



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**USO DE BIOESTIMULANTES FOLIARES COMO  
COMPLEMENTO A LA FERTILIZACIÓN EDÁFICA EN  
CULTIVARES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), LOMAS  
DE SARGENTILLO**

**AUTOR**

**ASENCIO GARCÍA JOSÉ ARIEL**

**TUTOR**

**ING. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, M.Sc.**

**GUAYAQUIL, ECUADOR**

**2026**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA AGRONOMÍA**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, ING. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, M.Sc., docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: "USO DE BIOESTIMULANTES FOLIARES COMO COMPLEMENTO A LA FERTILIZACIÓN EDÁFICA EN CULTIVARES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), LOMAS DE SARGENTILLO", realizado por el estudiante ASENCIO GARCÍA JOSÉ ARIEL; con cédula de identidad N° 000000000 de la carrera AGRONOMÍA Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, M.Sc.

Guayaquil, 16 de abril del 2026



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA AGRONOMÍA**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “USO DE BIOESTIMULANTES FOLIARES COMO COMPLEMENTO A LA FERTILIZACIÓN EDÁFICA EN CULTIVARES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), LOMAS DE SARGENTILLO”, realizado por el estudiante ASECIO GARCÍA JOSÉ ARIEL, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

\_\_\_\_\_  
ING. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, M.Sc.

**PRESIDENTE**

\_\_\_\_\_  
ING. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, M.Sc.

**EXAMINADOR PRINCIPAL**

\_\_\_\_\_  
ING. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, M.Sc.

**EXAMINADOR PRINCIPAL**

\_\_\_\_\_  
ING. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, M.Sc.

**EXAMINADOR SUPLENTE**

Guayaquil, 16 de abril del 2026

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo va dedicado a toda mi familia, en especial a mis padres, porque gracias a ellos y a su gran esfuerzo, puedo dar este paso tan importante en mi vida; y a quienes día a día a base de consejos me dan fuerzas para continuar por el camino correcto y seguir cumpliendo mis metas.

Así mismo, quiero dedicar este logro a mis maestros, quienes impartieron sus sabios conocimientos a cada uno de nosotros para enfrentarnos a la vida y demostrar nuestro profesionalismo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a las autoridades de la Universidad Agraria del Ecuador, por permitirme terminar mis estudios en esta prestigiosa institución; a los docentes de la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad, por haber compartido sus conocimientos, experiencias y servir de guía en toda mi carrera universitaria.

Expreso mi agradecimiento a los tutores encargados de orientarme en la ejecución de este proyecto de titulación, a mis amistades más cercanas y familiares.

### **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo, ASECIO GARCÍA JOSÉ ARIEL, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “USO DE BIOESTIMULANTES FOLIARES COMO COMPLEMENTO A LA FERTILIZACIÓN EDÁFICA EN CULTIVARES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), LOMAS DE SARGENTILLO”, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autora me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 16 de abril del 2026

ASECIO GARCÍA JOSÉ ARIEL

**C.I.** 000000000000

## RESUMEN

El presente estudio evaluó el uso de bioestimulantes foliares como complemento a la fertilización edáfica en cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Lomas de Sargentillo. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial A × B, conformado por 12 tratamientos y 3 repeticiones, lo que permitió analizar el efecto de los cultivares y los tipos de fertilización, así como su interacción. Los resultados evidenciaron que el tratamiento T10 (CCN 51 + algas marinas + NPK) fue el más eficiente, al registrar los mayores valores en todas las variables agronómicas evaluadas, tales como número de flores (162,33), mazorcas por planta (36,00), diámetro (8,60 cm) y longitud de mazorca (21,77 cm), número de granos por mazorca (49,00) y peso de 100 granos (141,00 g). Asimismo, este tratamiento alcanzó el mayor rendimiento (2476,67 kg/ha), confirmando la superioridad del cultivar CCN 51 y su alta capacidad de respuesta a la aplicación de bioestimulantes, especialmente extractos de algas marinas. En contraste, el cultivar Cacao Arriba presentó el menor desempeño productivo. De manera general, la incorporación de bioestimulantes permitió incrementar significativamente el rendimiento en comparación con el testigo convencional. En el análisis económico, el tratamiento T10 también resultó ser el más rentable, con una relación beneficio/costo de 3,21, seguido por T11 y T12. En conclusión, la integración de bioestimulantes foliares con fertilización mineral constituye una estrategia agronómica eficiente y sostenible para mejorar la productividad y rentabilidad del cultivo de cacao.

**Palabras clave:** Algas, foliar, granos, mazorca, nutrición.

## ABSTRACT

This study evaluated the use of foliar biostimulants as a complement to soil fertilization in cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivars in Lomas de Sargentillo. A completely randomized block design (CRBD) with an A × B factorial arrangement was used, consisting of 12 treatments and 3 replications. This allowed for the analysis of the effect of the cultivars and fertilization types, as well as their interaction. The results showed that treatment T10 (CCN 51 + seaweed + NPK) was the most efficient, registering the highest values in all the evaluated agronomic variables, such as number of flowers (162.33), pods per plant (36.00), pod diameter (8.60 cm) and length (21.77 cm), number of beans per pod (49.00), and weight of 100 beans (141.00 g). This treatment also achieved the highest yield (2476.67 kg/ha), confirming the superiority of the CCN 51 cultivar and its high responsiveness to the application of biostimulants, especially seaweed extracts. In contrast, the Cacao Arriba cultivar showed the lowest yield performance. Overall, the incorporation of biostimulants significantly increased yield compared to the conventional control. In the economic analysis, treatment T10 also proved to be the most profitable, with a benefit-cost ratio of 3.21, followed by T11 and T12. In conclusion, the integration of foliar biostimulants with mineral fertilization constitutes an efficient and sustainable agronomic strategy to improve the productivity and profitability of cacao cultivation.

**Keywords:** Seaweed, foliar, beans, pod, nutrition.

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
1.1 Antecedentes del problema.....	12
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	13
1.3 Justificación de la investigación.....	14
1.4 Delimitación de la investigación.....	14
1.5 Objetivo general.....	15
1.6 Objetivos específicos .....	15
1.7 Hipótesis o idea a defender.....	15
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
2.1 Estado del arte.....	16
2.2 Bases científicas y teóricas de la temática.....	19
2.3 Marco legal.....	25
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>27</b>
3.1 Enfoque de la investigación.....	27
3.2 Metodología.....	27
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
<b>5. DISCUSIÓN.....</b>	<b>46</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>53</b>
<b>APÉNDICES.....</b>	<b>60</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo N° 1:</b> Tabla 1. Descripción de los tratamientos experimentales .....	29
<b>Anexo N° 2:</b> Tabla 2. Características de las parcelas experimentales .....	30
<b>Anexo N° 3:</b> Tabla 3. Recursos económicos .....	31
<b>Anexo N° 4:</b> Tabla 4. Diseño de arreglo factorial .....	33
<b>Anexo N° 5:</b> Tabla 5. Esquema de análisis de varianza .....	33
<b>Anexo N° 6:</b> Tabla 6. Número de flores (n).....	35
<b>Anexo N° 7:</b> Tabla 7. Número de mazorca por planta (n) .....	37
<b>Anexo N° 8:</b> Tabla 8. Diámetro de mazorca (cm) .....	38
<b>Anexo N° 9:</b> Tabla 9. Longitud de mazorca (cm) .....	39
<b>Anexo N° 10:</b> Tabla 10. Granos por mazorca (n).....	41
<b>Anexo N° 11:</b> Tabla 11. Peso de 100 granos (g) .....	42
<b>Anexo N° 12:</b> Tabla 12. Rendimiento (kg/ha) .....	43
<b>Anexo N° 13:</b> Tabla 13. Análisis b/c .....	45
<b>Anexo N° 14:</b> Figura 1. Croquis del estudio.....	52
<b>Anexo N° 15:</b> Figura 2. Imagen satelital zona de estudio .....	52
<b>Anexo N° 16:</b> Figura 3. Ficha técnica de fertilizante convencional edáfico .....	53
<b>Anexo N° 17:</b> Figura 4. Ficha técnica de Orgkapp .....	54
<b>Anexo N° 18:</b> Figura 5. Ficha técnica variedad EET-575.....	55
<b>Anexo N° 19:</b> Figura 6. Ficha técnica variedad EETP-800 .....	56
<b>Anexo N° 20:</b> Figura 7. Descripción cacao CCN51 .....	57
<b>Anexo N° 21:</b> Figura 8. Descripción cacao nacional.....	58
<b>Anexo N° 22:</b> Figura 9. Ficha técnica de bioestimulante convencional.....	58

## ÍNDICE DE APÉNDICES

<b>Apéndices N° 1:</b> Tabla 14. Análisis estadístico número de flores.....	60
<b>Apéndices N° 2:</b> Tabla 15. Análisis estadístico mazorca por planta .....	61
<b>Apéndices N° 3:</b> Tabla 16. Análisis estadístico diámetro de mazorca.....	62
<b>Apéndices N° 4:</b> Tabla 17. Análisis estadístico longitud de mazorca (cm).....	63
<b>Apéndices N° 5:</b> Tabla 18. Análisis estadístico granos por mazorca (n).....	64
<b>Apéndices N° 6:</b> Tabla 19. Análisis estadístico peso de 100 granos .....	65
<b>Apéndices N° 7:</b> Tabla 20. Análisis estadístico rendimiento (kg/ha) .....	66

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes del problema

El cacao es un árbol tropical de origen amazónico, cultivado en climas cálidos y húmedos, cuyo nombre científico *Theobroma cacao* significa “alimento de los dioses”. El término “cacao” procede de raíces mesoamericanas (kakaw, cacahuatl), reflejando la profunda importancia cultural y simbólica de esta planta en las civilizaciones precolombinas (Fonseca et al., 2025).

Registros coloniales indican que el cacao se cultivaba comercialmente en la costa ecuatoriana desde finales del siglo XVI; hacia 1593 ya se documentan áreas plantadas a orillas del río Guayas y exportaciones a España. En Ecuador, el “cacao Arriba” nace históricamente de las plantaciones coloniales en la cuenca del Guayas, extendidas río arriba por el Daule y el Babahoyo, y se distingue mundialmente por su aroma floral, ligado genéticamente a la variedad Nacional y a las condiciones ecológicas de esta región (Mihai et al., 2022).

Ecuador es reconocido a nivel internacional por la calidad diferenciada de su cacao, particularmente el cacao fino de aroma, el cual posee características sensoriales únicas que lo posicionan en mercados especializados. Este cultivo constituye un componente estratégico dentro del sector agrícola ecuatoriano, no solo por su aporte a las exportaciones, sino también por su relevancia en la generación de ingresos para pequeños productores. Diversos estudios recientes destacan que el cacao ecuatoriano mantiene una alta competitividad en el mercado global debido a su calidad, aunque enfrenta desafíos asociados a la productividad y sostenibilidad del sistema productivo (Velásquez et al., 2023).

En los últimos años, la producción de cacao en Ecuador ha mostrado una tendencia de crecimiento, impulsada por la expansión de la frontera agrícola y la incorporación de tecnologías de manejo agronómico. Las condiciones agroecológicas del país favorecen el desarrollo del cultivo bajo sistemas agroforestales, lo que contribuye a la sostenibilidad ambiental y a la resiliencia frente a factores climáticos adversos. No obstante, la cadena productiva aún enfrenta limitaciones estructurales relacionadas con la organización de los productores, el acceso a innovación tecnológica y la eficiencia en los sistemas de

comercialización, aspectos clave para mejorar la competitividad del sector (Solano et al., 2025).

En la actualidad, el desarrollo del sector cacaoero ecuatoriano se orienta hacia la adopción de enfoques sostenibles que integran productividad, calidad y conservación ambiental. La implementación de prácticas como el manejo agroforestal, la certificación de productos y el fortalecimiento de la cadena de valor son elementos clave para garantizar la sostenibilidad del cultivo. Asimismo, la investigación científica continúa desempeñando un papel fundamental en la generación de conocimientos que permitan optimizar los sistemas de producción y responder a las demandas del mercado internacional (Morales et al., 2024).

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### ***1.2.1 Planteamiento del problema***

En los sistemas de producción de cacao se han identificado diversas limitaciones relacionadas con el manejo agronómico del cultivo, entre las que destacan la fertilización inadecuada, el deficiente control de plagas, enfermedades y malezas. Estas problemáticas, generalmente asociadas a un bajo nivel de asistencia técnica y transferencia de tecnología, inciden directamente en la reducción de la productividad y en la calidad del grano. Estudios recientes señalan que la falta de conocimientos técnicos y la escasa adopción de buenas prácticas agrícolas continúan siendo factores determinantes que limitan el desarrollo eficiente del cultivo de cacao en países productores (Chen et al., 2022).

La limitada capacitación en el manejo de la nutrición vegetal ha propiciado el uso empírico de fertilizantes, sin basarse en análisis de suelo ni en requerimientos específicos del cultivo. Esta práctica ha llevado, en muchos casos, al uso excesivo de fertilizantes nitrogenados, generando efectos negativos sobre la salud del suelo, como la acidificación, la pérdida de microorganismos benéficos y la disminución de la eficiencia en la absorción de nutrientes por parte de las plantas. Investigaciones recientes evidencian que un manejo inadecuado de la fertilización no solo afecta el rendimiento del cacao, sino que también compromete la sostenibilidad del sistema productivo a largo plazo.

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿La aplicación de bioestimulantes foliares como complemento edáfico, logrará incrementar la productividad en diferentes cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.), en el cantón Lomas de Sargentillo?

### **1.3 Justificación de la investigación**

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la aplicación de extracto de algas combinado con aminoácidos en el cultivo de cacao, considerando tres variedades, con el fin de determinar su efecto sobre el rendimiento del cultivo.

La fertilización en cacao constituye un factor clave para el desarrollo productivo, ya que permite optimizar el crecimiento de las plantas y mejorar la calidad de la producción. La generación de información técnica confiable contribuye al diseño de estrategias de manejo más eficientes, así como a la identificación y corrección de prácticas inadecuadas comúnmente empleadas por los productores. De esta manera, se promueve una producción más sostenible, que fortalece el sector agrícola y genera un impacto positivo en la economía rural mediante la creación de empleo y el incremento de la productividad.

El uso de extractos de algas en combinación con aminoácidos representa una alternativa innovadora dentro de los programas de nutrición vegetal, ya que favorece la actividad biológica del suelo, estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas, y mejora la eficiencia en la absorción de nutrientes. Esto puede traducirse en una reducción de los costos de producción, así como en un incremento del rendimiento y la calidad del cultivo de cacao.

### **1.4 Delimitación de la investigación**

La presente investigación se llevó a cabo bajo las siguientes limitaciones.

- **Espacio:** el estudio de campo se lo realizó en el cantón Lomas de Sargentillo, provincia del Guayas.
- **Tiempo:** el trabajo de investigación tuvo un periodo de tiempo aproximado de seis meses, tanto en la recopilación de información y en campo.
- **Población:** Los beneficiados fueron todos los productores de cacao, en especial los de la zona en estudio.

