



TEMA:

Efecto de bioestimulantes en la producción de cacao (*Theobroma cacao*)

CCN 51, en Santo Domingo de los Tsáchilas.

AUTORES: Bernal Bravo, Paulo Sexto y Castro Jiménez, Galo Sebastián

Departamento de Ciencias de la Vida

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero en
Agropecuaria

Director: Ing. Jácome Gómez, Leonardo Rafael, PhD.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 23 de febrero del 2026

Reporte de verificación de contenido



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Tesis_Bernal_Castro_Compilatio
o 2

9%
Textos
sospechosos



< 1% Similitudes
0 % similitudes entre comillas
0 % entre las fuentes mencionadas
5% Idiomas no reconocidos
4% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: Tesis_Bernal_Castro_Compilatio 2.pdf
ID del documento: 12e37214f100714ac3055d43e00d82bb4ae5b6ee
Tamaño del documento original: 687,17 kB

Depositante: LEONARDO RAFAEL JACOME GOMEZ
Fecha de depósito: 20/2/2026
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 20/2/2026

Número de palabras: 12.218
Número de caracteres: 79.808

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuente principal detectada

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 dspace.ups.edu.ec Estadística y técnicas experimentales para la investigación bi... http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21027 1 fuente similar	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (55 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 repositorio.puce.edu.ec Evaluación de bioestimulantes posterior a la poda en e... https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/42724	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
2	 repositorio.espe.edu.ec Parámetros de calidad en leche cruda según la norma ... http://repositorio.espe.edu.ec:8080/bitstream/21000/12959/5/T-ESPE-002799.pdf.txt	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
3	 Documento de otro usuario #3b145b Viene de de otro grupo	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

Firma:

.....
Ing. Jacome Gómez Leonardo Rafael, PhD

C.C. 1711561827



Departamento de Ciencias de la Vida

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero en Agropecuaria: “Efecto de bioestimulantes en la producción de cacao (*Theobroma cacao*), en Santo Domingo de los Tsáchilas” fue realizado por el/los señor/señores Bernal Bravo Paulo Sexto, Castro Jiménez Galo Sebastián, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 23 de febrero de 2026

Firma:

.....
Ing. Jacome Gómez Leonardo Rafael, PhD

C.C. 1711561827



Departamento de Ciencias de la Vida

Carrera de Agropecuaria

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, Bernal Bravo Paulo Sexto, con cédula de ciudadanía N° 1311688871, y Castro Jiménez Galo Sebastián, con cédula de ciudadanía N° 1726962978, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: Efecto de bioestimulantes en la producción de cacao (*Theobroma cacao*), en Santo Domingo de los Tsáchilas. Es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 23 de febrero de 2026

Bernal Bravo Paulo Sexto

C.C.: 1311688871

Castro Jiménez Galo Sebastián

C.C.: 1726962978



Departamento de Ciencias de la Vida

Carrera de Agropecuaria

Autorización de Publicación

Nosotros Bernal Bravo Paulo Sexto con cédula de ciudadanía N° 1311688871 y Castro Jiménez Galo Sebastián, con cédula de ciudadanía N°1726962978, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: Efecto de bioestimulantes en la producción de cacao (*Theobroma cacao* 'CCN 51'), en Santo Domingo de los Tsáchilas. en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 23 de Febrero de 2026

Bernal Bravo Paulo Sexto

C.C.: 1311688871

Castro Jiménez Galo Sebastián

C.C.: 1726962978

Dedicatoria

Dedico este logro a Dios ante todo, por haberme dado la fortaleza de haberme mantenido en pie en todo momento acompañándome, darme la sabiduría por superar cada uno de los desafíos que se presentaron a lo largo de la carrera y por guiarme en el camino correcto.

Este logro es dedicado para mi hija Gianna Bernal, aunque ella apenas tiene 4 años, todo este esfuerzo lo hago por darle lo mejor, dando mi vida entera por ella. Darle el ejemplo como un profesional de tercer nivel y que cada una de las metas que se propone uno se alcanzan.

A mis queridos padres Paulo Bernal y Aury Bravo ellos han sido un pilar fundamental para obtener mi título, sin todo su apoyo no hubiera sido posible. Siempre enseñándome sus valores, motivándome a tener un futuro mejor, siendo un gran ejemplo para mi persona. Estando en los momentos más difíciles de mi vida, pero siempre hacia delante con la frente en alto.

A mi hermana Paula Bernal y mi cuñado Daniel Granja, crecer junto a mi hermana es una de las mejores cosas en la vida, siempre dándome ustedes el mejor ejemplo alcanzando las metas académicas y profesionales, siempre desde la distancia han estado muy pendiente a mi y lo valoró mucho. El apoyo de los dos ha sido incondicional, a seguir cosechando logros los tres y con proyectos a futuro en mente juntos como familia.

Este logro es dedicado para mi abuelito paterno Papichano y mi abuelita materna Mamichinti, durante mi carrera han estado presentes con palabras de aliento, felicitaciones y motivaciones. Han estado siempre tan pendientes de mí y con su gran apoyo he podido llegar a esta etapa final, siempre en mi corazón con todo el cariño que les tengo.

A mi abuelita Mamiriana se que eres un ángel que ha estado junto a mi guiando cada paso, este logro es dedicado a ti con mucho amor. De igual manera mi tía Pepi siempre estuvo pendiente y con proyectos en mente que teníamos pero se que está orgullosa de su sobrino.

Paulo Bernal Bravo

Dedicatoria

Dedico este logro a Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada etapa de este camino y por permitirme alcanzar esta meta rodeado de las personas que quiero.

De manera muy especial, este trabajo está dedicado a mi abuelito Galo. Siempre recuerdo cuando de niño me decías que ojalá la vida te alcanzará para verme graduar del colegio. Hoy, gracias a Dios, no solo estuviste presente en ese momento, sino también para verme alcanzar este título universitario. Gracias por confiar siempre en mí y por enseñarme a amar esta carrera; este logro también es parte de nuestro sueño.

Mi papá Galo ha sido un pilar fundamental en mi formación. Gracias por creer en mi futuro y por brindarme el apoyo necesario para que hoy pueda cumplir este objetivo profesional.

Mi mamá, que a pesar de la distancia siempre encontró la forma de hacerse presente. Sus palabras, sus mensajes y su apoyo han sido un impulso constante para seguir adelante.

Un lugar especial también lo ocupa mi enamorada Arancha F., quien desde que llegué aquí, siendo foráneo, fue una persona clave en este proceso. Gracias por tu apoyo constante, por escucharme, por impulsarme a seguir cuando el cansancio y las dudas aparecían, y por ser parte esencial para que pudiera mantenerme firme y culminar esta meta.

Finalmente, mis hermanos, quienes han estado presentes a lo largo de este camino y me han acompañado en cada etapa de este proceso. Espero que este logro también les sirva de inspiración para que en el futuro se sientan capaces de alcanzar cualquier meta que se propongan.

Castro Jiménez Galo Sebastian

Agradecimiento

Le agradezco a Dios por darme la oportunidad de poder finalizar mi carrera universitaria, cuidarme y protegerme en todas las jornadas de estudio y prácticas.

A mis papás, hermana y cuñado por confiar en mí en todo momento para conseguir este gran logro. A mis tíos Christian B, Chano B, Flor B y Cecibel M por siempre decirme que no desmaye hasta conseguir ese título. Al resto de mi familia que me apoyaron para seguir adelante en todo momento con sus consejos.

A mi primo Cristian Bernal, una persona que ha sido incondicional, que a pesar de la distancia siempre estuvo en comunicación conmigo, un mensaje, una risa no faltó en ningún momento.

Para mi hermano Kevin Azua, una amistad tan real que lleva años y actualmente mi roomie de departamento, han sido años de experiencias únicas que me las llevo conmigo en esta etapa universitaria.

A una persona muy especial para mí, Sthefania Hinojosa, porque has sido una persona que me ha estado apoyándome muchísimo en esta última etapa, gracias por tu cariño tan bonito y por ser parte de este logro.

De igual manera un agradecimiento para mi tutor de tesis, el Ing Jacome L, por darnos la confianza de ser sus tesisas, una gran persona que nos ayudó guiándonos con sus conocimientos y su apoyo durante todo el proceso de investigación para poder lograr mi perfil profesional.

De igual manera para mi compañero y amigo Galo C, que es una gran persona y pude compartir durante la carrera, teniendo experiencias buenas y malas juntos, pero que siempre salimos adelante que quedarán en nuestro recuerdo, gracias por la confianza y la paciencia. Un gran amigo que me entregó la universidad y me lo llevo en el corazón.

Por último a la ESPE por formarme como profesional, a los distintos docentes que me enseñaron sus conocimientos y a las personas que aportaron para alcanzar este logro. Cada persona que pude conocer durante la universidad aportó con algo específico en este logro. Incluyendo a las amistades más cercanas como Odalis T, Dylan V, Kerly M, Nicole B y Jimmy A. que me dio la universidad y espero seguir en contacto con ellos constantemente.

Paulo Bernal Bravo

Agradecimiento

Agradezco a Dios por brindarme salud, fortaleza y sabiduría para poder culminar esta etapa tan importante de mi formación profesional.

A mi familia, por su apoyo incondicional, por la confianza que siempre han tenido en mí y por ser el pilar que me motivó a seguir adelante hasta alcanzar esta meta.

Expreso un agradecimiento a mi tutor de tesis, Ing Jácome L. por su guía, sus conocimientos y su acompañamiento durante el desarrollo de esta investigación, así como por su disposición para orientar cada etapa de este trabajo, sobre todo en la parte final del mismo.

De manera muy especial, quiero agradecer a mi compañero de tesis, Paulo B, con quien tuve la oportunidad de compartir no sólo este proyecto, sino también gran parte de la carrera universitaria. A lo largo de estos años vivimos muchos retos, aprendizajes y momentos que hoy quedan como anécdotas de una etapa única en nuestras vidas. Gracias por el trabajo en equipo, por el esfuerzo compartido y, sobre todo, por la paciencia durante todo este proceso. Haber recorrido juntos este camino hasta el final es algo que sin duda quedará siempre en mi memoria.

Finalmente, agradezco a la universidad, a los docentes que formaron parte de mi formación académica y a todas las personas que de una u otra manera aportaron para que este trabajo pudiera realizarse y culminar con éxito.

Castro Jiménez Galo Sebastian

Índice de contenidos

Dedicatoria	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento	8
Agradecimiento	9
Resumen	14
I. Introducción	16
II. Estado del arte	18
III. Objetivos	20
3.3. Hipótesis	20
4.1. Generalidades del cacao	21
4.1.1. Origen y distribución	21
4.2. Morfología de la planta	22
4.2.1. Sistema radicular	22
4.2.2. Hojas	22
4.2.3. Flores	22
4.2.4. Fruto	23
4.2.5. Fases fenológicas del fruto	23
4.3. El cultivo de cacao y la importancia de la variedad CCN 51 en Ecuador	25
4.4. Distribución territorial del cultivo de cacao en Ecuador	25
4.4.1. Factores limitantes de la productividad en Santo Domingo de los Tsáchilas	26
4.5. Bioestimulantes	27
4.5.1. Evolución de los bioestimulantes vegetales	28
4.5.2 Clasificación y mecanismos de acción de los bioestimulantes	29
4.6. Aplicación de bioestimulantes específicos en el cultivo de cacao	30
4.6.1. Aminoácidos	30
4.6.1.1. Taravert Amifol:	31
4.6.2. Ácidos Húmicos	31
4.6.2.1. Green Master	32
4.6.3. Ácidos fúlvicos	33
4.6.4. Huminas	33
4.6.5. Algas marinas	34
4.6.5.1. Seaweed creme	35
V. Metodología	36
5.1. Ubicación del área de investigación	36
5.1.1. Ubicación Política	36

5.1.2. Ubicación geográfica	36
Figura 3	37
Área de investigación	37
5.1.3. Ubicación ecológica	37
5.2. Diseño experimental	38
5.3. Tipo de diseño	39
5.4. Caracterización del sitio experimental	40
5.5. Características de la unidad experimental	40
Características de cada UE	40
Croquis experimental del ensayo	41
5.6. Manejo experimental	42
5.6.1. Preparación y adecuación del lote experimental	42
5.6.2. Aplicación de los tratamientos	42
5.6.3. Monitoreo y evaluación de variables	42
5.6.4. Cosecha y toma de datos	42
5.6.5. Variables de respuesta	43
6. Análisis estadístico	43
VI. Resultados	44
• Variables de la fenología del fruto de cacao	44
• Variables de producción de frutos de cacao	49
VII. Conclusiones	67
VIII. Recomendaciones	68
IX. Referencias bibliográficas	69
Apéndices	74

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Tratamientos experimentales y dosis de aplicación de los bioestimulantes evaluados en el cultivo de cacao</i>
Tabla 2	Características de cada UE.....
Tabla 3	Fenología del fruto en cada uno de los cinco distintos tratamientos en su toma inicial....
Tabla 4	<i>Fenología del fruto en uno de los cinco distintos tratamientos en su segunda toma a los 45 días</i>
Tabla 5	Fenología del fruto en cada uno de los cinco distintos tratamientos en su tercera toma a los 90 días.....
Tabla 6	Análisis de varianza correspondiente a la variable peso fresco de almendras por mazorca a los 45 días.....
Tabla 7	Análisis de varianza correspondiente a la variable peso seco de almendras por mazorca a los 45 días.....
Tabla 8	Análisis de varianza correspondiente a la variable peso fresco de almendras por mazorca a los 90 días.....
Tabla 9	Análisis de varianza correspondiente a la variable peso seco de almendras por mazorca a los 90 días.....
Tabla 10	Análisis de varianza correspondiente a la variable peso del fruto por mazorca a los 90 días.....
Tabla 11	Variables de la producción de frutos de cacao a los 45 días de aplicados los tratamientos.....
Tabla 12	Variables de la producción de frutos de cacao a los 90 días de aplicado los tratamientos.....
Tabla 13	Evaluación del rendimiento acumulado de cacao durante 90 días.....

