



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

**DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

**EFFECTO DEL BORO, MANGANESO Y ZINC EN LA
PRODUCCIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)
CCN-51, SIMÓN BOLÍVAR - GUAYAS**

AUTORA

RODRIGUEZ ALCIVAR ASTRID RUDDY

TUTOR

ING. ANDRADE ALVARADO PEDRO, MSc.

**MILAGRO, ECUADOR
2024**



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA AGRONOMIA

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **“EFECTO DEL BORO, MANGANESO Y ZINC EN LA PRODUCCIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CCN-51, SIMÓN BOLÍVAR - GUAYAS”**, realizado por el (la) estudiante **RODRIGUEZ ALCIVAR ASTRID RUDDY**; con cédula de identidad N° 0942120296 de la carrera **AGRONOMIA**, Unidad Académica Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Andrade Alvarado Pedro, MSc.

Tutor

Milagro, 21 de octubre del 2024



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA AGRONOMIA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la sustentación del trabajo de titulación: **“EFECTO DEL BORO, MANGANESO Y ZINC EN LA PRODUCCIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CCN-51, SIMÓN BOLÍVAR - GUAYAS”**, realizado por la estudiante **RODRIGUEZ ALCIVAR ASTRID RUDDY**; el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

PhD. Gavilánez Luna Freddy
PRESIDENTE

Ing. Martínez Carriel Tayron, M.Sc
Examinador Principal

Ing. Cruz Romero Colón, M.Sc
Examinador Principal

Ing. Andrade Alvarado Pedro, M.Sc
Examinador Suplente

Milagro, 21 de octubre del 2024

DEDICATORIA

A Dios, por su guía constante. A mis padres, pilares fundamentales en mi vida, por su amor, apoyo y confianza, por las oportunidades que me han brindado y por creer siempre en mí. A los docentes, por la dedicación que enriquecieron a nuestra comunidad científica y académica, por compartir este logro con amor y comprensión.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiar mis pasos y darme la fortaleza para culminar esta etapa de mi formación profesional. A mis padres, por su amor incondicional, apoyo constante y por inculcarme los valores que me han permitido llegar hasta aquí. A la Universidad Agraria del Ecuador por brindarme la oportunidad de ingresar y especializarme. Este logro me permitirá contribuir al país con los conocimientos adquiridos en esta prestigiosa institución. Asimismo, agradezco a los productores de fincas de la zona que abrieron sus puertas y recibieron con gran expectativa las inspecciones técnicas y recomendaciones, en beneficio de todos.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, RODRIGUEZ ALCIVAR ASTRID RUDDY, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre “EFECTO DEL BORO, MANGANESO Y ZINC EN LA PRODUCCIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CCN-51, SIMÓN BOLÍVAR - GUAYAS” para optar el título de INGENIERO AGRÓNOMO, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

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

Milagro, 21 de octubre del 2024

RODRIGUEZ ALCIVAR ASTRID RUDDY

CC: 0942120296

RESUMEN

Para mantener el alto rendimiento productivo de *Theobroma cacao*, es fundamental aplicar una adecuada combinación de fertilizantes con boro, manganeso y zinc. Estos nutrientes optimizan y mejoran fisiológicamente la calidad del cacao. Por esta razón, se evaluaron los efectos del boro, manganeso y zinc sobre la producción de cacao (*T. cacao* L.) CCN-51 en la zona Simón Bolívar en la provincia del Guayas, observando el desarrollo perjudicial en mazorcas, respuesta productiva y utilidad económica. Se utilizó Metalosato de boro (5,4%), manganeso (5,9%) y zinc (6,78%), con una frecuencia de aplicación cada 30 días, en una plantación de 3 528 m². Los resultados obtenidos se analizaron mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad de error. Se encontraron diferencias significativas con el uso de Metalosato de Manganeso, se logró un promedio de dos mazorcas enfermas/árbol y 6 mazorcas sanas/árbol, diferente al control convencional (fertilización N-P-K). En cuanto a la longitud de la mazorca se obtuvo 21 cm con el uso de zinc; se contabilizaron 44 granos (almendras) por mazorca con el uso de boro; en el peso de 100 almendras se encontraron 268 gramos con el uso de zinc; el mayor rendimiento y rentabilidad se obtuvo con la aplicación de manganeso. Concluyendo que el uso de boro y el uso de zinc son efectivos para controlar la presencia de enfermedades, el manganeso incrementa el número de flores; por lo tanto, es prescindible aplicar su uso logrando productividad en la zona Simón Bolívar para sus productores de cacao.