### **1.5 Objetivo general**

Evaluar los efectos del uso de un bioestimulantes foliares como complemento a la fertilización edáfica en cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el cantón Lomas de Sargentillo – Guayas.

### **1.6 Objetivos específicos**

- Determinar el mejor tratamiento, considerando las características agronómicas del cultivo.
- Valorar las variedades de cacao que respondan de manera positiva en el rendimiento del cultivo, a la aplicación de algas y aminoácidos.
- Analizar el mejor tratamiento en estudio mediante un análisis económico con la relación beneficios/costos.

### **1.7 Hipótesis o idea a defender**

El uso de bioestimulantes foliares, incrementó la producción en diferentes cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el cantón Lomas de Sargentillo – Guayas.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Estado del arte

El objetivo del estudio fue evaluar los efectos de bioestimulantes en el crecimiento morfológico en plántulas de cacao en etapa de vivero, a través de un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos (T1: testigo, T2: ácidos húmicos + ácidos fúlvicos, T3: Oxido de Silicio + ácido monosilícico; y T4: Algas marinas + ácidos húmicos y fúlvicos) y cuatro repeticiones. Los resultados no tuvieron diferencias significativas en variables como altura de planta (T4: 29,63 cm), número de hojas (T2: 25,19) y largo de raíces (T2: 37,23 cm). Se encontraron diferencias significativas en diámetro de tallo (T3: 7,08 cm) y en masa seca de raíces (T4: 8,67 g). Los bioestimulantes mostraron resultados positivos en elementos nutricionales a nivel foliar, mejorando los valores de N, P, K, Zn, Mn, Mg, Ca y Fe. Así mismo, presento una disminución de los valores de Cu y Na. Estos resultados apoyan la hipótesis de que los bioestimulantes ayudan a las plantas de cacao a mejorar el desarrollo vegetativo y la absorción nutriente, reduciendo pérdidas de plantas y mejorando su nutrición en etapa de vivero (Rodriguez et al., 2023).

Los bioestimulantes agrícolas comprenden una amplia diversidad de sustancias y organismos, tales como ácidos húmicos y fúlvicos, proteínas hidrolizadas, extractos de algas, fitohormonas, compuestos nitrogenados, quitosano y microorganismos benéficos, los cuales actúan favoreciendo procesos fisiológicos clave en las plantas; en el cultivo de cacao, su aplicación tanto foliar como edáfica contribuye a mejorar la absorción y eficiencia en el uso de nutrientes, estimular el crecimiento vegetativo y reproductivo, incrementar la tolerancia al estrés hídrico y fortalecer los mecanismos de defensa frente a plagas y enfermedades, permitiendo además reducir el uso de fertilizantes químicos y productos fitosanitarios; en este sentido, los bioestimulantes no sustituyen la fertilización convencional, sino que la complementan, optimizando su aprovechamiento y promoviendo sistemas de producción más sostenibles, siempre que su uso se integre a un manejo agronómico adecuado acorde a las etapas fenológicas del cultivo (López, 2024).

El presente estudio evaluó el efecto de bioestimulantes foliares en la dinámica floral y la sanidad del cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Río Verde, provincia de Santa Elena. La investigación surge ante problemáticas como la baja tasa de floración, el alto aborto floral y la incidencia de enfermedades fúngicas, que limitan la productividad y calidad del cacao. Se propuso como alternativa sostenible el uso de bioestimulantes foliares para mejorar el desarrollo reproductivo y reducir la dependencia de agroquímicos. Se aplicó un diseño experimental de bloques completos al azar con cinco tratamientos (testigo, silicio, calcio, combinación silicio-calcio y extracto de algas) y cuatro repeticiones. Se evaluaron variables morfológicas (altura, diámetro), reproductivas (tasa de floración, número de flores abiertas, frutos cuajados) y sanitarias (incidencia y severidad de enfermedades). Los resultados mostraron que el uso de extracto de algas y la combinación de silicio y calcio mejoraron significativamente la floración y el cuajado de frutos iniciales, además de reducir la incidencia y severidad de enfermedades en comparación con el testigo (Yagual, 2025).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de bioestimulantes orgánicos en el cultivo de cacao. Los tratamientos consistieron en combinaciones de clones con las dosis de bioestimulantes orgánicos. Se utilizó el diseño experimental "Bloques completos aleatorizados" con una disposición factorial 2 x 7 en tres repeticiones. Se evaluaron las siguientes variables: altura de la planta; mazorcas sanas y enfermas; número de flores; fructificación; rendimiento en peso fresco y seco de almendras e índice de mazorcas. La aplicación de Razormin 1,2 l/ha y Fitomare 0,8 l/ha a los 30 y 60 días de iniciado el ensayo, se obtuvieron los mayores rendimientos de cacao seco con 2,404 y 2,192 ton/ha, con incrementos de 41,41% y 28,98%, respectivamente, respecto al testigo sin bioestimulante. El bioestimulante Razormin fue 9,67% superior a Fitomare en rendimiento de cacao seco. Los clones '558' y '62' en presencia del bioestimulante orgánico Razormin a una dosis de 1.2 l/ha a los 30 y 60 días después del inicio del ensayo, reportaron los mayores rendimientos de cacao seco, superando al testigo sin bioestimulante en 41.21 % y 41.75 %, respectivamente (Jiménez et al., 2023).

En la presente investigación se evaluó el efecto del silicio como bioestimulante en el cultivo de cacao y agente de control biológico de *M. royeri*. En el experimento se utilizaron cinco tratamientos de Si: T1 (4.00 kg ha<sup>-1</sup>), T2 (3.00

kg ha<sup>-1</sup>), T3 (2.00 kg ha<sup>-1</sup>) y T4 (1.5 kg ha<sup>-1</sup>) y un tratamiento control (sin aplicación). Los resultados significativamente superiores para las variables: Producción, número mazorca, peso fresco y seco de almendra y peso seco de 100 almendra, se obtuvieron mediante la aplicación de 4 kg ha<sup>-1</sup> de Si, todas las dosis de Si superaron al control ( $P \leq 0.05$ ) en las variables relacionadas a la producción. En el control del fitopatógeno (*M. royeri*), la dosis de 4 kg ha<sup>-1</sup> Si disminuyó la incidencia y la severidad de la enfermedad en más del 50%. La aplicación de Si puede ser una opción en el cultivo de cacao como bioestimulante y agente de control biológico de *M. royeri* (Torres et al., 2024).

La investigación se realizó en la finca "La cueva del lobo", ubicada en la parroquia San Carlos, del cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, que cuenta con una extensión de 14 hectáreas destinadas a la producción de cacao CCN-51. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro tratamientos, tres con bioestimulantes: T1= Equilibrium™ + Aminoquelant™ (0.5 + 1.0 L ha<sup>-1</sup>), T2= Equilibrium™ (1.0 L ha<sup>-1</sup>) y T3= Terrasorb Complex™ (1.0 L ha<sup>-1</sup>), aplicados en tres ocasiones, y uno sin aplicación de bioestimulantes (T4= Testigo), distribuidos en cinco repeticiones. Los componentes de la morfología floral no mostraron cambios significativos, aunque el ancho del sépalo, longitud y ancho del pétalo y longitud del estaminoide registraron promedios ligeramente superiores cuando se aplicó algún bioestimulante frente al testigo sin aplicación de bioestimulantes. El índice de floración reaccionó a la aplicación de los tratamientos T1 y T2, que alcanzaron los mejores índices promedio para esta variable. El índice de fructificación se vio afectado por la aplicación de los tratamientos T2 y T3, aunque el efecto observado fue disminuyendo conforme se realizaban las evaluaciones, siempre fue mejor que en el T4 (Mejía, 2023).

El objetivo de la investigación fue evaluar la inducción floral en respuesta de la aplicación de bioestimulantes. La presente investigación se realizó en el cantón Santa Rosa de la provincia El Oro en una plantación de cacao variedad "CNN-51" con siete años de haber sido sembrada. Los tratamientos utilizados fueron: testigo, ácido fúlvico, extracto de algas marinas + citoquinina, aminoácidos y aminoácidos + citoquinina, todos los tratamientos se aplicaron vía foliar. Posterior a los 30 días de la aplicación se evaluaron las variables del número de: cojinetes florales (CF), flores por cojinete floral (FCF), flores abiertas (FA) y frutos cuajados (FC). Los resultados

obtenidos demostraron que con la aplicación del bioestimulante de aminoácidos + citoquianinas se obtuvieron los promedios más alto en las 4 variables evaluadas en comparación con el testigo. En las variables CF, FCF, FA y FC se obtuvo 107, 15, 12 y 3 respectivamente (Durán et al., 2023).

## **2.2 Bases científicas y teóricas de la temática**

### **2.2.1 Importancia económica del cultivo**

El cacao en grano constituye una materia prima de alta relevancia para diversas industrias, especialmente la alimentaria, cosmética y farmacéutica. Su importancia no solo radica en su valor económico, sino también en su composición química y propiedades funcionales. Diversos estudios han demostrado que el cacao y sus derivados son ricos en compuestos bioactivos, principalmente polifenoles y flavonoides como catequinas y procianidinas, los cuales presentan actividad antioxidante, antiinflamatoria y cardioprotectora. El cacao aporta nutrientes esenciales como proteínas, lípidos, carbohidratos y minerales, contribuyendo significativamente a la nutrición humana y a la prevención de enfermedades crónicas (Avendaño et al., 2021).

### **2.2.2 Taxonomía del cultivo de cacao**

Según (Colli et al., 2024) la clasificación taxonómica del cultivo de cacao es la siguiente:

**Reino:** Plantae  
**División:** Magnoliophyta  
**Clase:** Magnoliopsida  
**Orden:** Malvales  
**Familia:** Sterculiaceae  
**Género:** Theobroma  
**Especie:** cacao L.

### **2.2.3 Morfología del cultivo de cacao**

#### **2.2.3.1 Raíz**

El sistema radical del cacao está conformado por una raíz principal de tipo pivotante, que puede alcanzar profundidades entre 1,0 y 1,5 m, e incluso hasta 2 m en condiciones edáficas favorables. Aproximadamente entre el 85 % y 90 % del sistema radical se concentra en los primeros 20 a 30 cm de profundidad, distribuyéndose de manera irregular alrededor del árbol y cubriendo un área similar

a la proyección de la copa. Estas raíces finas se localizan principalmente en la capa superficial del suelo, en estrecho contacto con el mantillo orgánico, lo que favorece la absorción de agua y nutrientes (Snoeck et al., 2016).

### **2.2.3.2 Tallo**

El tallo del cacao presenta un crecimiento inicial de tipo ortotrópico (vertical), alcanzando una altura aproximada de 0,8 a 1,0 m antes de formar el primer verticilo. Durante esta etapa, el tallo está cubierto por hojas pecioladas dispuestas de manera alterna en espiral. Después del primer año de desarrollo, se activan varias yemas axilares (generalmente entre 4 y 8), las cuales dan origen al verticilo, conocido también como “jorqueta” o “horqueta”. En este punto, la yema apical cesa su crecimiento, permitiendo el desarrollo de entre 3 y 5 ramas laterales de crecimiento plagiotrópico, responsables de la formación de la arquitectura de la copa del árbol (Motamayor et al., 2008)

### **2.2.3.3 Hojas**

Las hojas del cacao son simples, alternas y de disposición espiral, con láminas de forma oblonga a elíptica, textura ligeramente coriácea y superficie brillante. Presentan un tamaño variable que oscila entre 20 y 35 cm de longitud, dependiendo del genotipo y las condiciones de cultivo. Su coloración varía desde verde claro en hojas jóvenes hasta verde oscuro en estado adulto. Estas estructuras son fisiológicamente sensibles a la radiación solar directa y a condiciones climáticas adversas, especialmente durante las primeras etapas de desarrollo, por lo que el cultivo requiere sistemas de sombra para evitar estrés hídrico y daño foliar (Daymond y Hadley, 2008).

### **2.2.3.4 Flores**

El cacao es una especie cauliflora, lo que significa que sus flores y frutos se desarrollan directamente sobre el tronco y las ramas principales, generalmente en tejidos maduros y desprovistos de hojas. Las flores se originan en estructuras especializadas denominadas cojines florales, los cuales se forman a partir de meristemas axilares persistentes y tienen la capacidad de producir flores de manera continua en el mismo sitio. Debido a esta característica, es fundamental evitar daños mecánicos en estos cojines durante las labores de manejo agronómico, ya que su deterioro puede afectar significativamente la floración y, por ende, la producción del cultivo (Almeida y Valle, 2007).

### **2.2.3.5 Fruto**

El fruto del cacao es una baya que alcanza su madurez entre 5 y 6 meses después de la polinización. Presenta un mesocarpo cuya superficie puede ser lisa o rugosa, y en su interior se encuentra dividido en cinco lóculos o carpelos. Los frutos muestran una gran variabilidad en tamaño y forma, generalmente con dimensiones cercanas a 15–30 cm de longitud y 7–10 cm de diámetro, adoptando formas elipsoidales u ovoides según el genotipo. Durante la maduración, el color del fruto varía entre amarillo, rojo, anaranjado o púrpura. En su interior contienen entre 20 y 40 semillas, las cuales están recubiertas por una pulpa mucilaginosa de color blanco; los cotiledones pueden presentar tonalidades blancas o violetas, características asociadas a la diversidad genética del cultivo (Lima et al., 2011).

### **2.2.3.6 Semilla**

Las semillas del cacao, comúnmente denominadas granos, presentan un peso individual que generalmente oscila entre 0,8 y 1,5 g una vez secas, dependiendo del genotipo y de las condiciones de procesamiento. Estas semillas están constituidas por un embrión rodeado por dos cotiledones ricos en lípidos y compuestos fenólicos, los cuales son fundamentales para la calidad organoléptica del cacao y sus derivados. El peso y tamaño de las semillas son parámetros importantes en la evaluación de la calidad comercial del grano semillas (Aprotosoai et al., 2016).

## **2.2.4 Principales enfermedades del cultivo**

En la actualidad, las enfermedades más importantes del cacao a nivel mundial son aquellas causadas por hongos del género *Moniliophthora*, especialmente *Moniliophthora roreri*, agente causal de la moniliasis, y *Moniliophthora perniciosa*, responsable de la escoba de bruja. Estas enfermedades representan una seria limitante para la producción, debido a su alta capacidad de diseminación y al impacto directo que generan sobre el rendimiento y la calidad del fruto. En particular, la moniliasis es considerada una de las enfermedades más destructivas en América Latina, pudiendo ocasionar pérdidas superiores al 80 % en condiciones favorables para su desarrollo (Guest, 2007).

La mazorca negra, también conocida como pudrición parda, es una enfermedad causada por especies del género *Phytophthora*, que afecta diferentes

órganos de la planta como raíces, tallos, hojas y frutos. Entre las especies más importantes asociadas al cacao se encuentran *Phytophthora palmivora* y *Phytophthora megakarya*, siendo esta última particularmente agresiva en África. Este patógeno tiene una amplia distribución mundial y su incidencia varía según las condiciones climáticas y la región productora, generando pérdidas significativas en sistemas de cultivo húmedos y mal drenados (Bowers et al., 2018).