Índice de figuras

Figura 1. Fases fenológicas del fruto de cacao (1-6).....	
Figura 2 Desarrollo floral y de fruto (A) <i>cojinete floral</i> , (B) <i>Cherelles o fruto joven</i> , (C) <i>mazorcas maduras</i>	
Figura 3 Área de investigación.....	
Figura 4 Croquis experimental del ensayo.....	
Figura 5 Croquis por parcela experimental.....	
Figura 6 Promedio general de frutos por planta en su respectiva fase y durante las tres tomas de datos en el ensayo.....	
Figura 7 Chereles abortados por tratamiento a los 30, 45, 75 y 90 días.....	
Figura 8 Comparación de medias mediante el Test de Tukey ($p<0,05$) de los tratamientos en el número de almendras/mazorca a los 45 y 90 días de evaluación.....	
Figura 9 Comparación de medias mediante el Test de Tukey ($p<0,05$) de los tratamientos en el peso fresco de almendras/mazorca a los 45 y 90 días de evaluación.....	
Figura 10 Comparación de medias mediante el Test de Tukey ($p<0,05$) de los tratamientos en el peso seco de almendras/mazorca a los 45 y 90 días de evaluación.....	
Figura 11 Comparación de medias mediante el Test de Tukey ($p<0,05$) de los tratamientos en el peso del fruto de almendras/mazorca a los 45 y 90 días de evaluación.....	

Resumen

El presente trabajo de integración curricular se desarrolló en la finca “La Maravilla”, ubicada en la parroquia Praderas del Toachi, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. El objetivo fue evaluar el efecto de cuatro tipos de bioestimulantes en el cultivo de *Theobroma cacao L.*, variedad CCN 51. Se estableció una parcela experimental bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), evaluando cinco tratamientos: testigo, recomendación comercial, aminoácidos, ácidos húmicos y extractos de algas marinas, con cuatro repeticiones por tratamiento. Las variables analizadas incluyeron número de frutos por planta (fases 1–6), número de chereles abortados por planta, número de mazorcas cosechadas, número de almendras por mazorca, peso de la mazorca y peso fresco y seco de almendra. Las evaluaciones se realizaron a los 0, 45, y 90 días después de la aplicación. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, a los 90 días destacándose el T3 bioestimulante a base de aminoácidos, el cual presentó los mayores promedios en variables productivas como el peso del fruto que presentó 914,67 gr, en peso seco de las almendras se obtuvo 93,50 gr. En comparación con el testigo, el peso del fruto fue de 726 gr y el peso seco de las almendras 54,50 gr. Asimismo, el tratamiento con extractos de algas marinas fue el que le siguió que presentó un peso seco de 85 gr, y la recomendación comercial mostraron respuestas favorables en variables fenológicas frente al testigo. Se determinó que la aplicación de bioestimulantes, particularmente los aminoácidos, influyó significativamente en las variables evaluadas, cumpliendo con el objetivo planteado y demostrando su potencial como herramienta complementaria para mejorar la productividad del cacao bajo las condiciones del sitio de estudio.

Palabras clave: Bioestimulantes; *Theobroma cacao L.*; CCN 51; productividad; rendimiento

Abstract

This curricular integration project was carried out on the La Maravilla farm, located in the parish of Praderas del Toachi, in the province of Santo Domingo de los Tsáchilas. The objective was to evaluate the effect of four types of biostimulants on the cultivation of *Theobroma cacao* L., variety CCN 51. An experimental plot was established under a completely randomized block design (CRBD), evaluating five treatments: control, commercial recommendation, amino acids, humic acids, and seaweed extracts, with four replicates per treatment. The variables analyzed included number of fruits per plant (phases 1–6), number of aborted cherelles per plant, number of pods harvested, number of almonds per pod, pod weight, and fresh and dry weight of almonds. Evaluations were performed at 0, 45, and 90 days after application. The results showed statistically significant differences between treatments at 90 days, with the amino acid-based biostimulant T3 standing out, which had the highest averages in productive variables such as fruit weight, which was 914.67 g, and dry weight of almonds, which was 93.50 g. Compared to the control, the fruit weight was 726 g and the dry weight of the almonds was 54.50 g. Likewise, the treatment with seaweed extracts was the next best, with a dry weight of 85 g, and the commercial recommendation showed favorable responses in phenological variables compared to the control. It was determined that the application of biostimulants, particularly amino acids, significantly influenced the variables evaluated, fulfilling the objective set and demonstrating their potential as a complementary tool to improve cocoa productivity under the conditions of the study site.

Keywords: Biostimulants; *Theobroma cacao* L.; CCN 51; productivity; yield

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao es una de las principales fuentes económicas para las familias ecuatorianas, en el 2024 se ubicó como el tercer producto no petrolero de exportación alcanzando un valor de \$3.3617 millones de dólares en exportaciones, por lo cual su producción va en aumento (BCE, 2025). Ecuador sustenta gran parte de su oferta cacaotera en el potencial agrícola de provincias como Los Ríos, Manabí, Esmeraldas y Guayas, regiones que históricamente han liderado la producción nacional (INEC, 2024). El buen manejo del cultivo de cacao en Ecuador actualmente es una prioridad y una estrategia clave para mejorar su productividad, calidad y rentabilidad del cultivo para sus productores. La correcta ejecución de estas prácticas culturales permite que el cultivo exprese su máximo potencial genético, logrando rendimientos superiores a los 25 o 30 quintales por hectárea. Estas prácticas también reducen significativamente las pérdidas por enfermedades como la moniliasis, disminuyendo el porcentaje hasta en un 70% (Ulloa, 2018).

En el Ecuador se cultivan dos variedades principales de cacao, el Cacao Nacional que es reconocido por su aroma, representa 12% de la producción mundial de cacao de esta variedad y el país se posiciona en América Latina el primer lugar en la producción de este tipo de cacao distintivo (Anecacao, 2023). Por otro lado tenemos el clon CCN 51 “Colección Castro Naranjal”, es un cacao producido desde 1965 pero declarado origen ecuatoriano desde el año 2005. Esta variedad es más tolerante a enfermedades, tiene una mayor productividad manteniendo una buena calidad (Anecacao, 2023).

El rendimiento del cultivo de cacao viene determinado por distintos factores como son los recursos nutricionales y climatológicos, para de esta manera expresar su mayor potencial en su productividad por eso es clave el buen manejo del cultivo. El cacao es un cultivo muy sensible a

las tensiones ambientales, como lo es la sequía, inundaciones, heladas o exceso de humedad, provocando un estrés abiótico causando una reducción en su productividad de hasta un 50% (Echeverría, 2023). Para minimizar este tipo de problemas los productores han optado por utilizar bioestimulantes, que son extractos de plantas que contienen una amplia gama de compuestos bioactivos, como en esta investigación que se utilizó bioestimulantes a base de ácidos húmicos, algas marinas, aminoácidos y una recomendación comercial que contiene una mezcla de nutrientes para la planta. La aplicación de bioestimulantes permiten cubrir las necesidades de los macro y micronutrientes requeridos para el desarrollo vegetativo de la planta, teniendo como resultados plantas vigorosas, más productivas y una cierta resistencia a enfermedades debido a que sin estrés la planta se puede enfocar plenamente a su producción (Echeverría, 2023)

En esta investigación se va a evaluar el efecto de cuatro tipo de bioestimulantes más el testigo, con la evaluación de distintas variables, como es el rendimiento de productividad de mazorcas incentivando su floración, cuajado de mazorcas, tamaño de mazorcas, peso de los granos, cantidad de mazorcas cosechadas y un análisis de correlación entre variables fisiológicas y cuajado. Para de esta manera determinar el mejor tipo de bioestimulante con respecto a la productividad, tomando en cuenta las condiciones climáticas de la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas.

II. ESTADO DEL ARTE

La productividad del cacao CCN 51 en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas se ve condicionada por el exceso de humedad y la falta de luz. A pesar del potencial de la zona para la producción masiva, este clima genera un desbalance metabólico donde la planta gasta más energía de la que produce, provocando que se debilite y aborte sus frutos a causa del estrés fisiológico que esta sufre. Como consecuencia de la baja luminosidad y la elevada humedad, el cultivo manifiesta respuestas fisiológicas que derivan en un desbalance entre la fotosíntesis y la respiración celular; esto provoca una alteración metabólica que induce el aborto prematuro de frutos en desarrollo, fenómeno identificado en la zona como “quema de mazorca”, el cual se agrava por el estrés térmico resultante de la oscilación térmica y los descensos de temperatura en las primeras horas del día (García *et al.*, 2020).

En este contexto, las condiciones ambientales influyen de manera significativa, por lo que el uso de bioestimulantes resulta fundamental para que el cultivo optimice el aprovechamiento de los nutrientes del suelo; esto es vital considerando que, independientemente de si la fuente es orgánica o inorgánica, los nutrientes enfrentan las mismas transformaciones y vías de pérdida, tal y como lo indican estudios de (Echeverría *et al.*, 2023); sin embargo, los bioestimulantes logran intervenir en este ciclo al actuar como reguladores hormonales. Por ende, estos productos no solo mejoran la eficiencia nutricional, sino que tienen la capacidad de alterar estructuras vitales y periodos de desarrollo, permitiendo que la planta modifique su crecimiento y anticipe la calidad de la cosecha ante las exigencias del entorno (Gutiérrez *et al.*, 2011).

Una investigación realizada en el Cantón Naranjal, provincia del Guayas ha evidenciado que el uso de bioestimulantes mejora significativamente el comportamiento fisiológico y productivo del cacao. (Arana Salinas, 2021) determinó que el uso de bioestimulantes incrementa el área foliar, la eficiencia fotosintética y el cuajado de frutos, además de reducir el aborto prematuro de mazorcas en condiciones de alta humedad y baja radiación solar; esto cumple con cabalidad con que la aplicación de bioestimulantes si actúan como reguladores fisiológicos que fortalecen la tolerancia al estrés ambiental y optimizan el aprovechamiento de nutrientes, contribuyendo así a una mayor estabilidad productiva del cultivo. Por otra parte, diversas investigaciones en América Latina han demostrado que los bioestimulantes no se limitan a mejorar el crecimiento y la productividad de las plantas, sino que también inciden en procesos metabólicos esenciales que regulan el equilibrio entre fotosíntesis y respiración, por lo que beneficia en cuanto a la absorción de nutrientes (Arteaga Paz, 2022) existe particular desarrollo en el uso derivados de extractos de algas marinas y de sustancias húmicas estimulan la actividad enzimática y la producción de fitohormonas, lo que fortalece la capacidad fisiológica para mantener la estabilidad productiva en sistemas cacaoteros expuestos a la variabilidad climática y a limitaciones edáficas.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulantes en la producción de cacao (*Theobroma cacao* CCN 51) en Santo Domingo de los Tsáchilas.

3.2. Objetivos Específicos

Establecer el efecto de la aplicación de los bioestimulantes en el cuajado de frutos de cacao (*Theobroma cacao* CCN51).

Comparar el efecto de los bioestimulantes en las etapas fenológicas de la formación de la mazorca de cacao (*Theobroma cacao* CCN51).

Determinar el mejor bioestimulante en la producción de cacao, en las condiciones de Santo Domingo de los Tsáchilas.

3.3. Hipótesis

Hipótesis Nula (H0): La aplicación de bioestimulantes no tendrá un efecto estadísticamente significativo en el porcentaje de cuajado y el rendimiento de la producción de cacao CCN 51.

Hipótesis Alternativa (HA): Al menos uno de los bioestimulantes influyen en los parámetros productivos del cultivo de cacao CCN 51.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Generalidades del cacao

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un cultivo perenne de la familia Malvaceae, nativo de las selvas tropicales de América. Su relevancia va más allá de agrícola, ya que funciona como un motor económico y social para diversas naciones. En el caso de Ecuador, se ha consolidado como un rubro principal de exportación no petrolera, lo que obliga a buscar constantemente variedades que aseguren una mayor rentabilidad para los agricultores del país (Avendaño et al., 2021).

4.1.1. Origen y distribución

El origen del cacao se sitúa en la región amazónica de Sudamérica, específicamente en el área del Alto Amazonas, que abarca territorios de Ecuador, Colombia, Perú y Brasil. Las evidencias arqueológicas encontradas en Santa Ana-La Florida, en la provincia de Zamora Chinchipe, posicionan a la Amazonía ecuatoriana como uno de los principales centros de origen del cacao. Los hallazgos en esta zona evidencian que su uso y manejo comenzaron hace más de cinco mil años; asimismo, estudios arqueológicos y genéticos corroboran que las culturas ancestrales no solo recolectaban frutos silvestres, sino que establecieron sistemas de cultivo y uso regular del cacao en su alimentación y ritos culturales (Valdez et al., 2011).

4.2. Morfología de la planta

4.2.1. Sistema radicular

El sistema radicular del cacao está conformado por una raíz principal profunda acompañada de raíces laterales superficiales, las cuales facilitan la absorción de agua y nutrientes (Ramírez-Guillermo et al., 2018). La mayor parte de las raíces absorbentes se concentra en los primeros 30 cm del suelo, y su desarrollo depende de la transferencia de fotoasimilados desde la copa, condicionando su respuesta frente a variaciones climáticas (Leiva & Ramírez, 2017).

4.2.2. Hojas

Las hojas son simples, alternas y de borde entero; durante su etapa juvenil presentan una coloración rojiza que se torna verde brillante al alcanzar la madurez, además de una disposición colgante que contribuye a la regulación de la transpiración (Ríos-Moyano et al., 2023). En el CCN 51 se observa una amplia superficie foliar y una elevada densidad estomática en el envés, lo que favorece el intercambio gaseoso y la estabilidad fisiológica de la planta (Álvarez et al., 2023).

4.2.3. Flores

Las flores son pequeñas, hermafroditas y se desarrollan directamente sobre el tronco y las ramas principales, fenómeno conocido como cauliflora, con polinización mayoritariamente cruzada mediada por insectos (Morejón et al., 2023). En el CCN 51, la presencia de cojinetes florales está estrechamente vinculada con el estado nutricional de la planta y su capacidad productiva (Suaste, 2021).

4.2.4. Fruto

En cuanto al fruto este está compuesto de entre unas 30 y 50 semillas, la mazorca está compuesta por el mucílago, esencial en la fermentación de las almendras, cabe destacar que en la variedad CCN 51 este está asociado dado su tamaño por encima de otras variedades. (Suaste, 2021).

4.2.5. Fases fenológicas del fruto

El ciclo reproductivo de la variedad CCN 51, desde la apertura floral hasta la madurez que es el período de seis meses hasta la cosecha, se subdivide en seis fases según lo descrito por (Castro, 2015):

Apertura floral en el cojinete: momento inicial en el que, tras la fecundación, el ovario comienza a transformarse en cherelle.