Palabras claves: boro, cacao, floración, manganeso, zinc.

ABSTRACT

To maintain the high production yield of *Theobroma cacao*, it is essential to apply an adequate combination of fertilizers with boron, manganese and zinc. These nutrients optimize and physiologically improve the quality of cocoa. For this reason, the effects of boron, manganese and zinc on the production of cocoa (*T. cacao* L.) CCN-51 were evaluated in the Simón Bolívar area in the province of Guayas, observing the detrimental development in pods, productive response and economic utility. Boron metallosite (5.4%), manganese (5.9%) and zinc (6.78%) were used, with an application frequency every 30 days, in a plantation of 3 528 m². The results obtained were analyzed using the Tukey multiple range test at 5% probability of error. Significant differences were found with the use of Manganese Metallosate, an average of two sick ears/tree and 6 healthy ears/tree was achieved, different from the conventional control (N-P-K fertilization). Regarding the length of the ear, 21 cm was obtained with the use of zinc; 44 grains (almonds) were counted per ear with the use of boron; in the weight of 100 almonds, 268 grams were found with the use of zinc; the highest yield and profitability was obtained with the application of manganese. Concluding that the use of boron and the use of zinc are effective to control the presence of diseases, manganese increases the number of flowers; therefore, it is advisable to apply its use achieving productivity in the Simón Bolívar area for its cocoa producers.

Keywords: *boron, cocoa, flowering, manganese, zinc.*

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes del problema.....	1
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.3 Justificación de la investigación	2
1.4 Delimitación de la investigación	2
1.5 Objetivo general	3
1.6 Objetivos específicos	3
1.7 Hipótesis o idea a defender.....	3
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Estado del arte	4
2.2 Bases científicas y teóricas de la temática.....	7
2.3 Marco legal.....	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 Enfoque de la investigación.....	16
3.2 Metodología.....	16
4. RESULTADOS	22
5. DISCUSIÓN	30
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
BIBLIOGRAFÍA	32
ANEXOS	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de tratamientos	17
Tabla 2. Delimitación experimental	18
Tabla 3. Valoración económica del proyecto.....	18
Tabla 4. Análisis de Varianza	21
Tabla 5. Número de mazorcas enfermas por árbol (n).....	22
Tabla 6. Número de mazorcas sanas por árbol.....	23
Tabla 7. Promedio del diámetro de mazorca (cm).....	24
Tabla 8. Promedio de la longitud de mazorca (cm)	25
Tabla 9. Promedio del número de granos por mazorca (n)	25
Tabla 10. Promedio del peso fresco de 100 granos (g).....	26
Tabla 11. Promedio del peso de mazorca (g).....	27
Tabla 12. Promedio del rendimiento kg/ha	27
Tabla 13. Rentabilidad del estudio	28
Tabla 14. Análisis estadístico del número de mazorcas enfermas por planta a los 0 días.....	39
Tabla 15. Análisis estadístico del número de mazorca sanas por planta a los 0 días.....	40
Tabla 16. Análisis estadístico del número de mazorca enferma por planta a los 30 días.....	41
Tabla 17. Análisis estadístico del número de mazorca sana por planta a los 30 días.....	42
Tabla 18. Análisis estadístico del número de mazorca enferma por planta a los 60 días.....	43
Tabla 19. Análisis estadístico del número de mazorca sana por planta a los 60 días.....	44

