



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EFECTO DE BIOESTIMULANTES FOLIARES EN LA
DINAMICA FLORAL Y SANIDAD DEL CULTIVO DE
CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN LA PROVINCIA DE
SANTA ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Autor: Melanie Johanna Yagual Marcillo

LA LIBERTAD, JUNIO 2025



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EFFECTO DE BIOESTIMULANTES FOLIARES EN LA
DINAMICA FLORAL Y SANIDAD DEL CULTIVO DE
CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN LA PROVINCIA DE
SANTA ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Autor/a: Melanie Johanna Yagual Marcillo

Tutor/a: Ing. Marlon Alexis Mena Montoya, Mgtr

LA LIBERTAD, 2025

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **MELANIE JOHANNA YAGUAL MARCILLO** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero/a Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 08/07/2025

Ing. Zoot. Verónica Andrade Yucailla,
Ph.D
DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Agr. Mercedes Pola Arzube
Mayorga, Mgtr
PROFESORA ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Agrop. Marlon Alexis Mena
Montoya, Mgtr
PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Agr. Nadia Rosaura Quevedo
Pinos, Ph.D
PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Com. Washington Vidal Perero
Vera, Mgtr
ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIO

AGRADECIMIENTOS

A veces, las palabras se tornan pequeñas para contener la vastedad de lo que uno siente. Hoy, desde lo más hondo de mi ser, deseo rendir homenaje a quienes han sido brújula, abrigo y sustento en este tránsito lleno de incertidumbres y revelaciones.

A mis padres, custodios de mis sueños más primitivos, que con amor silencioso y ternura incansable fueron cimiento y faro. En sus miradas encontré aliento cuando la senda se tornaba esquiva. Gracias por su temple, por su fe sembrada sin exigencias, por los desvelos ocultos tras sonrisas tranquilas. Son ustedes la razón íntima de cada paso logrado.

A mí misma, por haber permanecido. Por no haber desistido ante el vértigo de la duda ni ceder al peso de las noches densas. Me reconozco con afecto por haber resistido, por haber creído aun cuando todo parecía desvanecerse. En este logro hay cicatrices, pero también una dulzura serena: la de haberme encontrado en el proceso.

A mi prima Carolina, crecimos lado a lado, creando recuerdos que guardo con el alma, hoy doy un paso que anhelamos de pequeñas, y con todo mi corazón deseo que muy pronto tú también alcances esa meta que tanto mereces porque tu luz merece brillar alto, siempre.

A mi tutor Marlon Mena, mi sincero reconocimiento por haber sido más que un guía académico: un acompañante intelectual y humano en este sendero desafiante. Su orientación no se limitó a lo técnico, sino que fue un sostén sereno en momentos de inquietud, una presencia firme y a la vez cercana. Agradezco su mirada crítica pero constructiva, su disposición sin reservas y la confianza que depositó en mi criterio incluso cuando yo misma me encontraba en medio de la incertidumbre. Su influencia, discreta pero decisiva, queda grabada con aprecio en las páginas de este trabajo y en las fibras de mi formación.

A la empresa Mundo Verde, extendiendo una profunda gratitud por el respaldo brindado durante este proceso, su generoso aporte de insumos fue clave para materializar los objetivos de esta investigación, y su disposición para colaborar refleja un genuino compromiso con el desarrollo científico y agrícola. Gracias por ser parte activa de esta experiencia, por confiar en este trabajo y por sembrar, junto a mí, una semilla de conocimiento que hoy florece.

DEDICATORIA

Hoy, al cerrar este capítulo tan importante en mi vida, mi corazón se llena de gratitud. Agradezco, antes que todo, a Dios, quien ha sido mi roca firme, mi paz en medio de la tormenta y mi mayor fuente de esperanza. Cada paso que di en este camino estuvo sostenido por su gracia, y cada logro alcanzado fue el resultado de haber confiado en sus tiempos y promesas.

A mis padres, gracias por ser el ejemplo más puro de amor, esfuerzo y entrega. Por creer en mí incluso cuando el camino parecía incierto, por sostenerme con palabras sencillas que lo decían todo, y por ser la fuerza silenciosa detrás de cada avance. Este logro también les pertenece, porque sin su apoyo incondicional, no estaría donde hoy estoy.

A mis hermanos, mi motor constante. A Kevin, gracias por madrugar a mi lado, por estar siempre sin pedirlo, por cuidarme con acciones que solo el amor verdadero entiende. A mis hermanos menores, deseo que este paso les recuerde que soñar en grande es posible, y que, con trabajo, humildad y fe, todo puede lograrse. Que mi ejemplo sea una luz en su propio camino.

A mis abuelitos que partieron antes, su memoria es luz en mis días y fuerza en mis pasos; aunque ya no estén conmigo, su amor sigue vivo en lo que soy y en todo lo que hoy he logrado. A mi abuelita Juana por preocuparse por mí cada día, por preguntar cómo estoy incluso cuando no lo digo, por demostrarme tu amor en cada gesto, cada palabra, Eres una de las razones más puras por las que sigo creyendo en la bondad del mundo.

A Michael, que ha estado a mi lado durante gran parte de este recorrido, sin nunca dejarme sola y apoyándome en cada paso. Gracias por tu paciencia y por esperar con esperanza el momento de compartir juntos nuevos proyectos. Tu presencia ha sido un pilar fundamental y una fuente constante de aprendizaje. Valoro todo lo que me has enseñado, y espero con ilusión todo lo que aún construiremos juntos.

A mi suegra Kathy, una mujer de alma generosa y corazón inmenso. Gracias por recibirme siempre con afecto sincero y por tus palabras que abrazan, llevaré siempre tu luz en el corazón, guardando con gratitud el cariño y la paz que me brindas.

Hoy, al mirar atrás, solo puedo decir: valió la pena. Y todo fue posible porque confié en Dios, me sostuve y nunca dejé de soñar.

RESUMEN

El presente estudio evaluó el efecto de bioestimulantes foliares en la dinámica floral y la sanidad del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) 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 (moniliasis y pudrición de mazorca), 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. Las aplicaciones foliares se realizaron cada 20 días entre marzo y abril de 2025. 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. Se concluye que los bioestimulantes foliares representan una herramienta eficaz para incrementar la productividad, fortalecer la sanidad vegetal y promover prácticas agrícolas sostenibles, contribuyendo al desarrollo socioeconómico de los productores cacaoteros de Santa Elena.

Palabras clave: Agricultura sostenible, bioestimulantes foliares, floración, sanidad vegetal.

ABSTRACT

The present study evaluated the effect of foliar biostimulants on floral dynamics and the health of the cocoa crop (*Theobroma cacao* L.) at the Río Verde Support Center, Santa Elena province. The research arises from problems such as the low flowering rate, high floral abortion and the incidence of fungal diseases (moniliasis and ear rot), which limit the productivity and quality of cocoa. The use of foliar biostimulants was proposed as a sustainable alternative to improve reproductive development and reduce dependence on agrochemicals. A randomized full-block experimental design was applied with five treatments (control, silicon, calcium, silicon-calcium combination, and algae extract) and four replications. Foliar applications were made every 20 days between March and April 2025. Morphological (height, diameter), reproductive (flowering rate, number of open flowers, fruit set) and health (incidence and severity of diseases) variables were evaluated. The results showed that the use of algae extract and the combination of silicon and calcium significantly improved flowering and early fruit set, as well as reducing the incidence and severity of diseases compared to the control. It is concluded that foliar biostimulants represent an effective tool to increase productivity, strengthen plant health and promote sustainable agricultural practices, contributing to the socioeconomic development of cocoa producers in St. Helena.

Keywords: Sustainable agriculture, foliar biostimulants, flowering, plant health.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado **“EFECTO DE BIOESTIMULANTES FOLIARES EN LA DINAMICA FLORAL Y SANIDAD DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA”** y elaborado por **Melanie Johanna Yagual Marcillo**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".

Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
1.2 El cultivo de Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	5
1.2.1 Origen y distribución geográfica.....	5
1.2.2 Importancia económica y social del cacao en Ecuador.....	5
1.2.3 Requerimientos agroclimáticos del cacao.....	5
1.2.4 Fisiología y fenología del cacao.....	6
1.3 Dinámica floral del cacao	6
1.3.1 Anatomía y morfología floral del cacao	6
1.4 Fases del desarrollo floral	7
1.5 Factores que afectan la floración del cacao	7
1.5.1 Polinización y fecundación	7
1.5.2 Relación entre floración y productividad.....	8
1.6 Sanidad vegetal en el cultivo de cacao	8
1.6.1 Principales plagas que afectan al cacao	8
1.6.2 Principales enfermedades del cacao (fitopatógenos)	8
1.6.3 Interacción planta-patógeno y mecanismos de defensa del cacao	9
1.6.4 Prácticas de manejo fitosanitario sostenible	9
1.7 Bioestimulantes foliares	9
1.7.1 ¿Qué son los bioestimulantes?	9
1.7.2 Tipos de bioestimulantes foliares.....	10
1.8 Mecanismos de acción de los bioestimulantes en las plantas	11
1.8.1 Efecto sobre la fisiología vegetal	11
1.8.2 Influencia en la floración, fructificación y calidad del fruto.....	11
1.8.3 Inducción de tolerancia a estrés abiótico y biótico	12
1.9 Bioestimulantes en el cultivo de cacao	12
1.9.1 Efectos observados en floración y rendimiento	12
1.9.2 Bioestimulantes en el control de enfermedades.....	13
1.9.3 Resultados en diferentes regiones productoras	13
1.10 Aplicación y manejo de bioestimulantes foliares	14
1.10.1 Métodos de aplicación y dosis recomendadas	14
1.10.2 Compatibilidad con prácticas agronómicas	14
1.11 Uso de bioestimulantes para la sostenibilidad	15
1.11.1 Agricultura sostenible y bioeconomía	15
1.11.2 Innovaciones tecnológicas en bioestimulantes	15
1.11.3 Implementación de bioestimulantes en cacao; ventajas y desventajas	16
1.11.4 Investigaciones realizadas: Ecuador y América Latina	16
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	18
2.1 Caracterización del área	18
2.2 Materiales, equipos y reactivos	18
2.3 Tipo de investigación	19
2.4 Diseño de investigación	19
2.4.1 Diseño experimental	19
2.4.2 Tratamientos	19
3.5 Manejo del experimento	21
3.5.1 Plan de fertilización	21
3.5.2 Manejo fitosanitario	21

3.5.3 Frecuencia de riego	21
3.6 Parámetros evaluados	21
3.6.1 Morfológicos.....	21
3.7 Productivas.....	22
3.8 Sanitarios.....	22
3.9 Análisis estadístico de los resultados.....	23
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
3.1. Identificación del impacto de los bioestimulantes foliares en la tasa de floración en el cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Rio Verde.....	24
3.1.1. Altura de planta.....	24
3.1.2. Diámetro del tallo	25
3.1.3. Tasa de floración.....	27
3.2. Relación entre la aplicación de bioestimulantes foliares y el índice de prendimiento y cuajado de frutos iniciales en el cultivo de cacao.....	30
3.2.1. Porcentaje de prendimiento.....	30
3.2.2. Frutos iniciales	31
3.3. Influencia de los bioestimulantes foliares a base de silicio, carbonato de calcio junto con biofertilizantes basados en microorganismos naturales, en la incidencia y severidad de enfermedades en el cultivo de cacao.....	33
3.3.1. Incidencia de enfermedades (%).....	33
3.3.2. Severidad de enfermedades (%).....	35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
Conclusiones.....	37
Recomendaciones.....	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de bioestimulantes foliares y sus características (Mendoza, 2021).....	10
Tabla 2. Fuentes de variación del diseño de bloques completamente al azar	19
Tabla 3. Descripción de los tratamientos del experimento.....	20
Tabla 4. Escala de daño causada por moniliasis en el cacao (Pilaloea <i>et al.</i> , 2021).	23
Tabla 5. Altura de planta (m) con el uso de bioestimulantes foliares en la tasa de floración en el cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Rio Verde.....	25
Tabla 6. Diámetro del tallo (cm) con el uso de bioestimulantes foliares en la tasa de floración en el cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Rio Verde.....	26
Tabla 7. Tasa de Floración con el uso de bioestimulantes foliares en la tasa de floración en el cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Rio Verde.....	28
Tabla 8. Número de flores abiertas con el uso de bioestimulantes foliares en la tasa de floración en el cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Rio Verde	30
Tabla 9. Índice de prendimiento (flores cuajadas) con el uso de bioestimulantes foliares en la tasa de floración en el cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Rio Verde	31
Tabla 10. Índice de promedio de frutos iniciales con el uso de bioestimulantes foliares en la tasa de floración en el cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Rio Verde.	33
Tabla 11. Incidencia de enfermedades con el uso de bioestimulantes foliares en la tasa de floración en el cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Rio Verde	35
Tabla 12. Enfermedad de severidad con el uso de bioestimulantes foliares en la tasa de floración en el cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Rio Verde	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación general del estudio: Centro de apoyo rio verde (Alvarado, 2023).....	18
Figura 2. Divisiones del diseño de bloques completamente al azar	20

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1A. Recolección Poda.....	48
Figura 2A. Recolección Preparación de productos.....	48
Figura 3A. Vertiendo mezcla en bomba manual.....	48
Figura 4A. Aplicación foliar a cada tratamiento.....	48
Figura 5A. Producto ya aplicado.....	48
Figura 6A. Cojinetes forales.....	48
Figura 7A. Flores por cojinetes.....	48
Figura 8A. Flores abiertas.....	48
Figura 9A. Fruto cuajado.....	48
Figura 10A. Mazorcas iniciales.....	49
Figura 11A. Escoba de bruja.....	49
Figura 12A. Monilia.....	49
Figura 13A. Enfermedad Phytophthora.....	49

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) como cultivo posee una importancia de gran peso a nivel mundial, especialmente en regiones tropicales donde las condiciones climáticas favorecen su desarrollo, se origina en América del Sur, aunque en la actualidad su producción se centra principalmente en África Occidental, allí se encuentra más del 70% de la producción global, también se cultiva en América Latina específicamente en Brasil, Ecuador, Perú y Colombia, así como en Asia, en países como Indonesia y Filipinas (Delgado, 2020).

