neta Estimada				30064,6
IV. ANALISIS ECONOMICO				
4.1. Valor Bruto de la Producción				35340,2
4.2. Costo Total de la Producción				5275,6
4.3. Utilidad Bruta de la Producción				30064,6
4.4. Precio Promedio Venta (Kg.)				27,0
4.5. Costo de Producción Kg				4,0
4.6. Margen de Utilidad Unitario				23,0
4.7. Índice de Rentabilidad				5,70
4.8. Beneficio costo (B/C)				6,70

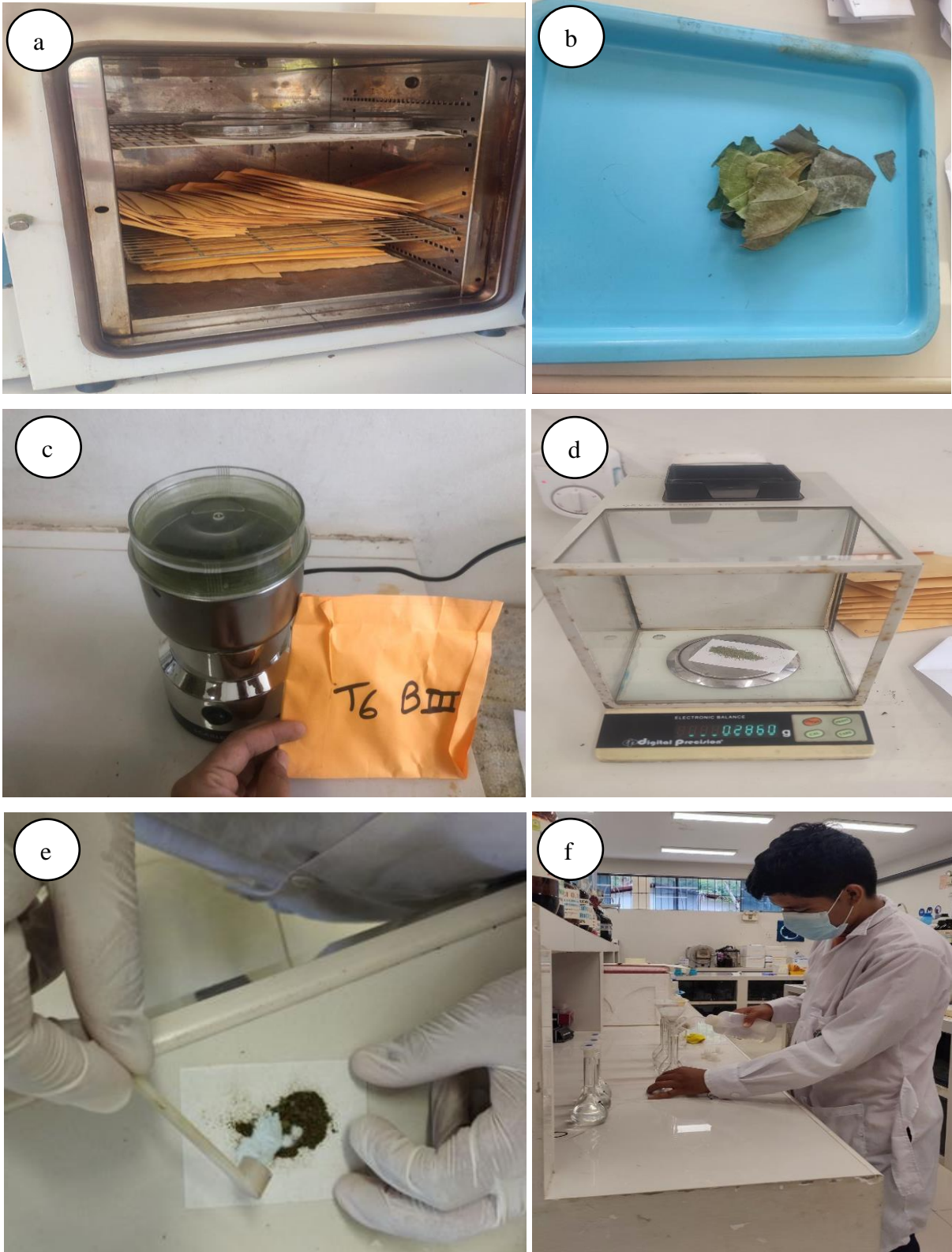


Figura 21. Determinación de N foliar: a. Secado de muestras, b. Triturado manual de hojas, c. Molido de muestras, d. Pesado, e. Catalizador en la muestra y f. Añadido de H_2SO_4