Tabla 20. Análisis estadístico de la longitud de la mazorca	45
Tabla 21. Análisis estadístico del diámetro de mazorca.....	46
Tabla 22. Análisis estadístico del peso mazorca.....	47
Tabla 23. Análisis estadístico del número de granos por mazorca	48
Tabla 24. Análisis estadístico de 100 granos frescos.....	49
Tabla 25. Análisis estadístico del rendimiento kg/ha.....	50
Tabla 26. Costo de producción de los tratamientos en estudio	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Histograma de rentabilidad/ha	29
Figura 2. Índice DRIS para el cultivo de cacao fino de aroma.....	52
Figura 3. Ubicación geográfica del sitio en estudio	52
Figura 4. Croquis del experimento	53
Figura 5. Unidad experimental	53
Figura 6. Productos experimentales Metalosate	54
Figura 7. Ficha técnica de Metalosate Boro	55
Figura 8. Ficha técnica de Metalosate Zinc.....	56
Figura 9. Ficha técnica de Metalosate Zinc.....	57
Figura 10. Delimitando el área	58
Figura 11. Medición del área experimental	58
Figura 12. Observación y conteo de frutos enfermos y sanos.....	59
Figura 13. Productos a emplearse dentro del experimento.....	59
Figura 14. Preparación de tratamiento a aplicarse	60
Figura 15. Colocación en bomba.....	60
Figura 16. Aplicación dentro del área experimental	61
Figura 17. Medición de las mazorcas previo a la cosecha	61
Figura 18. Medición después de cosecha	62
Figura 19. Conteo y empaque de granos	62
Figura 20. Peso de los granos de cacao en balanza electrónica	63

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

El cacao (*Theobroma cacao* L.), es un cultivo ancestral extendido en los países tropicales de América, presentándose como riqueza histórica y cultural. En Ecuador, ha existido por más de 240 años en el mercado internacional, donde sus granos de cacao se exportan significativamente y contribuyendo a la economía del país; todo esto, siendo el cuarto país productor de cacao del mundo con 300 mil toneladas anuales (Abad, et al., 2020).

Para mantener el alto rendimiento productivo del cultivo de *Theobroma cacao*, es necesario la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, que maximicen su producción, evitando pérdidas económicas al productor; sin embargo, por ser un cultivo perenne y tratado como rustico, no se debe descuidar su nutrición (Ruiz, 2021).

Estos nutrientes esenciales sirven para las plantas y microorganismo, formando un factor importante en las interacciones planta-enfermedad. La respuesta positiva o negativa de las plantas a la enfermedad sigue siendo exclusiva del complejo individual planta-enfermedad. Los nutrientes al igual que otros factores como el agua, el aire y la luz solar son muy importantes para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Gopi, et al., 2021).

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2019), menciona que los nutrientes se clasifican en macronutrientes (el nitrógeno (N), el fósforo (P), el potasio (K), el calcio (Ca), el azufre (S) y el magnesio (Mg)), y micronutrientes (el hierro (Fe), el zinc (Zn), el manganeso (Mn), el cobre (Cu), boro (B), cloro (Cl) y molibdeno (Mo)). Algunas especies vegetales requieren cinco elementos adicionales como sodio (Na), cobalto (Co), vanadio (Va), níquel (Ni) y silicio (Si).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

Existen estudios sobre el cacao y el impacto de los nutrientes en el crecimiento vegetativo y la calidad de la almendra; coincidiendo que, el uso de fertilizantes comerciales es muy limitado para pequeños productores, reflejando que la mayoría de productores de cacao depende completamente de la condición inherente del suelo en zonas cercanas a Simón Bolívar en la provincia del Guayas (Suaste, 2022). Además, la falta de microelementos necesarios como

son el zinc, boro, manganeso para su desarrollo morfológico, afecta la formación de clorofila, carbohidratos y demás que ayuden a resistir bajas o altas temperaturas que conllevan al aborto floral.

De este modo, la baja productividad de las plantaciones de cacao, genera una complicada situación socioeconómica para estos pequeños productores, la cual, en sus plantaciones proliferaría la presencia de plagas y enfermedades, debido a su bajo manejo técnico básico (fertilización con micronutrientes).

1.2.2 Formulación del problema

Ante lo mencionado, se plantea la siguiente interrogante ¿Qué resultado se obtiene bajo la aplicación del boro, manganeso y zinc en la plantación de cacao en Simón Bolívar, Guayas? ¿La continua aplicación de microelementos beneficia a la producción de cacao?