## **2.2.5 Requerimientos edafoclimáticos**

### **2.2.5.1 Precipitación**

El cultivo de cacao requiere condiciones de precipitación adecuadas para su óptimo desarrollo, con rangos que oscilan entre 1.400 y 3.000 mm anuales, siendo el intervalo óptimo de 1.500 a 2.500 mm, preferiblemente bien distribuidos a lo largo del año. Esta especie presenta una baja tolerancia al déficit hídrico, por lo que periodos prolongados con precipitaciones inferiores a 100 mm mensuales pueden generar estrés hídrico, afectando procesos fisiológicos como la floración, el crecimiento vegetativo y la emisión de brotes foliares. La disponibilidad constante de agua es, por tanto, un factor determinante para mantener la productividad y estabilidad del cultivo (Carr y Lockwood, 2011).

### **2.2.5.2 Temperatura**

El cacao es una especie tropical que requiere temperaturas relativamente estables para su adecuado crecimiento y desarrollo. El rango de temperatura promedio anual se sitúa entre 23 y 30 °C, siendo el valor óptimo cercano a 25 °C. Temperaturas fuera de este intervalo, especialmente por debajo de 20 °C o superiores a 32 °C, pueden afectar negativamente procesos fisiológicos como la fotosíntesis, la floración y el desarrollo de los frutos. Asimismo, variaciones térmicas extremas pueden generar estrés en la planta, reduciendo su productividad y calidad (Gateau et al., 2018).

### **2.2.5.3 Luminosidad**

El cacao es una especie que presenta requerimientos de luminosidad variables según su etapa de desarrollo. Durante la fase de establecimiento y crecimiento (plantas menores de 3–4 años), se recomienda una sombra parcial que permita entre el 40 % y 50 % de radiación incidente, con el fin de proteger las hojas jóvenes del estrés por radiación y favorecer un desarrollo vegetativo adecuado. En

cambio, en plantaciones adultas en producción (mayores de 4 años), los requerimientos de luz aumentan, siendo óptimos niveles de entre 60 % y 75 % de luminosidad, lo que contribuye a mejorar la fotosíntesis, la floración y el rendimiento del cultivo. Un manejo adecuado de la sombra es fundamental para optimizar la productividad y sostenibilidad del sistema cacaotero (Zuidema et al., 2005).

### **2.2.6 Variedades de cacao empleadas en el estudio**

#### **2.2.6.1 Clon EET-575**

El clon EET-575 fue desarrollado en Ecuador como parte de un programa de mejoramiento genético orientado a obtener materiales de alto rendimiento y tolerancia a enfermedades. Presenta crecimiento semierecto, floración en el primer y tercer trimestre del año y flores autocompatibles, lo que favorece su productividad. Este clon alcanza rendimientos cercanos a 1.200 kg de cacao seco por hectárea y posee granos con aproximadamente 48 % de grasa, además de contenidos moderados de cafeína y teobromina. Asimismo, muestra tolerancia a enfermedades como escoba de bruja, moniliasis y mal de machete, lo que lo convierte en una opción adecuada para sistemas productivos tropicales (Amores et al., 2009).

#### **2.2.6.2 Cacao Nacional o “Cacao Arriba” (Fino de Aroma)**

El cacao Nacional o “Cacao Arriba” es el producto más representativo del Ecuador, reconocido a nivel internacional por sus características sensoriales distintivas, como notas florales, frutales, a nuez y especiadas, muy apreciadas en la industria del chocolate fino. Su nombre se originó por el cacao proveniente de las zonas altas del río Guayas, cuya calidad lo posicionó en los mercados internacionales. Ecuador destaca como el principal productor mundial de cacao fino de aroma, aportando más del 60 % de la oferta global, gracias a su diversidad genética y condiciones agroecológicas favorables (Novais et al., 2023).

#### **2.2.6.3 EETP-800 Aroma Pichilingue**

El clon EETP-800 Aroma Pichilingue se caracteriza por presentar un crecimiento semierecto y picos de floración en el primer y tercer trimestre del año. Sus frutos son de color verde en estado inmaduro y adquieren tonalidad amarilla al alcanzar la madurez fisiológica. Este clon es autocompatible y de producción precoz, iniciando su rendimiento aproximadamente a los 14 meses. En cuanto a

sus características productivas, presenta un índice de mazorca de 18, con un promedio de 46 semillas por fruto y un índice de semilla de 1,40. Además, se clasifica dentro de la categoría Arriba Superior Summer Selecta (ASSS), lo que resalta su alta calidad organoléptica. Su rendimiento promedio anual alcanza aproximadamente 2.000 kg de cacao seco por hectárea, lo que lo convierte en un material altamente competitivo para sistemas productivos (Loor et al., 2019).

#### **2.2.6.4 EETP-800 Aroma Pichilingue**

El clon CCN-51 es ampliamente reconocido por su alto potencial productivo y su tolerancia a enfermedades fúngicas comunes que afectan al cacao. Bajo condiciones adecuadas de manejo agronómico, este clon puede alcanzar rendimientos superiores a 3.000–4.000 kg de cacao seco por hectárea, especialmente en sistemas con alta densidad de siembra y buena exposición solar. En cuanto a la calidad, aunque tradicionalmente ha sido considerado inferior al cacao fino de aroma, un adecuado proceso de fermentación y secado permite mejorar significativamente sus características sensoriales, haciéndolo apto para la industria chocolatera. El CCN-51 presenta un índice de semilla cercano a 1,5 g y un alto contenido de grasa, lo que favorece su uso en la producción de manteca de cacao y le otorga un alto rendimiento industrial. Estas características lo convierten en uno de los clones más utilizados en sistemas intensivos de producción (Boza et al., 2014).

#### **2.2.7 Algas marinas**

Los extractos de algas y los aminoácidos son ampliamente utilizados en la agricultura como bioestimulantes debido a su capacidad para mejorar los procesos fisiológicos de las plantas. Estos compuestos favorecen la permeabilidad de las membranas celulares, así como la absorción y translocación de nutrientes minerales, lo que contribuye a un mejor crecimiento y desarrollo vegetal. Además, estimulan la floración, reducen la caída de flores y ayudan a regular los procesos osmóticos, lo que resulta fundamental para optimizar el rendimiento de los cultivos. También promueven la recuperación de las plantas sometidas a condiciones de estrés, como sequía, salinidad, trasplante o daños mecánicos, mejorando el metabolismo y aumentando la producción y calidad de los frutos (Calvo et al., 2014).

Las algas marinas, especialmente especies como *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria spp.* y *Fucus spp.*, contienen una alta concentración de compuestos bioactivos, incluyendo aminoácidos, vitaminas, fitohormonas (auxinas, citoquininas) y macro y micronutrientes. Estos componentes actúan como acondicionadores del suelo, favoreciendo la retención de humedad y mejorando su estructura. Asimismo, contribuyen a la disponibilidad de nutrientes y al equilibrio del pH en el suelo, especialmente en el caso de algas calcáreas como las coralinas (maërl), las cuales aportan carbonatos y elementos traza. En conjunto, estos efectos permiten mejorar la eficiencia nutricional y la respuesta de los cultivos frente a condiciones adversas (Du Jardin, 2015).

### 2.3 Marco legal

#### **Constitución Política de la República del Ecuador**

#### **Ley de Desarrollo Agrario**

#### **Capítulo I: Los Objetivos de la Ley**

#### **Artículo 3.** Políticas agrarias.

El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:

- a) De cultivo, cosecha, comercialización, procesamiento y en general, de aprovechamiento de recursos agrícolas;
- b) El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:
- c) De capacitación integral al indígena, al montubio, al afroecuatoriano y al campesino en general, para que mejore sus conocimientos relativos a la aplicación de los mecanismos de preparación del suelo,
- d) De preparación al agricultor y al empresario agrícola, para el aprendizaje de las técnicas modernas y adecuadas relativas a la eficiente y racional administración de las unidades de producción a su cargo.

#### **CAPÍTULO V**

#### **Protección y recuperación de la fertilidad de la tierra rural I de producción**

**Artículo 49.-** Protección y recuperación. El Estado desarrollará la planificación para el aprovechamiento de la capacidad de uso y su potencial productivo agrario, con la participación de la población local y ofreciendo su apoyo a las comunidades de la agricultura familiar campesina, a las organizaciones de la economía popular y solidaria y a las y los pequeños y medianos productores, con la implementación y el control de buenas prácticas agrícolas (Asamblea Nacional, 2016, p. 5).

#### **Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria.**

#### **Investigación, Asistencia Técnica y Diálogo de saberes**

**Artículo 9.** Investigación y extensión para la soberanía alimentaria. - El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y

enriquecer la agrobiodiversidad.

**Artículo 10.** Institucionalidad de la investigación y la extensión.- La ley que regule el desarrollo agropecuario creará la institucionalidad necesaria encargada de la investigación científica, tecnológica y de extensión, sobre los sistemas alimentarios, para orientar las decisiones y las políticas públicas y alcanzar los objetivos señalados en el artículo anterior; y establecerá la asignación presupuestaria progresiva anual para su financiamiento (Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, 2014, p. 22).

**Código orgánico de la producción**

**Art.57** “Democratización productiva en concordancia con lo establecido con la constitución se entenderá por democratización productiva política, mecanismo e instrumento para que genere desconcentración de factores y recursos productivos, y faciliten el acceso al financiamiento capital y tecnológico para la realización de actividades productivas “Párrafo II “El estado protegerá a la agricultura familia comunitaria como garante de la soberanía alimentaria,..., y al macro, pequeño y mediana empresa implementando política que regulan sus intercambios con el sector privado.

**Art. 14.-** Según la Constitución de la República sección II. Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológico equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de lo ecosistema, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Código Orgánico De La Producción, Comercio E Inverciones., 2010, p. 26).

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Enfoque de la investigación

##### **3.1.1 Tipo y alcance de la investigación**

La presente investigación fue de carácter inductivo, con enfoque aplicado y basada en un diseño experimental determinado por el comportamiento de las variables. A través de la recolección de datos, se permitió comprobar la hipótesis mediante análisis estadístico, lo que condujo a establecer de manera confiable la relación causa–efecto.

- **Investigación experimental:** Este tipo de investigación permitió manipular la aplicación de bioestimulantes foliares en cultivares de cacao. Este manejo de variables facilitó medir su efecto sobre la variable dependiente.
- **Investigación descriptiva:** Permitted recolectar datos en campo en el cultivo de cacao una vez aplicados los tratamientos, lo cual fortaleció la base de la hipótesis.

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

El presente trabajo de investigación utilizó un diseño de bloques completos al azar con parcelas divididas, conformado por 12 tratamientos y 3 repeticiones. En este diseño se estudiaron cuatro cultivares de cacao, así como la aplicación de dos bioestimulantes foliares (uno orgánico y otro sintético), en complemento con la fertilización convencional edáfica N–P–K.

#### 3.2 Metodología

##### **3.2.1 Variables**

###### **3.2.1.1. Variable independiente**

Bioestimulantes, cultivares de cacao (EET 575, EET 800, Cacao Nacional Arriba y CCN 51).

###### **3.2.1.2. Variables dependientes**

- **Número de flores (n):** Se contabilizó el número de flores en el tercio medio del árbol, con el fin de determinar la cantidad de flores y el cuajado. Esta evaluación se realizó al inicio de la floración y a los 20 días posteriores.

- **Número de mazorcas por planta (n):** Se contabilizó el número de mazorcas desde la aplicación de los tratamientos hasta la finalización de la maduración del fruto.
- **Diámetro de mazorca (cm):** Esta variable se evaluó al momento de la cosecha en 10 mazorcas por cada árbol analizado. La medición se realizó con una cinta métrica y se expresó en centímetros.
- **Longitud de mazorca (cm):** Se tomaron 10 mazorcas al azar y se midieron de extremo a extremo, obteniéndose un promedio expresado en centímetros.
- **Granos por mazorca (n):** Se seleccionaron 10 mazorcas al azar y se contabilizó el número de semillas por cada una.
- **Peso de 100 granos secos (g):** Se determinó de acuerdo con las normas del ISTA (1985), estableciendo 10 réplicas de 10 granos ( $10 \times 10 = 100$ ). Posteriormente, se realizó el pesaje y se calculó el promedio en gramos.
- **Rendimiento (kg/ha):** Se cosecharon y secaron las pepas de cacao, y los resultados obtenidos se extrapolaron a kg/ha.
- **Análisis económico (B/C):** Se realizó en función de los rendimientos obtenidos, mediante el cálculo de la relación beneficio/costo.

### **3.2.2 Tratamientos**

La tabla 1 presentó la descripción de los tratamientos experimentales evaluados en el estudio, estructurados bajo un arreglo factorial con dos factores: el Factor A (cultivares de cacao) y el Factor B (tipo de fertilización). En total, se establecieron 12 tratamientos, producto de la combinación de cuatro cultivares (EET 575, EETP 800, Cacao Arriba y CCN 51) con tres esquemas de fertilización.

El Factor A estuvo conformado por los cuatro cultivares de cacao mencionados, mientras que el Factor B incluyó: B1 (algas marinas + NPK), B2 (FertiEstim + NPK) y B3 (NPK como tratamiento testigo). Para cada combinación se aplicaron dosis específicas tanto por hectárea como por parcela experimental de 144 m<sup>2</sup>. En el caso de los tratamientos con bioestimulantes, se aplicaron 1,5 L/ha de algas marinas o 1 L/ha de FertiEstim, complementados con 50 kg/ha de NPK (1 saco), equivalentes a 21,6 cc o 14,4 cc más 720 g por parcela, respectivamente. Por otro lado, el tratamiento testigo consistió únicamente en 100 kg/ha de NPK (2 sacos), equivalentes a 1440 g por parcela.

La frecuencia de aplicación fue uniforme para todos los tratamientos, realizándose en tres momentos: al inicio (día 1), a los 30 días y a los 60 días. Este diseño permitió evaluar el efecto de los bioestimulantes en combinación con la fertilización convencional sobre el comportamiento productivo de los diferentes cultivares de cacao.