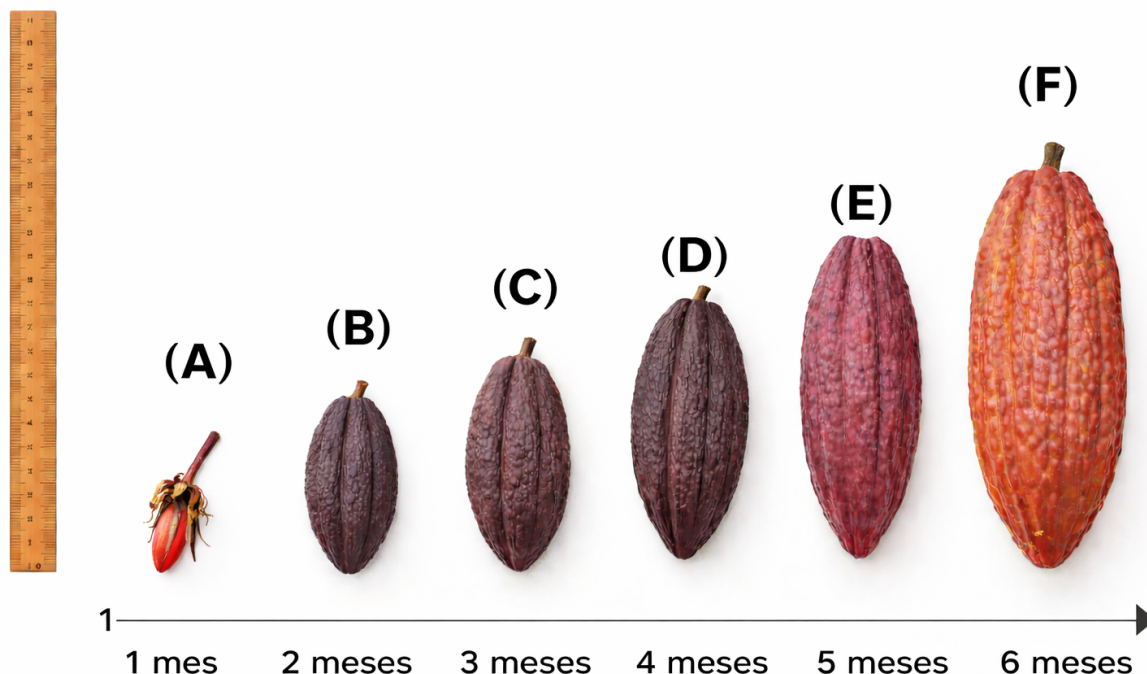
Etapas de cuajado del fruto: fase en la que el fruto empieza a desarrollarse, aunque puede presentarse estrés fisiológico que afecte su crecimiento interno.

Desarrollo de tejidos internos: durante esta etapa se forma la estructura externa del fruto que posteriormente contendrá las semillas y el mucílago.

Aumento de tamaño de la mazorca: el fruto incrementa su volumen y consolida su estructura para alojar adecuadamente las semillas y el mucílago.

Llenado del fruto: se produce la acumulación de azúcares, lo que indica que el grano está alcanzando su madurez.

Cosecha: se extraen las semillas del endocarpio en el momento adecuado para asegurar calidad (Zambrano et al., 2018)

Figura 1*Fases fenológicas del fruto de cacao (1-6)*

La **Figura 1** muestra de manera gráfica cómo el fruto de cacao va creciendo desde que la flor se convierte en fruto, hasta alcanzar su madurez. Este proceso dura cerca de seis meses y se caracteriza por un aumento gradual en tamaño y forma. Primero aparecen los *frutos cuajados* (A), luego los llamados *chereles* o *frutos jóvenes* (B), después viene una etapa de *crecimiento rápido* (menos de 20 cm) (C), seguida por el *engrosamiento* (D), la *pre-maduración* (E) y finalmente la *madurez completa* (F), cuando el fruto ya es grande. Este patrón de desarrollo coincide con lo que señalan estudios recientes, como el de Adu-Agyem y colaboradores (2019), quienes describen que el cacao tarda entre cinco y seis meses en pasar de la fertilización a la madurez, mostrando cambios medibles en su tamaño y en sus características externas.

Figura 2

Desarrollo floral y de fruto (A) cojinete floral, (B) Cherelles o fruto joven, (C) mazorcas maduras.



4.3. El cultivo de cacao y la importancia de la variedad CCN 51 en Ecuador

En Ecuador, la variedad de cacao más importante y cultivada es el clon CCN 51, este material ha ganado mucha popularidad entre los agricultores porque crece rápido, produce una gran cantidad de mazorcas y resiste muy bien las enfermedades causadas por hongos y otros ataques del entorno; ya en lo productivo, este tipo de cacao tiene una calidad que funciona perfectamente para las necesidades de la industria del chocolate, lo que lo convierte en la mejor opción para asegurar que el cultivo sea rentable.

4.4. Distribución territorial del cultivo de cacao en Ecuador

Según el (INEC, 2024), a nivel nacional, se registran 612.453 hectáreas sembradas, de las cuales 541.588 hectáreas son cosechadas; la producción oscila entre las 403.699 toneladas métricas de almendra seca, lo que muestra que la mayor parte del cacao producido llega al

mercado. La mayor parte de esta producción está distribuida en la Costa en provincias como Los Ríos, Guayas, Manabí y Esmeraldas, donde se encuentran las mayores superficies sembradas y los mayores volúmenes de producción. La Sierra y la Amazonia también participan en la producción nacional, aunque en una menor proporción ya que presentan condiciones menos adecuadas para el desarrollo del cultivo.

Esta distribución territorial refleja cómo las condiciones naturales y productivas de cada región influyen en el desarrollo del cultivo, y sirve como base para comprender el comportamiento del cacao. En cuanto a Santo Domingo de los Tsáchilas, es considerada como una provincia importante para el cultivo de cacao porque llueve bastante y sus suelos son buenos, sin embargo, la variabilidad de su clima, sobre todo la temperatura y las lluvias, dificultan que la producción sea estable (INEC, 2024).

4.4.1. Factores limitantes de la productividad en Santo Domingo de los Tsáchilas

El éxito en la producción de cacao no depende de un solo factor, sino de la combinación equilibrada de diversos elementos que interactúan entre sí, el rendimiento de este cultivo está condicionado por un conjunto de variables que incluyen el clima, el tipo de suelo, las prácticas de manejo agronómico, el programa de fertilización, la calidad genética de la planta y su estado fitosanitario; cuando estos componentes se gestionan de manera adecuada, la planta puede expresar su máximo potencial productivo; sin embargo, un desequilibrio en cualquiera de ellos puede afectar de forma significativa la cosecha (Perea et al., 2019).

En regiones de características tropicales, como Santo Domingo de los Tsáchilas, este potencial suele verse limitado por condiciones ambientales específicas que dificultan el

desarrollo del cultivo, la productividad, esta zona enfrenta obstáculos constantes, entre los que se destacan la baja fertilidad de los suelos y los periodos de estrés hídrico de carácter estacional, a ello se suman otras variables como la deficiente asimilación de los nutrientes disponibles y la presencia de cambios de temperatura inesperados, los cuales actúan como factores que impiden una producción normal y estable (García et al., 2020).

Frente a estas limitaciones, el uso de bioestimulantes agrícolas se ha posicionado como una alternativa biotecnológica relevante; estas sustancias no buscan reemplazar la nutrición tradicional, sino funcionar como un apoyo para mejorar el desempeño interno de la planta, es decir, su eficiencia fisiológica dado que fortalece al cacao frente a las adversidades del suelo y el clima, los bioestimulantes permiten mantener un crecimiento y una producción más constantes, ofreciendo una opción sostenible para los agricultores de la región (García et al., 2020).

4.5. Bioestimulantes

Los bioestimulantes se definen como una categoría de insumos agrícolas compuesta por sustancias o microorganismos que se aplican a los cultivos con el propósito de optimizar sus procesos naturales; a diferencia de los fertilizantes convencionales, su función principal no es aportar nutrientes de forma directa, sino mejorar la capacidad de la planta para absorber y utilizar los elementos que ya se encuentran en su entorno. De acuerdo con (du Jardin, 2015), estos productos buscan elevar la eficiencia nutricional, fortalecer la resistencia de los cultivos ante factores de estrés ambiental y potenciar las características finales de calidad de la cosecha; en la práctica, actúan como agentes activadores que ayudan a aprovechar mejor los recursos disponibles en las plantas, asegurando un desarrollo más vigoroso (Hernández-Álvarez et al., 2021).

4.5.1. Evolución de los bioestimulantes vegetales

El empleo de sustancias con propiedades bioestimulantes no es reciente; sus antecedentes se remontan a las primeras prácticas agrícolas, cuando las comunidades primitivas enriquecían los suelos con materia orgánica para incrementar la fertilidad y productividad de los cultivos. Los procesos naturales de descomposición de la materia orgánica eran aprovechados para mantener la fertilidad del suelo, lo que favorecía a la incorporación de microorganismos benéficos e indispensables, responsables directos de la activación biológica; en la actualidad, con la incorporación de la biotecnología y la microbiología agrícola, este conocimiento empírico desarrollado por muchos agricultores ha dado paso a un enfoque científico técnico, basado en el uso de bioestimulantes, orientados a mejorar tanto la fisiología de los cultivos como la calidad y funcionalidad del suelo, mediante la reducción del estrés y la mejora en la absorción de nutrientes (du Jardin, 2015).

El uso de bioestimulantes permite que las plantas enfrenten con mayor eficacia los factores de estrés abiótico que afectan su desarrollo y productividad; al intervenir en los procesos fisiológicos y bioquímicos, estos compuestos fortalecen la capacidad de adaptación frente a condiciones adversas como la sequía, la salinidad, las temperaturas extremas o el exceso de humedad; de esta manera, contribuyen a mantener la actividad metabólica y el equilibrio interno de los cultivos, reduciendo el impacto negativo que el ambiente ejerce sobre su crecimiento y garantizando un rendimiento más constante y sostenible, lo que los convierte en una herramienta esencial dentro de las estrategias de manejo agrícola moderno (EBIC, 2021).

4.5.2 Clasificación y mecanismos de acción de los bioestimulantes

De acuerdo con su origen y composición, los bioestimulantes se clasifican en diferentes tipos que actúan mediante mecanismos específicos en la fisiología vegetal; entre los más comunes se encuentran los extractos de algas marinas, ricos en fitohormonas naturales, aminoácidos y polisacáridos; los ácidos húmicos y fúlvicos, derivados de la descomposición orgánica; los aminoácidos libres y péptidos; y los microorganismos benéficos, como bacterias promotoras del crecimiento vegetal y hongos micorrízicos; la acción conjunta de estos elementos no sólo estabiliza el balance metabólico, sino que potencia el vigor de la planta y optimiza los índices de productividad en el campo (Calvo et al., 2014).

Estos compuestos influyen en los procesos fisiológicos de las plantas al estimular rutas metabólicas relacionadas con la absorción de nutrientes, el crecimiento celular y la síntesis de reguladores hormonales. Además, son absorbidos con facilidad por los tejidos vegetales y se transportan rápidamente hacia las zonas de crecimiento, lo que favorece su acción con un bajo consumo energético. Su principal aporte se refleja en la capacidad de la planta para enfrentar condiciones de estrés ambiental, ya que promueven la formación de sustancias antioxidantes y reguladoras del crecimiento, reduciendo los efectos negativos de la sequía, las temperaturas extremas sobre la productividad (Paz, 2022).

Uno de los pilares primordiales indispensables para el rendimiento agrícola en los cultivos es la aplicación de bioestimulantes, dada la capacidad que estos tienen de regular procesos fisiológicos vitales como la respiración celular y la asimilación de energía; dado que la utilización de estas sustancias otorga una ventaja adaptativa frente a factores adversos; por

ejemplo, la presencia de aminoácidos facilita la estructura proteica y la turgencia celular, la inclusión de extractos de algas estimula el desarrollo tanto foliar como radicular; en última instancia, la interacción de estos componentes genera una sinergia que no sólo robustece la resiliencia del vegetal, sino que garantiza una absorción de nutrientes más eficiente y una estabilidad metabólica constante (Sepúlveda & La Serna, 2023).

4.6. Aplicación de bioestimulantes específicos en el cultivo de cacao

En el cultivo de cacao, se ha evidenciado que distintos tipos de bioestimulantes poseen un alto potencial para favorecer el desarrollo vegetativo, optimizar la asimilación de nutrientes, aumentar la tolerancia a condiciones de estrés y, en ciertos casos, incrementar la productividad de las plantas.

4.6.1. Aminoácidos

Los aminoácidos son compuestos orgánicos fundamentales en la fisiología vegetal, ya que constituyen la unidad estructural de las proteínas y participan activamente en la síntesis de enzimas, hormonas y metabolitos secundarios; su acción bioestimulante radica en la capacidad de regular procesos metabólicos esenciales, como la fotosíntesis, la respiración y la asimilación de nitrógeno, promoviendo la tolerancia al estrés abiótico y el crecimiento equilibrado de la planta (Colla et al., 2015).

Cuando se aplican de forma exógena, los aminoácidos también actúan como quelantes naturales de micronutrientes, mejorando su absorción y movilidad interna, además de estimular la producción de fitohormonas endógenas como auxinas y giberelinas que intervienen en la división y elongación celular (Tarazona et al., 2019).

4.6.1.1. Taravert Amifol:

Entre la literatura encontrada se encuentra el Taravert Amifol, formulado con aminoácidos de origen vegetal y nitrógeno orgánico obtenidos mediante hidrólisis enzimática controlada, un proceso que garantiza una alta disponibilidad y rápida absorción foliar (Tarazona AgroSolutions, 2023); de acuerdo con su ficha técnica, contiene aproximadamente 7,5 % de nitrógeno total y cerca de 13 % de aminoácidos libres, entre los que destacan ácido aspártico, ácido glutámico, alanina, glicina, prolina y valina, compuestos asociados a la síntesis proteica y a la regulación osmótica celular (Tarazona, 2022)

El uso de bioestimulantes en el cultivo de cacao es una alternativa valiosa para mejorar la productividad rendimiento y minimizar el estrés de los cultivos, ya que priorizan el fortalecimiento de procesos esenciales como la absorción de nutrientes y la eficiencia de la fotosíntesis; diversos estudios señalan que la aplicación de aminoácidos en este cultivo estimula de manera directa la brotación, la inducción floral y la formación de mazorcas, lo que evidencia su papel en la regulación del crecimiento vegetativo y del ciclo reproductivo, factores clave para asegurar la viabilidad económica y el éxito comercial de las explotaciones cacaoteras actuales (Gómez & Rojas, 2021).

4.6.2. Ácidos Húmicos

Los ácidos húmicos representan una fracción estable y altamente compleja de la materia orgánica del suelo, formada a partir de la descomposición prolongada de materiales vegetales y animales, con una concentración especialmente elevada en fuentes como la leonardita; su estructura coloidal y la diversidad de grupos funcionales que los componen les permite interactuar eficientemente con las partículas minerales, mejorar la porosidad, favorecer la

agregación del suelo y aumentar la retención de agua, lo que se traduce en mejores condiciones físicas para el desarrollo radicular y para la circulación de aire y humedad.