El cacao como conocimiento general es considerada la materia prima esencial para la elaboración del chocolate y otros derivados alimenticios, además de servir en industrias como: la cosmética y la farmacéutica por sus grandes propiedades antioxidantes y su gran contenido de compuestos bioactivos, la venta de cacao se presenta como una fuente importante de los ingresos para la comunidad de agricultores, consolidándose como un motor económico importante para los lugares donde se produce (Ronquillo, 2021).

Ecuador según registros, se encuentra como el principal exportador mundial de cacao fino de aroma, pues su aporte va desde aproximaciones al 4% de la producción mundial, en 2023, el país produjo 379584 toneladas, cultivadas dentro de una superficie de 516629 hectáreas, con un rendimiento promedio de 0.73 toneladas por hectárea, entre las provincias de Los Ríos, Manabí y Esmeraldas lideraron la producción nacional con sus cosechas de 97471, 71754 y 58965 toneladas respectivamente (Taco, 2023).

La productividad de este cultivo se encuentra afectada por varios indicadores como el clima y su variedad, la baja disponibilidad de nutrientes en el suelo y por las enfermedades y plagas y su manera de incidir en el cultivo, como prioridades están la implementación de estrategias agrícolas innovadoras donde se promueva la mejora del desarrollo floral y la sanidad del cultivo, además de la sostenibilidad y rentabilidad del sector cacaotero (Rodríguez, 2022).

Dentro del tema de la dinámica floral, los procedimientos de mejorar este proceso son determinantes para el rendimiento del cacao, ya que la floración en el cacao resulta a veces tener complejidad y depende de actividades interactivas entre factores genéticos, ambientales y de manejo, es solo un pequeño porcentaje que logra desarrollarse hasta la fase

de fruto maduro por la alta tasa de aborto floral y la baja tasa de prendimiento (Cambisaca, 2023).

Dentro de las búsquedas por soluciones que mejoren la eficiencia del proceso de reproducción, debido a esto es la indagación de los bioestimulantes foliares y su uso dentro del cultivo de cacao, como alternativa para aumentar la tasa de floración y el cuajado de frutos, además de tener funciones importantes en la agricultura actual pues es su capacidad para mejorar el metabolismo de las plantas, estimular la síntesis de fitohormonas y ayudar al cultivo a que tolere mejor el estrés abiótico y biótico (Rodríguez, 2023).

La sanidad del cacao se encuentra en amenaza constante por diversos factores, entre ellos las enfermedades tales como la moniliasis y la pudrición de mazorca, que son causadas por *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora* spp., frente a esta adversidad las estrategias de manejo integrado donde se incluyen bioestimulantes a base de silicio, carbonato de calcio y biofertilizantes con microorganismos benéficos demuestran ser eficientes para ayudar a fortalecer defensas naturales del cultivo (Pajuelo, 2024).

En base a esto con la presente investigación se tiene como propósito evaluar el efecto de bioestimulantes foliares en la dinámica floral y sanidad del cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Río Verde de la provincia de Santa Elena, donde se analizará el impacto de su aplicación en la tasa de floración, el prendimiento y cuajado de frutos iniciales, así como su influencia en la incidencia y severidad de enfermedades, el estudio permitirá generar conocimientos científicos y técnicos sobre el uso de bioestimulantes en el cacao.

Problema Científico

El cultivo de cacao en la provincia de Santa Elena enfrenta múltiples desafíos que afectan su rendimiento y calidad, principalmente debido a la baja tasa de floración y al impacto de diversas enfermedades, razones por lo que nace la siguiente interrogante:

¿Cuál es el efecto de la aplicación de bioestimulantes foliares en la dinámica floral y la sanidad del cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Río Verde de la provincia de Santa Elena?

Justificación

La presente investigación aborda dos aspectos esenciales en la producción de cacao: la dinámica floral y la sanidad del cultivo, al apuntar a la baja tasa de floración y prendimiento de frutos, junto con la incidencia de enfermedades, ambas problemáticas describen factores limitantes para la eficiencia y rendimiento de los productores, el estudio de bioestimulantes foliares como un sustitutivo para mejorar estos aspectos agregan interés a la investigación científica, ya que su aplicación podría crear beneficios significativos en la producción, disminución de pérdidas y sostenibilidad ambiental y el discernimiento generado permitirá a los agricultores de Santa Elena contar con herramientas basadas en certeza científica para perfeccionar el manejo de sus cultivos, reduciendo el uso de agroquímicos habituales en el cacao y promoviendo prácticas agrícolas más defendibles.

Desde el enfoque técnico y científico, la investigación contribuirá al avance en el conocimiento sobre el uso de bioestimulantes en el cultivo de cacao de la provincia de Santa Elena, pues se brindará información clave sobre su efectividad en las condiciones agroecológicas, con esto no solo se beneficiará a los productores locales, sino que también podría aportar en otras regiones cacaoteras.

En aspectos sociales y económicos la investigación contribuye en el fortalecimiento de la producción sostenible del cacao, cultivo que representa una fuente de ingreso vital para muchas familias agricultoras en la provincia de Santa Elena, con el evaluar el efecto de bioestimulantes foliares en la dinámica floral y la sanidad del cultivo, se promueve el uso de tecnologías agrícolas más eficientes y amigables con el ambiente, mostrándose en un aumento del rendimiento y calidad del producto, generando mayores oportunidades de comercialización tanto a nivel nacional como internacional, con esta mejora productiva no solo se impulsa la economía local, sino que también se promueve el bienestar de las comunidades rurales al reducir su dependencia de agroquímicos costosos y fomentar prácticas más resilientes y sostenibles.

Objetivos

1.1.1 Objetivo General:

Evaluar el efecto de bioestimulantes foliares en la dinámica floral y sanidad del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Centro de Apoyo Río Verde de la Provincia de Santa Elena.

1.1.2 Objetivos Específicos:

1. Identificar el impacto de los bioestimulantes foliares en la tasa de floración en el cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Río Verde.
2. Analizar la relación entre la aplicación de bioestimulantes foliares y el índice de prendimiento y cuajado de frutos iniciales en el cultivo de cacao.
3. Determinar la influencia de los bioestimulantes foliares a base de silicio, carbonato de calcio junto con biofertilizantes basados en microorganismos naturales, en la incidencia y severidad de enfermedades en el cultivo de cacao.

Hipótesis

La aplicación de bioestimulantes foliares en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Centro de Apoyo Río Verde de la provincia de Santa Elena mejorará la dinámica floral y reduce la incidencia y severidad de enfermedades, contribuyendo a un incremento en la productividad y sanidad del cultivo.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.2 El cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.)

1.2.1 Origen y distribución geográfica

El cacao (*Theobroma cacao* L.) tiene su arranque en la cuenca del Amazonas y en las zonas tropicales de América del Sur, donde fue desarrollado por antiguas civilizaciones como los mayas y los aztecas. En la actualidad, su organización geográfica abarca principalmente el cinturón ecuatorial, con una existencia significativa en África Occidental, América Latina y el sudeste asiático, regiones que presentan las condiciones climáticas ideales para su progreso (Pérez, 2021).

Actualmente, más del 70 % de la producción mundial de cacao se concentra en África Occidental, siendo Costa de Marfil y Ghana los principales productores a nivel global. En América Latina, países como Ecuador, Colombia, Brasil y Perú albergan una amplia diversidad genética de esta planta, lo cual representa un elemento clave para su preservación y para futuros programas de mejoramiento genético (Chang, 2021).

1.2.2 Importancia económica y social del cacao en Ecuador

En Ecuador, el cacao plasma una de las principales fuentes de acceso del sector agrícola, ocupando el tercer lugar entre los productos no petroleros más importados. Sus ventas exceden los 3.600 millones de dólares al año, produciendo empleo y sustento para más de medio millón de ecuatorianos, en su mayoría pequeños y medianos agricultores que viven en zonas rurales del país (García, 2021).

Desde el punto de vista social, el cultivo de cacao ejerce un papel fundamental en las comunidades agrícolas, ya que se sitúa como una de las labores más productivas, ayudando a embestir la pobreza y reforzando las economías familiares. Ecuador se distingue a nivel internacional por su producción de cacao fino de aroma, muy apreciado por su calidad sensorial, lo que lo convierte en un país líder en la cadena de valor del chocolate (Plasencia, 2022).

1.2.3 Requerimientos agroclimáticos del cacao

El cacao, al tratarse de una planta de origen tropical, necesita condiciones ambientales muy precisas para lograr un buen rendimiento. Entre estas se encuentran una

temperatura media anual que oscile entre los 24 y 28 °C, altos niveles de humedad relativa (superiores al 70 %) y lluvias bien distribuidas a lo largo del año, con un rango de entre 1500 y 2500 mm anuales. Si se cumplen estos criterios, es posible conseguir una producción competente y saludable. Además de eso, el cultivo necesita sombra parcial y suelos con buen drenaje, ricos en materia orgánica, ya que estos componentes son fundamentales para que las plantas crezcan resistentes y robustas (Garay, 2024).

Asimismo, el cacao es específicamente receptivo a condiciones climáticas extremas. La comparecencia de sequías extensas o saturación de agua puede damnificar significativamente su floración y producción. Por eso, se recomienda cultivarlo en altitudes que se encuentren entre los 0 y 1200 metros sobre el nivel del mar. También es crucial seleccionar zonas con un bajo riesgo de heladas o vientos intensos, ya que estos elementos pueden alterar su desarrollo. Un ambiente estable y adecuado favorece un entorno fisiológico que permite al cultivo alcanzar una producción rentable (Zambrano, 2023).

1.2.4 Fisiología y fenología del cacao

La fisiología del cacao está perceptible por un metabolismo tenaz en climas tropicales, donde se conservan activos procedimientos como la fotosíntesis, la transpiración y la absorción de nutrientes. Esta especie cuenta con un método de raíces profundas, lo cual le concede explorar capas inferiores del suelo y emplear de manera óptima tanto el agua como los nutrientes existentes. Por otro lado, sus hojas están adecuadas para apreciar la luz solar incluso en situaciones de sombra, lo que les compensa una ventaja representativa en ambientes densamente vegetados (Duarte, 2025).

Desde la perspectiva fenológica, el cacao tiene la amplitud de florecer y fructificar a lo largo de todo el año, siempre que se localice en un ámbito con condiciones convenientes que no impidan su desarrollo. Las fases de su ciclo fenológico abarcan la brotación, floración, cuajado, desarrollo y maduración del fruto. Cada una de estas etapas está influenciada tanto por elementos climáticos como fisiológicos (Ramírez, 2023).

1.3 Dinámica floral del cacao

1.3.1 Anatomía y morfología floral del cacao

Las flores del cacao se caracterizan por su tamaño reducido, son hermafroditas y brotan directamente del tronco y de las ramas principales, en un fenómeno conocido como

caulifloría. Están formadas por cinco sépalos, cinco pétalos que presentan espolones, cinco estambres funcionales y un ovario súpero dividido en cinco lóculos, cada uno de ellos con varios óvulos. Esta estructura floral está adaptada para ayudar la polinización cruzada; sin embargo, debido a su pequeño tamaño y al corto tiempo que permanecen activas en la planta, solo un pequeño porcentaje de las flores logra transformarse en fruto (Rincón, 2021).

1.4 Fases del desarrollo floral

El proceso de desarrollo floral del cacao se divide en varias etapas: iniciación floral, formación de los órganos florales, maduración de las estructuras y apertura o antesis. Cada una de estas fases está influenciada por factores internos como las hormonas vegetales y por elementos externos como la luz y la temperatura. Estas etapas pueden extenderse entre 15 y 20 días, dependiendo de las condiciones del entorno. La antesis expresa el momento más interesante para la fecundación, y un empleo adecuado del cultivo durante estos aspectos permite regenerar la cantidad y calidad de flores funcionales (Ríos, 2023).

1.5 Factores que afectan la floración del cacao

Los agentes que afectan la floración del cacao son:

- ❖ La temperatura
- ❖ La humedad relativa
- ❖ La disponibilidad de luz
- ❖ El fotoperiodo

Cuando estas condiciones cambian de manera brusca, pueden producir estrés en la planta, aminorando su capacidad para producir flores de manera verdadera. Además, la nutrición mineral se vuelve esencial para este proceso, siendo nutrientes como el fósforo, el potasio y el boro exclusivamente importantes para el desarrollo floral. Del mismo modo, prácticas apropiadas de manejo agrícola, como la poda o el uso de bioestimulantes, pueden potenciar la floración dentro de sistemas agroforestales sostenibles (Cañarte, 2021).

1.5.1 Polinización y fecundación

La polinización en el cacao es llevada a cabo principalmente por insectos diminutos, especialmente del género *Forcipomyia*, pertenecientes al orden de los dípteros, sin embargo, debido a la complejidad estructural de sus flores, este proceso enfrenta muchas dificultades, lo que da lugar a tasas de polinización natural inferiores al 5 %, la fecundación ocurre cuando

el polen germina y alcanza los óvulos dentro del ovario y factores como la compatibilidad genética entre plantas, la viabilidad del polen y las condiciones ambientales durante la antesis son determinantes para el éxito reproductivo del cultivo (Montero, 2022).

1.5.2 Relación entre floración y productividad

La floración del cacao guarda una estrecha conexión con su nivel de productividad, ya que únicamente una mínima porción de flores logra convertirse en fruto. Por ello, incrementar la cantidad de flores funcionales mejora significativamente las oportunidades de obtener mayores volúmenes de cosecha. Para lograr esto, se recomienda aplicar prácticas agronómicas que favorezcan la floración, como el uso de bioestimulantes foliares y una adecuada nutrición del cultivo. Además, cuando la floración es sincronizada, se facilita tanto la recolección de los frutos como las tareas de control fitosanitario (Villon, 2017).