**Tabla 1.**  
***Descripción de los tratamientos experimentales***

Trat.	Factor A Cultivares		Factor B Fertilizantes		Dosis (ha)	Dosis parcela (144m <sup>2</sup> )	Frecuencia de aplicación
1	A1	EET 575	B1	Algas marinas + NPK	1,5 L + 50kg (1 saco)	21,6cc + 720 g	1- 30 - 60 Días
2	A1	EET 575	B2	FertiEstim + NPK	1 L + 50kg (1 saco)	14,4 cc + 720 g	1- 30 - 60 Días
3	A1	EET 575	B3	NPK (Testigo)	100kg (2 sacos)	1440 g	1- 30 - 60 Días
4	A2	EETP 800	B1	Algas marinas + NPK	1,5 L + 50kg (1 saco)	21,6cc + 720 g	1- 30 - 60 Días
5	A2	EETP 800	B2	FertiEstim + NPK	1 L + 50kg (1 saco)	14,4 cc + 720 g	1- 30 - 60 Días
6	A2	EETP 800	B3	NPK (Testigo)	100kg (2 sacos)	1440 g	1- 30 - 60 Días
7	A3	Cacao Arriba	B1	Algas marinas + NPK	1,5 L + 50kg (1 saco)	21,6cc + 720 g	1- 30 - 60 Días
8	A3	Cacao Arriba	B2	FertiEstim + NPK	1 L + 50kg (1 saco)	14,4 cc + 720 g	1- 30 - 60 Días
9	A3	Cacao Arriba	B3	NPK (Testigo)	100kg (2 sacos)	1440 g	1- 30 - 60 Días
10	A4	CCN 51	B1	Algas marinas + NPK	1,5 L + 50kg (1 saco)	21,6cc + 720 g	1- 30 - 60 Días
11	A4	CCN 51	B2	FertiEstim + NPK	1 L + 50kg (1 saco)	14,4 cc + 720 g	1- 30 - 60 Días
12	A4	CCN 51	B3	NPK (Testigo)	100kg (2 sacos)	1440 g	1- 30 - 60 Días

***Elaborado por: El Autor, 2026***

### 3.2.3 Diseño experimental

**Tabla 2.**  
**Características de las parcelas experimentales**

Descripción	Unidad
Número de tratamientos	12
Número de repeticiones	3
Número de parcelas	36
Plantas por parcela	6
Plantas del ensayo	216
Distancia entre plantas	3 m
Distancia entre hileras	3 m
Área de la parcela	144 m <sup>2</sup>
Área útil de la parcela	36 m <sup>2</sup>
Área total por variedad	1936 m <sup>2</sup>
Área total del estudio	7744 m <sup>2</sup>

*Elaborado por: El Autor, 2026*

### 3.2.4 Recolección de datos

#### 3.2.4.1. Recursos

- **Materiales y herramientas:** Machete, baldes, pala, estaquillas, piolas, flexómetro, bomba de mochila, cámara fotográfica e insumos.
- **Recurso bibliográfico:** Para la recopilación de información científica se utilizaron diversas fuentes bibliográficas, entre ellas libros, revistas científicas, tesis, páginas y sitios web especializados, secciones de libros e informes técnicos, los cuales sirvieron de sustento teórico y metodológico para el desarrollo de la investigación.
- **Material experimental:** Cultivo de cacao con 5 años establecidos. Extracto de algas más aminoácidos y fertilizante convencional.
- **Recursos humanos:** Tesista, tutor, docentes guías en el cultivo de cacao y agricultores en la zona de estudio.

- **Recursos económicos:** Los gastos correspondientes al trabajo de campo y actividades de oficina fueron financiados en su totalidad por el tesista.

**Tabla 3.**  
**Recursos económicos**

Recursos	Valor unitario	Cantidad	Total
OrgKapp	12	2	24
FertiEstim	18	1	18
Carteles	1	20	20
Análisis de suelo	30	1	30
Cinta métrica	6	1	6
N - P - K	24	1	24
Pala	7	1	7
Machete	5	1	5
Limpieza y medición del lote	20	2	40
Control de plagas	20	2	40
Fertilización jornales	15	3	45
Viáticos	180	1	180
Alquiler de terreno	300	1	300
Cosecha jornales	15	2	30
Total			769

*Elaborado por: El Autor, 2026*

### 3.2.4.2. Métodos y técnicas

#### 3.2.4.2.1. Métodos

- **Método inductivo:** Este método permitirá observar los resultados obtenidos en la aplicación de extracto de algas y aminoácidos en diferentes variedades de cacao, con la finalidad de cumplir los objetivos e hipótesis planteada.
- **Método deductivo:** En este método se observará casos particulares de la investigación a través de principios, teorías y leyes.
- **Método sintético:** Mediante este método se logrará establecer y relacionar los resultados para construir la discusión, conclusiones relacionadas bajo la perspectiva de totalidad de la investigación.

### **3.2.4.2.2. Técnicas**

Las labores de campo que se realizaron en el ensayo experimental comprendieron las siguientes actividades:

- **Material genético:** Se utilizaron los cultivares en estudio (EET 575, EET 800, Cacao Nacional Arriba y CCN 51), los cuales se encontraban establecidos con 5 años de edad en el área experimental.
- **Riego:** Se aplicó riego por microaspersión con el fin de aportar humedad al suelo y favorecer la absorción de agua por la planta, de acuerdo con las condiciones de humedad del suelo cuando fue necesario.
- **Control de enfermedades:** Se realizó en función de la experiencia del agricultor, utilizando productos previamente empleados en el manejo del cultivo.
- **Control de malezas:** Debido a que se trató de una plantación establecida, la presencia de malezas fue baja; por lo tanto, se efectuó control manual únicamente cuando fue necesario.
- **Fertilización:** La aplicación de los bioestimulantes se realizó mediante una bomba sin boquilla, en forma de dren dirigida a la parte foliar de la planta.
- **Cosecha:** Se llevó a cabo de forma manual cuando las mazorcas presentaron la coloración característica de acuerdo con el material genético evaluado.

### **3.2.5 Análisis estadístico**

#### **3.2.5.1. Análisis funcional**

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con un arreglo factorial  $A \times B$ , conformado por 12 tratamientos y 3 repeticiones, lo que permitió evaluar de manera conjunta el efecto de dos factores y su posible interacción. El Factor A correspondió a los cultivares de cacao y el Factor B a los tipos de fertilización aplicados.

Cada tratamiento fue distribuido aleatoriamente dentro de cada bloque, con el propósito de reducir la variabilidad experimental y aumentar la precisión de los

resultados. Este diseño permitió comparar estadísticamente las medias entre tratamientos mediante análisis de varianza, facilitando la identificación de diferencias significativas en función de los factores estudiados. De esta manera, se logró determinar no solo el efecto individual de cada factor, sino también su interacción sobre las variables evaluadas del cultivo de cacao.

**Tabla 4.**  
**Diseño del arreglo factorial**

<b>Factor A</b> <b>(Cultivares de cacao)</b>	<b>Factor B</b> <b>(Fertilizantes)</b>
A1: EET 575	B1: Algas marinas + NPK
A2: EETP 800	B2: FertiEstim + NPK
A3: Cacao Arriba fino de aroma	B3: NPK
A4: Cacao CCN 51	

*Elaborado por: El Autor, 2026*

**Tabla 5.**  
**Esquema de análisis de varianza**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Desarrollo</b>	<b>gL</b>
Factor A (Cultivares )	A -1	4 -1	3
Error tipo A	$(r - 1)(A - 1)$	$(3-1)(4-1)$	6
Factor B (Fertilizantes)	B -1	3 -1	2
Error tipo B	$A (r - 1)(B - 1)$	$4 (3 - 1)(3 - 1)$	16
Interacción AxB	$(A -1) (B -1)$	$(4 -1) (3 -1)$	6
Repeticiones	$(r - 1)$	$(3 - 1)$	2
Total	$rAB -1$	$3*4*3 -1 (36) - 1$	35

*Elaborado por: El Autor, 2026*

### 3.2.5.2. Hipótesis estadística

#### 3.2.5.2.1. Hipótesis estadística para el Factor A

**Ha:** Al menos un cultivar de cacao presentará una respuesta significativamente diferente a la aplicación de bioestimulantes foliares en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.).

**Ho:** Ningún cultivar de cacao presentará diferencias significativas en la respuesta a la aplicación de bioestimulantes foliares en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.).

**3.2.5.2.2. Hipótesis estadística para el Factor B**

**Ha:** Al menos un bioestimulante foliar tendrá un efecto significativo en la producción del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.).

**Ho:** Ningún bioestimulante foliar tendrá un efecto significativo en la producción del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.).

**3.2.5.2.3. Hipótesis estadística para la interacción AxB**

**Ha:** Si existirá interacción entre factores.

**Ho:** No existirá interacción entre factores.

### 3. RESULTADOS

#### 4.1 Determinación del mejor tratamiento, considerando las características agronómicas del cultivo.

##### 4.1.1 Número de flores (n)

La Tabla 6 presenta el análisis estadístico de la variable número de flores (n) en el cultivo de cacao, evaluada bajo diferentes cultivares y tipos de fertilización. El modelo mostró un coeficiente de variación de (1.14 %). El tratamiento T10 (CCN 51 + algas marinas + NPK) registró el mayor número de flores con un promedio de 162.33, ubicándose en el grupo estadístico A. Le siguieron T11 (CCN 51 + FertiEstim + NPK) con 151.00 flores (grupo B) y T12 (CCN 51 + NPK testigo) con 141.00 flores (grupo C), confirmando el alto potencial productivo del cultivar CCN 51 y la respuesta positiva a la aplicación de bioestimulantes. Los tratamientos con el cultivar EETP 800 mostraron valores intermedios, destacándose T4 (Algas marinas + NPK) con 136.33 flores (grupo D), mientras que los tratamientos con EET 575 presentaron resultados ligeramente inferiores, con valores entre 111.00 y 127.67 flores. Por otro lado, el cultivar Cacao Arriba registró los menores valores de floración, siendo el tratamiento T9 (NPK testigo) el más bajo con 91.00 flores (grupo J). En general, los resultados evidencian que la aplicación de bioestimulantes, especialmente algas marinas combinadas con NPK, incrementa significativamente el número de flores en comparación con el testigo convencional. Además, se confirma que el cultivar CCN 51 presenta una mayor capacidad de floración, seguido por EETP 800, EET 575 y finalmente Cacao Arriba.

**Tabla 6.**

##### **Número de flores (n)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Número de flores (n)	36	1.00	1.00	1.14

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15871.64	11	1442.88	721.44	<0.0001
A_Cultivares	14252.31	3	4750.77	2375.38	<0.0001
B_Fertilizantes	1509.72	2	754.86	377.43	<0.0001
A_Cult*B_Fert.	109.61	6	18.27	9.13	<0.0001
Error	48.00	24	2.00		
Total	15919.64	35			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.16342**

Error: 2.0000 gl: 24

A Cultivares	B Fertilizantes	Medias	n	E.E.	
T10 CCN 51	Algas m. + NPK	162.33	3	0.82	A
T11 CCN 51	FertiEstim + NPK	151.00	3	0.82	B
T12 CCN 51	NPK (Testigo c.)	141.00	3	0.82	C
T4 EETP 800	Algas m. + NPK	136.33	3	0.82	D
T5 EETP 800	FertiEstim + NPK	131.00	3	0.82	E
T1 EET 575	Algas m. + NPK	127.67	3	0.82	E
T6 EETP 800	NPK (Testigo c.)	121.00	3	0.82	F
T2 EET 575	FertiEstim + NPK	121.00	3	0.82	F
T3 EET 575	NPK (Testigo c.)	111.00	3	0.82	G
T7 Cacao Arriba	Algas m. + NPK	101.00	3	0.82	H
T8 Cacao Arriba	FertiEstim + NPK	96.00	3	0.82	I
T9 Cacao Arriba	NPK (Testigo c.)	91.00	3	0.82	J

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

**Elaborado por: El Autor, 2026**

#### **4.1.2 Mazorcas por planta (n)**

En la Tabla 7 se presenta el análisis estadístico del número de mazorcas por planta en función de los cultivares y tipos de fertilización. El coeficiente de variación fue de (2.79 %) fue bajo, lo que evidencia una adecuada precisión experimental y confiabilidad en los datos. De acuerdo con la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), se evidenciaron diferencias estadísticas entre tratamientos.

El mayor número de mazorcas por planta se obtuvo con el tratamiento T10 (CCN 51 + algas marinas + NPK), con una media de 36.00 mazorcas, ubicándose en el grupo estadístico "A", superando significativamente al resto de tratamientos. Por el contrario, el menor valor correspondió al tratamiento T9 (Cacao Arriba + NPK testigo), con 15.33 mazorcas, clasificado en el grupo "I".

En términos generales, los tratamientos que incluyeron bioestimulantes, especialmente algas marinas, promovieron un mayor número de mazorcas en comparación con el testigo convencional. Asimismo, el cultivar CCN 51 mostró el mejor desempeño productivo, seguido por EETP 800 y EET 575, mientras que el Cacao Arriba presentó los valores más bajos.

Estos resultados confirman que el número de mazorcas por planta está fuertemente influenciado por el genotipo, aunque la fertilización contribuye de manera significativa a mejorar la productividad del cultivo.

Tabla 7.

**Mazorcas por planta (n)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Mazorcas por planta (n)	36	0.99	0.99	2.79

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1412.08	11	128.37	288.84	<0.0001
A_Cultivares	1305.86	3	435.29	979.40	<0.0001
B_Fertilizantes	100.17	2	50.08	112.69	<0.0001
A_Cult*B_Fert	6.06	6	1.01	2.27	0.0707
Error	10.67	24	0.44		
Total	1422.75	35			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.96266**

Error: 0.4444 gl: 24

A Cultivares	B Fertilizantes	Medias	n	E.E.	
T10 CCN 51	Algas m. + NPK	36.00	3	0.38	A
T11 CCN 51	FertiEstim + NPK	33.33	3	0.38	B
T12 CCN 51	NPK (Testigo c.)	30.33	3	0.38	C
T4 EETP 800	Algas m. + NPK	26.33	3	0.38	D
T5 EETP 800	FertiEstim + NPK	24.67	3	0.38	D E
T1 EET 575	Algas m. + NPK	23.00	3	0.38	E F
T6 EETP 800	NPK (Testigo c.)	22.33	3	0.38	F
T2 EET 575	FertiEstim + NPK	21.33	3	0.38	F
T3 EET 575	NPK (Testigo c.)	19.33	3	0.38	G
T7 Cacao Arriba	Algas m. + NPK	18.33	3	0.38	G H
T8 Cacao Arriba	FertiEstim + NPK	16.67	3	0.38	H I
T9 Cacao Arriba	NPK (Testigo c.)	15.33	3	0.38	I

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

**Elaborado por: El Autor, 2026**

**4.1.3 Diámetro de mazorca (cm)**

En la Tabla 8 se presenta el análisis del diámetro de mazorca en función de los cultivares y los tipos de fertilización. El modelo estadístico mostró un coeficiente de variación de (0.91 %). De acuerdo con la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), se identificaron diferencias estadísticas entre tratamientos. El mayor diámetro de mazorca se obtuvo con el tratamiento T10 (CCN 51 + algas marinas + NPK), con una media de 8.60 cm, ubicándose en el grupo estadístico "A", siendo significativamente superior al resto de tratamientos. Por otro lado, el menor valor se registró en el tratamiento T9 (Cacao Arriba + NPK testigo), con 6.83 cm, correspondiente al grupo "H".

En términos generales, los tratamientos con aplicación de bioestimulantes, especialmente algas marinas, promovieron un mayor diámetro de mazorca en comparación con el testigo convencional. Asimismo, el cultivar CCN 51 presentó los valores más altos, seguido por EETP 800 y EET 575, mientras que el Cacao Arriba registró los menores diámetros. Estos resultados evidencian que el diámetro de mazorca está fuertemente influenciado por el material genético, aunque puede ser mejorado mediante el uso de bioestimulantes en combinación con fertilización convencional.