Desde el punto de vista químico y biológico, estos compuestos incrementan la capacidad de intercambio catiónico, estabilizan el pH mediante su efecto tampón, reducen la disponibilidad de elementos tóxicos y facilitan la liberación de nutrientes usualmente fijados en el suelo, como el fósforo; además, estimulan la actividad microbiana benéfica, favorecen un crecimiento radicular más vigoroso y optimizan la eficiencia en el uso de fertilizantes, contribuyendo a que las plantas mantengan su equilibrio fisiológico y toleren mejor condiciones de estrés abiótico como sequía, salinidad o temperaturas extremas, lo cual se refleja en mayores rendimientos y una mejor calidad de los cultivos (Salvador & Valieri, 2022).

4.6.2.1. Green Master

Green Master es un bioestimulante diseñado para optimizar el funcionamiento interno de las plantas, pues su mezcla de compuestos orgánicos y nutrientes esenciales favorece los procesos fisiológicos vinculados al crecimiento y la productividad; una vez absorbido, incrementa la capacidad de la planta para utilizar de forma eficiente los minerales presentes en el suelo y estimula mecanismos que fortalecen tanto el desarrollo radicular como la formación de estructuras productivas, además de mejorar el crecimiento de la parte aérea. Su contenido de sustancias húmicas actúa como facilitador en la asimilación de nutrientes y como promotor de la actividad microbiana beneficiosa, lo que resulta en un suelo más dinámico y con mayor disponibilidad metabólica.

Dadas estas interacciones, la planta gasta menos energía en defenderse del estrés y puede usarla para crecer y producir mejor, esto se refleja en un cultivo más fuerte y con mayor rendimiento. Por esta razón, Green Master resulta fácil de aplicar en distintos sistemas agrícolas y en varias etapas del desarrollo de las plantas ya sea en especies de ciclo largo como el cacao (*Theobroma cacao L.*), su uso ayuda a mantener el equilibrio interno de la planta y a mejorar la producción general (Nederagro, 2023).

4.6.3. Ácidos fúlvicos

Los ácidos fúlvicos cumplen un papel esencial debido a su elevada solubilidad y a su capacidad para movilizar micronutrientes dentro del suelo y de la planta; estas moléculas, derivadas de la fracción más ligera y reactiva de la materia orgánica, facilitan el transporte de cationes y contribuyen a que elementos como hierro, manganeso, zinc y boro se mantengan disponibles para su absorción, lo que permite que la planta los integre tanto por vía radicular como foliar; su estructura química, altamente compleja, favorece la interacción con microorganismos del suelo y estimula reacciones enzimáticas asociadas a la síntesis de carbohidratos, proteínas y otros compuestos fundamentales para el crecimiento, además de actuar como agentes quelantes naturales que mejoran la movilidad y disponibilidad de nutrientes, incrementando la tolerancia de la planta al estrés abiótico (Canellas et al., 2015).

4.6.4. Huminas

Humina es un bioestimulante formulado a partir de una alta concentración de ácidos húmicos y fúlvicos combinados con potasio, componentes que actúan sobre el suelo y la planta para mejorar los procesos asociados a la nutrición y al crecimiento; la fracción húmica contribuye a aumentar la disponibilidad de nutrientes, ya que favorece la retención y el

intercambio de elementos minerales, mientras que los ácidos fúlvicos facilitan su movilidad y asimilación dentro de los tejidos vegetales; esta acción conjunta permite que los cultivos desarrollen raíces más eficientes y mantengan un metabolismo activo incluso bajo condiciones ambientales desfavorables, promoviendo así un crecimiento más equilibrado y sostenido (Novagro, 2025).

El aporte de potasio incluido en Humina refuerza la formación y calidad de estructuras productivas, lo que se refleja en frutos con mejores características organolépticas y mayor uniformidad; además, la mejora en la estructura del suelo y la activación de la microbiota benéfica contribuyen a un entorno más estable para el desarrollo del cultivo, reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos y fortaleciendo la capacidad de las plantas para enfrentar estrés hídrico, enfermedades o fluctuaciones climáticas; gracias a esta combinación de efectos, Humina se integra con facilidad a diversos sistemas de producción agrícola, incluyendo cultivos perennes como el cacao, donde su uso favorece la eficiencia fisiológica y el rendimiento general (Novagro, 2025).

4.6.5. Algas marinas

Los extractos de algas marinas se han posicionado como una opción natural que aporta beneficios al desarrollo de las plantas, su aplicación actúa como un estímulo biológico que mejora el vigor del cultivo y favorece un crecimiento más fuerte del sistema radicular, dada su capacidad de desarrollar raíces más extensas, las plantas logran aprovechar mejor el agua y los nutrientes del suelo, lo que les permite adaptarse con mayor facilidad a condiciones adversas como la sequía o las altas temperaturas

Además, los extractos de algas marinas juegan un papel importante durante el ciclo productivo de la planta, ya que favorecen el paso del crecimiento vegetativo a la floración y la fructificación, lo que se traduce en frutos de mejor calidad, mayor uniformidad y mejor peso, su uso también es fundamental para aprovechar de forma más eficiente los fertilizantes tradicionales (Ávila Martínez, 2020).

4.6.5.1. Seaweed creme

Es un bioestimulante líquido elaborado a partir de extractos concentrados de algas marinas, las cuales aportan una mezcla natural de minerales y compuestos orgánicos con efecto regulador del crecimiento; al aplicarse sobre el cultivo, este tipo de formulación contribuye a activar la división celular y a dinamizar la formación y funcionamiento del sistema radicular, lo que se traduce en un establecimiento más uniforme de las plantas y una mejor exploración del suelo para captar agua y nutrientes. Además, al tratarse de un producto altamente soluble y de fácil absorción, puede integrarse como complemento de los programas de fertilización para apoyar el desarrollo vegetativo y reproductivo sin sustituir a los fertilizantes de base, sino potenciando su aprovechamiento (Bioflora, 2024).

V. METODOLOGÍA

5.1. Ubicación del área de investigación

5.1.1. Ubicación Política

País	: Ecuador
Provincia	: Santo Domingo de los Tsáchilas
Cantón	: Santo Domingo
Parroquia	: Praderas del Toachi

5.1.2. Ubicación geográfica

La presente investigación, se realizó en la parroquia Praderas del Toachi, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, en la Finca La Maravilla se ubica en las coordenadas UTM X: 17 M 0705255; Y: 9980967. El tiempo que se llevó a cabo la etapa de establecimiento y aplicación de los distintos bioestimulantes en el cultivo de cacao fue de 4 meses.

Figura 3*Área de investigación*

5.1.3. Ubicación ecológica

El área de estudio presenta una temperatura media de 24,6 °C, una precipitación acumulada de 2.935 mm anuales, humedad relativa promedio del 89 % y una heliofanía de 763 horas de brillo solar; los suelos corresponden al orden Andisol, con textura franco arenosa, contenido de materia orgánica del 5,2 % y pH ligeramente ácido (6,1).

5.1.4. Materiales de campo

Material vegetativo

Los materiales empleados comprendieron herramientas de medición y señalización (cinta métrica y cinta de polietileno), así como equipos de pesaje como una balanza digital y aplicación foliar, siempre bajo protocolos de protección personal. Los insumos utilizados en la investigación fueron seleccionados a fin de evaluar la capacidad para mitigar el estrés en la zona; para ello, se utilizaron aminoácidos (Taravert Amifol), extractos de algas (Seaweed Creme) y sustancias húmicas y minerales (Green Master e Huminas), todos seleccionados con el propósito de garantizar la estabilidad fisiológica frente a las fluctuaciones climáticas de la región. Número de plantas, y cantidad.

5.2. Diseño experimental

La investigación se desarrolló utilizando un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, empleando unidades experimentales de 12 plantas, lo que resultó en un total de 240 plantas distribuidas en 20 parcelas experimentales. Las parcelas fueron delimitadas y codificadas acorde al bioestimulante empleado mediante cintas de color blanco y pintura en aerosol, con el objetivo de garantizar la trazabilidad de los tratamientos y la homogeneidad del experimento.

5.2.1. Tratamientos a evaluar

Los tratamientos consistieron en la aplicación de diferentes bioestimulantes sobre plantas de cacao CCN 51, distribuidos de la siguiente manera:

1. **Testigo:** Sin aplicación de bioestimulante.

2. **Aminoácidos** (Taravert Amifol).
3. **Ácidos húmicos + Macronutriente + Micronutrientes** (Green Master).
4. **Húmicos + Ácidos fúlvicos**. (Huminas)
5. **Extractos de algas marinas** (Seaweed Creme Bioflora).

Tabla 1

Tratamientos experimentales y dosis de aplicación de los bioestimulantes evaluados en el cultivo de cacao.

Tratamientos	Producto	Composición	Cantidad/ha	Cantidad 20 L/Agua
<i>Testigo</i>				
<i>R. Comercial</i>	Green master	Ácidos húmicos + NPK + micronutrientes	2 l/ha	200 ml
<i>Aminoácidos</i>	Taravert Amifol	Aminoácidos libres (13 %) y N orgánico (7.5 %)	1 l/ha	50 ml
<i>Ácidos húmicos</i>	Huminas	Sustancias húmicas derivadas del humus + K	2 l/ha	150 mL
<i>Algas marinas</i>	Seaweed creme	Algas marinas (<i>Ascophyllum nodosum</i>)	2 l/ha	150 mL

5.3. Tipo de diseño

Se utilizó un Diseño en Bloques Completamente Aleatorizados (DBCA), ya que permite organizar los tratamientos de manera aleatoria dentro de bloques que son lo más parecidos posible entre sí. Esto ayuda a que las diferencias que se observen en las plantas se deban realmente a los tratamientos aplicados y no a las variaciones del terreno o del ambiente. Este diseño facilita el análisis de los datos y aumenta la confiabilidad de los resultados.

5.4. Caracterización del sitio experimental

La investigación en el sitio experimental presentó condiciones típicas del trópico húmedo; aunque se presentaron variaciones que influyeron en el comportamiento fisiológico del cacao sobre todo en la floración, el cuajado de frutos factores fundamentales para interpretar resultados obtenidos.

5.5. Características de la unidad experimental

Tabla 2

Características de cada UE

Distanciamiento del cultivo	3 m x 3 m
Número de unidades experimentales	20
Área de la unidad experimental	20,25 m ²
Área neta de la unidad experimental	9 m ²
Largo	4.5 m
Ancho	4.5 m
Forma de la UE	Cuadrado
Área total del ensayo	6480 m ²
Área neta del ensayo	1.620
Forma del ensayo	Cuadrado

5.4.1. Croquis

Figura 4

Croquis experimental del ensayo

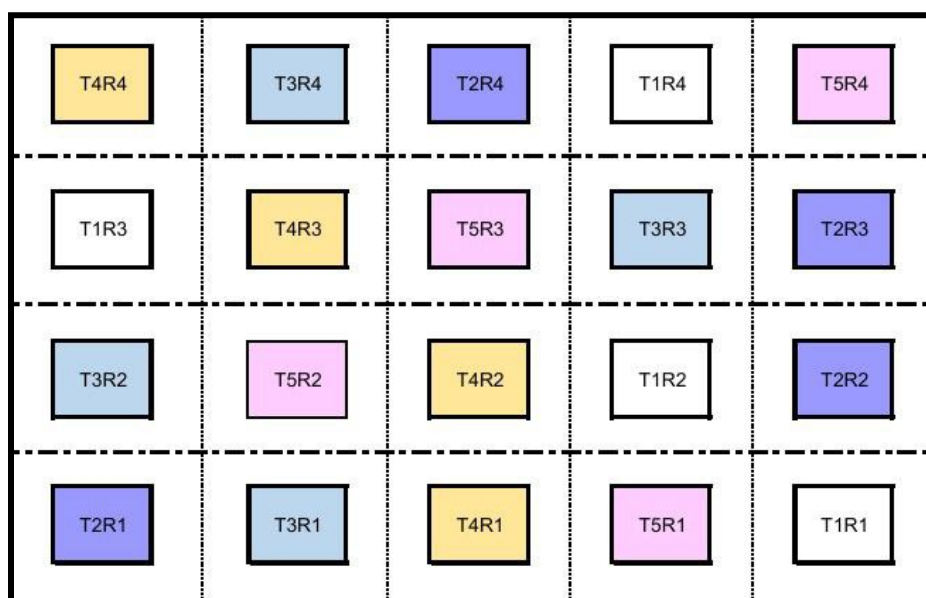
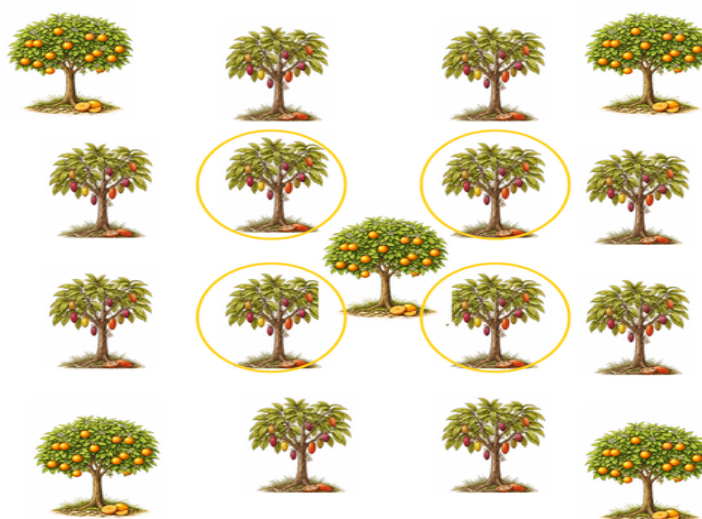


Figura 5

Croquis por parcela experimental



Fuente: Bernal, Castro

5.6. Manejo experimental

El desarrollo de la fase de campo se realizó de forma organizada, siguiendo este orden de pasos:

5.6.1. Preparación y adecuación del lote experimental

Se inició con la identificación de las parcelas experimentales en el campo seleccionando las plantas para el muestreo de las variables a evaluarse. Una vez seleccionado el lote de cacao CCN51, se procedió con la delimitación de las parcelas siguiendo la distribución de los tratamientos del DBCA, se realizó una limpieza de plantas epífitas y saneamiento de mazorcas enfermas.

5.6.2. Aplicación de los tratamientos

La aplicación de los productos bioestimulantes se la realizó en las primeras horas de la mañana, cuando el sol no es tan intenso, para que la planta pueda aprovechar mejor el producto, se utilizó la bomba a motor bien calibrada para repartir el líquido de forma uniforme en toda la copa de la planta, asimismo la dosis se aplicaron siguiendo las instrucciones de cada producto y manteniendo una frecuencia quincenal (15 días) para que la planta asimile bien los nutrientes.