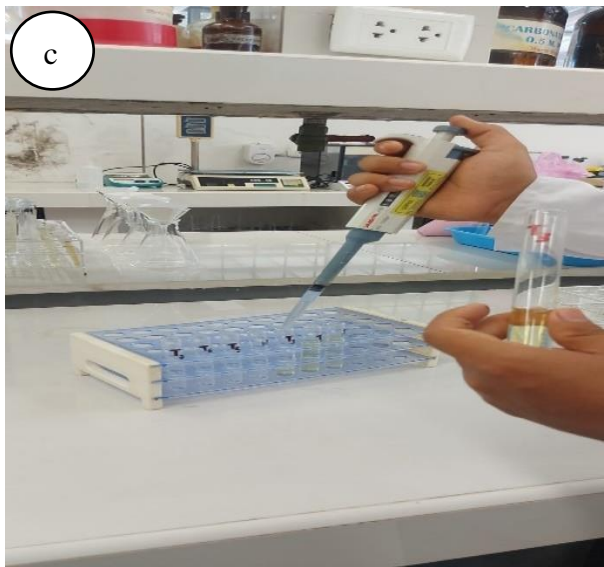


Figura 22. Determinación de P foliar: a. Muestra en tubos de ensayo, b. Preparado del reductor de P, c. Añadido del reductor, d. Registro de lectura

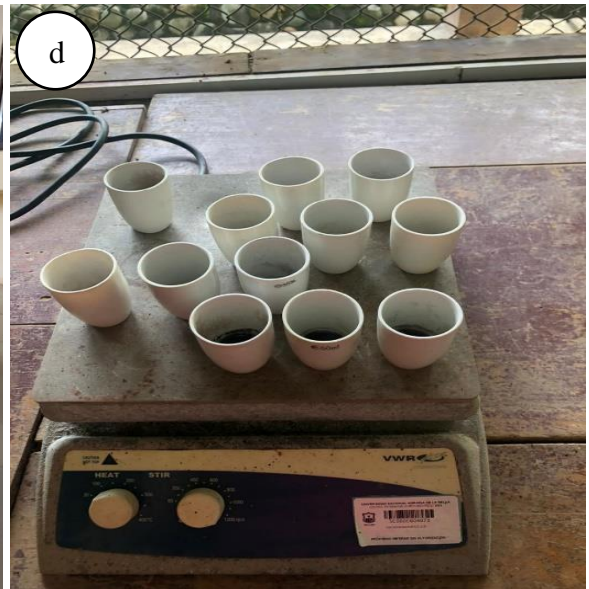
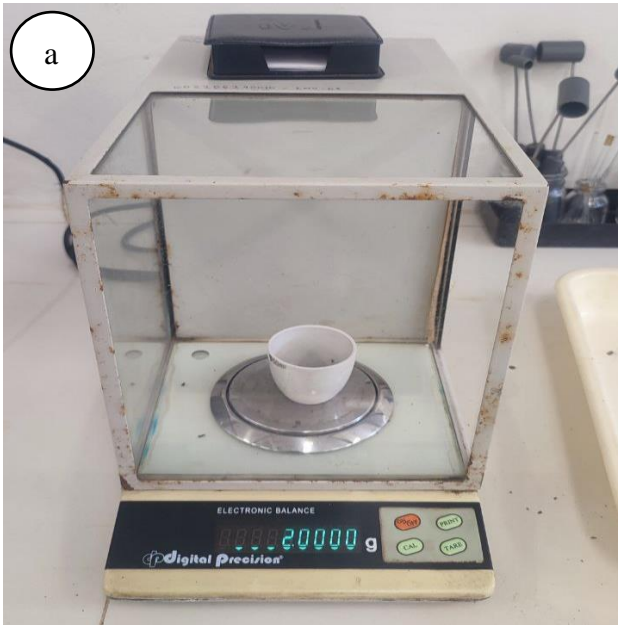