**Tabla 8.**  
**Diámetro de mazorca (cm)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro de mazorca (cm)	36	0.99	0.98	0.91

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10.39	11	0.94	188.86	<0.0001
A_Cultivares	9.35	3	3.12	623.61	<0.0001
B_Fertilizantes	0.96	2	0.48	96.00	<0.0001
A_Culti*B_Fert	0.07	6	0.01	2.44	0.0548
Error	0.12	24	0.01		
Total	10.51	35			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.20817**

*Error: 0.0050 gl: 24*

A Cultivares	B Fertilizantes	Medias	n	E.E.	
T10 CCN 51	Algas m. + NPK	8.60	3	0.04	A
T11 CCN 51	FertiEstim + NPK	8.33	3	0.04	B
T4 EETP 800	Algas m. + NPK	8.23	3	0.04	B C
T12 CCN 51	NPK (Testigo c.)	8.03	3	0.04	C D
T5 EETP 800	FertiEstim + NPK	8.03	3	0.04	C D
T1 EET 575	Algas m. + NPK	7.90	3	0.04	D E
T6 EETP 800	NPK (Testigo c.)	7.83	3	0.04	D E
T2 EET 575	FertiEstim + NPK	7.73	3	0.04	E F
T3 EET 575	NPK (Testigo c.)	7.53	3	0.04	F
T7 Cacao Arriba	Algas m. + NPK	7.10	3	0.04	G
T8 Cacao Arriba	FertiEstim + NPK	6.93	3	0.04	G H
T9 Cacao Arriba	NPK (Testigo c.)	6.83	3	0.04	H

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

**Elaborado por: El Autor, 2026**

#### 4.1.4 Longitud de mazorca (cm)

En la tabla 9 se muestra el análisis estadístico de la longitud de mazorca en función de los cultivares y tipos de fertilización evaluados. El modelo presentó un coeficiente de variación de (0.94 %). Según la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), se identificaron diferencias estadísticas entre tratamientos.

El mayor valor de longitud de mazorca se registró en el tratamiento T10 (CCN 51 + algas marinas + NPK), con una media de 21.77 cm, ubicándose en el grupo estadístico "A" y superando significativamente al resto de tratamientos. En contraste, el menor valor se presentó en el tratamiento T9 (Cacao Arriba + NPK testigo), con 16.63 cm, perteneciente al grupo "I".

En términos generales, los tratamientos que incluyeron bioestimulantes, especialmente algas marinas, favorecieron un mayor desarrollo longitudinal de la mazorca en comparación con el testigo convencional. Asimismo, el cultivar CCN 51 mostró los mayores valores, seguido por EETP 800 y EET 575, mientras que el Cacao Arriba presentó los valores más bajos.

Estos resultados evidencian que la longitud de mazorca está fuertemente influenciada por el genotipo, aunque puede ser mejorada mediante la aplicación de bioestimulantes en combinación con fertilización mineral.

**Tabla 9.**

#### Longitud de mazorca (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud de mazorca (cm)	36	0.99	0.99	0.94

#### Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	84.90	11	7.72	239.54	<0.0001
A_Cultivares	76.05	3	25.35	786.74	<0.0001
B_Fertilizantes	8.41	2	4.21	130.51	<0.0001
A_Cultivares*B_Fertilizant	0.44	6	0.07	2.28	0.0699
Error	0.77	24	0.03		
Total	85.68	35			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.52846**

Error: 0.0322 gl: 24

A Cultivares	B Fertilizantes	Medias	n	E.E.	
T10 CCN 51	Algas m. + NPK	21.77	3	0.10	A
T11 CCN 51	FertiEstim + NPK	21.10	3	0.10	B
T12 CCN 51	NPK (Testigo c.)	20.23	3	0.10	C
T4 EETP 800	Algas m. + NPK	20.23	3	0.10	C
T5 EETP 800	FertiEstim + NPK	19.63	3	0.10	D
T6 EETP 800	NPK (Testigo c.)	18.90	3	0.10	E
T1 EET 575	Algas m. + NPK	18.77	3	0.10	E F
T2 EET 575	FertiEstim + NPK	18.33	3	0.10	F G
T3 EET 575	NPK (Testigo c.)	17.90	3	0.10	G H
T7 Cacao Arriba	Algas m. + NPK	17.63	3	0.10	H
T8 Cacao Arriba	FertiEstim + NPK	17.10	3	0.10	I
T9 Cacao Arriba	NPK (Testigo c.)	16.63	3	0.10	I

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

**Elaborado por: El Autor, 2026**

#### 4.1.5 Número de granos por mazorca (n)

En la Tabla 10 se presenta el análisis estadístico del número de granos por mazorca en función de los cultivares y tipos de fertilización evaluados. El modelo mostró un coeficiente de variación de (1.79 %) fue bajo, evidenciando una adecuada precisión experimental y confiabilidad en los datos obtenidos.

De acuerdo con la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos. El mayor número de granos por mazorca se obtuvo con el tratamiento T10 (CCN 51 + algas marinas + NPK), con una media de 49.00 granos, ubicándose en el grupo estadístico “A”, superando significativamente al resto de tratamientos. Por otro lado, el menor valor se registró en el tratamiento T9 (Cacao Arriba + NPK testigo), con 31.33 granos, correspondiente al grupo “J”.

En términos generales, los tratamientos que incluyeron bioestimulantes, especialmente algas marinas, favorecieron un mayor número de granos por mazorca en comparación con el testigo convencional. Asimismo, el cultivar CCN 51 presentó los valores más altos, seguido por EETP 800 y EET 575, mientras que el Cacao Arriba mostró los valores más bajos.

Estos resultados confirman que el número de granos por mazorca está principalmente determinado por el material genético, aunque puede ser mejorado mediante el uso de bioestimulantes en combinación con fertilización mineral.

**Tabla 10.****Número de granos por mazorca (n)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Granos por mazorca (n)	36	0.99	0.98	1.79

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1006.97	11	91.54	183.09	<0.0001
A_Cultivares	923.64	3	307.88	615.76	<0.0001
B_Fertilizantes	80.72	2	40.36	80.72	<0.0001
A_Cult*B_Fert	2.61	6	0.44	0.87	0.5308
Error	12.00	24	0.50		
Total	1018.97	35			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.08171***Error: 0.5000 gl: 24*

A_Cultivares	B_Fertilizantes	Medias	n	E.E.	
T10 CCN 51	Algas m. + NPK	49.00	3	0.41	A
T11 CCN 51	FertiEstim + NPK	46.33	3	0.41	B
T12 CCN 51	NPK (Testigo c.)	44.33	3	0.41	B C
T4 EETP 800	Algas m. + NPK	43.00	3	0.41	C D
T5 EETP 800	FertiEstim + NPK	41.33	3	0.41	D E
T6 EETP 800	NPK (Testigo c.)	39.33	3	0.41	E F
T1 EET 575	Algas m. + NPK	39.00	3	0.41	F
T2 EET 575	FertiEstim + NPK	37.33	3	0.41	F G
T3 EET 575	NPK (Testigo c.)	35.67	3	0.41	G H
T7 Cacao Arriba	Algas m. + NPK	34.33	3	0.41	H I
T8 Cacao Arriba	FertiEstim + NPK	32.67	3	0.41	I J
T9 Cacao Arriba	NPK (Testigo c.)	31.33	3	0.41	J

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )***Elaborado por: El Autor, 2026****4.1.6 Peso de 100 granos (g)**

En la Tabla 11 se presenta el análisis estadístico del peso de 100 granos en función de los cultivares y tipos de fertilización evaluados. El modelo mostró un coeficiente de variación de (0.74 %) fue bajo, evidenciando una alta precisión experimental y confiabilidad en los datos obtenidos. De acuerdo con la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos. El mayor peso de 100 granos se registró en el tratamiento T10 (CCN 51 + algas marinas + NPK), con una media de 141.00 g, ubicándose en el grupo estadístico "A", sin diferir significativamente del tratamiento T11 (CCN 51 + FertiEstim + NPK). Por otro lado, el menor valor se obtuvo en el tratamiento T3 (EET 575 + NPK testigo), con 120.00 g, correspondiente al grupo "I".

En términos generales, los tratamientos con aplicación de bioestimulantes, especialmente algas marinas, favorecieron un mayor peso de los granos en comparación con el testigo convencional. Asimismo, se observó que el cultivar CCN 51 presentó los mayores valores, seguido por Cacao Arriba y EETP 800, mientras que EET 575 registró los valores más bajos.

Estos resultados evidencian que el peso de los granos está determinado principalmente por el material genético, aunque puede ser incrementado mediante el uso de bioestimulantes en combinación con fertilización mineral.

**Tabla 11.**

**Peso de 100 granos (g)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso de 100 granos (g)	36	0.98	0.98	0.74

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1307.56	11	118.87	125.86	<0.0001
A_Cultivares	1095.33	3	365.11	386.59	<0.0001
B_Fertilizantes	210.39	2	105.19	111.38	<0.0001
A_Cult*B_Fert	1.83	6	0.31	0.32	0.9181
Error	22.67	24	0.94		
Total	1330.22	35			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.86104**

Error: 0.9444 gl: 24

A_Cultivares	B_Fertilizantes	Medias	n	E.E.
T10 CCN 51	Algas m. + NPK	141.00	3	0.56 A
T11 CCN 51	FertiEstim + NPK	138.33	3	0.56 A B
T7 Cacao Arriba	Algas m. + NPK	136.33	3	0.56 B C
T12 CCN 51	NPK (Testigo c.)	135.33	3	0.56 C D
T8 Cacao Arriba	FertiEstim + NPK	133.00	3	0.56 D E
T4 EETP 800	Algas m. + NPK	131.00	3	0.56 E F
T9 Cacao Arriba	NPK (Testigo c.)	130.33	3	0.56 E F
T5 EETP 800	FertiEstim + NPK	128.33	3	0.56 F G
T1 EET 575	Algas m. + NPK	126.33	3	0.56 G H
T6 EETP 800	NPK (Testigo c.)	125.33	3	0.56 H
T2 EET 575	FertiEstim + NPK	124.00	3	0.56 H
T3 EET 575	NPK (Testigo c.)	120.00	3	0.56 I

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

**Elaborado por: El Autor, 2026**

## 4.2 Valoración de las variedades de cacao que respondan de manera positiva en el rendimiento del cultivo, a la aplicación de algas y aminoácidos.

### 4.2.1 Rendimiento (kg/ha)

En la Tabla 12 se presenta el análisis estadístico del rendimiento del cultivo de cacao en función de los cultivares y tipos de fertilización evaluados. El modelo mostró un coeficiente de variación de (1.82 %). De acuerdo con la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos. El mayor rendimiento se obtuvo con el tratamiento T10 (CCN 51 + algas marinas + NPK), con una media de 2476.67 kg/ha, ubicándose en el grupo estadístico "A", siendo significativamente superior al resto de tratamientos. Le siguieron los tratamientos T11 (CCN 51 + FertiEstim + NPK) y T12 (CCN 51 + NPK testigo), con valores de 2276.67 y 2123.33 kg/ha, respectivamente. En contraste, el menor rendimiento se registró en el tratamiento T9 (Cacao Arriba + NPK testigo), con 1063.33 kg/ha, correspondiente al grupo "I". En términos generales, los tratamientos que incluyeron bioestimulantes, especialmente algas marinas, incrementaron significativamente el rendimiento en comparación con el testigo convencional. Asimismo, el cultivar CCN 51 presentó los mayores niveles de productividad en todos los tratamientos, seguido por EETP 800 y EET 575, mientras que el Cacao Arriba mostró los valores más bajos. Estos resultados evidencian que el rendimiento del cultivo de cacao está fuertemente influenciado por el genotipo y la fertilización, siendo la combinación de bioestimulantes con fertilización mineral una estrategia eficiente para maximizar la producción.

**Tabla 12.**

### Rendimiento (kg/ha)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento (kg/ha)	36	1.00	0.99	1.82

### Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6432022.22	11	584729.29	613.71	<0.0001
A_Cultivares	6016333.33	3	2005444.44	2104.84	<0.0001
B_Fertilizantes	383272.22	2	191636.11	201.13	<0.0001
A_Cult*B_Fert	32416.67	6	5402.78	5.67	0.0009
Error	22866.67	24	952.78		
Total	6454888.89	35			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=90.87224**

*Error: 952.7778 gl: 24*

A Cultivares	B Fertilizantes	Medias	n	E.E.	
T10 CCN 51	Algas m. + NPK	2476.67	3	17.82	A
T11 CCN 51	FertiEstim + NPK	2276.67	3	17.82	B
T12 CCN 51	NPK (Testigo c.)	2123.33	3	17.82	C
T4 EETP 800	Algas m. + NPK	1883.33	3	17.82	D
T5 EETP 800	FertiEstim + NPK	1763.33	3	17.82	E
T1 EET 575	Algas m. + NPK	1683.33	3	17.82	E F
T6 EETP 800	NPK (Testigo c.)	1610.00	3	17.82	F
T2 EET 575	FertiEstim + NPK	1600.00	3	17.82	F
T3 EET 575	NPK (Testigo c.)	1463.33	3	17.82	G
T7 Cacao Arriba	Algas m. + NPK	1226.67	3	17.82	H
T8 Cacao Arriba	FertiEstim + NPK	1163.33	3	17.82	H
T9 Cacao Arriba	NPK (Testigo c.)	1063.33	3	17.82	I

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

**Elaborado por: El Autor, 2026**

### **4.3 Análisis del mejor tratamiento en estudio mediante un análisis económico con la relación beneficios/costos.**

#### **4.3.1 Análisis económico (b/c)**

La Tabla 13 presenta el análisis económico del cultivo de cacao, considerando el rendimiento por hectárea, el precio de comercialización (\$1,75/kg), el ingreso bruto, los costos de producción, el beneficio neto y la relación beneficio/costo (B/C) para los doce tratamientos evaluados.

En términos generales, se observa que todos los tratamientos presentan una relación B/C mayor a 1, lo que indica que el cultivo es rentable bajo las condiciones del estudio. Sin embargo, existen diferencias importantes entre tratamientos, determinadas principalmente por el rendimiento obtenido.

El tratamiento T10 destacó como el más rentable, con un rendimiento de 2476,67 kg/ha, generando un ingreso bruto de \$4334,17, un beneficio neto de \$2984,17 y la mayor relación B/C de 3,21, lo que significa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de \$2,21. De manera similar, los tratamientos T11 y T12 también presentaron altos niveles de rentabilidad, con relaciones B/C de 3,06 y 3,10 respectivamente, evidenciando la eficiencia económica de estos manejos.

En un nivel intermedio se ubican los tratamientos T4, T5 y T6, con relaciones B/C entre 2,35 y 2,44, reflejando una adecuada rentabilidad asociada a buenos

niveles de producción y costos moderados. Asimismo, los tratamientos T1, T2 y T3 mostraron resultados aceptables, con relaciones B/C ligeramente superiores a 2, lo que confirma su viabilidad económica.

Por otro lado, los tratamientos T7, T8 y T9 presentaron las menores relaciones B/C (1,55–1,59), debido a sus bajos rendimientos, lo que redujo significativamente el beneficio neto, a pesar de mantener costos de producción similares a otros tratamientos.