5.6.3. Monitoreo y evaluación de variables

El seguimiento del cultivo se realizó cada quince días en el área de estudio; evaluando la floración, cuajado, producción y vigor.

5.6.4. Cosecha y toma de datos

Durante la cosecha y recolección datos de las mazorcas se utilizó balanza digital para los datos de producción; se pesaron las mazorcas y las almendras frescas de cada tratamiento, y registrándose los datos en la ficha de campo.

5.6.5. Variables de respuesta

Para determinar el efecto de los bioestimulantes, se evaluaron las siguientes variables:

- Número de frutos por planta (fase 1-6); se contó la cantidad de mazorcas por cada planta.
- Número de chereles abortados por planta; se contó la cantidad de chereles quemados o que se cayeron en el transcurso de los 15 días.
- Número de mazorcas cosechadas por planta; se cosechó el área de investigación cada 15 días.
- Número de almendras; se procedió a abrir la mazorca y a contabilizar cada una de las almendras.
- Peso de la mazorca; se pesó la mazorca completa con una balanza digital.
- Peso de la almendra en fresco y en seco; se pesaron las almendras con la ayuda de la balanza digital en peso fresco, luego se procedió a secar las almendras por tratamiento y se volvió a pesar.

6. Análisis estadístico

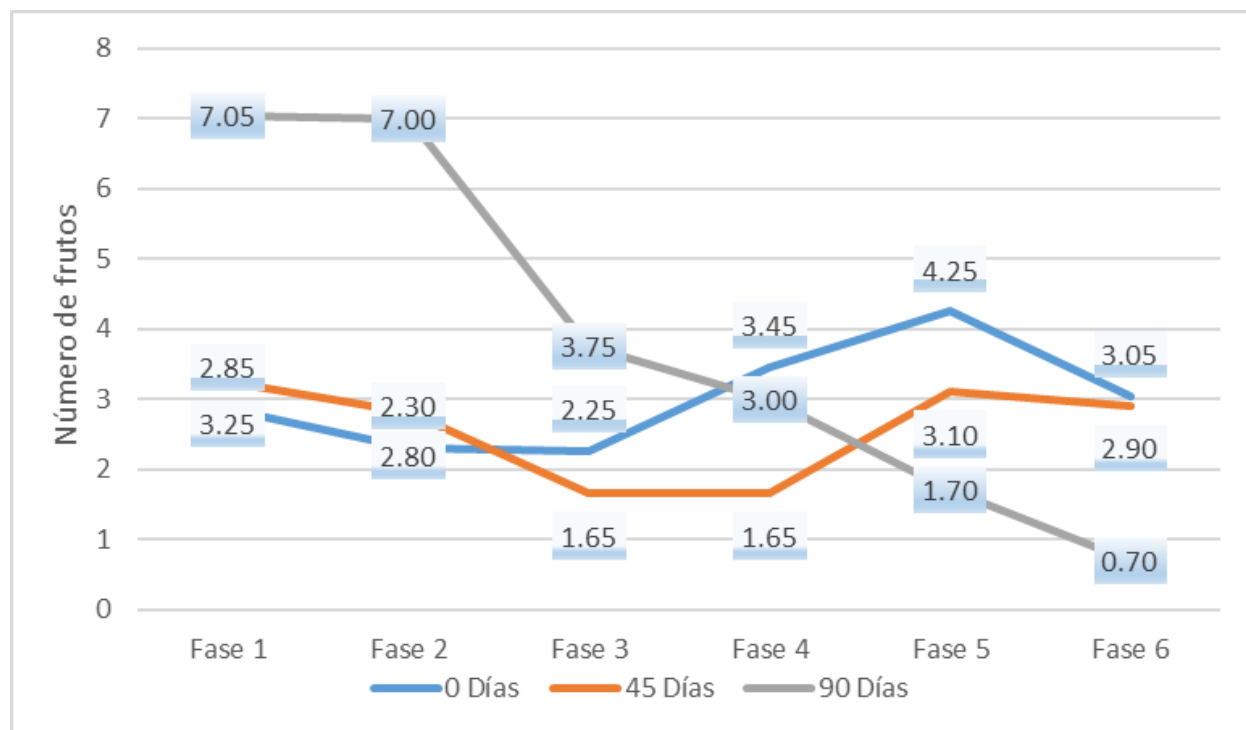
Fuentes de variación	Modelo matemático	Grados de libertad
Bloques	$r-1$	$4-1= 3$
Tratamientos (T)	$t-1$	$5-1= 4$
Error (e)	$(t-1)(r-1)$	$4 \times 3= 12$
TOTAL	$(r \times t)-1$	$20-1= 19$
T= Tratamientos	r=repeticiones	N=observaciones

VI. RESULTADOS

• Variables de la fenología del fruto de cacao

Figura 6

Promedio general de frutos por planta en su respectiva fase y durante las tres tomas de datos en el ensayo.



La **figura 6** indica un impacto positivo y significativo en el cuajado de frutos, particularmente en las fases iniciales 1 y 2. Se observa que, al inicio de la investigación, el promedio partió de 3.25 mazorcas, mientras que para el día 90 esta cifra aumentó notablemente a un promedio de 7.05 frutos por planta, lo cual evidencia el beneficio del uso progresivo de bioestimulantes según los tratamientos empleados. Por otra parte, el descenso de frutos en las fases 5 y 6 hacia el día 90 no representa una baja en la productividad, sino que responde al comportamiento fenológico normal del cultivo; en esta etapa, los frutos ya han completado su

ciclo de maduración y han sido recolectados mediante la cosecha; esto se ratifica con lo expuesto por (Yagual, 2025), quien determinó que los bioestimulantes foliares incrementan significativamente el cuajado inicial en la transición de las etapas fenológicas; además, al fortalecer la asimilación de nutrientes, los frutos de los tratamientos con bioestimulantes tienden a madurar de forma más uniforme, por lo cual, al llegar al día 90 en las fases 5 y 6, es normal observar menos frutos en planta debido a que ya cumplieron su función y fueron recolectados.

Tabla 3

Fenología del fruto en los cinco distintos tratamientos en su toma inicial.

	Descripción	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6
T1	Testigo	2,50	1,75	1,00	3,50	3,75	3,75
T2	R. Comercial	3,50	3,00	2,75	4,50	4,00	2,50
T3	Aminoácidos	3,25	2,75	3,50	4,00	4,50	3,25
T4	Ácidos Húmicos	3,25	2,00	2,25	3,00	4,75	2,00
T5	Algas Marinas	1,75	2,00	1,75	2,25	4,25	3,75

En la **tabla 3** se muestra cuántos frutos había en la etapa de inicio de la investigación, es decir todos los tratamientos tenían valores muy parecidos, lo que indica que las plantas empezaron en condiciones similares, ya que todavía no se habían aplicado los bioestimulantes. Por eso, en esta primera evaluación no hubo diferencias entre tratamientos: la distribución de los frutos se debió únicamente al desarrollo habitual del cultivo.

Tabla 4

Fenología del fruto en los cinco distintos tratamientos en su segunda toma a los 45 días.

	Descripción	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6
T1	Testigo	2,75	1,75	0,50	1,00	1,75	3,00
T2	R. Comercial	3,75	3,25	3,00	1,50	4,25	2,50
T3	Aminoácidos	4,50	3,75	3,00	3,00	4,00	3,25
T4	Ácidos Húmicos	2,25	2,00	0,75	2,00	2,50	2,75
T5	Algas Marinas	3,00	3,25	1,00	0,75	3,00	3,00

A los 45 días posteriores a la aplicación, se evidencia un aumento en la cantidad de frutos en las fases iniciales, especialmente en los tratamientos con bioestimulantes *tabla 4* el tratamiento de aminoácidos tiende a incrementar un aproximado de 3,5 a 4,5 frutos, lo que indica una respuesta positiva temprana; este comportamiento sugiere que los bioestimulantes comenzaron a actuar desde las primeras etapas fenológicas, favoreciendo el cuajado y el desarrollo inicial de los frutos. En las fases finales (5 y 6), la disminución del número de frutos puede atribuirse al inicio del periodo de cosecha; esto se corrobora con

Tabla 5

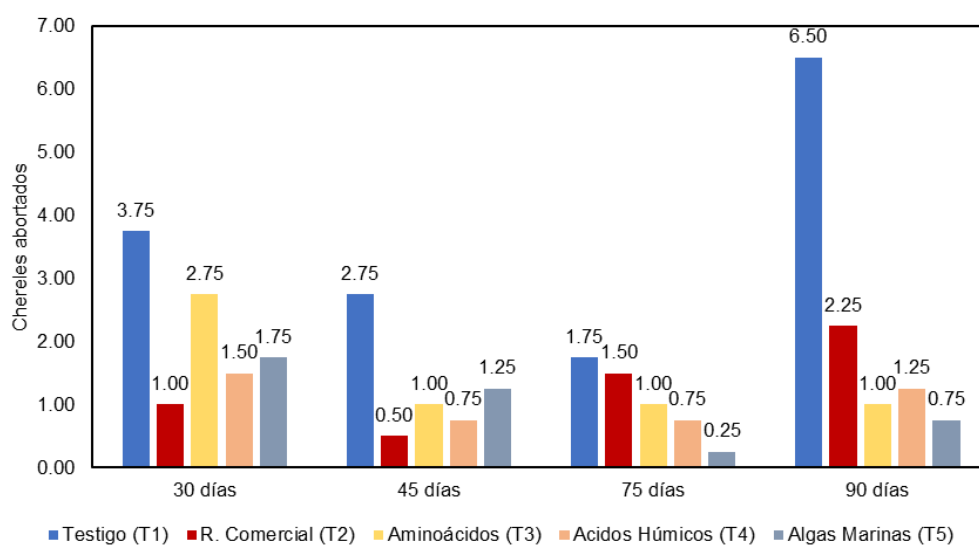
Fenología del fruto los cinco distintos tratamientos en su tercera toma a los 90 días.

	Descripción	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6
T1	Testigo	2,50	4,25	2,25	1,50	1,50	0,50
T2	R. Comercial	8,50	8,00	3,00	4,50	2,00	0,25
T3	Aminoácidos	11,50	6,50	6,50	4,50	2,50	2,00
T4	Ácidos Húmicos	5,75	9,75	1,75	2,25	1,25	0,00
T5	Algas Marinas	7,00	6,50	5,25	2,25	1,25	0,75

En la toma de datos final, a los 90 días, el efecto de los bioestimulantes se mantiene principalmente en las fases iniciales e intermedias lo que valida el efecto de los bioestimulantes en el cuajado de frutos, donde se conservan mayores cantidades en comparación con el testigo, cabe destacar que en las fases 5 y 6, se registra una reducción marcada en todos los tratamientos, lo cual puede explicarse por la combinación de la caída fisiológica de frutos y el avance del periodo de cosecha, donde los frutos maduros ya han sido recolectados y a la estabilización de la producción.

Figura 7

Cheriles abortados por tratamiento a los 30, 45, 75 y 90 días.



En la **figura 7** se muestra el número de cheriles abortados por tratamiento durante los 30, 45, 75 y 90 días, donde se obtuvo que la mayor tasa de abortos durante los cuatro períodos de evaluación fue en el testigo sin aplicación (T1) con un 6,50 a los 90 días. Durante los 30 y 45 días el número de abortos fue menor con la aplicación de R. Comercial (T2) con 1,00 y 0,50, respectivamente. No obstante, a los 75 y 90 días la aplicación de algas marinas (T5) proporcionó

la menor tasa de abortos. Hablando sobre la menor tasa de aborto de chereles observada bajo tratamientos bioestimulantes refuerza los hallazgos del ANOVA, ya que, como indican Echeverría Salazar et al. (2023), la presencia de compuestos orgánicos mejora la retención de frutos al mantener niveles hormonales estables, permitiendo que un mayor número de mazorcas alcancen la etapa de maduración con pesos superiores a los del testigo. Es importante notar que los Coeficientes de Variación (CV) reportados en estos análisis se mantienen en rangos aceptables para experimentación en campo, lo que denota confiabilidad en los datos y homogeneidad en el manejo experimental.

El monitoreo del aborto de chereles a lo largo de los 90 días de evaluación reveló una tendencia crítica vinculada directamente al estado nutricional y hormonal del cultivo. De acuerdo con los datos presentados en la **Figura 7**, el Testigo (T1) manifestó la mayor susceptibilidad a la pérdida de estructuras reproductivas, alcanzando un pico máximo de 6,50 chereles abortados al finalizar el ensayo. Este comportamiento evidencia una marcada limitación fisiológica para sustentar la carga fructífera inicial. Esta retención superior de frutos documentada en la **Figura 7** es el factor determinante que explica los rendimientos más elevados obtenidos en los tratamientos T3 y T5 en términos de número de almendras y biomasa final, validando que el éxito productivo en el cacao CCN 51 depende estrechamente de la capacidad del manejo agronómico para minimizar el aborto de frutos en sus fases críticas de desarrollo.

- Variables de producción de frutos de cacao

1. Resultados del análisis de varianza de los parámetros de producción del fruto de *Theobroma cacao* CCN 51 evaluados a los 45 días de aplicación.

Tabla 6

ADEVA correspondiente a la variable peso fresco de almendras por mazorca a los 45 días

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Bloque	1150,50	3	383,50	0,32	0,8101
Tratamiento	4611,20	4	1152,80	0,96	0,4617
Error	14338,00	12	1194,83		
Total	20099,70	19			

Nota: CV= 16,92% indica homogeneidad de los datos por su baja variabilidad alrededor de la media.

En la **tabla 6** se muestra el análisis de varianza del peso fresco de almendras/mazorca a los 45 días. Tanto el bloque como los tratamientos no reflejaron diferencias estadísticamente significativas, por ende se comportan de forma similar.

Tabla 7

ADEVA correspondiente a la variable peso seco de almendras por mazorca a los 45 días.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Bloque	104,20	3	34,73	0,24	0,8684
Tratamiento	1295,30	4	323,83	2,22	0,1285
Error	1753,80	12	146,15		
Total	3153,30	19			

Nota: CV= 16,54% muestra que las unidades experimentales son homogéneas por su baja dispersión.

En la **tabla 7** se detalla el análisis de varianza del peso seco de almendras/mazorca a los 45 días. Se evidenció que no existe un efecto significativo de los bloques y los tratamientos en esta variable, por ende, sus respuestas tienen impactos semejantes.