Figura 23. Determinación de microelementos: a. Pesado de muestra, b. Cocinado de muestras en mufla, c. Filtrado de muestras, d. Digestión en cocina, e. Filtrato y f. para lectura en espectrofotómetro



FÓRMULA DE ABONAMIENTO:

$$\text{Fórmula} \Rightarrow K = \frac{\text{Dosis}}{\text{Ley}} * 100$$

N	P2O5	K2O	CaO	MgO
159.9	73.6	70.7	46.75	37.32

Riqueza de Nutrientes:

=> Guano de Isla (4 % N – 3 % P₂O₅ – 2.5 % K₂O – 22 % Ca – 3 % Mg)

=> Nitrato de Amonio (33.5 % N – 3% P₂O₅)

=> Urea (46 % N)

=>Super Fosfato Triple (46 % P₂O₅)

=> Cloruro de Potasio (60 % K₂O)

=>Ulexita (10 % B y 32.2 % B₂O₃)

Fertilizante	Sacos	Cantidad (kg)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Guano de Isla	4 de 50 kg	200	8	6	5	44	6
Urea	4 de 50 kg	200	138				
Super P Triple	3 de 50 kg	150		69			
Cloruro de Potasio	2 de 50 kg	100			60		
Ulexita	1 de 25 kg	25					
Kieserita	2 de 50 kg	100					27
Sulfatos	4 de 1 kg	4					
TOTAL		779	146	75	65	44	33

MOMENTO DE APLICACIÓN

Considerando un distanciamiento de 3 m x 3 m. Con un total de 1111 plantas por hectárea.

$$\frac{779}{1111} * 1000 = 701.17 \text{ g de mezcla/planta}$$

Mezclar 200 Kg de Guano de isla, 200 Kg de de Urea, 150 Kg de Super Fosfato Triple, 100 Kg Cloruro de potasio, 25 kg de Ulexita. 100 kg de Kieserita y 4 kg de Sulfatos. Se aplicará en una tara, el cual debe pesar 701.17 gramos sin el peso del tarro, este se aplica alrededor de la planta en forma circular, si el terreno es plano a una distancia de 30 a 40 cm del tallo de la planta y en una banda de 20 a 30 cm.

Figura 24. Cálculo de fórmula de abonamiento con base al análisis de suelo para el experimento en estudio

LASAE



ANÁLISIS DE SUELOS



1. DATOS

SOLICITANTE:	PAJUELO ROJAS ALDO OLIMPIO	MUESTREADO POR:	PAJUELO ROJAS ALDO OLIMPIO
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	26/07/2023
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	31/07/2023
DISTRITO:	LUYANDO	FECHA DE REPORTE:	18/08/2023
SECTOR:	KM 51	RECIBO O FACTURA:	23019447
CULTIVO:	CA CAO	OBSERVACION:	---

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

N°	DATOS		ANÁLISIS MECANICO				pH	CE dS/m	M.O. %	N %	C %	P ppm	K ppm	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambiables %	Acidos Cambiables %	Saturación de Aluminio %
			Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural																		
	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA				1:1	1:1								CAMBIABLES Cmol(+)/kg									
1	S1099	M1	52	20	29	Franco	4.60	0.119	2.887	0.144	1.675	11.990	60.973	---	2.926	0.370	0.123	0.104	1.960	0.360	5.822	60.493	39.507	33.496

Los Resultados presentados son válidos unicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.
Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Luis German Mansilla Minaya
ING. LUIS GERMAN MANSILLA MINAYA
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



analisisdesuelosunas@hotmail.com

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

Figura 25. Análisis de suelo realizado al inicio del experimento



ANÁLISIS ESPECIAL



1. DATOS

SOLICITANTE:	ALDO OLIMPIO PAJUELO ROJAS	MUESTREADO POR:	EL SOLICITANTE
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	8/11/2023
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	8/11/2023
DISTRITO:	LUYANDO	FECHA DE REPORTE:	17/11/2023
LOCALIDAD:	KM 51	RECIBO O FACTURA:	31809
MUESTRA:	TEJIDO FOLIAR	OBSERVACION:	---