El análisis económico evidencia que la rentabilidad del cultivo de cacao está directamente influenciada por el rendimiento obtenido, siendo los tratamientos con mayor producción los que generan mejores beneficios económicos. Los tratamientos T10, T11 y T12 se posicionan como las alternativas más eficientes y recomendables desde el punto de vista económico.

**Tabla 13.**

***Análisis económico (b/c)***

TRAT.	REND	PRECIO		COSTOS PROD.	BIEN NETO \$	RELACIÓN B/C
		COM. (\$/Kg)	BIEN/BRUTO \$			
T1	1683.33	1.75	2945.83	1350	1595.83	2.18
T2	1600.00	1.75	2800.00	1300	1500.00	2.15
T3	1463.33	1.75	2560.83	1200	1360.83	2.13
T4	1883.33	1.75	3295.83	1350	1945.83	2.44
T5	1763.33	1.75	3085.83	1300	1785.83	2.37
T6	1610.00	1.75	2817.50	1200	1617.50	2.35
T7	1226.67	1.75	2146.67	1350	796.67	1.59
T8	1163.33	1.75	2035.83	1300	735.83	1.57
T9	1063.33	1.75	1860.83	1200	660.83	1.55
T10	2476.67	1.75	4334.17	1350	2984.17	3.21
T11	2276.67	1.75	3984.17	1300	2684.17	3.06
T12	2123.33	1.75	3715.83	1200	2515.83	3.10

***Elaborado por: El Autor, 2026***

#### 4. DISCUSIÓN

Los resultados evidencian que la variable número de flores constituye un indicador clave del potencial productivo del cultivo de cacao, donde el tratamiento T10 (CCN 51 + algas marinas + NPK) alcanzó el mayor promedio (162,33 flores), superando significativamente al resto de tratamientos y posicionándose en el grupo estadístico superior, lo que confirma la alta capacidad de respuesta del cultivar CCN 51 a la aplicación de bioestimulantes. Este comportamiento coincide con lo reportado por Rodríguez et al. (2023), quienes señalan que el uso de bioestimulantes mejora la absorción de nutrientes y el desarrollo fisiológico de las plantas, favoreciendo procesos como la floración, aunque en etapa de vivero no siempre se manifiesten diferencias significativas en todas las variables de crecimiento. Los resultados obtenidos concuerdan con lo expuesto por López (2024), quien indica que los bioestimulantes, especialmente los extractos de algas marinas, actúan estimulando procesos fisiológicos clave, incrementando la eficiencia en el uso de nutrientes y promoviendo el crecimiento tanto vegetativo como reproductivo. El mejor desempeño del tratamiento T10 sugiere un efecto sinérgico entre la fertilización edáfica (NPK) y la aplicación foliar de bioestimulantes, lo que permite optimizar la expresión productiva del cultivo.

En el rendimiento del cultivo de cacao, los resultados obtenidos evidencian diferencias altamente significativas entre tratamientos, destacándose el tratamiento T10 (CCN 51 + algas marinas + NPK) con el mayor rendimiento (2476,67 kg/ha), lo que confirma la eficiencia de la integración entre fertilización mineral y bioestimulantes para maximizar la productividad. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Jiménez et al. (2023), quienes observaron incrementos de hasta 41,41 % en el rendimiento de cacao seco mediante la aplicación de bioestimulantes orgánicos como Razormin, evidenciando el papel clave de estos insumos en la mejora de la producción. Asimismo, los resultados coinciden con Yagual (2025), quien reporta que el uso de extractos de algas y combinaciones minerales (silicio-calcio) favorecen significativamente la floración, el cuajado de frutos y la sanidad del cultivo, factores directamente relacionados con el incremento del rendimiento. El alto desempeño del cultivar CCN 51 en todos los tratamientos reafirma su superioridad genética y su alta capacidad de respuesta a prácticas de manejo intensivo, mientras que cultivares como Cacao Arriba presentan una menor

eficiencia productiva bajo las mismas condiciones. Estos resultados demuestran que el rendimiento del cacao está determinado tanto por el potencial genético como por la estrategia de fertilización implementada, siendo la combinación de bioestimulantes, especialmente algas marinas, con NPK una alternativa agronómica viable y sostenible para incrementar la producción y mejorar la eficiencia del sistema productivo.

El análisis económico evidencia que la rentabilidad del cultivo de cacao está estrechamente ligada al rendimiento alcanzado, lo cual se refleja en que todos los tratamientos presentan relaciones beneficio/costo (B/C) superiores a 1, indicando viabilidad económica bajo las condiciones del estudio. No obstante, el tratamiento T10 (CCN 51 + algas marinas + NPK) se posiciona como la alternativa más eficiente, al registrar la mayor relación B/C (3,21), confirmando que la integración de bioestimulantes con fertilización mineral no solo mejora la producción, sino también la rentabilidad del sistema. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Torres et al. (2024), quienes evidencian que la aplicación de silicio incrementa significativamente la producción y reduce la incidencia de enfermedades como *Moniliophthora roreri*, lo que se traduce en mayores beneficios económicos para el productor. Asimismo, Mejía (2023) señala que el uso de bioestimulantes mejora indicadores reproductivos como la floración y fructificación, factores que, aunque no siempre muestran diferencias significativas en todas las variables, contribuyen a mejorar el rendimiento final y, por ende, los ingresos. Estos resultados respaldan el uso de bioestimulantes como una estrategia agronómica rentable y sostenible, capaz de optimizar la relación entre costos de producción e ingresos, especialmente cuando se combina con cultivares de alto potencial como CCN 51.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

Los resultados del presente estudio permiten determinar que el tratamiento T10 (CCN 51 + algas marinas + NPK) fue el más eficiente desde el punto de vista agronómico, al registrar los mayores valores en todas las variables evaluadas, incluyendo número de flores (162,33), mazorcas por planta (36,00), diámetro (8,60 cm) y longitud de mazorca (21,77 cm), número de granos por mazorca (49,00) y peso de 100 granos (141,00 g), evidenciando una superioridad significativa frente a los demás tratamientos. Estos resultados demuestran que la combinación de bioestimulantes, especialmente extractos de algas marinas, con fertilización mineral potencia el desarrollo fisiológico y productivo del cultivo de cacao. Asimismo, se confirma que el cultivar CCN 51 presentó el mayor potencial agronómico en todas las variables analizadas, seguido por EETP 800 y EET 575, mientras que el Cacao Arriba mostró el menor desempeño. En general, se concluye que tanto el genotipo como el manejo de la fertilización influyen directamente en la productividad del cultivo, siendo la integración de bioestimulantes con NPK una estrategia eficaz para optimizar el rendimiento y mejorar las características agronómicas del cacao bajo las condiciones del estudio.

La valoración de las variedades de cacao frente a la aplicación de bioestimulantes como algas marinas y aminoácidos permitió identificar diferencias claras en su respuesta productiva, destacándose el cultivar CCN 51 como el de mejor desempeño, al alcanzar el mayor rendimiento con el tratamiento T10 (2476,67 kg/ha), seguido por T11 y T12, lo que confirma su alto potencial genético y su elevada capacidad de respuesta a la fertilización complementada con bioestimulantes. El cultivar Cacao Arriba presentó los menores rendimientos, evidenciando una menor eficiencia productiva bajo las mismas condiciones de manejo. De manera general, los tratamientos que incorporaron bioestimulantes, especialmente algas marinas, lograron incrementos significativos en el rendimiento respecto al testigo convencional, lo que demuestra su efecto positivo en la productividad del cultivo.

El análisis económico permitió identificar que el tratamiento T10 (CCN 51 + algas marinas + NPK) constituye la alternativa más rentable, al presentar la mayor

relación beneficio/costo (3,21), lo que demuestra que la integración de bioestimulantes con fertilización mineral no solo incrementa el rendimiento, sino que maximiza la eficiencia económica del cultivo. Asimismo, los tratamientos T11 y T12 mostraron niveles de rentabilidad similares, consolidando al cultivar CCN 51 como la opción más favorable desde el punto de vista productivo y económico. Aunque todos los tratamientos resultaron rentables ( $B/C > 1$ ), aquellos con menores rendimientos, como T7, T8 y T9, evidenciaron una disminución considerable en el beneficio neto, confirmando que la productividad es el principal factor que determina la rentabilidad del sistema. Se concluye que la combinación de bioestimulantes, especialmente algas marinas, con fertilización convencional representa una estrategia eficiente y viable para optimizar los ingresos del productor, siendo los tratamientos T10, T11 y T12 las opciones más recomendables para su implementación en condiciones similares a las del estudio.

## **6.2 Recomendaciones**

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación sobre el uso de bioestimulantes foliares como complemento a la fertilización edáfica en cultivares de cacao, se recomienda lo siguiente:

Priorizar la aplicación de bioestimulantes foliares, especialmente extractos de algas marinas en combinación con fertilización NPK, en cultivares de alto potencial como CCN 51, debido a su mayor respuesta en variables agronómicas y rendimiento, lo que permite maximizar la productividad del cultivo.

Implementar programas de fertilización integrados que combinen la nutrición edáfica con aplicaciones foliares de bioestimulantes, considerando las etapas fenológicas del cultivo, especialmente en floración y cuajado de frutos, donde se evidenció mayor efecto positivo en el número de flores, mazorcas y rendimiento.

Fomentar la investigación continua sobre nuevas combinaciones de bioestimulantes y dosis, así como su interacción con diferentes condiciones edafoclimáticas, con el fin de validar y mejorar las recomendaciones técnicas para el cultivo de cacao.

## BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, A., y Valle, R. (2007). Ecofisiología del árbol del cacao. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400011>
- Amores, F., Agama, J., Suárez, C., Quiroz, J., y Motato, A. (2009). *EET 575 y EET 576: Nuevos clones de cacao nacional para la zona central de Manabí*. Estación Experimental Tropical Pichilingue. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1517>
- Aprotosoia, A., Luca, S., y Miron, A. (2016). Química del sabor del cacao y sus derivados. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15, 73-91. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1541-4337.12180>
- Avendaño, C., Campos, E., López, C., Martínez, M., Caballero, J., Báez, M., . . . Cadena, J. (2021). Actividad antioxidante en genotipos de *Theobroma* spp. (Malvaceae) en México. *Revista de Biología Tropical*, 69(2), 507-523. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.15517/rbt.v69i2.41626>
- Bowers, J., Bailey, B., Hebbar, P., Sanogo, S., y Lumsden, R. (2018). El impacto de las enfermedades de las plantas en la producción mundial de chocolate. *Plant Health Progress*, 2(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1094/PHP-2001-0709-01-RV>
- Boza, E., Motamayor, J., Amores, F., Cedeño, S., Tondo, C., Livingstone, D., . . . Gutiérrez, O. (2014). Genetic Characterization of the Cacao Cultivar CCN 51: Its Impact and Significance on Global Cacao Improvement and Production. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 139(2), 219–229. <https://doi.org/https://doi.org/10.21273/JASHS.139.2.219>
- Calvo, P., Nelson, L., y Kloepper, J. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*, 383, 3–41. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>
- Carr, M., y Lockwood, G. (2011). Relaciones hídricas y requisitos de riego del cacao (*Theobroma cacao* L.). *Experimental Agriculture*, 4(47), 653–676. <https://doi.org/doi:10.1017/S0014479711000421>
- Chen, Z., Wu, R., Lin, Y., Li, C., Chen, S., y Zou, X. (2022). Plant Disease Recognition Model Based on Improved YOLOv5. *Agronomy*, 2(12), 365. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agronomy12020365>
- Colli, M., Richardson, J., Bossa, A., y Pirani, J. (2024). La evidencia filogenética redefine la taxonomía del cacao y sus parientes (*Theobroma* y *Herrania*; Malvaceae, Byttnerioideae). *Brittonia*, 76, 53–61. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12228-024-09783-1>
- Daymond, A., y Hadley, P. (2008). Efectos diferenciales de la temperatura en el desarrollo del fruto y la calidad del grano de genotipos contrastantes de cacao (*Theobroma cacao*). *Annals of Applied Biology*, 153, 175-185. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2008.00246.x>

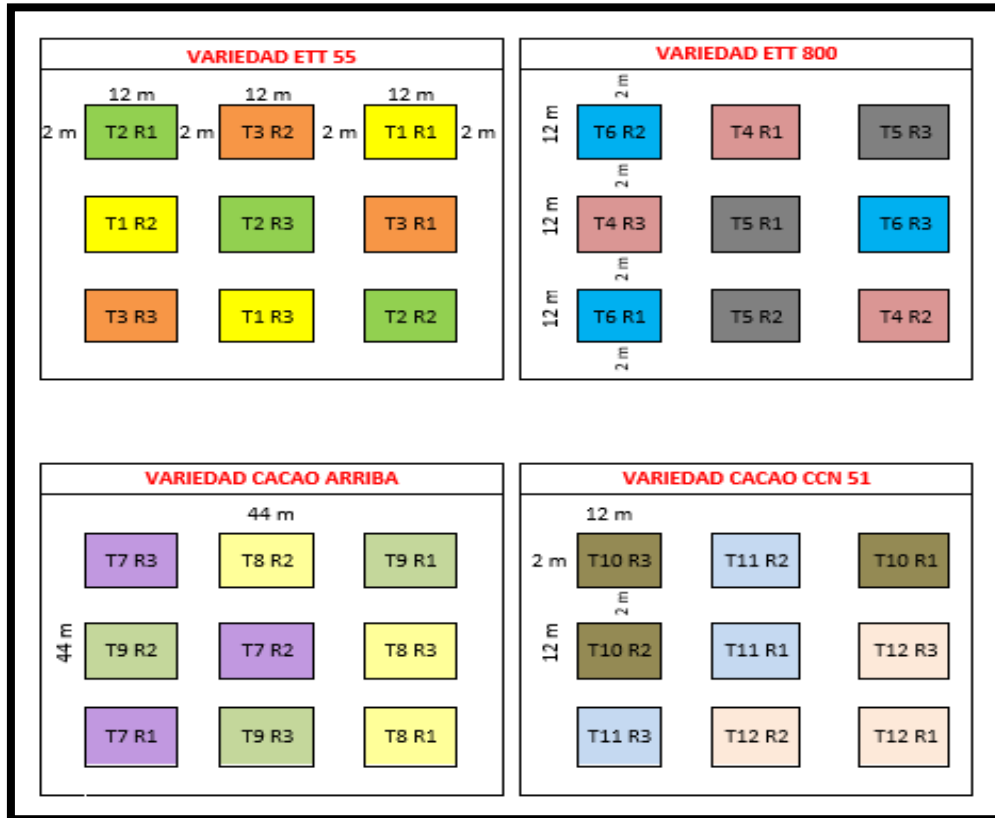
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3-14.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Durán, C., Zambrano, J., y Machuca, C. (2023). Inducción floral por bioestimulación en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Científica Ecológica Agropecuaria*, 2(2), 34-42.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.53591/recoa.v2i2.1673>
- Fonseca, P., Santos, M., Santos, J., Armache, J., Neto, C., Nascimento, R., . . . Aguiar, E. (2025). Un enfoque multiómico integrador identificó una amenaza viral emergente en plantas de *Theobroma cacao*. *BMC Plant Biol* 25, 1425. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12870-025-07472-z>
- Gateau, L., Tanner, E., Rapidel, B., Marelli, J., y Royaert, S. (2018). El cambio climático podría amenazar la producción de cacao: Efectos de la sequía relacionada con El Niño de 2015-16 en los agrobosques de cacao en Bahía, Brasil. *PLoS ONE*, 13(7).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200454>
- Guest, D. (2007). Vaina negra: diversos patógenos con impacto global en el rendimiento del cacao. *The American Phytopathological Society*, 1650 - 1653. <https://doi.org/https://doi.org/10.1094/PHYTO-97-12-1650>
- Jiménez, E., Santana, D., Cartagena, M., Rivera, R., y Bustamante, E. (2023). Bioestimulantes orgánicos en el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.). *Conocimiento Global*, 8(2), 1-17.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.70165/cglobal.v8i2.308>
- Lima, L., Almeida, M., Nout, M., y Zwietering, M. (2011). *Theobroma cacao* L., “El alimento de los dioses”: Determinantes de la calidad de los granos de cacao comerciales, con especial referencia al impacto de la fermentación. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 8(51), 731–761.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10408391003799913>
- Loor, R., Amores, F., Vasco, S., Quiroz, J., Casanova, T., Garzón, A., . . . Zambrano, F. (2019). INIAP-EETP-800 ‘aroma pichilingue’, nueva variedad ecuatoriana de cacao fino de alto rendimiento. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 42(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.35196/rfm.2019.2.187>
- López, K. (2024). *Importancia de los bioestimulantes en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.)*. (B. UTB, Ed.)  
<http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16069>
- Mejía, J. (2023). *Inducción de la floración en cacao (Theobroma cacao L.) mediante el uso de bioestimulantes a base de l-α-aminoácidos*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.  
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/8109>
- Mihai, R., Landazuri, P., Tinizaray, B., Florescu, L., Catană, R., y Kosakyan, A. (2022). Factores abióticos de diferentes regiones ecuatorianas y su contribución a la calidad antioxidante, metabólica y organoléptica de los granos de *Theobroma cacao* L., variedad “Arriba Nacional”. *Plants* 2022, 11(7), 976. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/plants11070976>