1.6 Sanidad vegetal en el cultivo de cacao

1.6.1 Principales plagas que afectan al cacao

Entre las plagas más importantes del cacao se destacan:

- ❖ El chinche mirid (*Helopeltis* spp.)
- ❖ El barrenador del brote (*Conopomorpha cramerella*)
- ❖ El picudo del fruto (*Carpophilus* spp.).

Estos insectos provocan daños en hojas, brotes y frutos, afectando directamente el rendimiento y disminuyendo la calidad del cultivo, la aparición de estas plagas esta variada de acuerdo a la región y al tipo de manejo agrícola que se aplique, dentro del tema de combatirlas se recomienda un control integrado donde se incluyan técnicas culturales, el uso de organismos benéficos y la aplicación de productos químicos de manera responsable con objetivo de reducir pérdidas económicas y los impactos negativos sobre el ecosistema (López, 2022).

1.6.2 Principales enfermedades del cacao (fitopatógenos)

Las enfermedades más importantes que destacan dentro del cacao son:

- ❖ La moniliasis (*Moniliophthora roreri*)
- ❖ La pudrición parda de mazorca (*Phytophthora palmivora*)

Estas enfermedades atacan directamente a los frutos en formación y provocan grandes pérdidas dentro de la producción, los hongos encuentran condiciones favorables para su propagación en ambientes cálidos y con alta humedad, sin embargo, con un monitoreo constante, el uso de variedades más resistentes y la aplicación de medidas preventivas como la recolección oportuna de frutos infectados y que se incluyan agentes biológicos se puede reducir la incidencia de estas enfermedades (Solís, 2021).

1.6.3 Interacción planta-patógeno y mecanismos de defensa del cacao

La relación entre el cacao y los organismos patógenos se rige por un proceso de reconocimiento entre las barreras naturales de la planta y las estrategias de infección del patógeno. Este vínculo desencadena una serie de defensas, como la síntesis de fitoalexinas o el refuerzo de las paredes celulares. El cacao cuenta con mecanismos de protección tanto físicos como bioquímicos, entre ellos la producción de compuestos fenólicos y enzimas antioxidantes. Estudios recientes han resaltado la importancia del silicio y los bioestimulantes en la activación de respuestas de defensa inducida, fortaleciendo la resistencia general de la planta (Rodríguez, 2024).

1.6.4 Prácticas de manejo fitosanitario sostenible

Para una sanidad vegetal sostenible en el cacao se recomienda aplicar técnicas culturales, biológicas y el uso moderado de insumos químicos, entre las prácticas más comunes que dan buenos resultados se encuentran la poda sanitaria, la regulación de la sombra, la utilización de extractos naturales y microorganismos benéficos como *Trichoderma spp*, además, la detección a tiempo de las enfermedades permite ejecutar acciones que eviten que la producción se vea afectada y sea óptima promoviendo una agricultura que para el medio ambiente sea amigable y pueda disminuir la dependencia de agroquímicos (Mamani, 2024).

1.7 Bioestimulantes foliares

1.7.1 ¿Qué son los bioestimulantes?

Son insumos elaborados de compuestos orgánicos o microorganismos que al aplicarse directamente sobre las plantas o en el suelo activan procesos fisiológicos importantes como el desarrollo radicular, una absorción de nutrientes más eficiente y una mayor resistencia al estrés ambiental, es importante señalar que no reemplazan a los fertilizantes ni a los pesticidas, pero sí potencian su acción, influyen en el metabolismo

primario y secundario de la planta, aumentando la eficiencia fotosintética, la actividad hormonal y la división celular; dentro de la agricultura sostenible indican ser una herramienta valiosa por tener un índice bajo de impacto ecológico y su capacidad de mejorar el rendimiento en el cacao (López, 2024).

1.7.2 Tipos de bioestimulantes foliares

Los bioestimulantes se clasifican de acuerdo con su composición y fuente de origen, en este grupo se incluyen microorganismos beneficiosos como bacterias fijadoras de nitrógeno y ciertos tipos de hongos, así como extractos orgánicos que contienen aminoácidos, algas marinas, ácidos húmicos y fúlvicos.

Cada tipo tiene efectos específicos sobre las plantas, detallados a continuación en la Tabla 1, donde se muestran características de cada uno de los tipos de bioestimulantes:

Tabla 1. Tipos de bioestimulantes foliares y sus características (Mendoza, 2021).

Bioestimulante	Características
Foliares	
Bioestimulantes Microbianos	<p>Contienen microorganismos vivos como <i>Bacillus spp.</i>, <i>Pseudomonas spp.</i> y hongos como Trichoderma, que promueven el crecimiento vegetal.</p> <p>Estimulando la defensa de la planta y mejoran la estructura del suelo. En el cultivo de cacao mejora la sanidad y la productividad.</p> <p>Se derivan de fuentes vegetales o animales mediante hidrólisis.</p>
Aminoácidos Y Péptidos	<p>Su aplicación foliar activa rutas metabólicas relacionadas con la síntesis de proteínas, regulando el crecimiento y la respuesta a factores de estrés abiótico.</p> <p>En cacao favorecen la floración y el cuajado de frutos y fortalecen los mecanismos de defensa frente a enfermedades fúngicas comunes.</p>
Extractos De Algas Y Compuestos Orgánicos	<p>Son ricos en fitohormonas, polisacáridos y antioxidantes. estimulan el desarrollo radicular, la floración y la tolerancia a condiciones adversas como salinidad y estrés hídrico. Su aplicación en cacao genera un efecto positivo en la dinámica floral, mejora la calidad y</p>

cantidad de flores y fortalece la resistencia de la planta frente a enfermedades.

Son compuestos orgánicos derivados de la descomposición de materia orgánica.

Ácidos		Mejoran la estructura del suelo, estimulan la actividad microbiana
Húmicos	Y	benéfica y facilitan la absorción de nutrientes esenciales.
Fúlvicos		Aplicados foliarmente, actúan como quelantes naturales, promoviendo la absorción de micronutrientes como hierro y zinc. En cacao mejora el crecimiento vegetativo, floración y sanidad del cultivo, fortalece a la planta frente a condiciones de estrés.

1.8 Mecanismos de acción de los bioestimulantes en las plantas

1.8.1 Efecto sobre la fisiología vegetal

Los bioestimulantes foliares tienen un impacto positivo en la fisiología de las plantas pues son los encargados de activar funciones como: la fotosíntesis, respiración celular y asimilación de nutrientes, los compuestos como los aminoácidos, extractos de algas y ácidos húmicos actúan directamente en las estomas y la integridad de las membranas celulares, para realizar un metabolismo más eficiente, esta acción indica un mayor crecimiento vegetativo además de significar buena actividad enzimática, generando un ambiente intracelular con buena dinámica y tolerancia en condiciones adversas (Espinosa, 2020).

Poseen influencia de manera positiva en la señalización hormonal dentro de la planta, especialmente en la síntesis y regulación de fitohormonas como auxinas, giberelinas y citoquininas, y estimula el transporte de nutrientes y dirige el desarrollo de estructuras vegetativas y reproductivas, en el cacao los efectos se reflejan en aumento de fotosíntesis, expansión foliar y un sistema radicular más robusto, causando impacto directo en el rendimiento y la productividad (Rubio, 2023).

1.8.2 Influencia en la floración, fructificación y calidad del fruto

Los bioestimulantes foliares aportan a actividades como el proceso de floración en el cacao, pues son encargados de la activación de rutas metabólicas que estimulan la formación de órganos reproductivos, en la aplicación de sustancias bioactivas tales como extractos de algas y aminoácidos mejora la transición del estado vegetativo al reproductivo, incrementando también la sincronización y la cantidad de flores funcionales, que son

importantes en este cultivo, donde el rendimiento final depende de que este proceso sea llevado a cabo con éxito durante esta etapa (Anchundia, 2015).

En la etapa de fructificación, estos productos aumentan el número de frutos cuajados, también mejoran características como el tamaño, el peso y la concentración de sólidos en los frutos, dentro del nivel fisiológico los efectos se relacionan con un transporte mejorado de foto asimilados hacia las estructuras reproductivas, acompañado de una aceleración en el ritmo de división celular, además de presenciar una rebaja dentro de los desórdenes fisiológicos, lo que aporta una cosecha de gran productividad de calidad (Giron, 2019).

1.8.3 Inducción de tolerancia a estrés abiótico y biótico

Entre los mecanismos que indican los bioestimulantes, el que más destaca es su capacidad de inducir tolerancia a estrés abiótico como la sequía, salinidad o temperaturas extremas, esta tolerancia se obtiene a través de la activación de genes asociados al estrés y la acumulación de compuestos osmoprotectores como la prolina y la glicina-betaína, lo que permite que las plantas puedan mantener su actividad metabólica bajo condiciones que no le favorecen, en el cacao esta propiedad aporta buenos resultados, lo que la convierte en esencial en zonas con limitaciones hídricas o donde se expone a varios cambios climáticos (Hernández, 2022).

Dentro del estrés biótico los bioestimulantes actúan como agentes inductores de mecanismos de defensa como la resistencia sistémica adquirida (SAR) y la resistencia inducida (IR), que refuerzan la respuesta ante plagas y enfermedades, las sustancias como el silicio y los extractos de origen microbiano indican la síntesis de fitoalexinas, enzimas de acción lítica y estructuras de defensa física, acortando la invasión de organismos patógenos, la acción dual en estreses abióticos y bióticos transforma los bioestimulantes en una herramienta importante dentro de los sistemas de producción agrícola (Beleño, 2022).

1.9 Bioestimulantes en el cultivo de cacao

1.9.1 Efectos observados en floración y rendimiento

La evidencia científica registrada confirma que la aplicación de bioestimulantes foliares en el cacao aumenta en grandes porcentajes la floración, el cuajado de frutos y el rendimiento por planta, las investigaciones realizadas dentro de las regiones tropicales latinoamericanas destacan que productos formulados con aminoácidos, extractos de algas y

microorganismos benéficos ayudan a la planta y a su formación de botones florales y reducen el aborto de flores (Torres, 2024).

En sistemas agroforestales las investigaciones registran en sus resultados aumentos del 15% al 30 % en la cosecha de mazorcas después de haber aplicado los bioestimulantes foliares, especialmente durante la etapa reproductiva del cultivo, la mejora en la actividad fotosintética, el control del estrés fisiológico y la promoción del desarrollo vegetativo abren paso a la planta de dirigir sus recursos al crecimiento y maduración del fruto (Morejón, 2023).

1.9.2 Bioestimulantes en el control de enfermedades

Los bioestimulantes foliares disminuyen la incidencia de enfermedades en el cacao mediante mecanismos indirectos, la aplicación de silicio, extractos vegetales y bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) demuestran ser potenciadores de la resistencia natural del cultivo ante patógenos como *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora* spp. Los productos aportan el fortalecimiento de la pared celular y estimulan la producción de metabolitos antimicrobianos, además de mejorar la parte inmune del cultivo (Escobar, 2025).

A diferencia de los fungicidas comunes, los bioestimulantes fortalecen las defensas naturales de la planta creando un ecosistema menos vulnerable para el desarrollo de enfermedades, lo que permite reducir la dependencia de productos químicos sintéticos, disminuir la acumulación de residuos tóxicos y mantener la biodiversidad microbiana del agroecosistema, es por estas razones que su uso es promovido como parte esencial de una gestión integrada de cultivos en cacao (López, 2021).

1.9.3 Resultados en diferentes regiones productoras

Los efectos positivos de los bioestimulantes han sido respaldados por estudios realizados en diversos países productores de cacao como Colombia, Perú, Brasil, Ghana y Costa de Marfil, dentro de estas zonas se ha comprobado un incremento en la eficiencia de la floración, una disminución en el aborto de flores y un fortalecimiento general del estado fitosanitario, sobre todo cuando su aplicación se complementa con técnicas agronómicas adecuadas, la evidencia registrada sugiere que estos productos ofrecen resultados consistentes en distintos tipos de suelos, climas y sistemas de cultivo (Ardisana, 2020).

En África Occidental la cual es considerada como la principal zona cacaotera del mundo, se ha documentado que los bioestimulantes orgánicos elaborados a partir de extractos de algas y silicio han contribuido a mejorar la resistencia de las plantas frente al estrés por sequía, además de reducir la presencia de enfermedades en las hojas, por otro lado en América Latina los ensayos piloto han evidenciado aumentos en el rendimiento del cultivo sin afectar las características sensoriales del grano, confirmando la acción de los bioestimulantes en el fortalecimiento del sector cacaotero a escala internacional (Valverde, 2020).

1.10 Aplicación y manejo de bioestimulantes foliares

1.10.1 Métodos de aplicación y dosis recomendadas

La utilización de bioestimulantes foliares se da principalmente mediante aspersiones dirigidas directamente al follaje lo cual permite una absorción rápida de los principios activo, este procedimiento causa una reacción inmediata en la planta, dado que los nutrientes y fitohormonas que contienen pueden ser absorbidos con facilidad a través de la cutícula y los estomas y que los resultados sean buenos va a depender de la hora del día en que se realiza, las condiciones ambientales (temperatura, humedad) y el tipo específico de formulación del bioestimulante, por esta razón es sugerido efectuar las aplicaciones en las primeras horas del día o al atardecer con el objetivo de reducir la degradación por exposición solar (Quintero, 2018).

Las cantidades recomendadas varían según la clase de bioestimulante empleado y la etapa de desarrollo del cultivo de cacao, por ejemplo: los productos formulados con extractos de algas o aminoácidos suelen aplicarse en dosis de entre 1 y 3 mililitros por litro de agua, pero aquellos que contienen en su composición microorganismos requieren concentraciones mayores para garantizar una colonización buena, la periodicidad también cambia siendo usual realizar de dos a cuatro aplicaciones durante el ciclo de crecimiento (Perez, 2018).

1.10.2 Compatibilidad con prácticas agronómicas

La incorporación de bioestimulantes foliares debe formar parte de un manejo agronómico sostenible y ser compatible con otras prácticas empleadas dentro del cultivo, su uso puede combinarse con fertilizantes minerales, agroquímicos siempre que se respeten las actividades de interacción química y biológica entre los insumos, es un ejemplo la mezcla con pesticidas que debe realizarse con cuidado para evitar la inactivación de los principios

activos o impactos negativos sobre los microorganismos benéficos presentes en el sistema (Sánchez, 2019).