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS EN BASE HUMEDA					RESULTADOS EN BASE SECA									
Código	Dato	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Zn ppm	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm	
E0246-1	T1	46.2035	53.7965	45.7663	8.0302	1.9600	2.0642	1.7547	0.4302	0.0187	1.0578	100.00	1015.00	32.05	748.60	
E0246-2	T2	35.5595	64.4405	56.9622	7.4783	1.9040	0.3542	1.6115	0.7742	0.0157	1.0785	87.00	1800.00	29.70	484.30	
E0246-3	T3	54.6778	45.3222	40.4596	4.8626	1.7920	2.5738	1.6362	0.6384	0.0145	1.1052	109.50	755.00	24.80	504.80	
E0246-4	T4	36.6526	63.3474	55.2775	8.0698	1.7360	0.3316	1.9364	0.6872	0.0132	1.0465	211.00	1315.00	59.95	505.00	
E0246-5	T5	45.5232	54.4768	46.5902	7.8866	2.0160	2.8003	1.5066	0.7578	0.0152	0.9847	127.50	725.00	26.00	900.95	
E0246-6	T6	39.3704	60.6296	53.4208	7.2089	1.9880	1.9510	2.0072	0.8154	0.0124	0.9527	172.00	890.00	32.90	710.55	
E0246-7	T7	32.4193	67.5807	57.9437	9.6370	1.9824	0.3231	1.7633	0.6424	0.0178	1.0494	99.50	715.00	34.25	520.95	

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este Informe sin la autorización escrita del LASAE.

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMIA

ING. LUIS GERMAN MANSILLA MINAYA
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



Figura 26. Análisis foliar realizado al inicio del experimento



ANÁLISIS ESPECIAL



1. DATOS

SOLICITANTE:	PAJUELO ROJAS ALDO OLIMPIO	MUESTREADO POR:	EL SOLICITANTE
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	17/06/2024
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	17/06/2024
DISTRITO:	LUYANDO	FECHA DE REPORTE:	4/7/2024
LOCALIDAD:	KM 51	RECIBO O FACTURA:	17981
MUESTRA:	TEJIDO FOLIAR DE CACAO	OBSERVACION:	

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS EN BASE HUMEDA						RESULTADOS EN BASE SECA								
Código	Dato	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Zn ppm	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm	
E24-092-1	T1 B I	62.2611	37.7389	34.3080	3.4308	1.5680	0.163	1.413	0.478	0.029	0.661	68.995	36.579	4.512	245.024	
E24-092-2	T1 B II	57.6854	42.3146	38.4679	3.8468	1.6240	0.181	0.734	0.480	0.037	1.117	85.598	38.923	6.067	139.091	
E24-092-3	T1 B III	58.7248	41.2752	37.3254	3.9498	1.5120	0.310	0.571	0.320	0.022	0.803	5.311	35.885	0.364	108.373	
E24-092-4	T1 B IV	64.2320	35.7680	32.6875	3.0805	1.5120	0.219	1.039	0.586	0.011	0.695	106.651	36.967	2.809	519.474	
E24-092-5	T2 B I	53.0731	46.9269	43.7835	3.1434	1.6800	0.222	1.028	0.565	0.041	0.733	25.742	43.828	1.919	269.378	
E24-092-6	T2 B II	54.7857	45.2143	42.1856	3.0287	1.6800	0.160	1.189	0.350	0.052	0.985	79.904	44.761	7.134	378.708	
E24-092-7	T2 B III	58.7937	41.2063	37.4603	3.7460	1.6800	0.165	0.956	0.428	0.052	1.080	55.885	55.478	7.354	259.522	
E24-092-8	T2 B IV	60.8985	39.1015	36.1081	2.9934	1.4560	0.206	1.232	0.464	0.019	0.811	93.780	44.919	2.976	409.139	
E24-092-9	T3 B I	63.4581	36.5419	33.7444	2.7975	1.5120	0.057	0.705	0.371	0.036	0.282	11.531	48.086	0.560	177.608	
E24-092-10	T3 B II	61.3765	38.6235	34.0034	4.6200	1.5120	0.201	1.503	0.636	0.047	0.358	139.809	69.512	1.603	501.962	
E24-092-11	T3 B III	57.6534	42.3466	37.6864	4.6602	1.6800	0.193	1.012	0.428	0.055	0.406	52.440	54.005	2.598	391.100	
E24-092-12	T3 B IV	57.2435	42.7565	38.6649	4.0915	1.7920	0.186	0.913	0.545	0.029	1.011	27.177	44.799	1.627	277.225	