- Morales, W., Carlosama, J., Sinchi, C., Alderete, A., Vallejo, C., y Morales, W. (2024). Calidad química del cacao (*Theobroma Cacao* L.) tipo nacional de la parroquia Valle Hermoso – Ecuador. *Ciencia Y Tecnología*, 1(17), 38–49. <https://doi.org/https://doi.org/10.18779/cyt.v17i1.692>
- Motamayor, J., Lachenaud, P., da Silva, J., Loor, R., Kuhn, D., y Brown, J. (2008). Diferenciación geográfica y genética de las poblaciones del árbol de cacao amazónico (*Theobroma cacao* L.). *PLoS ONE*, 3(10). <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003311>
- Novais, D., Batista, T., Costa, E., y Pirovani, C. (2023). Mecanismos genómicos y de patogenicidad de los principales patógenos eucariotas de *Theobroma cacao* L. *Microorganisms*, 6(11), 1567. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/microorganisms11061567>
- Rodriguez, T., Cajamarca, K., Barrezueta, S., Luna, A., y Villaseñor, D. (2023). Efectos de bioestimulantes en el crecimiento morfológico de plántulas de cacao en etapa de vivero. *Manglar*, 20(2), 117-122. <https://doi.org/https://doi.org/10.57188/manglar.2023.013>
- Snoeck, D., Koko, L., Joffre, J., Bastide, P., y Jagoret, P. (2016). Cacao Nutrition and Fertilization. *Sustainable Agriculture Reviews*, 19. [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-26777-7\\_4](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-26777-7_4)
- Solano, P. A., Delgado Pardo, Y. S., y Garzón Montealegre, V. J. (2025). Metodología de exportación directa de cacao ecuatoriano. Asociación de Producción, Mercadeo e Industrialización de Cacao El Progreso. *Pacha. Revista De Estudios Contemporáneos Del Sur Global*, 6(19). <https://doi.org/https://doi.org/10.46652/pacha.v6i19.457>
- Torres, J., Ramos, R., Reyes, J., Quinatoa, E., y Rivas, T. (2024). Silicio como Bioestimulante en el Cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.) y Agente de Control Biológico de *Moniliophthora roreri*. *Terra Latinoamericana*. <https://doi.org/https://doi.org/10.28940/terra.v42i0.1817>
- Velásquez, A., Cedeño, H., Moncada, B., Aguayo Santistevan, M., y Zúñiga Moreno, L. (2023). Análisis de las exportaciones de cacao y sus elaborados hacia los EEUU. *Polo del Conocimiento*, 8(7), 1103-1116. <https://doi.org/https://doi.org/10.23857/pc.v8i7.5829>
- Yagual, M. (2025). *Efecto de bioestimulantes foliares en la dinámica floral y sanidad del cultivo de cacao, Theobroma cacao* L., en la provincia de Santa Elena. (L. L. Elena, Ed.) <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/14185>
- Zuidema, P., Leffelaar, P., Gerritsma, W., Mommer, L., y Anten, N. (2005). Un modelo fisiológico de producción para el cacao. *Agricultural Systems*, 84(2), 195-225. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agsy.2004.06.015>

## ANEXOS

Figura 1.

*Croquis de campo con su unidad experimental*



*Elaborado por: El Autor, 2026*

Figura 2.

*Imagen satelital zona de estudio*



*Elaborado por: El Autor, 2026*

Figura 3.

**Ficha técnica de fertilizante convencional edáfico (Ferticacao)****FERTICACAO PRODUCCIÓN (20-6-17-3-4-1)**

(20 % N, 6 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 17 % K<sub>2</sub>O, 3 % MgO, 4 % S, 1 % B)

Fórmula elaborada con materia prima importada, ajustada a las necesidades específicas del cultivo del cacao tomando en cuenta el nivel de fertilidad de nuestros suelos. Contiene en fórmula balanceada: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Magnesio, Azufre y Boro.

Es importante recordar que el Cacao responde a la fertilización sólo si se cultiva con niveles moderados de sombra o a plena exposición del solar.

- Nutrición balanceada en una sola aplicación (contiene 6 nutrientes).
- Evita equivocaciones en la mezcla.
- Ahorro de dinero por mezcla y mermas.
- Desarrollo precoz de las raíces y del crecimiento de la planta.
- Aumenta el contenido de proteínas y la producción de frutos y semillas.
- Incrementa sus RENDIMIENTOS!

**DOSIS Y RECOMENDACIONES**


De 10 a 12 sacos /ha (3 o 4 aplicaciones)



Fuente: Fertisa, 2026

Figura 4.

## Ficha técnica de Orgkapp

	
<b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
MATERIA PRIMA	ALGAS MARINAS (KAPPAPHYCUS ALVAREZII)
GRUPO	ELEMENTOS BIOACTIVOS
TIPO	CONCENTRADO SOLUBLE
GRADO	BIOESTIMULANTE NATURAL
FABRICANTE	ORGKAPP S.A
PROCEDENCIA - PAÍS	SALINAS - ECUADOR
USO	AGRICOLA (FOLIAR)
DENSIDAD 20°C	1,2 g/ml
PH (0,1%)	7,0
FORMULACIÓN	Concentrado soluble
COMPATIBILIDAD	No mezclar con productos azufrados, aceites minerales, carbonatos
MODO DE USO	Agitar antes de usar
MANEJO DEL PRODUCTO	Mantener en lugar fresco y aireado, no > 40°C, no congelar, PRODUCTO LIBRE DE METALES PESADOS
<b>COMPOSICIÓN NUTRICIONAL</b>	
CITOCUININAS	5,0 ppm
AUXINAS	0,18 ppm
GIBBERELINAS	1,2 ppm
BETAÍNA	38,0 ppm
ARGININA	1,25 %
MANITOL	2,1 %
ACIDO ALGINICO	29,8 %
ACIDO FULVICO	8,5 %
ACIDO HUMICO	32,0 %
POLISACARIDOS	14,8 %
PROTEINAS	12,0 %
NITRATOS	0,2%
FOSFATOS	3,2 %
SILICO	3,8 %
SULFATOS	0,9 %
POTASIO	9,6 %
HIERRO	1,09 %
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<p>ORGKAPP, presenta un elevado contenido de fitohormonas vegetales y otros derivados orgánicos que actúan como promotores del crecimiento y retrasan la senescencia; contiene macro y micro elementos esenciales, en proporciones adecuadas para la corregir las carencias más usuales en todo tipo de cultivos, adelanta la germinación de la semilla, mejora el crecimiento de las raíces, incrementa el grado de maduración de los frutos, incrementa la cosecha de frutos y semillas.</p>	

Fuente: Orgkapp, 2026

Figura 5.

**Ficha técnica variedad EET-575**

Descripciones	EET-575
Zona	Calceta y otras zonas de la Poviaincia de Manabí
Forma del fruto	Elíptica
Largo del fruto (cm)	17.86
Ancho del fruto (cm)	8.97
Color del fruto	Amarillo
Hábito de crecimiento	Copa erecta
Semilla por fruto	41
Largo de la semilla (cm)	2.27
Ancho de la semilla (cm)	1.17
Índice de mazorca	23
Índice de semilla	1,2
Floración	Primer y tercer trimestre del año
Rendimiento kg/ha/año	1210
Escoba de bruja	Tolerante
Moniliasis	Tolerante
Mal del Machete	Tolerante



Fuente: Iniap, 2026

Figura 6.

**Ficha técnica variedad EETP-800**


Descriptorios	EETP-800
Zona	Parte media y alta de la cuenca del río Babahoyo, nor occidente de Pichincha y norte de Guayas.
Forma del fruto	Elíptica
Largo del fruto (cm)	19.17
Ancho del fruto (cm)	8.86
Color del fruto	Amarillo
Hábito de crecimiento	Copa semi-erecta
Semilla por fruto	40 a 42
Largo de la semilla (cm)	2.43
Ancho de la semilla (cm)	1.38
Índice de mazorca	18
Índice de semilla	1,4
Floración	Primer y tercer trimestre del año
Rendimiento kg/ha/año	2000
Escoba de bruja	Tolerante
Moniliasis	Tolerante
Mal del Machete	Tolerante



Fuente: Iniap, 2026

Figura 7.

## Descripción cacao CCN 51

		
<b>FICHA TECNICA DE CACAO "CCN-51" EN GRANO</b> <b>TECHNICAL SPECIFICATIONS FOR "CCN-51" COCOA BEANS</b>		
<b>Producto / Product :</b>		
Cacao CCN-51 en grano / <i>CCN-51 Cocoa Beans</i>		
<b>Ingredientes / Ingredients :</b>		
100% Cacao tipo CCN-51 / <i>100% CCN-51 Cocoa Beans</i>		
<b>Contenido / Content :</b> 69 kilos		
<b>Características del Producto / Product Characteristics:</b>		
De acuerdo a la Norma INEN 176 / <i>According to Ecuador Standard INEN 176</i>		
	<b>Unidad</b>	<b>CCN-51</b>
<b>Parámetro</b>	<b>g</b>	<b>135-140</b>
Pastoso / <i>Pasty</i>	%	18
Violeta / <i>Violet</i>	%	5
Ligera fermentación / <i>Slight fermentation</i>	%	11
Buena fermentación / <i>Good Fermentation</i>	%	65
Fermentación Total / <i>Total Fermentation</i>	%	76
Impurezas / <i>Impurities</i>	%	1
Moho / <i>Mold</i>	%	1
Humedad / <i>Humidity</i>	%	7
<b>Biológicas y Químicas / Biological &amp; Chemical : N/A</b>		
<b>Otros Requisitos legales aplicables / Other applicable legal requirements</b>		
Solicitado por el cliente y estipulado según contrato firmado. / <i>According to customer request and</i>		

Fuente: Transmar, 2026

Figura 8.

**Descripción cacao Nacional**

FICHA TÉCNICA DEL CACAO FINO DE AROMA EN MAZORCA - SABORES BÁSICOS				
	Sabores básicos	Escala referencial	Escala del producto	Observaciones
	Dulce	2-4-6	o	Entre las escala 4-6
	Salado	2-4	o	Menor intensidad a la referencia
	Ácido	4-6	o	Menor intensidad a la referencia
	Amargo	o	o	
	Umami	o	o	
<b>CARACTERÍSTICOS</b>				
Es un fruto en una baya, tiene diferentes tamaños, colores y formas según la variedad, tiene un aproximado de 30 cm de largo y 10 cm de ancho por lo general contiene de 20 a 40 semillas	OLOR	Cítrico, húmedo, un ligero olor dulce		
	COLOR	Rojosa claro tonalidad amarilla		
	APARIENCIA	Ovalada		
	TEXTURA	Áspero		
	AROMA	Frutal, húmedo		
	OTROS			
<b>PERFIL</b>				
Cacao fino de aroma en mazorca de color rojiza con tonalidad amarilla de forma ovalada, textura áspera, olor cítrico húmedo con ligero olor a dulce.				

Fuente: UIDE, 2026

Figura 9.

**Ficha técnica de bioestimulante convencional (FertiEstim)**



SKU: FT-BIO1131771  
Categorías: Bioestimulantes, Fertilizantes Foliares  
Etiquetas: Arroz, Banano, Cacao, Fertisa, Flores, Maíz, NPK, Papa

**Fertiestim Plus 250 C.C.**

  
Sustentable Nutritional Solutions  
Disponibilidad: Muy pronto

- Nitrógeno total (N) 7.2%; Cobre (Cu) 0.33%;
- Fósforo (P2O5) 4.8%; Potasio (K2O) 3.6%;
- Boro (B) 0.024%; Azufre (S) 1.2%;
- Cobalto (Co) 0.018%, Hierro (Fe) 0.43%;
- Molibdeno (Mo) 0.0010%; Manganeseo (Mn) 0.36% ; Zinc (Zn) 0.72%;
- Presentación: envases Polietileno x 250 C.C.;
- Dosis para banano: 0,5-1,0 lt/ha;
- Dosis para cacao: 0,5-1,0 lt/ha;
- Dosis para papa: 0,5-1,0 lt/ha;
- Dosis para flores: 0,5-1,0 lt/ha;
- Dosis para arroz: 0,5-1,0 lt/ha;
- Aumenta la productividad de los cultivos así como la calidad de sus frutos.
- No. Registro Agrocalidad: '030523094

Fuente: Cytocyme, 2026

## APÉNDICES

**Tabla 14.**

### **Análisis de la Varianza Número de flores (n)**

#### **Número de flores (n)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Número de flores (n)	36	1.00	1.00	1.14

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15871.64	11	1442.88	721.44	<0.0001
A_Cultivares	14252.31	3	4750.77	2375.38	<0.0001
B_Fertilizantes	1509.72	2	754.86	377.43	<0.0001
A_Cult*B_Fert.	109.61	6	18.27	9.13	<0.0001
Error	48.00	24	2.00		
Total	15919.64	35			

#### **Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.83907**

Error: 2.0000 gl: 24

A Cultivares	Medias	n	E.E.		
CCN 51	151.44	9	0.47	A	
EETP 800	129.44	9	0.47		B
EET 575	119.89	9	0.47		C
Cacao Arriba	96.00	9	0.47		D

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

#### **Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.44181**

Error: 2.0000 gl: 24

B Fertilizantes	Medias	n	E.E.		
Algas marinas + NPK	131.83	12	0.41	A	
FertiEstim + NPK	124.75	12	0.41		B
NPK (Testigo convencional)..	116.00	12	0.41		C

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

#### **Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.16342**

Error: 2.0000 gl: 24

A Cultivares	B Fertilizantes	Medias	n	E.E.		
T10 CCN 51	Algas m. + NPK	162.33	3	0.82	A	
T11 CCN 51	FertiEstim + NPK	151.00	3	0.82		B
T12 CCN 51	NPK (Testigo c.)	141.00	3	0.82		C
T4 EETP 800	Algas m. + NPK	136.33	3	0.82		D
T5 EETP 800	FertiEstim + NPK	131.00	3	0.82		E
T1 EET 575	Algas m. + NPK	127.67	3	0.82		E
T6 EETP 800	NPK (Testigo c.)	121.00	3	0.82		F
T2 EET 575	FertiEstim + NPK	121.00	3	0.82		F
T3 EET 575	NPK (Testigo c.)	111.00	3	0.82		G
T7 Cacao Arriba	Algas m. + NPK	101.00	3	0.82		H
T8 Cacao Arriba	FertiEstim + NPK	96.00	3	0.82		I
T9 Cacao Arriba	NPK (Testigo c.)	91.00	3	0.82		J

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

**Elaborado por: El Autor, 2026**

Tabla 15.