Los bioestimulantes suelen ser potenciadores de los beneficios de métodos como la fertilización vía foliar o la incorporación de micronutrientes, al favorecer la absorción y distribución de estos compuestos dentro de la planta, actúan de forma sinérgica con bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR), que sirve de ayuda para fortalecer el sistema agrícola y mejorar su capacidad de respuesta frente a factores de estrés ambiental, incrementando así la resiliencia del cultivo (Aragone, 2024).

1.11 Uso de bioestimulantes para la sostenibilidad

1.11.1 Agricultura sostenible y bioeconomía

La aplicación de bioestimulantes en el cultivo de cacao enfoca a la producción a ser sostenible, al reducir la dependencia de agroquímicos sintéticos y aportando que la productividad sea a través de mecanismos naturales, además de que contribuyen a conservar la vitalidad del suelo y mantener su riqueza biológica, pues favorecen la protección de la biodiversidad y mitigan los impactos del cambio climático al integrarse en modelos de bioeconomía que impulsan el uso eficiente de recursos biológicos renovables (Espinoza, 2024).

Al emplear estos productos también se cumple con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente en lo que respecta a la seguridad alimentaria, la producción responsable y la acción climática, es en el cacao que su inclusión mejora el rendimiento del cultivo y se posiciona como una gran herramienta para conseguir certificaciones relacionadas con prácticas sostenibles, dando paso a oportunidades de sumergirse en mercados que valoran productos con bajo impacto ambiental y comprometidos con la sostenibilidad (Tirado 2023).

1.11.2 Innovaciones tecnológicas en bioestimulantes

Los avances en biotecnología han permitido el desarrollo de bioestimulantes de nueva generación, caracterizados por formulaciones más especializadas y una mayor eficiencia en su uso, las tecnologías como la encapsulación de ingredientes bioactivos, integración de consorcios microbianos y el diseño de compuestos que dan replica a la acción de fitohormonas logran ser una respuesta más dirigida y sostenida en las plantas,

paralelamente la investigación en genómica vegetal proporciona información clave en base a cómo estos productos influyen en la expresión de genes, lo que posibilita la creación de formulaciones ajustadas a las condiciones de cada cultivo o bien su zona geográfica (Sanhueza, 2021).

Actualmente utilizados poseen mecanismos múltiples que actúan de forma simultánea en la floración, la resistencia a patógenos y la mejora en la calidad de los frutos, estas herramientas muestran un salto cualitativo en el manejo técnico del cultivo dando soluciones de alto valor para combatir los diferentes desafíos ambientales y las amenazas biológicas en los sistemas de producción (Horche, 2019).

1.11.3 Implementación de bioestimulantes en cacao; ventajas y desventajas

Aunque la incorporación de bioestimulantes en el cultivo de cacao ofrece un gran potencial para mejorar la producción, aún enfrenta diversos obstáculos entre los principales desafíos se encuentran la ausencia de normativas específicas, escasez de productos adecuados para ambientes tropicales y el conocimiento limitado por parte de los productores sobre su uso, la variabilidad en los resultados esta influenciada por condiciones edafoclimáticas lo que puede generar dudas que dificulten su aplicación (Torres, 2019).

La creciente demanda de productos agrícolas sostenibles y el interés del consumidor por alimentos orgánicos producidos de forma rentable y sostenible, la capacitación técnica, la investigación local y el desarrollo de bioestimulantes formulados específicamente para cacao resultan fundamentales para superar estos desafíos, la colaboración entre instituciones académicas, empresas y organizaciones de productores podría impulsar significativamente la implementación de los insumos en el manejo del cacao en la provincia de Santa Elena y otras regiones productoras (Damiano, 2021).

1.11.4 Investigaciones realizadas: Ecuador y América Latina

García (2019), en su estudio sobre la dinámica floral del cacao en el sur de la provincia del Guayas muestra que la aplicación de bioestimulantes basados en silicio, calcio y boro influye positivamente en la producción de flores y frutos.

En Ecuador instituciones como el INIAP han desarrollado investigaciones en parcelas experimentales de cacao en provincias como Guayas, Manabí y Los Ríos donde estos estudios reportan y registran incrementos en la floración, reducción en la caída de flores y

frutos y una disminución en la incidencia de enfermedades como la moniliasis y la pudrición de mazorca (Rivas, 2020).

En países latinoamericanos como Perú y Colombia se han dado investigaciones similares que respaldan a los bioestimulantes en el cultivo de cacao ya que resaltan mejoras en parámetros agronómicos y fitosanitarios son pocos impactos negativos en el ambiente y costos de producción moderados, esto indica que la viabilidad de su uso en zonas cacaoteras de Ecuador incluida la provincia de Santa Elena, contribuye a una agricultura de alto rendimiento (Pita, 2022).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización del área

El Centro de Apoyo Río Verde – UPSE, situado en el km 29 de la vía Santa Elena – Guayas, provincia de Santa Elena, comuna Río Verde del cantón Santa Elena (Tomalá, 2020). Las coordenadas geográficas de la zona son: latitud sur 2° 15' 45", longitud oeste 80° 40' 17" y altitud de 25 msnm, la extensión de Centro de Apoyo rodea las 40 ha donde se realizan actividades agropecuarias.

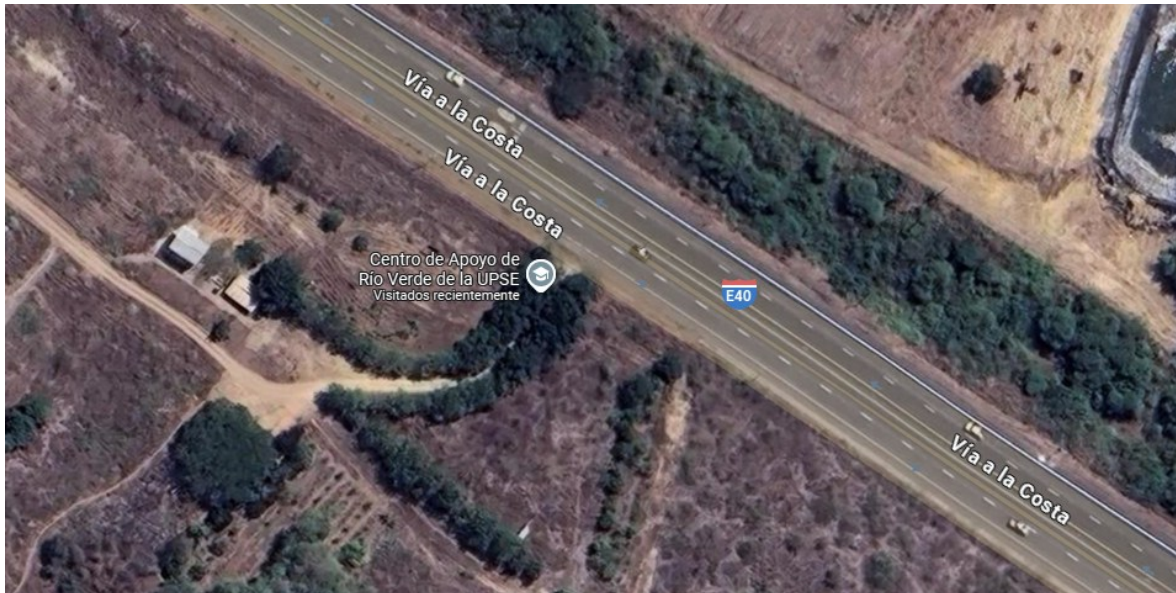


Figura 1. Ubicación general del estudio: Centro de apoyo rio verde (Alvarado, 2023).

2.2 Materiales, equipos y reactivos

Los materiales y equipos que se usaron en la investigación se describen a continuación:

Materiales de campo

- Tijera de poda
- Alcohol al 70%
- Cinta métrica
- Libreta de campo
- Lápiz o bolígrafo
- Etiquetas plásticas.
- Bomba de mochila manual
- Curador a base de Oxithane

- Fossil Shell®
- Lithovit Special®
- Kelpak®.

Material biológico

- Plantas adultas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en etapa productiva, ya establecidas en el campo experimental del Centro de Apoyo Río Verde – UPSE.

Material de oficina

- Calculadora
- Laptop

2.3 Tipo de investigación

La investigación es de tipo experimental de tipo cuantitativo, ya que se aplicaron tratamientos bajo condiciones controladas para observar el efecto de distintas sustancias bioestimulantes en la dinámica floral y la sanidad del cultivo de cacao (Salinas, 2021).

2.4 Diseño de investigación

2.4.1 Diseño experimental

Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar con cinco tratamientos y cuatro bloques, con el objetivo de reducir la variabilidad espacial. Cada tratamiento se aplicó a 12 plantas por bloque, y se seleccionaron 6 plantas por tratamiento en cada bloque para la toma de datos, dando un total de 120 unidades de evaluación.

Tabla 2. Fuentes de variación del diseño de bloques completamente al azar

Fuente de variación	Grados de libertad (gl)	Resultados
Tratamientos	$(t - 1)$	4
Bloques	$(b - 1)$	3
Error experimental	$(t - 1)(b - 1)$	12
Total	$(tb - 1)$	19

2.4.2 Tratamientos

Los tratamientos foliares se dividieron en aplicaciones como se especifica en la Tabla 3 utilizando 20 litros de agua con dosis específicas. Las aplicaciones se realizaron todo el mes de marzo hasta el mes de abril de 2025, y se llevaron a cabo directamente sobre el follaje

de las plantas cada 20 días en los 4 tratamientos y los 4 bloques distribuidos al azar sin contar el testigo que no se le aplicó nada. La división del diseño de los bloques se ve en la Figura 1.

Tabla 3. Descripción de los tratamientos del experimento

Tratamiento	Descripción	Dosis
T1	Testigo (sin aplicación)	0
T2	Aplicación de Fossil Shell (Silicio)	200 g
T3	Aplicación de Lithovit Special (Calcio)	400 g
T4	Combinación de Fossil Shell + Lithovit Special	200 g + 400 g
T5	Kelpak (Extracto de algas marinas)	100 ml



Figura 2. Divisiones del diseño de bloques completamente al azar

100.5 Manejo del experimento

100.5.1 Plan de fertilización

El plan de fertilización consistió exclusivamente en la aplicación foliar de productos bioestimulantes, conforme a los tratamientos definidos en el diseño experimental. con el fin de evaluar únicamente el efecto de los bioestimulantes en las variables morfológicas, productivas y sanitarias del cultivo. Las aplicaciones foliares se realizaron cada 20 días, utilizando una bomba de mochila manual, con un volumen de 20 litros por tratamiento en cada grupo de 12 plantas, durante los meses de marzo y abril de 2025.

100.5.2 Manejo fitosanitario

Se implementaron prácticas con enfoque de control fitosanitario, podando y aplicando curador de oxithane en todos los tratamientos antes de la aplicación foliar. El tratamiento testigo no recibió aplicaciones fitosanitarias, para observar la conducta natural de las plantas sin participación.

100.5.3 Frecuencia de riego

El sistema de riego utilizado fue por gravedad, con una frecuencia programada de un día sí y un día no (pasando un día). Esta frecuencia se mantuvo durante la mayor parte del experimento. Sin embargo, durante el mes de abril, se presentaron lluvias ocasionales que complementaron el suministro hídrico, por lo que se realizaron ajustes puntuales para evitar excesos de humedad en el suelo. Estas condiciones permitieron mantener una humedad adecuada para el desarrollo fisiológico del cultivo de cacao.

100.6 Parámetros evaluados

100.6.1 Morfológicos

Altura de la planta: La medición se realizó desde la base del fuste, a ras del sustrato, hasta el ápice de la parte aérea del individuo vegetal, mediante el empleo de una cinta métrica. Este indicador refleja la elongación axial del componente vegetativo, constituyendo una referencia del desarrollo estructural en sentido vertical. (Leiva, 2022).

Diámetro del tallo: Se mide con un calibrador de 10 cm sobre la superficie del suelo en la parte más uniforme del tallo. Refleja la robustez estructural del vástago y su capacidad de soporte (Yépez, 2021).

Floración La variable fue interpretada como la manifestación dinámica del fenómeno floral durante el periodo de monitoreo. Se registró cada episodio en el que la planta iniciaba o mantenía actividad reproductiva visible, permitiendo así cuantificar tanto la frecuencia como la persistencia del proceso de floración a lo largo del estudio. (Rodríguez, 2024).

Cojinetes florales: Se contabilizaron todos los cojinetes visibles sobre una rama elegida de todo el árbol. Los cojinetes florales son estructuras reproductivas del cacao, desde donde emergen las flores (Burgos, 2022).

Número de flores por cojín: Se seleccionó un cojinete al azar por planta y se contabilizó la cantidad total de flores emitidas en cada uno. Se promedió este valor por planta para obtener la densidad floral (Núñez, 2022).

Número de flores abiertas: Se registró la cantidad de flores completamente abiertas por planta (en anthesis), como indicador del pico reproductivo y del potencial de polinización efectiva (Bajaña, 2025).

100.7 Productivas

Flores o frutos cuajados: Se contabilizaron los frutos que lograron establecerse tras la fecundación, superando la etapa de aborto floral. Se consideran frutos cuajados aquellos que mostraron un desarrollo visible y firme adherencia al cojinete. Este parámetro permite evaluar la eficacia reproductiva de la planta (Mariño, 2024).

Frutos iniciales: Se registraron las pequeñas mazorcas en etapa temprana de formación, identificables por su tamaño reducido y su coloración verde claro. Este parámetro representa el inicio del desarrollo del fruto y permite anticipar el rendimiento futuro bajo los diferentes tratamientos (López, 2021).

100.8 Sanitarios

Incidencia: Se determinó como el porcentaje de plantas afectadas por síntomas visibles de enfermedades, respecto al total de plantas evaluadas por tratamiento. Este parámetro se calculó utilizando la siguiente fórmula (Navarro, 2022).