Al haber realizado el análisis estadístico de las variables medidas en el ensayo, se apreció como a los 45 días de evaluación, el análisis de varianza (ANOVA) en los modelos estadísticos no determinaron diferencias significativas entre los diferentes tipos de tratamiento para el número de almendras, peso fresco, peso seco ni peso del fruto. Los Coeficientes de Variación (CV) observados (ej. 16,92% en la tabla 6 y 16,54% en la tabla 7) indican una homogeneidad experimental adecuada, confirmando que la falta de significancia se debió a la etapa fenológica y no a errores en la toma de datos. Esta ausencia de respuesta inmediata es común en cultivos perennes como el cacao, donde según ANGULO, R. 2009, indica que la dinámica de absorción foliar y la posterior translocación de nutrientes hacia los órganos reproductivos (frutos) no es instantánea debido a que la planta prioriza inicialmente el mantenimiento homeostático antes de la acumulación de biomasa en sumideros.

Para las variables de peso fresco y peso seco de las almendras (Tablas 6 y 7), los resultados reflejaron una respuesta similar sin diferencias significativas ($P = 0,4617$ y $P = 0,1285$, respectivamente). Fisiológicamente, a los 45 días, el fruto se encuentra en una fase de crecimiento celular donde la demanda de sumidero aún no ha alcanzado su pico máximo de acumulación de asimilados. Investigaciones como la de Llivicura 2024 mencionan que la respuesta a bioestimulantes de base orgánica, como aminoácidos o algas, requiere un periodo de

inducción metabólica; por lo tanto, es esperable que en el primer tercio de la evaluación las diferencias numéricas (como los 85,25 g de peso seco en T3 frente a los 63,00 g del testigo) no logren separarse estadísticamente.

1. Resultados del análisis de varianza de los parámetros de producción del fruto de *Theobroma cacao* ‘CCN51’ evaluados a los 90 días de aplicación

Tabla 8

ADEVA correspondiente a la variable peso fresco de almendras por mazorca a los 90 días.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Bloque	663,44	3	221,15	1,50	0,2656
Tratamiento	21159,05	4	5289,76	35,79	<0,0001
Error	1773,75	12	147,81		
Total	23596,24	19			

Nota: CV= 5,84% demuestra que el conjunto de datos es homogéneo.

En la **tabla 8** se observan los resultados del análisis de varianza del peso fresco de almendras/mazorca a los 90 días, donde los bloques no arrojaron efectos significativos, al contrario de los tratamientos, donde se constató la presencia de diferencias altamente significativas. Para distinguir los grupos estadísticamente diferentes se aplicó Tukey al 0.05%.

Tabla 9

ADEVA correspondiente a la variable peso seco de almendras por mazorca a los 90 días.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Bloque	24,70	3	8,23	0,42	0,7439
Tratamiento	3977,20	4	994,30	50,39	<0,0001
Error	236,80	12	19,73		
Total	4238,70	19			

Nota: CV= 6,06% evidencia homogeneidad de los datos por su baja variabilidad alrededor de la media.

En la **tabla 9** se evidencia los resultados del análisis de varianza del peso fresco de almendras/mazorca a los 90 días. En los bloques no existió diferencia significativa sin embargo en los tratamientos si, por ende, se realizó una prueba de Tukey al 0.05% para diferenciar los grupos estadísticamente diferentes.

Tabla 10

ADEVA correspondiente a la variable peso del fruto por mazorca a los 90 días.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Bloque	12515,76	3	4171,92	0,60	0,6290
Tratamiento	95853,42	4	23963,35	3,43	<0,0434
Error	83852,37	12	6987,70		
Total	192221,55	19			

Nota: CV= 9,99% determina que las unidades experimentales son homogéneas por su baja dispersión.

En la **tabla 10** se exhibe el análisis de varianza del peso del fruto/ mazorca a los 90 días, no existieron efectos significativos en los bloques. En cuanto a los tratamientos, presentaron diferencias altamente significativas, por ende, se procedió con una prueba Tukey para distinguir los grupos estadísticamente diferentes.

En cuanto a la evaluación de los 90 días luego de la aplicación de los tratamientos el panorama productivo del clon CCN 51 presentó cambios drásticos en comparación con la etapa inicial, registrándose diferencias altamente significativas en todas las variables de rendimiento (Tablas 8, 9, 10). Esta transición de la homogeneidad a la significancia estadística demuestra que

el efecto de los bioestimulantes en el cacao es dependiente del tiempo y de la acumulación de metabolitos en el fruto.

Asimismo, el análisis de varianza evidenció una respuesta fisiológica determinante en el clon de cacao CCN 51 ante la aplicación de bioestimulantes. Para las variables peso fresco (Tabla 8) y peso seco de almendras (Tabla 9), se obtuvieron valores de significancia estadística de $P < 0,0001$, lo que representa una respuesta altamente significativa que permite afirmar que el origen de la variación proviene de los tratamientos aplicados y no de factores aleatorios del entorno. Este comportamiento es validado por Llivicura Salazar (2025), quien señala que el clon CCN 51 manifiesta su máximo potencial productivo, en cuanto al número y formación de semillas, cuando se le proporcionan bioestimulantes que optimizan el desarrollo foliar y radicular, reduciendo así la competencia interna por nutrientes. En lo que respecta a la acumulación de biomasa en las almendras, la alta significancia encontrada a los 90 días, a diferencia de los 45 días donde no hubo diferencias, sugiere un efecto acumulativo de la bioestimulación sobre el metabolismo del carbono. Según (Arteaga Paz, 2022), los bioestimulantes actúan como precursores metabólicos que facilitan la translocación de fotoasimilados desde las fuentes (hojas) hacia los sumideros (frutos), un proceso que requiere de un tiempo de respuesta fisiológica para verse reflejado en el peso seco. Esta transición de una fase de crecimiento celular a una de llenado de grano explica por qué el ANOVA detectó cambios tan marcados en esta etapa; tal como menciona Barragán Ortiz (2025), la respuesta del cultivo de cacao a la nutrición foliar es más evidente durante los picos de demanda energética de la mazorca, donde los compuestos bioactivos evitan el estrés oxidativo y promueven la síntesis proteica en la semilla.

Por otra parte, el peso del fruto (Tabla 8) mostró una diferencia significativa con un valor de $P = 0,0434$, una magnitud de respuesta menor en comparación con las variables internas de la mazorca. Esta distinción es técnica y biológicamente coherente con lo planteado por Miranda Sevillano (2025), quien explica que mientras el número y peso de las almendras dependen estrechamente de la eficiencia del cuajado y la nutrición inmediata, el peso total del fruto está también condicionado por factores estructurales del exocarpio y la disponibilidad hídrica del sistema. Asimismo, en comparativa entre los periodos de evaluación, revela una evolución significativa en el metabolismo del cacao CCN 51. Mientras que a los 45 días el análisis de varianza (ANOVA) no reportó diferencias estadísticas ($P > 0,05$) en ninguna variable, a los 90 días se determinaron efectos altamente significativos ($P < 0,0001$) en el número de almendras y biomasa. Esta latencia inicial se atribuye a que los bioestimulantes requieren de una fase de inducción fisiológica; según Jiménez Morejón et al. (2023), los efectos en los componentes del rendimiento no son inmediatos, ya que dependen de la translocación de fotoasimilados desde las hojas hacia los frutos, proceso que se intensifica conforme avanza la madurez fenológica. A los 90 días, la planta alcanza un estado de mayor demanda energética, donde la suplementación con aminoácidos y algas marinas logra mitigar el estrés abiótico y potenciar el llenado de los granos. Al respecto, (Arteaga Paz, 2022) sostiene que la respuesta a los bioestimulantes es acumulativa, optimizando la síntesis de proteínas y enzimas que se reflejan en un incremento del peso seco sólo tras un periodo de exposición adecuado.

Tabla 11

Variables de la producción de frutos de cacao a los 45 días de aplicado los tratamientos

Tratamientos	Peso de la mazorca (g)	N° de almendras por mazorcas	Peso fresco de almendras por mazorca	Peso seco de almendras por mazorca
T1 Testigo	979,63	42,50	202,00	63,00
T2 R. Comercial	771,75	55,00	195,00	77,50
T3 Aminoácidos	975,13	52,50	233,00	85,25
T4 Ácidos Húmicos	803,88	48,75	189,00	65,75
T5 Algas Marinas	768,68	48,75	202,50	74,00
C.V. %	23,34	15,49	16,92	16,54
<i>p-valor ANOVA</i>				
Tratamientos	0,3740 ns	0,2578 ns	0,4617 ns	0,1285 ns

Las variables no presentaron significación estadística a los 45 días de evaluación (véase *tabla 11*), sin embargo, en el número de almendras por mazorca el tratamiento Comercial (T2) presentó el valor más alto con 55,00 y el más bajo se evidenció en el testigo sin aplicación (*fig 8*). En el peso fresco de almendras por mazorca, se observó mayor peso con la aplicación de aminoácidos con 233 g a comparación de Ácidos Húmicos con 189 g (*fig 9*). La aplicación de Aminoácidos proporcionó valores altos del peso seco de almendras por mazorca con 85,25 g, mientras que, el testigo sin aplicación tuvo el más bajo con 63,00 g (*fig 10*). Respecto al peso del fruto por mazorca se presentó que el testigo sin aplicación junto con los aminoácidos tuvo grandes rendimientos en el peso del fruto con 979,63 y 975,13 g, respectivamente, mientras que las Algas marinas se posicionaron en último lugar con 768,38 g (*fig 11*).

En lo que respecta al número de almendras por mazorca (Tabla 11), la ausencia de significancia indica que este parámetro se mantiene constante independientemente del bioestimulante utilizado. Técnicamente, esto se debe a que el número de semillas es un rasgo

determinado por la eficiencia de la polinización y la genética del clon CCN 51 en etapas previas a la aplicación. Según Barragán (2025), el clon CCN 51 posee una estabilidad reproductiva alta, donde la variabilidad en el número de granos suele ser baja cuando las condiciones ambientales son homogéneas, lo que coincide con el ensayo que los cinco tratamientos fueron expuestos a la mismas condiciones ambientales en este estudio. El peso total del fruto (Tabla 11) mantuvo esta tendencia de uniformidad confirma que las unidades experimentales presentaron una respuesta física cohesiva. De acuerdo con (Miranda, 2023) el clon CCN 51 tiene una alta capacidad de compensación fisiológica, lo que significa que la planta utiliza inicialmente sus reservas internas de carbohidratos antes de mostrar una respuesta marcada a la fertilización foliar. Esta paridad a los 45 días ratifica que el efecto de los bioestimulantes en la arquitectura del fruto es un proceso acumulativo que, en esta etapa inicial, se manifiesta apenas como una tendencia de mejora en los tratamientos T2 y T3, pero sin romper la homogeneidad estadística del ensayo. Aunque el análisis estadístico no mostró diferencias significativas, podemos observar que en peso fresco y peso seco los tratamientos de recomendación comercial y aminoácidos son los que tienen el peso superior, lo cual puede sugerir una tendencia con efecto prolongado de los bioestimulantes que suele ocurrir cuando la planta ha pasado por estrés fisiológico debido a una poda muy intensa principalmente en época seca (Cerdeira, 2021). Al mismo tiempo se puede evidenciar en las plantas evaluadas cambios físicos por parte de los tratamientos como promover el crecimiento de brotes, mayor follaje en las plantas y el crecimiento de primordios florales como ocurrió en la investigación (Miranda, 2025), que a pesar no tener diferencias significativas en el estudio se evidenció un efecto acumulativo en la activación del meristemo floral, sirviendo esto como base para ajustar el calendario de aplicaciones.

Tabla 12

Variables de la producción de frutos de cacao a los 90 días de aplicado los tratamientos

Tratamientos	Peso del fruto mazorca (g)	N° de almendras por mazorcas	Peso fresco de almendras por mazorca	Peso seco de almendras por mazorcas
T1 Testigo	726,00 b	42,00 c	160,00 c	54,50 c
T2 R. Comercial	891,88 ab	53,75 ab	198,13 b	69,00 b
T3 Aminoácidos	914,67 a	55,00 a	250,50 a	93,50 a
T4 Ácidos Húmicos	791,38 ab	50,25 b	194,50 b	64,50 bc
T5 Algas Marinas	859,75 ab	53,50 ab	238,00 a	85,00 a
C.V. %	9,99	3,12	5,84	6,06
<i>p-valor ANOVA</i>				
Tratamientos	<0,0434* s	0,0001** s	0,0001** s	0,0001** s

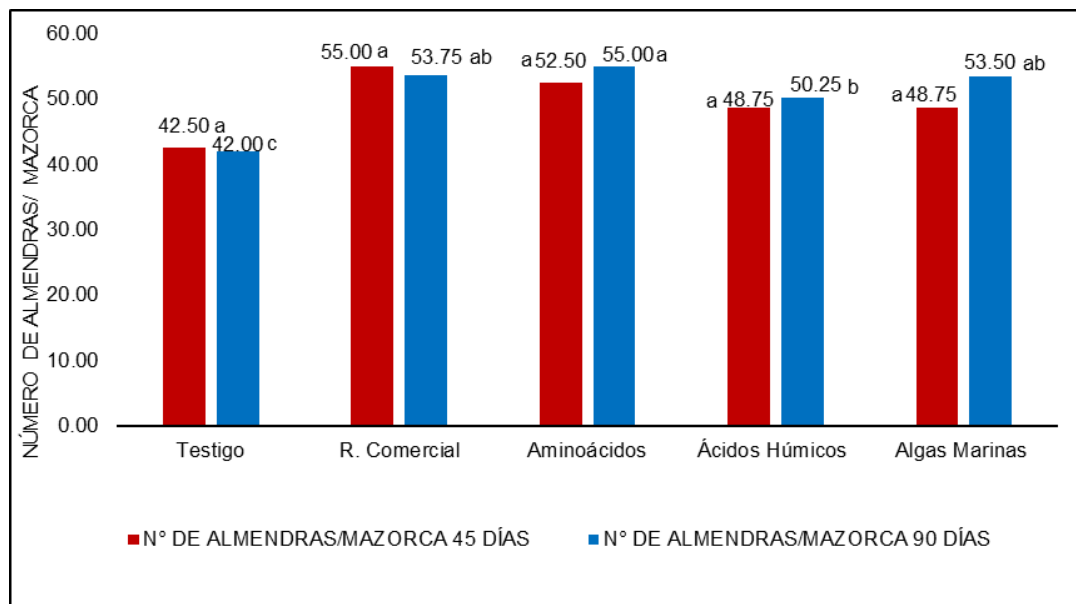
La aplicación de Aminoácidos (T3) como bioestimulante en el cultivo de *Theobroma cacao* CCN 51 proporcionó los valores más altos en todos los parámetros productivos a los 90 días (véase *tabla 12*). En el número de almendras se identificaron tres grupos independientes: el grupo A (T3: 55,00; T2: 53,75 y T5: 53,50) presentó las cantidades más elevadas a comparación del grupo C (T1: 42,00) que fue el más bajo (*fig 8*). Respecto al peso fresco de almendras/mazorca se establecieron tres grupos independientes donde el grupo A (T3: 250,50 y T5: 238) tuvieron mayor masa, mientras que, el grupo C (T1: 160,00) presentó el menor peso (*fig 9*). Por otro lado, en el peso seco de almendras se reconocieron cuatro grupos independientes en el que el grupo A (T3: 93,50 g y T5: 85,00 g) exhibió una biomasa seca más alta, y el grupo C (T1: 54,50 g) la más baja (*fig 10*). En el peso del fruto se identificaron dos grupos independientes: A y B, donde el grupo A obtuvo el peso más elevado (T3: 914,67 g) a comparación del grupo B (*fig 11*).