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María


Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



Carretera Central Km 1.21 - Tingo María

analisisdesuelosunas@hotmail.com

CELULAR 944407531

Figura 27. Análisis foliar realizado al finalizar el experimento T₁, T₂ y T₃



ANÁLISIS ESPECIAL



1. DATOS

SOLICITANTE:	PAJUELO ROJAS ALDO OLIMPIO	MUESTREADO POR:	EL SOLICITANTE
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	17/06/2024
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	17/06/2024
DISTRITO:	LUYANDO	FECHA DE REPORTE:	4/7/2024
LOCALIDAD:	KM 51	RECIBO O FACTURA:	17981
MUESTRA:	TEJIDO FOLIAR DE CACAO	OBSERVACION:	

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS EN BASE HUMEDA					RESULTADOS EN BASE SECA									
Código	Dato	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Zn ppm	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm	
E24-092-13	T4 B I	58.3900	41.6100	37.2300	4.3800	1.6800	0.196	0.785	0.341	0.051	1.245	67.177	42.115	7.732	262.344	
E24-092-14	T4 B II	56.8746	43.1254	38.3796	4.7459	2.0160	0.186	1.357	0.594	0.010	0.712	67.990	25.957	4.689	311.627	
E24-092-15	T4 B III	57.5116	42.4884	38.2192	4.2692	2.1840	0.263	1.203	0.611	0.014	0.587	90.526	36.096	2.900	211.483	
E24-092-16	T4 B IV	57.2090	42.7910	37.4677	5.3233	2.0160	0.235	0.849	0.392	0.031	0.602	94.833	26.794	0.967	228.182	
E24-092-17	T5 B I	59.0781	40.9219	35.2437	5.6782	1.9600	0.294	1.398	0.527	0.033	0.448	115.263	108.976	2.593	503.158	
E24-092-18	T5 B II	55.0061	44.9939	38.3201	6.6737	2.1280	0.258	0.974	0.443	0.048	0.637	57.751	45.895	4.282	305.885	
E24-092-19	T5 B III	57.0020	42.9980	36.8261	6.1720	2.1280	0.281	1.111	0.485	0.080	0.850	48.086	157.842	2.967	435.742	
E24-092-20	T5 B IV	60.6440	39.3560	34.8366	4.5193	1.9600	0.196	0.901	0.462	0.033	1.249	45.263	36.574	5.986	234.641	

Los Resultados presentados son válidos unicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María


 Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
 Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



Figura 28. Análisis foliar realizado al finalizar el experimento T₄ y T₅



ANÁLISIS ESPECIAL



1. DATOS

SOLICITANTE:	PAJUELO ROJAS ALDO OLIMPIO	MUESTREADO POR:	EL SOLICITANTE
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	17/06/2024
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	17/06/2024
DISTRITO:	LUYANDO	FECHA DE REPORTE:	4/7/2024
LOCALIDAD:	KM 51	RECIBO O FACTURA:	17981
MUESTRA:	TEJIDO FOLIAR DE CACAO	OBSERVACION:	