Formula 1:

$$\text{Incidencia (\%)} = \left(\frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número total de plantas evaluadas}} \right) \times 100$$

Severidad: Se estimó visualmente el grado de daño causado por las enfermedades en las estructuras vegetales (hojas, frutos o cojinetes florales). La estimación se realizó mediante una escala de severidad visual, que expresa el porcentaje aproximado de tejido afectado. Este parámetro mide la intensidad del daño en las plantas enfermas (Mora, 2022).

Tabla 4. Escala de daño causada por moniliasis en el cacao (Pilaloo *et al.*, 2021).

Valor	Interna (% afectado)	Externa (Síntomas)
0	0	Fruto sano
1	1 a 20	Presencia de punto aceitoso
2	21 a 40	Presencia de madurez temprana
3	41 a 60	Presencia de mancha café
4	61 a 80	Presencia de mancha mínimamente cubierta por esporas
5	>81	Presencia de mancha cubierta a gran parte

100.9 Análisis estadístico de los resultados

Los resultados obtenidos en esta investigación serán sometidos a un análisis de varianza (ANOVA). Cuando se verifiquen diferencias significativas, se calcularán los promedios para establecer las diferencias existentes entre los tratamientos probados en el cultivo de cacao. En caso de hallar efectos significativos, se realizará un test de Tukey para comparación de medias, con un nivel de significancia $p < 0.05$. Este planteamiento estadístico es fundamental para aprobar las hipótesis planteadas y para analizar correctamente los datos alcanzados en el experimento.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Identificación del impacto de los bioestimulantes foliares en la tasa de floración en el cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Rio Verde.

3.1.1. Altura de planta

En la Tabla 5, el testigo (T1) alcanzó la mayor altura (2.29 m), lo que indica un crecimiento sin intervención externa. En contraste, el tratamiento T2 (Fossil Shell) mostró una altura media (2.08 m), producto de la acción del silicio que refuerza las paredes celulares, pero no estimula la elongación. T3 (Lithovit Special), que incorpora calcio, obtuvo 2.02 m, lo cual coincide con su función estructural, sin incidencia hormonal directa. T4, combinación de ambos productos, arrojó un valor de 2.09 m, indicando un efecto sinérgico equilibrado. Por último, T5 (Kelpak) registró la menor altura (1.88 m), posiblemente debido al efecto de sus fitohormonas naturales que inducen floración y cuajado, desviando energía del crecimiento vegetativo.

En las plantas de cacao adultas, la altura tiende a ser constante debido al estado de madurez fisiológico por lo que, la aplicación de bioestimulantes foliares no siempre genera cambios notorios en esta variable, puesto que el crecimiento vertical en esta parcela definida por los tratamientos y bloques se encontraba en gran medida predefinido por los factores genéticos. No obstante, los bioestimulantes con acción hormonal, como los extractos de algas, podrían inducir una redistribución del metabolismo hacia los procesos reproductivos y, en consecuencia, limitar el desarrollo en la dirección mencionada por lo que no se observará ningún efecto directo sobre la elongación del tallo.

Esta variable fue evaluada una única vez, al inicio del mes de marzo, ya que se trata de una característica estructural estable que no se altera en cortos periodos de tiempo. Las plantas elegidas en el estudio de campo contaban con 11 años, y se designaron para el muestreo. En esta toma de datos se apreció que no existen diferencias estadísticas significativas en la altura de árboles adultos de cacao entre los tratamientos evaluados, manteniéndose los valores dentro del rango habitual para plantas de varios años.

El tratamiento con mayor desarrollo en altura fue el testigo (T1), mientras que el valor más bajo correspondió a Kelpak (T5), lo que confirma que, en condiciones normales, el crecimiento vegetativo de plantas adultas se mantiene estable y que la aplicación de bioestimulantes foliares, especialmente los de tipo hormonal, no favorece la elongación vertical, sino que orienta la actividad hacia procesos reproductivos. Estos resultados

coinciden con lo descrito por Freitas (2024), quien señala que la altura del cacao está principalmente determinada por factores genéticos, el estado fenológico y la disponibilidad de nutrientes en etapas tempranas, y que en plantas adultas la influencia de bioestimulantes en la elongación vertical es limitada.

Tabla 5. Altura de planta (m) con el uso de bioestimulantes foliares en la tasa de floración en el cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Rio Verde.

Tratamientos	Altura de planta (m)
T1 (Testigo (sin aplicación))	2.29 a
T2 (Aplicación de Fossil Shell (Silicio))	2.08 a
T3 (Aplicación de Lithovit Special (Calcio))	2.02 a
T4 (Combinación de Fossil Shell + Lithovit Special)	2.09 a
T5 (Kelpak (Extracto de algas marinas))	1.88 a
CV (%)	27.35
P>0.05	>0.4560

*CV%= Coeficiente de variación. *Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren entre sí según la prueba de Diferencia Mínima Significativa de Tukey ($p \leq 0.05$).

3.1.2. Diámetro del tallo

En la Tabla 6. El tratamiento testigo (T1) registró el valor más bajo (35.50 cm), lo cual refleja que son muy pocas las posibilidades que una planta ya adulta siga acrecentándose. Por otro lado, T2 (Fossil Shell) se visualizó que tiene el mayor diámetro (35.65 cm) lo que este producto podría favorecer es en reducir el ataque de insectos o patógenos ya que se evitaría la pérdida de savia y tejido vegetal, en el caso de T3 (Lithovit Special) el valor fue de 35.60 cm, lo cual este componente puede fortalecer las paredes celulares mejorando la estructura del tejido vascular. La combinación T4 (Fossil + Lithovit) presentó un desarrollo equilibrado (35.54 cm), sin efecto sinérgico marcado. Curiosamente, T5 (Kelpak), aunque es un bioestimulante de tipo hormonal, obtuvo un valor alto (35.64 cm), posiblemente por una mejora general en el metabolismo celular y el transporte de nutrientes, más que por una acción estructural directa.

El diámetro del tallo, al ser una característica leñosa y estructural, muestra escasa variabilidad en las plantas adultas. Los bioestimulantes foliares con silicio o calcio pueden favorecer escasamente el engrosamiento del tallo al incrementar la lignificación y la resistencia celular. Aunque no logran incrementar en corto plazo, estos productos ayudan a mantener la integridad estructural del tallo, especialmente bajo condiciones de estrés

ambiental. Los factores bioestimulantes con acción hormonal no se comportan de forma directa sobre esta variable, pero pueden mejorar la condición general del tallo a través de la regulación del metabolismo.

Esta variable fue medida una única vez al inicio del experimento (primera semana de marzo), ya que el diámetro del tallo, al ser una característica de tipo estructural y leñosa, no suele presentar cambios visibles en intervalos cortos. Las plantas evaluadas contaban con 11 años de edad, y la aplicación de bioestimulantes foliares se realizó cada 20 días, sin impacto aparente en esta variable.

El tratamiento con mayor diámetro fue T2 (silicio – Fossil Shell), mientras que el menor correspondió al testigo (T1). A pesar de no haber diferencias estadísticas, los datos numéricos sugieren que los bioestimulantes, especialmente los ricos en silicio y calcio, pueden aportar mínimamente al fortalecimiento del tallo en plantas adultas, aunque su efecto estructural real se ve limitado por el estado de madurez fisiológica del cultivo

El estudio realizado según Vera (2024) en su estudio realizado refiere que, en plantas de cacao desarrolladas, bajo condiciones agroecológicas similares a las del presente estudio, los diámetros de tallo oscilan entre 28 cm y 30 cm, sin diferencias estadísticas significativas.

Por este motivo los resultados descritos de este análisis coinciden totalmente, ya que los valores registrados se incluyeron 34 cm y 36 cm cuyos valores quedaron dentro de casi el mismo rango de estadísticas significativas entre tratamientos, lo que reafirma la estabilidad estructural del tallo en cultivos ya establecidos.

Tabla 6. Diámetro del tallo (cm) con el uso de bioestimulantes foliares en la tasa de floración en el cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Rio Verde.

Tratamientos	Diámetro del tallo (cm)
T1 (Testigo (sin aplicación))	35.50 a
T2 (Aplicación de Fossil Shell (Silicio))	35.65 a
T3 (Aplicación de Lithovit Special (Calcio))	35.60 a
T4 (Combinación de Fossil Shell + Lithovit Special)	35.54 a
T5 (Kelpak (Extracto de algas marinas))	35.64 a
CV (%)	3.96
P>0.05	<0.9983

*CV%= Coeficiente de variación. *Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren entre sí según la prueba de Diferencia Mínima Significativa de Tukey ($p \leq 0.05$).

3.1.3. Tasa de floración

En la Tabla 7. El tratamiento testigo (T1) presentó los valores más bajos: 6.17 cojinetes y 5.94 flores por cojín, lo cual indica una floración basal sin estímulo exógeno. T2, este tratamiento, reflejó una tasa de floración en un rango dentro de 9.90 y 7.00 entre los cojinetes y las flores, efecto que puede ayudar a la mejora estructural y la supresión del estrés abiótico que puedan causar en este tratamiento. En cambio, el T3 demostró una respuesta mesurada, entre 7.21 y 6.48, lo que indica un refuerzo de aquella célula más que la contestación hormonal. Pero el T4 que vendría a ser la combinación de silicio y calcio, obtuvo un veredicto similar a la anterior pero más efectivo. Concretamente, 12.88 y 7.31 cojinetes y flores por cojín se deben a la acción sinérgica exigiendo una integridad y funcionamiento óptimos. Sin embargo, el mejor resultado fue el de T5 (Kelpak) con 18.15 cojinetes y 7.58 flores, superando ampliamente al resto de los tratamientos.

La floración en el cacao es sumamente receptiva a estímulos hormonales y nutricionales. Bioestimulantes que poseen extractos de algas marinas, ricos en fitohormonas como auxinas, giberelinas y citoquininas, pueden producir la conversión de la fase vegetativa a la fase reproductiva, amplificar la cantidad de cojinetes florales y la cifra de flores por cojín. Estos compuestos minerales, a pesar de que no actúan concluyentemente sobre la floración, pueden reconstruir aquel vigor y la permanencia fisiológica de la planta de cacao permitiendo una superior respuesta positiva y reproductiva ante estos estímulos hormonales.

En si esta toma de datos de esta variable, así como el resto se realizó dos veces por semana en el lapso de todo marzo y abril, registrando un total de ocho semanas de tomas continuas. A pesar de que muchas veces las lluvias fuertes en marzo se hicieron presente la floración de igual manera fue claramente diferenciada entre los tratamientos, indicando que los bioestimulantes mostraron un gran efecto de positividad sostenido durante todo el ciclo reproductivo que se estuvo presente.

En esta toma de datos, los valores registrados oscilaron entre 6.17 y 18.15 cojinetes, y 5.94 a 7.58 flores por cojín floral. No obstante, el tratamiento T5 (Kelpak) alcanzó los rangos más altos, pero el testigo (T1) mostró los valores más bajos. Esto nos refleja que la aplicación del producto kelpak con todos sus compuestos muy buenos promueve directamente la inducción floral y la formación de estas estructuras reproductivas funcionales en el cacao.

Entonces los resultados de la actual investigación nos dan un significativo aumento en el número de cojinetes florales por rama y así también la cantidad de flores por cojín,

específicamente en Kelpak siendo el biorregulador más efectivo al tener acción hormonal directa en la formación de los órganos reproductivos siguiéndole el tratamiento T4, porque esta mezcla que tiene entre silicio y calcio nos garantiza obtener un efecto positivo. Para finalizar solo queda el testigo aquel que nos dio la menor producción de flor, puesto que su proceso de floración empezó mucho más después a diferencia con los otros dos tratamientos esto solo demuestra que la falta de una estimulación externa como los ya mencionados disminuyen significativamente la floración. Los resultados coinciden con lo expuesto por Burgos (2024) quien menciona, que la aplicación foliar de bioestimulantes de extractos de algas y compuestos hormonales estimula la actividad floral en el cacao, fomentando la transición de la fase vegetativa a la reproductiva y mejorando el éxito reproductivo.

Tabla 7. Tasa de Floración con el uso de bioestimulantes foliares en la tasa de floración en el cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Rio Verde

Tratamientos	Número de cojinetes florales	Flores por cojín
T1 (Testigo (sin aplicación))	6.17 e	5.94 b
T2 (Aplicación de Fossil Shell (Silicio))	9.90 c	7.00 ab
T3 (Aplicación de Lithovit Special (Calcio))	7.21 b	6.48 ab
T4 (Combinación de Fossil Shell + Lithovit Special)	12.88 ab	7.31 ab
T5 (Kelpak (Extracto de algas marinas))	18.15 a	7.58 a
CV (%)	16.63	31.02
P>0.05	<0.0001	<0.0001

*CV%= Coeficiente de variación. *Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren entre sí según la prueba de Diferencia Mínima Significativa de Tukey ($p \leq 0.05$).

3.1.4. Número de flores abiertas

En la Tabla 8. El tratamiento T1 (testigo) obtuvo el valor más bajo (9.04 flores abiertas por cojinete), lo que evidencia un descenso en la eficiencia fisiológica del cojín posiblemente asociada a la falta de estimulación hormonal. El tratamiento T2 (Fossil Shell), pudo incrementar esta variable hasta 10.31, dando como resultado coparticipe al refuerzo de aquellas estructuras celulares y a rebajar el estrés oxidativo. El tratamiento T3 (Lithovit Special), con calcio, se logró observar un rango intermedio de 9.50, dando un veredicto más estructural que hormonal.

Sin embargo, la combinación T4 (Fossil + Lithovit) demostró obtener una gran mejoría con 10.88 flores, reflejando un acabado complementario en lo que es la estimulación floral. Sin embargo, el tratamiento más destacado fue T5 (Kelpak) con 12.19 flores, efecto

atribuible a la alta concentración de auxinas, citoquininas y aminoácidos presentes en su formulación, que estimulan directamente la formación y apertura de estructuras florales.