1.3 Justificación de la investigación

La nutrición de la planta de cacao desempeña un papel crucial en la aparición de plagas y enfermedades, así como en la susceptibilidad del cultivo. Por lo tanto, una fertilización balanceada adecuada confiere a la planta una mayor resistencia fisiológica frente a la aparición de enfermedades y la presencia de plagas (Sieiro et al., 2020).

Alcanzar mejores rendimientos en las plantaciones de cacao, es relacionado con las buenas prácticas agrícolas (BPA), como es la fertilización con microelementos, mejorando las condiciones físico-químicas del suelo y de la planta. De este modo, se busca evitar la baja productividad producido por una mala fertilización o aplicación inadecuada por la falta de información al productor cacaotero; siendo así, potenciar y fomentar la fertilización con base en microelementos como son boro, manganeso y zinc.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Se realizó en el recinto Mata de Plátano en el cantón Simón Bolívar perteneciente a la provincia del Guayas, con coordenadas geográficas UTM 17 S: 666795.82 m E - 9774853.70 m S.
- **Tiempo:** Se ejecutó entre los meses de agosto a octubre del 2023.
- **Beneficiario:** Productores cacaoteros y demás plantaciones (ciclo perenne y corto), comunidad comercial y científica.

1.5 Objetivo general

Evaluar los efectos del boro, manganeso y zinc en la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 en la zona de Simón Bolívar en la provincia del Guayas.

1.6 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de los nutrientes a evaluarse en el desarrollo y presencia de enfermedades de la mazorca de cacao.
- Valorar la respuesta productiva del cultivo a la aplicación de los elementos indicados, a través de índice de producción.
- Establecer la utilidad económica de los tratamientos propuestos mediante el índice beneficio-costo.

1.7 Hipótesis o idea a defender

Uno de los microelementos aplicados (boro, manganeso y zinc), incrementa la productividad y rendimiento en plantaciones de cacao en la zona de Simón Bolívar (Guayas), mejorando la rentabilidad del agricultor.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

Un estudio de referencia bajo condiciones de fertilidad de suelos para Colombia en plantaciones productivas y sostenibles, realizado por León, et al., (2019); menciona que en tres años de estudio y observación de análisis de suelo (635 muestras, entre 0 a 20 cm profundidad), mostrando en sus resultados que los suelos donde se encuentran las plantaciones de cacao presentan al menos dos deficiencias nutricionales en macronutrientes fósforo (P) y potasio (K), en micronutrientes son varios (Mn, Fe, Zn, Na, B, Cu), presentando una baja productividad, ya que presentan plagas y enfermedades; mientras que en zonas o sitios que presentan proyectos de fertilización su incidencia es baja por contar con planes fitosanitarios en la nutrición. Concluyendo que la productividad sostenible adecuada es mayor a 1.5 ton/ha/año en pequeños productores o nuevos emprendedores. Por lo que, las limitaciones de disponibilidad de agua o nutrientes, limitan la productividad al no realizar una adecuada fertilización oportuna.

Por ello, también se ha observado en estudios cuando se realizan poda presentando efectos agronómicos (número de frutos) en la nutrición del cacao, donde Gutiérrez, et al (2019) en su estudio realizado en Colombia, observó que cuando se poda a 4 m de altura (-h) se cosecho 4,80 kg/árbol y poda base menos el 25% de área foliar (-b 25%) se cosecho 4,1 kg/árbol, menor efecto poda base menos el 75% del área foliar (b- 75%) se cosechó 2,6 kg/árbol en mes de noviembre; mientras que, no tuvo efectos significativos en el contenido de minerales en el grano de cacao.

Un estudio sobre los nutrientes minerales y la interacción entre planta y hongos en hojas de árboles de cacao en Brasil; revelo que, la prueba t de Student comparó la concentración de nutrientes como Mn cambió con la presencia (Zn<Mn) o ausencia (Zn<Fe<Mn) de *M. pernicioso*, mientras que con elemento como Zn no presentó ningún cambio en el árbol. Además, acota que la función del manganeso es la protección de la planta contra la escoba de bruja al proporcionar resistencia parcial a la enfermedad. Concluye que, esta información ayuda a identificar estrategias de nutrición vegetal para la resistencia de patógenos (Sousa, et al., 2021).