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS EN BASE HUMEDA						RESULTADOS EN BASE SECA							
Código	Dato	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Zn ppm	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm
E24-092-21	T6 B I	54.2029	45.7971	40.3190	5.4781	2.1280	0.206	0.815	0.409	0.029	0.787	61.914	45.646	7.809	236.603
E24-092-22	T6 B II	65.6522	34.3478	31.2253	3.1225	2.1280	0.255	0.821	0.371	0.015	0.940	125.885	50.459	5.569	351.962
E24-092-23	T6 B III	60.3902	39.6098	36.0089	3.6009	2.0720	0.255	0.694	0.432	0.022	1.291	100.861	30.445	5.842	174.593
E24-092-24	T6 B IV	60.1699	39.8301	36.5904	3.2398	2.1280	0.266	1.135	0.406	0.043	0.808	97.273	57.531	6.431	462.536
E24-092-25	T7 B I	57.4673	42.5327	38.8696	3.6631	1.9600	0.281	1.048	0.381	0.059	0.628	71.005	54.005	4.081	442.919
E24-092-26	T7 B II	56.6150	43.3850	38.8182	4.5668	1.9040	0.310	0.959	0.481	0.031	1.081	78.804	49.187	2.756	334.498
E24-092-27	T7 B III	61.2648	38.7352	35.5845	3.1507	2.1840	0.266	0.843	0.351	0.033	1.381	82.632	44.569	6.612	275.311
E24-092-28	T7 B IV	55.7900	44.2100	40.6139	3.5960	1.9600	0.219	0.853	0.429	0.055	0.731	39.856	35.086	5.517	300.191

Los Resultados presentados son válidos unicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este Informe sin la autorización escrita del LASAE.

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María


Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



Figura 29. Análisis foliar realizado al finalizar el experimento T₆ y T₇

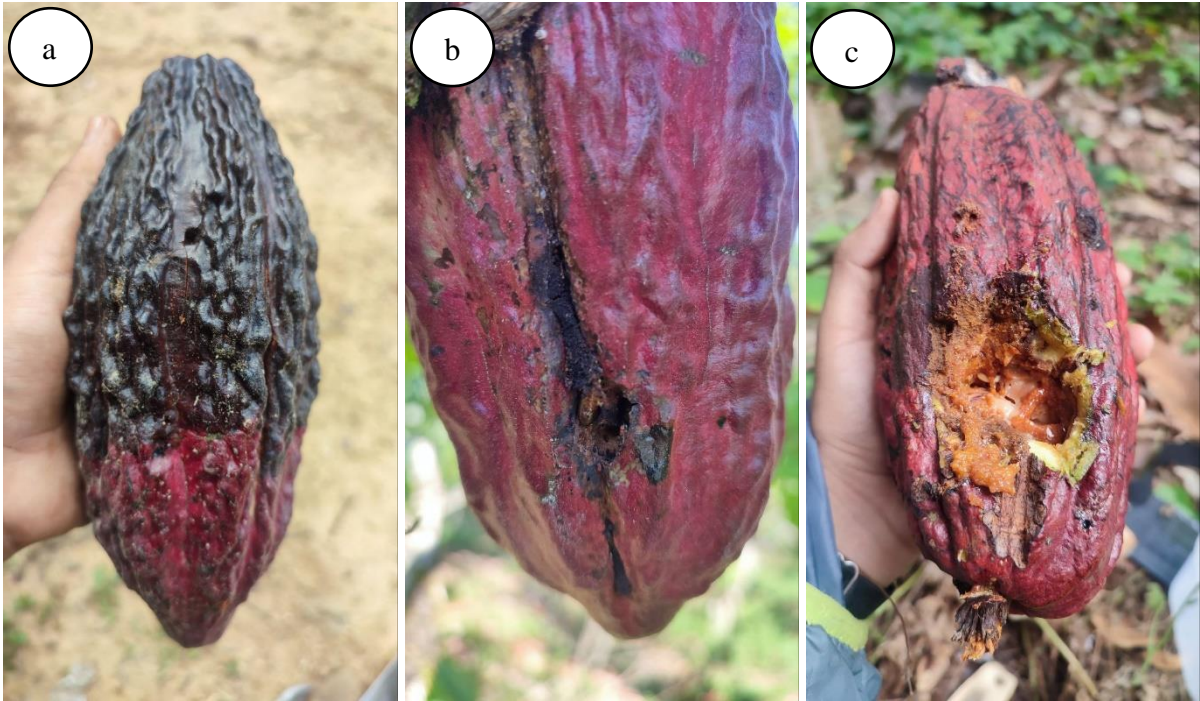


Figura 30. Reconocimiento de problemas fitosanitarios: a. Fruto enfermo, b. Fruto con carmenta y c. Daños interno de plagas



Figura 31. Visita de asesores y jurado de tesis