La apertura floral depende de la regularización hormonal, los de nutrientes y la salud del tejido reproductivo. Estos productos con acción hormonal, especialmente los que son a base de extractos de algas marinas, ayuda a ver y aporta la diferenciación floral y la antesis a estimular el desarrollo floral. Sin embargo, el silicio puede aportar indirectamente por medio de la reducción del estrés oxidativo y el fortalecimiento de estructuras celulares, y el calcio participa en la señalización celular, lo cual defiende la viabilidad de las flores abiertas.

Las mediciones se llevaron a cabo dos veces por semana, durante marzo y abril, que posibilitó el monitoreo de la variable durante un periodo de muestreo de ocho semanas. El diseño experimental considero doce plantas por tratamiento, de las cuales en cada evaluación se elegían seis plantas de cada tratamiento. Las condiciones climatológicas, con lluvias intermitentes en marzo, no obstaculizaron la expresión floral en los tratamientos con bioestimulación.

La antesis es una fase fundamental en el ciclo reproductivo del cacao, y en el caso la apertura de la flor tiene mucho que ver con la fecundación. En esta investigación se observó que el tratamiento con Kelpak (T5), tuvo la mayor apertura floral, con un promedio de 12.19 flores abiertas por cojinete, siendo superado únicamente por el tratamiento T4. En contraste, el testigo (T1) tuvo el menor valor, con 9.04 flores abiertas por cojinete. Estos resultados evidencian que estos insumos tienen un efecto importante en la dinámica floral, actuando en los ejes hormonales que controlan la floración, la diferenciación de tejidos reproductivos y la mitosis.

Estos hallazgos confirmaron lo planteado por Machuca Pazmiño (2023), quien demostró que la aplicación de bioestimulantes que contienen aminoácidos y citoquininas aumento de una manera significativa el número de flores abiertas en el clon CCN-51.

Tabla 8. Número de flores abiertas con el uso de bioestimulantes foliares en la tasa de floración en el cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Rio Verde

Tratamientos	Número de flores abiertas
T1 (Testigo (sin aplicación))	9.04 b
T2 (Aplicación de Fossil Shell (Silicio))	10.31 ab
T3 (Aplicación de Lithovit Special (Calcio))	9.50 b
T4 (Combinación de Fossil Shell + Lithovit Special)	10.88 ab
T5 (Kelpak (Extracto de algas marinas))	12.19 a
CV (%)	24.01
P>0.05	<0.0001

*CV%= Coeficiente de variación. *Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren entre sí según la prueba de Diferencia Mínima Significativa de Tukey ($p \leq 0.05$).

3.2. Relación entre la aplicación de bioestimulantes foliares y el índice de prendimiento y cuajado de frutos iniciales en el cultivo de cacao.

3.2.1. Porcentaje de prendimiento

En la Tabla 9. A nivel de tratamientos, el T1 (testigo) presentó el menor índice (2.00%), lo que evidencia la baja eficiencia del cuajado en ausencia de estimulación externa. En T2 (Fossil Shell – silicio) se observó una mejora moderada (3.79%), posiblemente debido a su capacidad para reducir el estrés abiótico y reforzar la integridad de los tejidos florales. T3 (Lithovit Special – calcio) obtuvo un valor de 3.40 %, también con un efecto limitado, ya que el calcio interviene principalmente en procesos estructurales. En contraste, T4 (combinación silicio + calcio) mostró un incremento considerable (5.17 %), lo que evidencia un efecto sinérgico en el fortalecimiento fisiológico y estructural de la flor. Por último, T5 (Kelpak) presentó el mayor índice de prendimiento (6.19 %), superando ampliamente al resto de tratamientos, gracias a la acción de sus compuestos hormonales (auxinas, citoquininas, aminoácidos), que estimulan la fecundación y previenen el aborto floral.

Los frutos y flores en cacao se ven afectados por la calidad de la flor, de manera efectiva la polinización y la existencia de reguladores de crecimiento. Estos bioestimulantes hormonales ayuda mucho a mejorar la fecundación y baja la probabilidad de que existan abortos florales, al regenerar la división celular y el transporte de sus nutrientes esenciales. El calcio tiende en cumplir con un papel en lo que es la estabilidad de las estructuras florales,

al igual que reduciendo el estrés abiótico, nos da la certeza de mejorar las posibilidades de un establecimiento exitoso.

En el tratamiento 5 (Kelpak) y T4 (Fossil + Lithovit), obtuvieron un rendimiento mejor que el tratamiento de control. Pero para promover la cuajadura de frutos sería el Kelpak (T5), debido a su acción hormonal directa que apoya la fertilización y el cuajado de frutos. La mezcla de T4 siguió de cerca, mejorando esta variable a través de un efecto de restauración del equilibrio sinérgico en la fisiología floral. Por otro lado, el tratamiento testigo (T1) presentó el menor índice de prendimiento, lo que confirma la importancia de la bioestimulación foliar para mejorar la productividad del cacao.

Estos resultados coinciden con los reportados por Lalliè (2021), quien documentó que la aplicación de productos foliares formulados con aminoácidos y boro permitió incrementar significativamente el cuajado de frutos, al reducir la tasa de aborto floral y mejorar la fertilización.

Tabla 9. Índice de prendimiento (flores cuajadas) con el uso de bioestimulantes foliares en la tasa de floración en el cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Rio Verde

Tratamientos	Índice de prendimiento (%)
T1 (Testigo (sin aplicación))	2.00 c
T2 (Aplicación de Fossil Shell (Silicio))	3.79 bc
T3 (Aplicación de Lithovit Special (Calcio))	3.40 c
T4 (Combinación de Fossil Shell + Lithovit Special)	5.17 ab
T5 (Kelpak (Extracto de algas marinas))	6.19 a
CV (%)	6.66
P>0.05	<0.0001

*CV%= Coeficiente de variación. *Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren entre sí según la prueba de Diferencia Mínima Significativa de Tukey ($p \leq 0.05$).

3.2.2. Frutos iniciales

En la Tabla 10. En detalle, el tratamiento T1 (testigo) presentó el menor índice (2.00 %), indicando una baja eficiencia en el cuajado sin estímulos externos. T2 (Fossil Shell, silicio) mostró una mejora moderada (3.79 %), posiblemente vinculada con la reducción del estrés abiótico y el fortalecimiento de tejidos florales, atributos asociados al silicio (Torres et al., 2021). El tratamiento T3 (Lithovit Special, calcio) alcanzó un índice de 3.40 %, efecto algo limitado ya que el calcio actúa principalmente en la estructura celular (Ramírez y López,

2020). Por el contrario, T4 (combinación de silicio + calcio) evidenció un aumento considerable (5.17 %), sugiriendo una acción sinérgica que fortalece la fisiología y estructura floral (Mendoza *et al.*, 2022). Finalmente, T5 (Kelpak) registró el mayor índice (6.19 %), atribuible a su contenido hormonal auxinas, citoquininas y aminoácidos que favorecen la fecundación y reducen el aborto floral (Castillo, 2021).

El desarrollo inicial de mazorcas muestra la consecución reproductiva del cultivo. Bioestimulantes hormonales contribuyen significativamente al desarrollo y sujeción de frutos al fomentar la fertilización y reducir el aborto de estructuras jóvenes. Por su parte, su composición de minerales como el silicio y el calcio defienden este proceso aumentando la totalidad de tejidos reproductivos y favoreciendo una mayor capacidad en el repartimiento de nutrientes hacia los órganos de fructificación.

Ya concluyendo con los resultados por la Tabla se dice que el mayor prendimiento se vio entre 2.00 % y 6.19 %, siendo el superior valor correspondiente al tratamiento Kelpak (T5) y el menor al testigo (T1). Este comportamiento nos dice que la capacidad de los bioestimulantes para beneficiar la contención de las flores fecundadas y estimular la creación de frutos viables, gracias a su dominio en la división celular, síntesis de fitohormonas y desplazamiento de nutrientes hacia órganos reproductivos.

Se observaron resultados indudables en la formación inicial de frutos (mazorcas) con el uso de bioestimulantes foliares, donde los tratamientos T5 (Kelpak) y T4 (combinación de Fossil Shell + Lithovit Special) aventajaron considerablemente al testigo (T1). Kelpak (T5) el tratamiento más efectivo, por causa de su acción hormonal directa que beneficia la fecundación y fijación de mazorcas, seguido por T4 que origino un efecto sinérgico en la estabilización fisiológica floral.

Por el contrario, el tratamiento testigo fue el menos eficiente, lo que reafirma la importancia de la bioestimulación foliar como estrategia para mejorar la productividad del cacao. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Castillo (2021), quien observó incrementos significativos en el cuajado de frutos con el uso de productos foliares a base de aminoácidos y boro.

Tabla 10. Índice de promedio de frutos iniciales con el uso de bioestimulantes foliares en la tasa de floración en el cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Rio Verde.

Tratamientos	Promedio de frutos iniciales
T1 (Testigo (sin aplicación))	1.88 c
T2 (Aplicación de Fossil Shell (Silicio))	2.58 abc
T3 (Aplicación de Lithovit Special (Calcio))	2.21 bc
T4 (Combinación de Fossil Shell + Lithovit Special)	3.00 ab
T5 (Kelpak (Extracto de algas marinas))	3.38 a
CV (%)	9.92
P>0.05	<0.001

*CV%= Coeficiente de variación. *Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren entre sí según la prueba de Diferencia Mínima Significativa de Tukey ($p \leq 0.05$).

3.3. Influencia de los bioestimulantes foliares a base de silicio, carbonato de calcio junto con biofertilizantes basados en microorganismos naturales, en la incidencia y severidad de enfermedades en el cultivo de cacao.

3.3.1. Incidencia de enfermedades (%)

En la Tabla 11. Se observa que, en orden descendente, el tratamiento T2 (Fossil Shell – silicio) presentó una reducción de incidencia de 70.00% a 59.63%, con una mejoría moderada, aunque permaneciendo en los grupos estadísticos “a” y “ab”. Este resultado sugiere que el silicio pudo haber inducido resistencia mecánica en los tejidos, limitando parcialmente la entrada de patógenos. El tratamiento T3 (Lithovit Special – calcio) mostró una disminución más marcada, de 64.33% a 52.46%, ubicándose en los grupos “ab” y “abc”, lo que evidencia un efecto más notorio posiblemente relacionado con el fortalecimiento de la pared celular y la activación de señales de defensa. La combinación de ambos productos (T4) fue aún más efectiva, reduciendo la incidencia de 59.13% a 46.71% y ubicándose dentro del grupo “bc”, lo que indica un posible efecto sinérgico que fortaleció tanto la estructura como la respuesta fisiológica de la planta. El tratamiento más eficiente fue T5 (Kelpak – extracto de algas marinas), que disminuyó la incidencia de 52.33% a 38.71%, siendo significativamente inferior al resto y ubicándose en los grupos “b” y “c”. En si estas aplicaciones sirven para activar mecanismos de defensa internos y aportan una mayor protección contra el desarrollo de las enfermedades.

Puede disminuirse las enfermedades mediante el uso de bioestimulantes que con sus componentes activan las defensas de la planta. El silicio aporta un tipo barrera física que no permite la entrada de patógenos y aumenta la resistencia sistémica. El calcio fortalece mucho la estructura celular e interviene dando una respuesta ante agresiones de aquellas enfermedades que puedan interferir. En cambio, los extractos de algas, con sus bioactivos fomentan respuestas inmunológicas naturales, restando la aparición de síntomas en las fases iniciales de estas infecciones.

En el lapso de la toma de datos se visualizaron diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.0006$ en semana 1 y $p < 0.0002$ en semana 8). Estos cambios indican el impacto de cada uno de estos bioestimulantes en la acetilación o el control del desarrollo de enfermedades en las mazorcas de cacao.

El tratamiento testigo (T1), que no percibió ningún tipo de utilización foliar, expone la mayor incidencia de enfermedades, con rangos de 74.71% en la semana 1 y 70.25% en la semana 8, sustentando en el grupo estadístico “a”, lo que demuestra la alta vulnerabilidad del cultivo sin algún manejo preventivo. Para finalizar, los bioestimulantes foliares enseñaron una clara eficacia en la disminución de la incidencia de enfermedades, siendo T5 y T4 los tratamientos más capaces.

Estos resultados coinciden con lo señalado por Muñoz (2017) que el uso de bioestimulantes foliares puede reducir significativamente la incidencia de enfermedades en cultivos de cacao, al fortalecer las defensas naturales de la planta y mejorar la integridad del tejido foliar. En esta investigación, los resultados obtenidos confirmaron este planteamiento, observándose una reducción progresiva en la incidencia en los tratamientos con bioestimulantes, especialmente en comparación con el testigo (T1), y sugieren que la aplicación estratégica de bioestimulantes podría ser integrada como parte del manejo fitosanitario del cultivo de cacao en condiciones tropicales.

Tabla 11. Incidencia de enfermedades con el uso de bioestimulantes foliares en la tasa de floración en el cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Rio Verde

Tratamientos	Incidencia (semana 1)	Incidencia (semana 8)
T1 (Testigo (sin aplicación))	74.71 a	70.25 a
T2 (Aplicación de Fossil Shell (Silicio))	70.00 a	59.63 ab
T3 (Aplicación de Lithovit Special (Calcio))	64.33 ab	52.46 abc
T4 (Combinación de Fossil Shell + Lithovit Special)	59.13 ab	46.71 bc
T5 (Kelpak (Extracto de algas marinas))	52.33 b	38.71 c
CV (%)	32.35	43.75
P>0.05	<0.0006	<0.0002

*CV%= Coeficiente de variación. *Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren entre sí según la prueba de Diferencia Mínima Significativa de Tukey ($p \leq 0.05$).