El estudio realizado por Lewis, et al., (2021), sobre las concentraciones de metales en *Theobroma cacao* disponibles en diferentes tipos de suelo en Trinidad; se utilizó diferentes métodos de análisis para metales, mostrando diferencia significativa ($p < 0.05$) en la concentración de Mn y Zn para suelos arenosos y suelos con alto contenido de materia orgánica, influyendo en la concentración de Mn en las hojas. Demostrando así que, la transportación de metales dependerá el tipo de suelo en las plantas desempeñan un papel en la absorción en las hojas y frutos.

Suaste (2022), en su trabajo experimental sobre la aplicación de zinc (10%) en la productividad de cacao CCN-51 y Nacional en Milagro (Guayas, Ecuador); donde evaluó con un diseño de cuadro latino en 16 unidades experimentales, evaluando variables como número de mazorca/planta, diámetro de mazorca, peso de cien almendras secas, y rendimiento; mostrando en sus resultados que, solo en el diámetro de la mazorca no presentaron diferencias estadísticas (CV: 9.48%; $p\text{-valor } 0.3249 > 0.05$) en ambas variedades de cacao, alcanzando los 10 cm. Concluyendo que, la aplicación del zinc generó hasta 14 mazorcas de CCN-51, y 8 mazorcas en Cacao Nacional; un rendimiento de 2 619 kg/ha (CCN-51) y 919 kg/ha (Nacional); una rentabilidad de \$2,76 USD (CCN-51) y \$1,76 USD (Nacional). Siendo positivo en su desarrollo vegetativo con pocas complicaciones de afectación de enfermedades nativas de la zona (monilla, escoba de bruja, entre otras) y su incremento en la productividad del cultivo de cacao.

También en el cantón El Triunfo (Guayas), se observó el uso del elemento Boro (2 kg/ha) y en combinación de micorrizas en plantación de cacao CCN-51 en el trabajo experimental de Haro (2022); utilizó en 4 épocas de aplicación bajo un diseño experimental cuadrado latino; entre sus resultados no presentó diferencia significativa ($p\text{-valor} > 0.05$) en peso de 100 almendras de cacao (124 g) y tamaño de mazorca (19 cm); sin embargo, en el número de mazorcas (15) y su rendimiento (1 498 kg/ha) si presentaron diferencias estadísticas en el experimento. De este modo concluye que, el uso de boro genera utilidad económica sobre otros parámetros agronómicos.

En el estudio descriptivo por Mihai, et al., (2022), utilizaron el índice DRIS de nutrientes (según la zona de mayor rendimiento) con el objetivo de servir como guía para el diagnóstico de las necesidades de nutrientes (como es Mn y

Zn). En la provincia de Esmeraldas de la región costera, se encontraron deficiencias en el cultivo del cacao fino de aroma (granos), representado principalmente por los micronutrientes $Zn > Mn$. De la región amazónica, la provincia del Napo presentó la siguiente deficiencia en $Mn > Zn$; provincia de Orellana en $Mn > Zn$; y Sucumbíos en nutrientes $Mn > Zn$. En la región andina, la provincia de Cotopaxi se caracterizó por deficiencias de $Mn > Zn$. Tanto los excesos como las deficiencias de nutrientes (macro y micro) influyen en la síntesis de metabolitos secundarios en los cultivares de cacao. Esto ayuda a gestionar las posibilidades de control fitosanitario y nutrición en la relación suelo-planta en este caso, *Theobroma cacao*. (ver Anexos: Figura 2)

Para observar la productividad, en el estudio realizado por Cevallos, et al., (2022), con la aplicación foliar combinada de Calcio, Boro, y Zinc (en forma de sales, quelatos y aminoquelatos) para observar su rendimiento y rentabilidad del cacao Nacional; mostró entre sus resultados que la aplicación de estos en forma foliar produjo hasta un 22% de frutos enfermos observándose diferencias estadísticamente significativas (p -valor <0.05); obtuvo un incremento de rendimiento y productividad en 60,96% mayor que el testigo; de este modo, finalmente bajo limitaciones nutricionales, responde positivamente la aplicación foliar alcanzando una productividad del 37 sacos (45 kg/ha) y una rentabilidad de 1.49; concluyendo que, la aplicación foliar de esta combinación de elementos es efectiva como alternativa nutricional bajo condiciones de suelos con deficiencia nutricional (especial en micronutrientes).