En la **tabla 12** se indica el análisis de varianza del número de almendras a los 90 días de aplicación foliar de los bioestimulantes. No se encontró diferencia significativa en los bloques,

sin embargo, si existió diferencia estadísticamente significativa en los tratamientos, es decir, que sus efectos en la respuesta de este parámetro fueron diferentes. Para distinguir los grupos estadísticamente diferentes se aplicó Tukey al 0.05%. Según (Delgado, 2022) la dosis adecuada de los bioestimulantes influyen directamente en el tamaño y peso del fruto incrementando su producción, en la investigación el resultado con mayor peso del fruto fueron el tratamiento con aminoácidos con un peso de 914,67 g, esto concuerda con la investigación de (Mejía, 2023) que nos dice que los aminoácidos libres son elemento fundamental para la composición de proteínas con peso molecular mínimo, de esta manera forman nutrientes con menor peso molecular que asimilan las plantas de mejor manera, dando como resultado efecto más rápido sobre el cultivo que se evidencia en la producción de este tratamiento. Así mismo tuvo el mejor rendimiento en todas las demás variables de producción respecto a peso y hasta número de mazorcas. El tratamiento que es estadísticamente igual es el de algas marinas destacando por su peso fresco y su peso en seco, lo cual concuerda con la investigación fertilización orgánica en un cultivo de cacao en Colombia hecha por (Vega, Torres, 2021) mencionan que aumentó el peso seco total en aproximadamente 15% siendo una buena herramienta para aumentar la productividad.

Figura 8

Comparación de medias mediante el Test de Tukey ($p < 0,05$) de los tratamientos en el número de almendras/mazorca a los 45 y 90 días de evaluación.

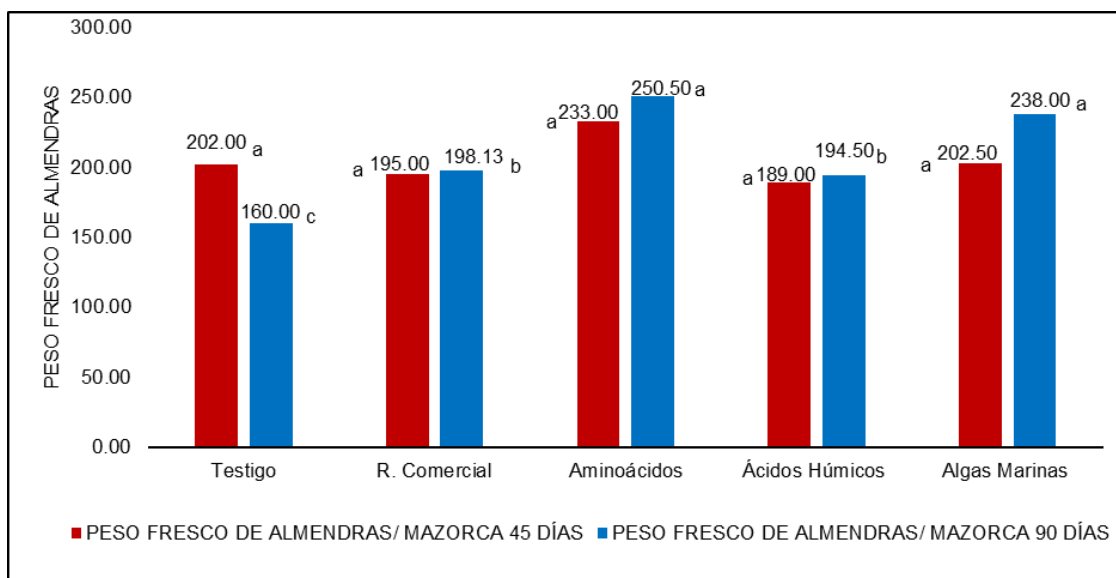


En la **Figura 8** se evidencia la importancia de la utilización de extractos de algas marinas, y aminoácidos, ya que estos tratamientos alcanzaron los mayores promedios en ambas tomas de datos; desde los 45 días se observa una diferencia favorable, lo cual coincide con lo señalado por (Sharma et al., 2014), quien menciona que al aplicar algas o sus derivados se activan procesos enzimáticos que mejoran las condiciones del suelo, estimulan la producción de hormonas en la planta y a la vez la absorción y movilización de nutrientes se desencadena influyendo directamente en el desarrollo y llenado de las almendras por mazorca, a esto se suma (Rodríguez et al., 2023) que valida que los aminoácidos de bajo peso molecular se absorben y transportan con rapidez dentro de la planta, optimizando los procesos metabólicos y permitiendo un mejor aprovechamiento de la energía, lo que contribuye al desarrollo reproductivo; esto ayuda a explicar el incremento sostenido en el número de almendras por mazorca tanto a los 45 como a los 90 días de evaluación.

Al respecto, Llivicura Salazar (2025) señala que el clon CCN 51 posee un potencial intrínseco para desarrollar una alta cantidad de almendras, pero su consolidación final depende de la disponibilidad de nutrientes para evitar el aborto temprano de los óvulos fecundados. Sin embargo, a los 90 días, la **Figura 8** muestra cómo la aplicación de Aminoácidos (T3) logra el promedio más elevado (55,00 almendras), diferenciándose notablemente del Testigo (T1), que se mantiene con el valor más bajo (42,00 almendras). Esta superioridad técnica del T3 sugiere que los aminoácidos actuaron como un soporte fisiológico que permitió a la planta retener y desarrollar un mayor número de semillas por fruto. Según Arteaga Paz (2022), la bioestimulación con aminoácidos mejora el balance hormonal y energético, lo que es crucial en la fase de crecimiento activo para asegurar que un mayor número de almendras alcancen su madurez fenológica sin ser reabsorbidas por la planta debido a deficiencias nutricionales.

Figura 9

Comparación de medias mediante el Test de Tukey ($p < 0,05$) de los tratamientos en el peso fresco de almendras/mazorca a los 45 y 90 días de evaluación.



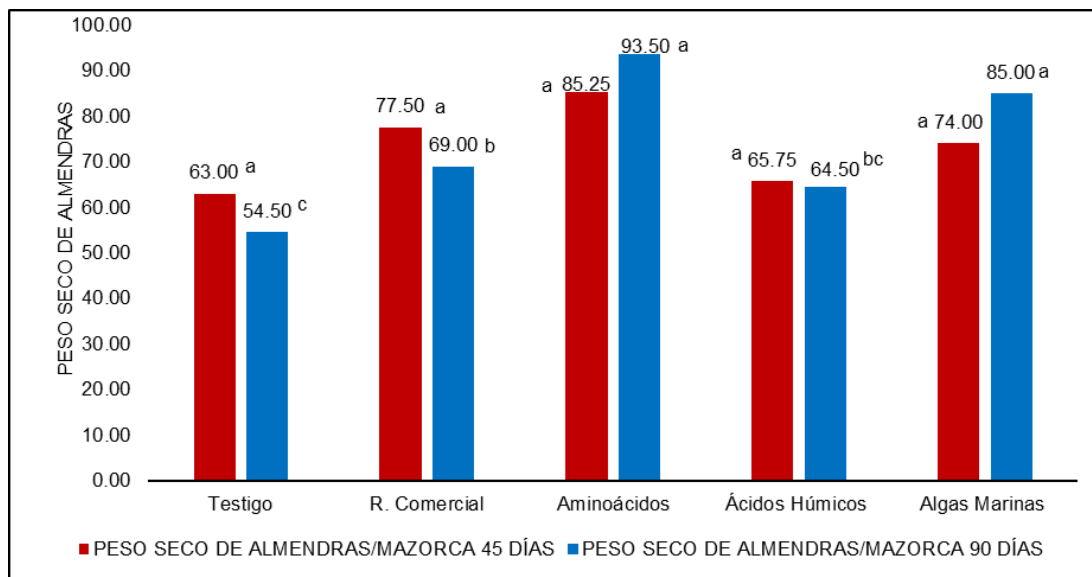
La **figura 9** indica que la aplicación de bioestimulantes mejora significativamente el peso fresco de las almendras/mazorca en comparación con el Testigo, tanto a los 45 como a los 90 días de evaluación. Entre los tratamientos, T3 y T5 destacaron por presentar los valores más altos, alcanzando 233 y 202,5 g a los 45 días, y 250,5 y 238 g a los 90 días, respectivamente, mientras que el Testigo tuvo los menores pesos, con 202 g y 160 g. Además, el aumento de peso entre los días 45 y 90 indica que la aplicación de bioestimulantes contribuye al desarrollo sostenido de las almendras/mazorca, esto evidencia que el uso de bioestimulantes favorece el rendimiento de manera consistente a lo largo del tiempo; este comportamiento puede explicarse porque los bioestimulantes mejoran procesos fisiológicos como la fotosíntesis y la absorción de nutrientes, incrementando la eficiencia nutricional y la acumulación de biomasa (Calvo et al., 2014); por otra parte el uso de algas está en la presencia de fitohormonas naturales que favorecen el crecimiento y llenado de frutos (Khan et al., 2009); esto se ve reflejado en la optimización y la eficiencia de absorción de nutrientes como nitrógeno y fósforo, a esto se atribuye el peso fresco en las mazorcas cosechadas.

Durante la evaluación a los 45 días, el análisis estadístico representado en la figura muestra un comportamiento homogéneo entre los tratamientos, donde las medias oscilaron entre 189,00 g y 233,00 g sin diferencias significativas. Esta uniformidad inicial concuerda con lo descrito por Jiménez Morejón et al. (2023), quienes explican que, en las fases tempranas de expansión del fruto, la distribución de agua y fotoasimilados hacia las semillas es regulada principalmente por la presión de turgencia y la disponibilidad hídrica del suelo, más que por el estímulo exógeno de los bioestimulantes, lo que resulta en pesos frescos similares independientemente del tratamiento aplicado. Por el contrario, a los 90 días, la **Figura 9** revela una marcada diferenciación estadística, formándose tres grupos de respuesta. Los tratamientos con Aminoácidos (T3) y

Algas Marinas (T5) se posicionaron en el nivel superior (Grupo a), alcanzando pesos frescos de 250,50 g y 238,00 g respectivamente, superando ampliamente al Testigo (T1) que descendió al nivel más bajo (Grupo c) con 160,00 g. Este incremento sustancial en el peso fresco bajo bioestimulación se fundamenta en los hallazgos de Arteaga Paz (2022), quien sostiene que los aminoácidos y los extractos de algas actúan como osmolitos compatibles que optimizan la retención de agua y la translocación de carbohidratos hacia los órganos sumidero, proceso vital durante la etapa de llenado de grano para maximizar el peso final de la almendra. La superioridad del T3 y T5 sobre el testigo a los 90 días también valida la alta exigencia nutricional del clon CCN 51 reportada por Llivicura Salazar (2025). Según su investigación, este genotipo requiere de un balance hormonal y nutricional preciso para expresar su potencial de peso de semilla; la carencia de este soporte en el tratamiento testigo provocó un llenado deficiente, reflejado en una menor masa fresca. Además, Barragán Ortiz (2025) añade que la aplicación foliar en esta etapa fenológica es determinante para mantener la actividad fotosintética de las hojas cercanas al fruto, asegurando así un flujo constante de savia elaborada que se traduce directamente en un mayor peso fresco de las almendras en comparación con plantas no tratadas.

Figura 10

Comparación de medias mediante el Test de Tukey ($p < 0,05$) de los tratamientos en el peso seco de almendras/mazorca a los 45 y 90 días de evaluación.



La **Figura 10** detalla el comportamiento del peso seco de las almendras, una variable crítica que refleja la acumulación real de fotoasimilados y minerales en la semilla. Durante la evaluación a los 45 días, el análisis estadístico mostró una homogeneidad entre los tratamientos, donde el peso seco osciló entre 63,00 g (Testigo) y 85,25 g (Aminoácidos) sin diferencias significativas. Esta falta de diferenciación inicial es consistente con lo reportado por Jiménez Morejón et al. (2023), quienes señalan que en las primeras etapas de desarrollo del fruto de cacao, la asignación de biomasa seca es prioritaria hacia la cáscara y la placenta para establecer la estructura del fruto, limitando la acumulación detectable en las almendras independientemente del estímulo foliar aplicado. Sin embargo, a los 90 días, la **Figura 10** evidencia un cambio drástico en la respuesta fisiológica del cultivo. Se establecieron diferencias altamente significativas que permitieron clasificar los tratamientos en rangos de eficiencia. El tratamiento con Aminoácidos (T3) alcanzó el valor máximo de 93,50 g, ubicándose en el grupo superior

junto con las Algas Marinas (T5) (85,00 g), mientras que el Testigo (T1) descendió al nivel más bajo con 54,50 g. Este incremento sustancial en la materia seca bajo la aplicación de aminoácidos se explica fisiológicamente por su rol en la síntesis proteica.

La brecha observada en la **Figura 10** entre los tratamientos estimuladores y el testigo a los 90 días corrobora la alta dependencia nutricional del clon CCN 51 descrita por Llivicura Salazar (2025). Su investigación destaca que para que este genotipo exprese su potencial de peso de grano, es indispensable una nutrición complementaria que sostenga la tasa fotosintética durante la fase de llenado; la caída en el peso seco del testigo sugiere que, sin este aporte externo, la planta no logra satisfacer la demanda de los sumideros, resultando en almendras con menor densidad y calidad industrial. Además, Jerani Barragán (2025) añade que el uso de bioestimulantes en esta etapa es decisivo para maximizar el rendimiento seco final, ya que optimiza el transporte de carbohidratos desde las hojas fuente, superando las limitaciones que impone la fertilidad natural del suelo observada en el manejo convencional.

Figura 11

Comparación de medias mediante el Test de Tukey ($p < 0,05$) de los tratamientos en el peso del fruto de almendras/mazorca a los 45 y 90 días de evaluación.