3.3.2. Severidad de enfermedades (%)

En la Tabla 12. En contraste, el tratamiento T5 (Kelpak – extracto de algas marinas) presentó la menor severidad tanto al inicio como al final del ensayo, con valores de 50.96% y 33.21%, respectivamente, mostrando diferencia estadística significativa respecto al testigo en la semana 8, al ubicarse en el grupo “b”. Este resultado indica una alta eficacia del producto, posiblemente asociada a la acción de fitohormonas naturales como auxinas y citoquininas que estimulan mecanismos de defensa y regeneración en el tejido vegetal. Por su parte, T4, que combinó Fossil Shell (silicio) y Lithovit Special (calcio), mostró una disminución de 54.21% a 36.83%, ubicándose en el grupo “ab” junto a T2 y T3, lo cual sugiere un efecto sinérgico moderado entre ambos nutrientes, aunque sin alcanzar diferencias significativas frente al control. El tratamiento T2 (solo silicio) redujo la severidad de 58.25% a 40.46%, mientras que T3 (solo calcio) pasó de 56.75% a 38.92%, y aunque ambos se mantuvieron en el grupo “ab”, sin diferencia estadística frente al testigo (grupo “a”), evidenciaron una tendencia general a la disminución de la severidad, indicando posibles beneficios en el fortalecimiento estructural y funcional del tejido foliar.

La severidad de enfermedades está relacionada con la capacidad del cultivo para limitar el daño una vez que la infección ha ocurrido. Bioestimulantes foliares con compuestos hormonales pueden inducir respuestas de defensa sistémica adquirida,

permitiendo que la planta contenga el avance de los patógenos. El silicio y el calcio contribuyen al refuerzo de tejidos y a una mejor cicatrización, reduciendo la extensión de los síntomas visibles. Se obtiene una menor severidad cuando se aplica una bioestimulación adecuada y precisa.

Durante el tiempo de estos dos meses logramos ver que el tratamiento testigo (T1), que no se le aplicó ningún compuesto, mantuvo sus niveles más altos de la severidad, en un rango de 61.08% en la semana 1 y 59.05% en la semana 8. Esta conducta nos evidencia la persistencia del daño cuando no se dispone ningún tipo de manejo sanitario.

La severidad de enfermedades disminuyó en todos los tratamientos, siendo más pronunciada en T5 y T4. Pero debido al coeficiente de variación limitadamente alto (20.71%) y la probabilidad estadística ($p > 0.16$), no fue probable fundar diferencias significativas. Estos hallazgos encajan con Bailey (2018), quien sustenta que los bioestimulantes pueden disminuir el deterioro foliar al fortificar estos mecanismos de defensa, aunque su efectividad puede variar según el ambiente, la dosis y la interrelación con el patógeno.

Tabla 12. Enfermedad de severidad con el uso de bioestimulantes foliares en la tasa de floración en el cultivo de cacao en el Centro de Apoyo Rio Verde

Tratamientos	Severidad (semana 1)	Severidad (semana 8)
T1 (Testigo (sin aplicación))	61.08 a	59.05 a
T2 (Aplicación de Fossil Shell (Silicio))	58.25 a b	40.46 a b
T3 (Aplicación de Lithovit Special (Calcio))	56.75 a b	38.92 a b
T4 (Combinación de Fossil Shell + Lithovit Special)	54.21 a b	36.83 a b
T5 (Kelpak (Extracto de algas marinas))	50.96 b	33.21 b
CV (%)	61.08 a	20.71
P>0.05	>0.2153	>0.1626

*CV%= Coeficiente de variación. *Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren entre sí según la prueba de Diferencia Mínima Significativa de Tukey ($p \leq 0.05$).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La evaluación del efecto de los bioestimulantes foliares en la dinámica floral y la sanidad del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el centro de apoyo Río verde se manifestó que ha demostrado favorablemente que el producto Kelpak a base de extracto de algas, se obtiene un mayor eficiencia y desarrollo floral también obteniendo una activación fisiológica en condiciones agroclimáticas locales que se puedan presentar por la naturaleza.

Se analiza que la relación entre la aplicación de bioestimulantes foliares, el índice de prendimiento y cuajado de frutos iniciales en cacao resaltó los tratamientos que tuvieron la aplicación de extracto de algas y combinaciones minerales de silicio y calcio aplicados en cada bloque completamente al azar, este producto promovió la acción de sus compuestos hormonales que favorecen la fecundación y reducen el posible aborto floral perjudicando obtener los frutos iniciales, en si la ventaja es que se obtuvo un mayor porcentaje de cuajado y formación de frutos en las etapas iniciales.

La determinación de la influencia de los bioestimulantes foliares a base de silicio, carbonato de calcio y biofertilizantes con microorganismos naturales evidenció una reducción significativa en la incidencia y severidad de enfermedades como moniliasis y pudrición de mazorca, mejorando la sanidad vegetal sin requerir diferencias estadísticas marcadas.

Recomendaciones

- El uso de bioestimulantes creados con extracto de algas marinas en la etapa de propagación del cacao resulta adecuado para fomentar la actividad floral y aumentar la cantidad de flores funcionales.
- El biofertilizante de Kelpak y la combinación de Fossil Shell + Lithovit Special en el cultivo de cacao permite llevar a un límite de perfeccionamiento en la fase del cuajado y prometer una mayor proporción de frutos posibles.
- La suma de estos dos bioestimulantes minerales (Ca – Si) en la administración fitosanitaria del cultivo de cacao componen una medida razonable y preventiva para poder minimizar la incidencia y severidad de las enfermedades, menguando la dependencia de los agroquímicos y reforzando más las prácticas agroecológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcívar Valdez, J. P., & Loor Vélez, M. V. (2016). Respuesta del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) a la poda y fertilización orgánica y química (Trabajo de titulación de grado, Universidad Técnica de Manabí). <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/461/1/TA57.pdf>
- Alcívar Valdez, J. P., & Loor Vélez, M. V. (2016). Respuesta del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) a la poda y fertilización orgánica y química. Escuela Superior Politécnica de Manabí, campus Calceta. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VERA%20VELASQUEZ%20YVANNA%20MAYTE.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Alvarado Santos, J. D. 2023. Diseño de un sistema de gestión ambiental para la producción pecuaria en el centro de apoyo Río Verde-UPSE (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. 2023).
- Amay Freire, A. A. (2023). Efecto de tres dosis de biol sobre la floración de cacao (*Theobroma cacao*) CCN51 en el cantón La Troncal (Trabajo de titulación de grado, Universidad Agraria del Ecuador).
- Anchundia Flores, K. A., & Mera Cevallos, S. M. (2015). Comportamiento agronómico preliminar de seis clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el cantón Santa Elena. 1 ed. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Aragone, D. X. S., Maquilon, J. L. C., Alberto, J. A. J., & Montoya, J. F. S. 2024. Bioestimulantes En Combinación Con Fertilizantes Foliare, En La Producción Del Cultivo de Arroz (*Oryza sativa* L.) Bajo Riego. Journal Of Science And Research, 9(Ciningec-).
- Ardisana, E., Torres-García, A., Fosado-Téllez, O., Peñarrieta-Bravo, S., Solórzano-Bravo, J., Jarre-Mendoza, V., ... & Montoya-Bazán, J. 2020. Influencia De Bioestimulantes Sobre El Crecimiento Y El Rendimiento De Cultivos De Ciclo Corto En Manabí, Ecuador. Cultivos Tropicales, 41(4).
- Arriaga Escobar, E. R. (2025). Estrategia de biocontrol con microorganismos de montaña en afectaciones de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). 1 ed. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa

Elena.

<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/11751/1/UPSE-TIA-2025-0001.pdf>

- Bailón Pachay, J. A. (2023). Dinámica de la floración y productividad de cuatro clones de cacao y tres frecuencias de riego bajo un sistema agroforestal. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/6135>
- Bailón Pachay, J., Andrade Murillo, C., Cañarte Bermúdez, E., Montero Cedeño, S., & Guzmán Cedeño, Á. 2023. Dinámica De La Floración Y Productividad De Cuatro Clones De Cacao Y Tres Frecuencias De Riego Bajo Un Sistema Agroforestal.
- Bajaña Reyna, H. F. (2025). Efecto de la inclusión de harina de cascara de cacao sobre los parámetros productivos y características organolépticas de la carne de pollos de engorde Cobb 500 (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2025).
- Beleño-Carrillo, J., Gómez-Gómez, L., & Valero-Valero, N. O. 2022. Bacillus Mycoides Y Ácidos Húmicos Como Bioestimulantes De Fríjol Caupí Bajo Estrés Por Salinidad. Revista Udca Actualidad & Divulgación Científica, 25(2).
- Burgos Briones, G., Menéndez Cevallos, L., & Bedón Arteaga, V. (2022). Evaluación de los parámetros para el secado de cacao CCN 51 de una finca integral. Centro Azúcar, 49(4), 24-34.
- Burgos Herrería, T. M., Ávila Franco, A. D., Alvarado Barzallo, A. E., Santos, V. N. I., Ledesma García, L., & Farias Santillán Michell, K. (2024). Respuesta del cultivo de cacao a la aplicación de bioestimulantes foliares sobre el cuajado y floración (CCN-51). International Journal of Science, 5(10), 2655–2659.
- Cambisaca-Díaz, M., & Macías-Badaraco, K. 2023. Competitividad De Las Exportaciones De Cacao En Ecuador 2015–2020. Revista Económica, 11(1), 83-91.
- Cañarte Bermúdez, E., Montero Cedeño, S. L., & Navarrete Cedeño, J. B. 2021. Reconocimiento, Importancia Y Cuidado De Los Polinizadores En Los Sistemas De Producción Del Cacao.
- Chang, J. V., Escaleras, M. Á., & Ibáñez, E. A. 2021. Sistema De Producción De La Almendra Y Del Cacao: Una Caracterización Necesaria. Revista De Ciencias Sociales, 27(3), 372-390.

- Coll, E. P. C., & Dilas-Jiménez, J. O. 2022. Producción Y Exportación Del Cacao Ecuatoriano Y El Potencial Del Cacao Fino De Aroma. *Qantu Yachay*, 2(1), 08-15.
- Cortés Ávila, J., & Torres, L. M. (2024). Evaluación del desarrollo vegetativo de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) sometidas a diferentes tipos de sustratos (Trabajo de titulación de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente). <https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/61835/1/jcortesavil.pdf>
- Damiano Tinoco, H. S. 2021. Efecto de tres bioestimulantes y dos tipos de sustratos, en la obtención de plántones para patrón de *Theobroma cacao* L.(Cacao) En Vivero En Tingo María.
- Delgado López, T., Maroto Arce, S., Rivera, J., Higuera Ciapara, I., Navarro, A., ... & De Cadenas Agrícolas, S. 2020. Estado actual sobre la producción y el comercio del cacao en américa. Instituto Interamericano De Cooperación Para La Agricultura (IICA).
- Duarte Uribe, C. E. 2025. Sistema de información para la gestión de procesos de mantenimiento de cultivos de cacao.
- Espinosa-Antón, A. A., Hernández-Herrera, R. M., & González-González, M. 2020. Extractos Bioactivos De Algas Marinas Como Bioestimulantes Del Crecimiento Y La Protección De Las Plantas. *Biotecnología Vegetal*, 20(4), 257-282.
- Espinosa-Calderón, A. 2024. Sustitución De Agroquímicos Para Promover La Sostenibilidad De Los Recursos Agua, Suelo, Biota. *Revista Terra Latinoamericana*, 42.
- Farías Santillán, K. M. (2023). Respuesta del cultivo de cacao a la aplicación de bioestimulantes foliares para el prendimiento y cuajado del fruto, cantón Vinces [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Facultad de Ciencias
- Freitas, J. L., Jardim, I. N., & Guedes, M. N. S. (2024). Efecto de diferentes dosis del bioestimulante D`Raz® sobre el crecimiento inicial de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Diversitas Journal*, 9(2), 662–669.

- Garay-Peralta, I., Villarruel-Fuentes, M., Díaz-Peón, A. L., Chávez-Morales, R., & Herrera-Alarcón, J. 2024. Factores Climáticos En El Desarrollo Y Producción De Cacao En Úrsulo Galván, Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana*, 35(1).
- García-Briones, A. R., Pico-Pico, B. F., & Jaimez, R. 2021. La Cadena De Producción Del Cacao En Ecuador: Resiliencia En Los Diferentes Actores De La Producción. *Revista Digital Novasinerгия*, 4(2), 152-172.
- Giron Navarro, C. A. 2019. Influencia De Dos Bioestimulantes Trihormonales En Tres Etapas Fenológicas Sobre El Rendimiento De Maíz Choclo (*Zea Mays*. L) En Huangala-Sullana 2018.
- Hernández-Figueroa, K. I., Sánchez-Chávez, E., Ojeda-Barrios, D. L., Chávez-Mendoza, C., Muñoz-Márquez, E., & Palacio-Márquez, A. 2022. Efectividad A La Aplicación De Bioestimulantes En Frijol Ejotero Bajo Estrés Hídrico. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 13(Spe28), 149-160.
- INIAP. (2020). Homologación de protocolos de evaluación de materiales promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. <https://www.iniap.gob.ec/>
- Lallié, H.-D., Zokou Oro, F., Nekkhal, N., & El Hattimy, F. (2021). Efecto de bioestimulante y el fertilizante sobre el rendimiento de árboles de cacao. *E3S Web of Conferences*, 319, 0201
- Leandro-Muñoz, M. A., Suárez-Guerra, C. A., & Barrios-Muñoz, L. A. (2017). Incidencia y severidad de *Moniliophthora roreri* en cacao (*Theobroma cacao* L.) en relación con variables microclimáticas. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 20(2), 377–384. <https://doi.org/10.31910/rudca.v20.n2.2017.641>
- Leiva, Y., Salvador-Tasayco, E., Yoplac, I., & Zamora-Huamán, S. J. (2022). Efecto de la alimentación con subproductos del grano de cacao (*Theobroma cacao* L) en los parámetros productivos y calidad de carne de pollos criollos mejorados. *Development*, 34(10).
- López Espinoza, K. E. 2024. Importancia De Los Bioestimulantes En El Cultivo De Cacao (*Theobroma cacao* L (Bachelor's Thesis, Babahoyo: Utb, 2024).