**Análisis de la Varianza Mazorcas por planta (n)****Mazorcas por planta (n)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Mazorcas por planta (n)	36	0.99	0.99	2.79

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1412.08	11	128.37	288.84	<0.0001
A_Cultivares	1305.86	3	435.29	979.40	<0.0001
B_Fertilizantes	100.17	2	50.08	112.69	<0.0001
A_Cult*B_Fert	6.06	6	1.01	2.27	0.0707
Error	10.67	24	0.44		
Total	1422.75	35			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.86695**

Error: 0.4444 gl: 24

A Cultivares	Medias	n	E.E.	
CCN 51	33.22	9	0.22	A
EETP 800	24.44	9	0.22	B
EET 575	21.22	9	0.22	C
Cacao Arriba	16.78	9	0.22	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0.05)

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.67968**

Error: 0.4444 gl: 24

B Fertilizantes	Medias	n	E.E.	
Algas marinas + NPK	25.92	12	0.19	A
FertiEstim + NPK	24.00	12	0.19	B
NPK (Testigo convencional)..	21.83	12	0.19	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0.05)

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.96266**

Error: 0.4444 gl: 24

A Cultivares	B Fertilizantes	Medias	n	E.E.	
T10 CCN 51	Algas m. + NPK	36.00	3	0.38	A
T11 CCN 51	FertiEstim + NPK	33.33	3	0.38	B
T12 CCN 51	NPK (Testigo c.)	30.33	3	0.38	C
T4 EETP 800	Algas m. + NPK	26.33	3	0.38	D
T5 EETP 800	FertiEstim + NPK	24.67	3	0.38	D E
T1 EET 575	Algas m. + NPK	23.00	3	0.38	E F
T6 EETP 800	NPK (Testigo c.)	22.33	3	0.38	F
T2 EET 575	FertiEstim + NPK	21.33	3	0.38	F
T3 EET 575	NPK (Testigo c.)	19.33	3	0.38	G
T7 Cacao Arriba	Algas m. + NPK	18.33	3	0.38	G H
T8 Cacao Arriba	FertiEstim + NPK	16.67	3	0.38	H I
T9 Cacao Arriba	NPK (Testigo c.)	15.33	3	0.38	I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0.05)

**Elaborado por: El Autor, 2026**

Tabla 16.

**Análisis de la Varianza Diámetro de mazorca (cm)****Diámetro de mazorca (cm)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro de mazorca (cm)	36	0.99	0.98	0.91

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10.39	11	0.94	188.86	<0.0001
A_Cultivares	9.35	3	3.12	623.61	<0.0001
B_Fertilizantes	0.96	2	0.48	96.00	<0.0001
A_Cultivares*B_Fertilizant..	0.07	6	0.01	2.44	0.0548
Error	0.12	24	0.01		
Total	10.51	35			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.09195**

Error: 0.0050 gl: 24

A Cultivares	Medias	n	E.E.	
CCN 51	8.32	9	0.02	A
EETP 800	8.03	9	0.02	B
EET 575	7.72	9	0.02	C
Cacao Arriba	6.96	9	0.02	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0.05)

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.07209**

Error: 0.0050 gl: 24

B Fertilizantes	Medias	n	E.E.	
Algas marinas + NPK	7.96	12	0.02	A
FertiEstim + NPK	7.76	12	0.02	B
NPK (Testigo convencional)..	7.56	12	0.02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0.05)

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.20817**

Error: 0.0050 gl: 24

A Cultivares	B Fertilizantes	Medias	n	E.E.	
T10 CCN 51	Algas m. + NPK	8.60	3	0.04	A
T11 CCN 51	FertiEstim + NPK	8.33	3	0.04	B
T4 EETP 800	Algas m. + NPK	8.23	3	0.04	B C
T12 CCN 51	NPK (Testigo c.)	8.03	3	0.04	C D
T5 EETP 800	FertiEstim + NPK	8.03	3	0.04	C D
T1 EET 575	Algas m. + NPK	7.90	3	0.04	D E
T6 EETP 800	NPK (Testigo c.)	7.83	3	0.04	D E
T2 EET 575	FertiEstim + NPK	7.73	3	0.04	E F
T3 EET 575	NPK (Testigo c.)	7.53	3	0.04	F
T7 Cacao Arriba	Algas m. + NPK	7.10	3	0.04	G
T8 Cacao Arriba	FertiEstim + NPK	6.93	3	0.04	G H
T9 Cacao Arriba	NPK (Testigo c.)	6.83	3	0.04	H

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0.05)

**Elaborado por: El Autor, 2026**

Tabla 17.

**Análisis de la Varianza Longitud de mazorca (cm)****Longitud de mazorca (cm)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud de mazorca (cm)	36	0.99	0.99	0.94

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	84.90	11	7.72	239.54	<0.0001
A_Cultivares	76.05	3	25.35	786.74	<0.0001
B_Fertilizantes	8.41	2	4.21	130.51	<0.0001
A_Cultivares*B_Fertilizant..	0.44	6	0.07	2.28	0.0699
Error	0.77	24	0.03		
Total	85.68	35			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.23343**

Error: 0.0322 gl: 24

A Cultivares	Medias	n	E.E.	
CCN 51	21.03	9	0.06	A
EETP 800	19.59	9	0.06	B
EET 575	18.33	9	0.06	C
Cacao Arriba	17.12	9	0.06	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0.05)

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18301**

Error: 0.0322 gl: 24

B Fertilizantes	Medias	n	E.E.	
Algas marinas + NPK	19.60	12	0.05	A
FertiEstim + NPK	19.04	12	0.05	B
NPK (Testigo convencional)..	18.42	12	0.05	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0.05)

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.52846**

Error: 0.0322 gl: 24

A Cultivares	B Fertilizantes	Medias	n	E.E.	
T10 CCN 51	Algas m. + NPK	21.77	3	0.10	A
T11 CCN 51	FertiEstim + NPK	21.10	3	0.10	B
T12 CCN 51	NPK (Testigo c.)	20.23	3	0.10	C
T4 EETP 800	Algas m. + NPK	20.23	3	0.10	C
T5 EETP 800	FertiEstim + NPK	19.63	3	0.10	D
T6 EETP 800	NPK (Testigo c.)	18.90	3	0.10	E
T1 EET 575	Algas m. + NPK	18.77	3	0.10	E F
T2 EET 575	FertiEstim + NPK	18.33	3	0.10	F G
T3 EET 575	NPK (Testigo c.)	17.90	3	0.10	G H
T7 Cacao Arriba	Algas m. + NPK	17.63	3	0.10	H
T8 Cacao Arriba	FertiEstim + NPK	17.10	3	0.10	I
T9 Cacao Arriba	NPK (Testigo c.)	16.63	3	0.10	I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0.05)

**Elaborado por: El Autor, 2026**

Tabla 18.

**Análisis de la Varianza Granos por mazorca (n)****Granos por mazorca (n)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Granos por mazorca (n)	36	0.99	0.98	1.79

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1006.97	11	91.54	183.09	<0.0001
A_Cultivares	923.64	3	307.88	615.76	<0.0001
B_Fertilizantes	80.72	2	40.36	80.72	<0.0001
A_Cult*B_Fert	2.61	6	0.44	0.87	0.5308
Error	12.00	24	0.50		
Total	1018.97	35			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.91954**

Error: 0.5000 gl: 24

A Cultivares	Medias	n	E.E.	
CCN 51	46.56	9	0.24	A
EETP 800	41.22	9	0.24	B
EET 575	37.33	9	0.24	C
Cacao Arriba	32.78	9	0.24	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0.05)

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.72090**

Error: 0.5000 gl: 24

B Fertilizantes	Medias	n	E.E.	
Algas marinas + NPK	41.33	12	0.20	A
FertiEstim + NPK	39.42	12	0.20	B
NPK (Testigo convencional)..	37.67	12	0.20	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0.05)

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.08171**

Error: 0.5000 gl: 24

A Cultivares	B Fertilizantes	Medias	n	E.E.	
T10 CCN 51	Algas m. + NPK	49.00	3	0.41	A
T11 CCN 51	FertiEstim + NPK	46.33	3	0.41	B
T12 CCN 51	NPK (Testigo c.)	44.33	3	0.41	B C
T4 EETP 800	Algas m. + NPK	43.00	3	0.41	C D
T5 EETP 800	FertiEstim + NPK	41.33	3	0.41	D E
T6 EETP 800	NPK (Testigo c.)	39.33	3	0.41	E F
T1 EET 575	Algas m. + NPK	39.00	3	0.41	F
T2 EET 575	FertiEstim + NPK	37.33	3	0.41	F G
T3 EET 575	NPK (Testigo c.)	35.67	3	0.41	G H
T7 Cacao Arriba	Algas m. + NPK	34.33	3	0.41	H I
T8 Cacao Arriba	FertiEstim + NPK	32.67	3	0.41	I J
T9 Cacao Arriba	NPK (Testigo c.)	31.33	3	0.41	J

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0.05)

**Elaborado por: El Autor, 2026**

Tabla 19.

**Análisis de la Varianza Peso de 100 granos (g)****Peso de 100 granos (g)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso de 100 granos (g)	36	0.98	0.98	0.74

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1307.56	11	118.87	125.86	<0.0001
A_Cultivares	1095.33	3	365.11	386.59	<0.0001
B_Fertilizantes	210.39	2	105.19	111.38	<0.0001
A_Cult*B_Fert	1.83	6	0.31	0.32	0.9181
Error	22.67	24	0.94		
Total	1330.22	35			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.26378**

Error: 0.9444 gl: 24

A Cultivares	Medias	n	E.E.	
CCN 51	138.22	9	0.32	A
Cacao Arriba	133.22	9	0.32	B
EETP 800	128.22	9	0.32	C
EET 575	123.44	9	0.32	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.99079**

Error: 0.9444 gl: 24

B Fertilizantes	Medias	n	E.E.	
Algas marinas + NPK	133.67	12	0.28	A
FertiEstim + NPK	130.92	12	0.28	B
NPK (Testigo convencional)..	127.75	12	0.28	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.86104**

Error: 0.9444 gl: 24

A Cultivares	B Fertilizantes	Medias	n	E.E.	
T10 CCN 51	Algas m. + NPK	141.00	3	0.56	A
T11 CCN 51	FertiEstim + NPK	138.33	3	0.56	A B
T7 Cacao Arriba	Algas m. + NPK	136.33	3	0.56	B C
T12 CCN 51	NPK (Testigo c.)	135.33	3	0.56	C D
T8 Cacao Arriba	FertiEstim + NPK	133.00	3	0.56	D E
T4 EETP 800	Algas m. + NPK	131.00	3	0.56	E F
T9 Cacao Arriba	NPK (Testigo c.)	130.33	3	0.56	E F
T5 EETP 800	FertiEstim + NPK	128.33	3	0.56	F G
T1 EET 575	Algas m. + NPK	126.33	3	0.56	G H
T6 EETP 800	NPK (Testigo c.)	125.33	3	0.56	H
T2 EET 575	FertiEstim + NPK	124.00	3	0.56	H
T3 EET 575	NPK (Testigo c.)	120.00	3	0.56	I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Elaborado por: El Autor, 2026**

Tabla 20.

**Análisis de la Varianza Rendimiento (kg/ha)****Rendimiento (kg/ha)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento (kg/ha)	36	1.00	0.99	1.82

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6432022.22	11	584729.29	613.71	<0.0001
A_Cultivares	6016333.33	3	2005444.44	2104.84	<0.0001
B_Fertilizantes	383272.22	2	191636.11	201.13	<0.0001
A_Cult*B_Fert	32416.67	6	5402.78	5.67	0.0009
Error	22866.67	24	952.78		
Total	6454888.89	35			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=40.14021**

Error: 952.7778 gl: 24

A Cultivares	Medias	n	E.E.	
CCN 51	2292.22	9	10.29	A
EETP 800	1752.22	9	10.29	B
EET 575	1582.22	9	10.29	C
Cacao Arriba	1151.11	9	10.29	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=31.46941**

Error: 952.7778 gl: 24

B Fertilizantes	Medias	n	E.E.	
Algas marinas + NPK	1817.50	12	8.91	A
FertiEstim + NPK	1700.83	12	8.91	B
NPK (Testigo convencional)..	1565.00	12	8.91	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=90.87224**

Error: 952.7778 gl: 24

A Cultivares	B Fertilizantes	Medias	n	E.E.	
T10 CCN 51	Algas m. + NPK	2476.67	3	17.82	A
T11 CCN 51	FertiEstim + NPK	2276.67	3	17.82	B
T12 CCN 51	NPK (Testigo c.)	2123.33	3	17.82	C
T4 EETP 800	Algas m. + NPK	1883.33	3	17.82	D
T5 EETP 800	FertiEstim + NPK	1763.33	3	17.82	E
T1 EET 575	Algas m. + NPK	1683.33	3	17.82	E F
T6 EETP 800	NPK (Testigo c.)	1610.00	3	17.82	F
T2 EET 575	FertiEstim + NPK	1600.00	3	17.82	F
T3 EET 575	NPK (Testigo c.)	1463.33	3	17.82	G
T7 Cacao Arriba	Algas m. + NPK	1226.67	3	17.82	H
T8 Cacao Arriba	FertiEstim + NPK	1163.33	3	17.82	H
T9 Cacao Arriba	NPK (Testigo c.)	1063.33	3	17.82	I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Elaborado por: El Autor, 2026**