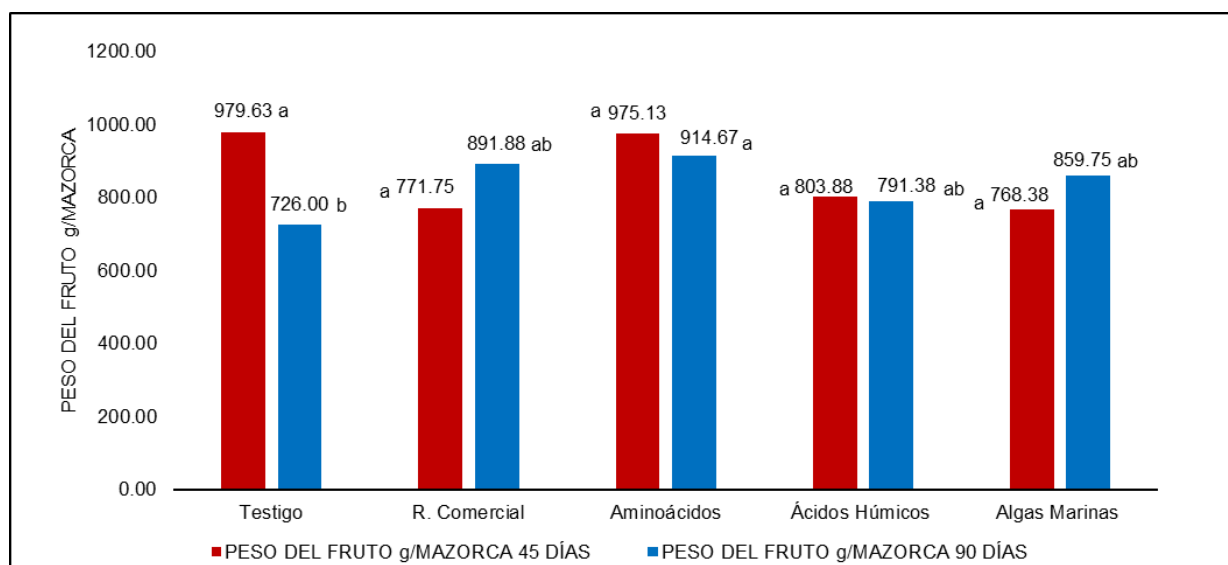


Figura 11 nos muestra la evolución notable del peso total del fruto de cacao CCN 51, integrando el desarrollo de la cáscara, el mucílago y las almendras bajo el efecto de los diferentes bioestimulantes. Como se puede observar en la evaluación del día 90, la Figura 11 revela un cambio significativo en la respuesta del cultivo, donde el tratamiento con Aminoácidos (T3) logró el peso más elevado con 914,67 g, estableciendo una diferencia clara frente al Testigo (T1) que registró 726,00 g y al tratamiento de Ácidos Húmicos (T4) con 791,38 g. Esta ganancia de biomasa integral en el tratamiento T3 sugiere que los aminoácidos potencian no solo el llenado de los granos, sino también el vigor estructural de la mazorca. Al respecto, Arteaga Paz (2022) señala que la aplicación de hidrolizados de proteína optimiza la translocación de fotoasimilados hacia los órganos sumidero, fortaleciendo los tejidos del fruto y permitiendo que alcancen un tamaño superior al reducir el costo energético de la síntesis proteica interna. Por otra parte, la superioridad del tratamiento con Aminoácidos (T3) a los 90 días valida la alta demanda de recursos del clon CCN 51 durante su fase de mayor crecimiento volumétrico, que tal como indica Barragán Ortiz (2025), el uso de bioestimulantes en este periodo crítico es fundamental para asegurar que la planta mantenga su equilibrio fisiológico ante la carga fructífera; la diferencia de casi 190 g entre el T3 y el Testigo demuestra que, sin una aplicación adecuada de bioestimulantes, el peso del fruto se ve limitado por la capacidad natural de absorción del suelo. Asimismo, Jiménez Morejón et al. (2023) sostienen que la respuesta positiva en el peso del fruto tras 90 días es el resultado de un efecto acumulativo de la nutrición foliar que se manifiesta plenamente cuando la mazorca entra en su etapa de madurez fisiológica activa.

Tabla 13

Evaluación del rendimiento acumulado de cacao durante 90 días.

Tratamiento	Mazorcas	P/s promedio (g)	kg en 16 plantas	kg/ha	qq/ha	Incremento vs Testigo (%)
T1 Testigo	25	54,5	1,36	94	2,07	0%
T2 R. Comercial	22	69,00	1,52	106	2,34	13%
T3 Aminoácidos	41	93,5	3,83	267	5,89	184%
T4 Huminas	22	64,5	1,42	99	2,18	5%
T5 Algas marinas	28	85,00	2,38	166	3,66	77%

La **Tabla 13** presenta la evaluación del rendimiento acumulado a los 90 días, donde el tratamiento T3 evidenció la mayor productividad, registrando 41 mazorcas, 93,5 g de peso seco promedio y un rendimiento de 5,89 qq/ha, lo que representa un incremento del 184% respecto al testigo. Por su parte, el tratamiento T2 (recomendación comercial) mostró un incremento del 13% en comparación con el testigo; sin embargo, este resultado fue considerablemente inferior al alcanzado por T3, lo que confirma la superioridad del tratamiento a base de aminoácidos en la mejora del rendimiento y cuajado de fruto del cacao CCN 51.

VII. CONCLUSIONES

- El tratamiento (T3) demostró que la aplicación de aminoácidos es ideal en comparación con el testigo (T1) en cuanto a la productividad que demanda, logrando un peso seco de almendras de 93,50 g con respecto a 54,50 g del control; lo que indica que el (T3) optimiza el uso de la energía de la planta, de modo que en lugar de gastarla en mantenerse, la utiliza para llenar los frutos con mayor rapidez.
- La aplicación de (T3) y (T5) es clave en comparación con el testigo (T1), al registrar una menor tasa de aborto de chereles. Mientras el testigo alcanzó un pico máximo de 6,50 abortos a los 90 días, los tratamientos mencionados se mantuvieron estables que aseguraron una mayor retención de frutos y estabilidad productiva.
- El tratamiento (T3) demostró ser superior al T2 (recomendación comercial), consolidándose como la alternativa más eficiente para mejorar la productividad del cacao CCN 51 en las condiciones de Santo Domingo de los Tsáchilas.
- Los resultados permiten corroborar que la aplicación de bioestimulantes, especialmente los aminoácidos, representa una estrategia agronómica ideal para incrementar la productividad del cacao CCN 51 en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

VIII. RECOMENDACIONES

El uso de aminoácidos en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas debe incorporarse dentro del cronograma en manejo del cultivo, debido a sus efectos esenciales en el incremento del peso fresco y seco de las almendras. Se ha comprobado que la acción se manifiesta de manera progresiva tras las aplicaciones de los bioestimulantes, factor que contribuye a mitigar el estrés fisiológico ocasionado por las variaciones de temperatura y otras condiciones ambientales propias de la zona, favoreciendo así un mejor desempeño productivo del cultivo.

Promover la aplicación de bioestimulantes en etapas tempranas del cultivo, dado que este permite promover la floración y posterior a ello la conformación morfológica de llenado de fruto, de manera que cumpla su periodo fenológico de manera adecuada.

Es importante mantener el pH del suelo en los rangos que el cultivo requiere, ya que de este factor depende la disponibilidad y absorción de los nutrientes en la aplicación de bioestimulantes; dado que si el pH no es el adecuado, el suelo puede presentar dificultades para liberar elementos esenciales, lo que limita que la planta de cacao disponga de un nivel óptimo de asimilación y, por ende, afecte su desarrollo y rendimiento, así como la capacidad para mitigar condiciones de estrés y asegurar un desarrollo adecuado en las fases fenológicas del fruto.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hernández-Álvarez, C., García-Oliva, F., Cruz-Ortega, R., Romero, M. F., Barajas, H. R., Piñero, D., & Alcaraz, L. D. (2021). *Trasplantes de microbioma de raíz de calabaza e inspección metagenómica para adaptaciones áridas in situ*. arXiv:2109.07521. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2109.07521>
- Gutiérrez, M., Gómez, R., & Rodríguez, N. F. (2011). Comportamiento del crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(1), 33-41
- Echeverría 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*. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(1), 52-58. Recuperado a partir de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/596>
- Álvarez-Aranzamendi, M. A., Rodríguez-López, A., & Valencia, R. (2021). *Eficiencia de la absorción foliar y comportamiento estomático en genotipos de cacao (Theobroma cacao L.) bajo estrés ambiental*. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 23(2), 85-96.
- Leiva-Rojas, E. I., y Ramírez-Pisco, R. (2017). *Morfología y fisiología del árbol de cacao*. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/62157>
- Avendaño, J. P., Sánchez, M. A., & Vera, J. L. (2021). El sector cacaotero en el Ecuador: Evolución y proyecciones de exportación. *Recimundo*, 5(3), 245-258. [https://doi.org/10.26820/recimundo/5.\(3\).sep.2021.245-258](https://doi.org/10.26820/recimundo/5.(3).sep.2021.245-258)

- du Jardin, P. (2015). *Bioestimulantes vegetales: Definición, concepto, categorías principales y regulación*. *Scientia Horticulturae*, 196, 3–14.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Granados, E. (2015). *Efecto de bioestimulantes foliares en el rendimiento del cultivo de berenjena (Solanum melongena L.) en Ocos, San Marcos* (Tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
- Salvador, R., & Valieri, G. (2022). *Ácidos húmicos y fúlvicos en la agricultura moderna y sostenible* [Webinar]. Antonio Tarazona.
- Nederagro. (2023). *Green Master: Ficha técnica del bioestimulante* [Ficha técnica]. Nederagro.
- Novagro. (2024). *Humina..* Novagro. <https://novagro.ec/humina/>
- Agrónomo Virtual. (2023). *Ácidos fúlvicos: funciones, beneficios y riesgos en el cultivo* [Video]. YouTube.
- Valdez, F., Guffroy, J., & Hurtado, J. (2011). *La domesticación del cacao en la Amazonía ecuatoriana: Evidencias arqueológicas en Santa Ana–La Florida (Zamora Chinchipe)*. *Bulletin de l’Institut Français d’Études Andines*, 40(2), 293–314.
- Canellas, L. P., Olivares, F. L., Aguiar, N. O., Jones, D. L., Nebbioso, A., Mazzei, P., & Piccolo, A. (2015). *Humic and fulvic acids as biological transformers and plant growth regulators*. *Scientia Horticulturae*, 196, 15-27.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>
- Hather, J. G., et al. (2019). *Evidencias tempranas de la domesticación del cacao en la Amazonía ecuatoriana*. IRD Éditions. Recuperado de
https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers19-08/010076407.pdf

Bioflora. (s.f.). *Seaweed Creme*. Agrizon. <https://agrizon.com/products/seaweed-creme-20-lt>

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2024). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)*. Recuperado de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/espac>

Ávila Martínez, M. (2020). *Efecto de la aplicación de un bioestimulante sobre el desarrollo vegetativo del cultivo de banano (Musa AAA Simmonds) en la finca Asturias (Carepa, Antioquia)*.
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/3543>

Paz, A. A. (2022). *Rol de los bioestimulantes en el mecanismo de defensa de las plantas: Revisión de literatura*. Zamorano:
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/8f806b1d-62a9-4afc-87aa-2dadf02f9bbf/content>

Arana Salinas, C. V. (2025). *Análisis del efecto de la fertilización foliar a base de algas marinas más bioestimulantes para mejorar la productividad del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.)* Trabajo de titulación, Universidad Agraria del Ecuador. Repositorio Institucional Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de:
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ARANA%20SALINAS%20CARMEN%20VANESSA.pdf>

Arteaga Paz, J. (2022). *Evaluación del efecto de bioestimulantes en el rendimiento y comportamiento fisiológico de cultivos agrícolas*. Universidad Zamorano. Repositorio Institucional Zamorano. Obtenido de:
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/8f806b1d-62a9-4afc-87aa-2dadf02f9bbf/content>

- Sharma, H. S. S., Fleming, C., Selby, C., Rao, J. R. y Martin, T. (2014). *Bioestimulantes vegetales: Una revisión sobre el procesamiento de macroalgas y el uso de extractos para el manejo de cultivos con el fin de reducir el estrés abiótico y biótico*. *Journal of Applied Phycology*, 26(1), 465–490. Obtenido de: <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0101-9>
- Zambrano, A. J., Romero, C., & Vargas, Y. (2018). Desarrollo y caracterización del fruto de cacao (*Theobroma cacao* L.) en condiciones tropicales. *Revista Científica UDO Agrícola*, 18(2), 245–256.
- Chocolateall, P., Mata-Quirós, A., & Cerda, R. (2021). *Manual práctico de podas de los cacaotales*. Catie.ac.cr.
https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/10917/Proyecto_Chocolate4all_Manual_pr%C3%A1ctico_de_podas_de_los_cacaotales.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Yagual Marcillo, M. J. (2025). *Efecto de bioestimulantes foliares en la dinámica floral y sanidad del cultivo de cacao, Theobroma cacao L., en la provincia de Santa Elena* [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio UPSE. Obtenido de: <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/00e6ace8-3679-4c81-91bf-c6516101e16c/content>
- Álvarez Aranzamendi, M. A., Rodríguez-López, A. & Valencia, R. (2021). *Eficiencia de la absorción foliar y comportamiento estomático en genotipos de cacao (Theobroma cacao L.) bajo estrés ambiental*. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 23(2), 85-96.
- Leiva-Rojas, Edna I., Gutiérrez-Brito, Eduardo E., Pardo-Macea, Camilo J., & Ramírez-Pisco, Ramiro. (2019). *COMPORTAMIENTO VEGETATIVO Y REPRODUCTIVO DEL CACAO (Theobroma cacao L.) POR EFECTO DE LA PODA*. *Revista fitotecnica mexicana*, 42(2), 137-146. Epub 16 de agosto de 2019. Recuperado en 13 de febrero de 2026, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802019000200137&lng=es&tlng=es

Avendaño, J. P., Sánchez, M. A., & Vera, J. L. (2021). El sector cacaotero en el Ecuador: Evolución y proyecciones de exportación. *Recimundo*, 5(3), 245–258.

Avendaño, J. P., Sánchez, M. A., & Vera, J. L. (2021). El sector cacaotero en el Ecuador: Evolución y proyecciones de exportación. *Recimundo*, 5(3), 245-258.

Mejía, B. (2023). *UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO*. UNIVERSIDAD
TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO.
<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e5455b98-54f8-424c-a3e2-2d9955d2d20f/content>

Vega, C. A., Torres-Bazurto, J. ., Barrientos-Fuentes, J. C., Magnitskiy, S., & Balaguera-López, H. E. (2021). Efecto de la fertilización orgánica y la poda sobre la producción de cacao en Cundinamarca, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 24(2).
<https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n2.2021.1818>

Apéndices