- López Vargas, D. F., & Balladares Feijoo, C. L. (2021). Diseño e implementación de un prototipo de estación meteorológica agrícola autosustentable para el monitoreo de parámetros ambientales en cultivos de cacao mediante Raspberry Pi (Bachelor's thesis).
- López, Fernando. O. L. 2022. Incidencia Y Severidad De Daños De Insectos Plaga Del Cacao (*Theobroma cacao* L.) En La Finca “El Gran Chaparral” Cone-Yaguachi (Doctoral Dissertation, Universidad Agraria Del Ecuador).
- López-Padrón, I., Martínez-González, L., Pérez-Domínguez, G., Reyes-Guerrero, Y., Núñez-Vázquez, M., & Cabrera-Rodríguez, J. A. 2021. Uso De Bioestimulantes En El Cultivo Del Garbanzo. *Cultivos Tropicales*, 42(4).
- Ludeña Ortiz, L. F. (2022). Incidencia y severidad de daños de insectos plaga del cacao (*Theobroma cacao* L.) en la finca “El Gran Chaparral”, Cone-Yaguachi (Trabajo de titulación de grado, Universidad Estatal de Milagro). <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LUDE%C3%91A%20ORTIZ%20LUIS%20FERNANDO.pdf>
- Mamani, L. Q., & Magne, H. N. M. 2024. Comparación De Dos Sistemas Agroforestales Desde Sus Prácticas Y Manejo Del Cultivo Del Cacao Y Cítricos En La Estación Experimental Sapecho. *Apthapi*, 10(3), 2730-2743.
- Mariño Palacios, L. S. (2024). Incidencia del estado de madurez, tiempo y temperatura de fermentación sobre los parámetros de calidad en granos de cacao para exportación (Bachelor's thesis, Babahoyo, Ecuador).
- Mendoza, A. B. 2021. Bioestimulantes Agrícolas: Importancia Y Definición.
- Montero Cedeño, S. L., Cañarte Bermudez, E. G., Navarrete Cedeño, J. B., Pinargote Borrero, A., & Sanchez Hernández, P. 2022. Ceratopogonidae: Their Role In Pollination And Fertilization At Various Technological Levels Of *Theobroma Cacao* L. Production.
- Mora, F. C., Torres, L. A. A., Barzallo, A. A., & Quintanilla, M. O. (2022). Índices de calidad en la comercialización del cacao (*Theobroma cacao* l.) en Ecuador. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 7(1), 42.

- Morejón, E. I. J., Aragone, D. X. S., Faytong, M. I. C., Reyes, R. R. R., & Intriago, E. A. B. 2023. Bioestimulantes Orgánicos En El Cultivo Del Cacao (*Theobroma Cacao L.*). Conocimiento Global, 8(2), 1-17.
- Navarro, C. A. C., Martínez, L. G. R., Galeano, J. A. D., & Manrique, C. M. E. (2022). Sistema de procesamiento de imágenes y visión artificial, para el robot explorador de cultivos de cacao en Cimitarra Santander. Con-ciencia y técnica, 6(2), 26-28.
- Núñez Tapia, V. F., & Zapata Aulestia, D. I. (2022). Implementación de un sistema de control de los parámetros que intervienen en un secador de Cacao Rectangular.
- Pajuelo Rojas, A. O. 2024. Efecto De Dos Bioestimulantes En El Rendimiento De *Theobroma cacao* (Cacao) En Tingo María.
- Perez Espinoza, M. 2018. Efecto De Un Bioestimulante En El Cuajado De Frutos, A Través De Injertos De Varas Con Cojines Florales Del Clon Ccn-51 (*Theobroma Cacao L.*), En Tingo María.
- Pérez, E., Guzmán, R., Álvarez, C., Lares, M., Martínez, K., Suniaga, G., & Pavani, A. 2021. Cacao, Cultura Y Patrimonio: Un Hábitat De Aroma Fino En Venezuela. Rivar (Santiago), 8(22), 146-162.
- Pérez, R. H., Adriana, Y. C., De Quintana Sancho, A., Chinchilla, M. V., & Subirachs, J. M. C. 2021. Influencia De Un Nuevo Bioestimulante Sobre La Floración Y Fructificación En Café (*Coffea Arabica L.*). Revista Espamciencia, 12(1), 33-40.
- Pilaloo, W., Alvarado, A., Pérez, D., Torres, S. (2021) «Manejo agroecológico de la Moniliasis en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) mediante la utilización de biofungicidas y podas fitosanitarias en el cantón La Troncal», Revista Alfa, 5(15), pp. 453–468. doi: 10.33996/revistaalfa.v5i15.129.
- Pita, A. D. J. G., & Montero, V. F. P. 2022. Influencia De Bioestimulantes Foliare A Base De Algas Marinas, Sobre El Desarrollo Y Rendimiento Del Cultivo De Arroz En Daule, Ecuador. Ecoagropecuaria. Revista Científica Ecológica Agropecuaria, 1(1), 1-6.
- Plasencia-Vázquez, A. H., Vilchez-Ponce, C. R., Ferrer-Sánchez, Y., & Veloz-Portillo, C. E. 2022. Efecto Del Cambio Climático Sobre La Distribución Potencial Del Hongo

- Moniliophthora Roreri Y El Cultivo De Cacao (*Theobroma Cacao*) En Ecuador Continental. *Terra Latinoamericana*, 40.
- Quintero Rodríguez, E., Calero Hurtado, A., Pérez Díaz, Y., & Enríquez Gómez, L. 2018. Efecto De Diferentes Bioestimulantes En El Rendimiento Del Frijol Común. *Centro Agrícola*, 45(3), 73-80.
- Ramirez Saravia, D. 2023. Efecto De *Bacillus Subtilis* Y *Trichoderma Spp.* En El Control De La Moniliasis (*Moniliophthora Roreri*) En El Cultivo Del Cacao (*Theobroma cacao* L.) En Aguaytía.
- Reyes-Pérez, J. J., Llerena-Ramos, L. T., Ramos-Remache, R. A., Ramírez-Arrebató, M. Á., Falcón-Rodríguez, A. B., Pincay-Ganchozo, R. A., & Rivas-García, T. 2021. Efecto Del Quitosano En La Propagación Vegetativa De Cacao (*Theobroma cacao* L.) Por Esquejes. *Terra Latinoamericana*, 39.
- Rincón-Barón, E. J., Zarate, D. A., Agudelo-Castañeda, G. A., Cuarán, V. L., & Passarelli, L. M. 2021. Micromorfología Y Ultraestructura De Las Anteras Y Los Granos De Polen En Diez Genotipos Élite De *Theobroma cacao* (Malvaceae). *Revista De Biología Tropical*, 69(2), 403-421.
- Ríos-Moyano, D. K., Rodríguez-Cruz, F. A., Salazar-Peña, J. A., & Ramírez-Godoy, A. 2023. Factores Asociados A La Polinización Del Cultivo De Cacao (*Theobroma Cacao* L.). *Agronomía Mesoamericana*, 34(3).
- Rivas, L. L. P., Rodríguez, H. L. L., Litardo, R. C. M., & Almeida, I. P. 2021. Efecto De Bioestimulantes Sobre El Crecimiento De La Vainilla Tahitensis En Daule, Ecuador: Effect Of Biostimulants On The Growth Of Vanilla Tahitensis In Daule, Ecuador. *Revista Científica Ecociencia*, 8(6), 25-38.
- Rodríguez Castillo, G. C. 2024. Mecanismos De Respuesta Frente A La Deficiencia De Nutrientes En El Cultivo De Cacao En La Costa Ecuatoriana (Bachelor's Thesis, Babahoyo: Utb, 2024).
- Rodríguez, W. J. M., Martínez, J. M. C., Rivas, C. A. S., Rendón, A. J. A., Torres, C. A. V., & Cedeño, W. J. M. (2024). Calidad química del cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional de la parroquia Valle Hermoso–Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 17(1), 38-49.

- Rodríguez-Arrobo, T., Cajamarca-Crespo, K., Barrezueta-Unda, S., Luna-Romero, A., & Villaseñor-Ortiz, D. 2023. Efectos de bioestimulantes en el crecimiento morfológico de plántulas de cacao en etapa de vivero. *Manglar*, 20(2), 117-122.
- Rodríguez-Arrobo, T., Cajamarca-Crespo, K., Barrezueta-Unda, S., Luna-Romero, A., & Villaseñor-Ortiz, D. (2023). Efectos de bioestimulantes en el crecimiento morfológico de plántulas de cacao en etapa de vivero. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Machala, Ecuador.
- Rodríguez-Velázquez, N. D., Chávez-Ramírez, B., Gómez De La Cruz, I., Vásquez-Murrieta, M. S., & Estrada De Los Santos, P. 2022. El Cultivo Del Cacao, Sus Características Y Su Asociación Con Microorganismos Durante La Fermentación.
- Ronquillo, M. F., Onofre, J. M., & Gurumendi, K. Z. 2021. Producción Y Comercialización Del Cacao Y Su Incidencia En El Desarrollo Socioeconómico Del Cantón Milagro. *Revista Ciencia Unemi*, 9(17), 56-64.
- Rubio Bezares, Á., Olaetxea Indaburu, M., & Erro Garcés, J. 2023. Mecanismo De Acción De Sustancias Bioestimulantes. Estudio Con Mutantes En *Arabidopsis Thaliana*.
- Salinas, S. R., (2021). Propuesta de un modelo de desarrollo sostenible basada en logística inversa para el manejo y disposición de residuos industriales en el sector agropecuario.. En: s.l.:<https://repository.udistrital.edu.co/bitstreams/20707905-c271-46bb-99b5-f565758b9788/download>.
- Sánchez Montoya, J. F. 2019. Evaluación De Bioestimulantes En Combinación Con Fertilizantes Foliare, En La Producción De Arroz (*Oryza Sativa L.*) Bajo Riego En La Zona De Babahoyo, Los Ríos (Bachelor's Thesis, Babahoyo: Utb, 2019).
- Sanhueza González, Á. F. 2021. Efectos En El Uso De Cobertor Y Bioestimulantes Sobre Número De Frutos, Peso Fresco Y Peso Seco En Cerezo (*Prunus Avium L.*) Cv. Lapins Y Santina (Doctoral Dissertation, Universidad De Talca (Chile). Escuela De Agronomía.).
- Solís Hidalgo, Z. K., Peñaherrera Villafuerte, S. L., & Vera Coello, D. I. 2021. Las Enfermedades Del Cacao Y Las Buenas Prácticas Agronómicas Para Su Manejo.
- Taco-Lambert, L. E., & Pizarro-Romero, K. H. 2023. Análisis Comparativo De Las Exportaciones De Camarón, Cacao Y Banano Del Ecuador De Los Años 2018–2022

- Y Su Incidencia En La Balanza Comercial. Revista Metropolitana De Ciencias Aplicadas, 6(2), 116-126.
- Tirado, R. G., Coronado, R. T., García, A. A., Camarano, J. H., Faura, R. R., & Aguado, R. H. 2023. Bioferes: Recuperación De Nutrientes De Lodos De Depuradora Para Obtener Bioestimulantes Y Fertilizantes. In Actas Del X Simposio Iberoamericano De Ingeniería De Residuos: Hacia La Circularidad Y El Residuo Cero. Castelló De La Plana, 20, 21 Y 22 De Junio De 2023 (P. 12). Servei De Comunicació I Publicacions.
- Tomalá Reyes, D.A. 2020. Sistema de información geográfica del Centro de Apoyo Río Verde de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. . La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2020.
- Torres, B. S. O., Torres, Ó. B., & Peña, E. P. 2019. Producción Y Caracterización De Bioestimulantes Para La Producción Agrícola A Partir De Residuos Locales. Anfei Digital, (11).
- Valverde-Lucio, Y., Moreno-Quinto, J., Quijije-Quiroz, K., Castro-Landín, A., Merchán-García, W., & Gabriel-Ortega, J. 2020. Los Bioestimulantes: Una Innovación En La Agricultura Para El Cultivo Del Café (*Coffea arabica* L). Journal Of The Selva Andina Research Society, 11(1), 18-28.
- Villón Orrala, José Ricardo (2017). Comportamiento productivo de nueve Genotipos de cacao (*Theobroma cacao*. L) en el quinto año de producción en el Centro de Producción y Prácticas Manglaralto de la UPSE. La Libertad. UPSE, Matriz. Facultad de Ciencias Agrarias. 38p.
- Yépez Daquilema, J. D. (2021). Inclusión de harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L) en la dieta: Sobre los parámetros productivos y la calidad de la carne (*Oreochromis* spp).
- Zambrano, Isaac. C. A. 2023. Diagnóstico Del Suelo Y Requerimientos Hídricos Para El Cultivo De Cacao (*Theobroma cacao*) En La Finca “San Vicente”, La Troncal (Doctoral Dissertation, Universidad Agraria Del Ecuador).

ANEXOS



Figura 1A. Recolección Poda.



Figura 2A. Recolección Preparación de productos.



Figura 3A. Vertiendo mezcla en bomba manual.



Figura 4A. Aplicación foliar a cada tratamiento



Figura 5A. Producto ya aplicado.



Figura 6A. Cojinetes forales

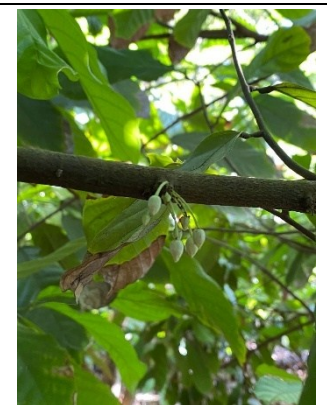


Figura 7A. Flores por cojinetes.



Figura 8A. Flores abiertas.

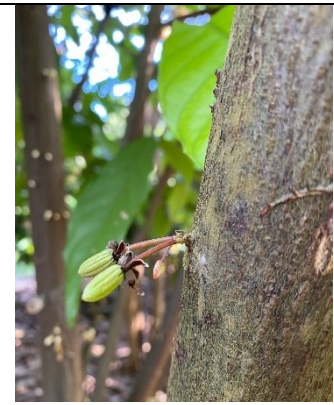


Figura 9A. Fruto cuajado.



Figura 10A. Mazorcas
iniciales.



Figura 11A. Escoba de
bruja.



Figura 12A. Monilia



Figura 13A. Enfermedad
Phytophthora