Además, Ramos et al. (2022), en su estudio sobre la sustentabilidad del cacao sembrados en zona minera como es Ponce Enrique (Ecuador), en su investigación se evaluó la concentración de metales potenciales y tóxicos (Hg, Cd, As, Cu, Pb, Zn) y su movilidad; entre sus resultados menciona que el Zn, Cd, Cu se mueve del suelo hacia las hojas y granos de cacao; siendo Zn un micronutriente necesario para el crecimiento de la planta que afecta directamente a la calidad de los granos de cacao.

Del mismo modo en el experimento de Mendez (2020), aplicó una fórmula nutricional quelatado que combinó los tres elementos (B, Mn y Zn) para la producción de cacao (*T. cacao*), en dos frecuencias de aplicación, con tres dosificaciones (mínima, comercial y máxima) en el cultivo de cacao CCN-51. Concluyendo que, cuando se combinan B, Mn, Z, se obtienen una utilidad

económica entre \$3 297 USD y \$3 786 USD, diferente utilidad del testigo sin aplicación de bioestimulante.

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1 Theobroma cacao L y su productividad

2.2.1.1 Generalidades y productividad

Suárez (2019), menciona que, Ecuador tiene una larga trayectoria y es uno de los principales productores mundiales de cacao aromático de alta calidad, produciendo aproximadamente 70 000 toneladas al año, lo que representa el 60% de la producción mundial.

El cacao originario de las selvas de América Central y del Sur; mantiene una buena evolución en los climas ecuatoriales por las notables precipitaciones y las temperaturas que fluctúan entre 25 y 28 grados centígrados. Inicia a ser productivo luego de 4 o 5 años; sin embargo, es entre los 8 y 10 años que se encuentra en su máxima producción, dependiendo la variedad, así como las condiciones edafoclimáticas (Gutiérrez, et al., 2020).

Siendo así que, la variedad CCN-51 presenta una producción 327 tm/ha anuales, generando mayor oferta de trabajo para los cultivadores en diferentes zonas del país; a diferencia de la variedad Nacional cuya producción alcanza los 302 tm/ha (CFN, 2022, pág. 12). El CCN-51 (Colección Castro Naranjal) fue creado de la combinación de cepas Iquitos (ecuatoriano-peruana, 45,4%), Criollo (Amazonia, 22,2%) y Amelonado (Ghana y Centroamérica, 21,5%) (Parada y Veloz, 2021).

De este modo la Asociación de Producción Agrícola del Cacao y Chocolate de Ecuador (2019), acota que el cacao se produce con una mayor concentración en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí y Sucumbíos; con cultivos de dos tipos como son: el Cacao CCN-51 y el Cacao Nacional; cuya participación representa el 63% en el segmento del mercado mundial.

Cabe mencionar algo en detalle sobre el árbol de cacao, donde Vasallo (2020) menciona que, “los frutos del cacao son pigmentadas, de color marrón claro, morado o rojizo, así como de color pálido; siendo variable su tamaño”. Asimismo, acota que, “sus flores forman racimos, cada una con cinco pétalos, cinco estambres y un pistilo, naciendo en las ramas más viejas o el tronco; no todas las plantas forman semillas”.

Cañas (2020) comentó que, la tierra donde se encuentre sembrado el cacao debe estar húmeda, drenada y con sombra, incluidas las plantas cercanas, y debe mantenerse siempre limpia ya que producen hojas secas que actúan como fertilizante.

A la hora de utilizar vías de fertilización, además de los conocimientos previos, se debe tener en cuenta la experiencia del fabricante en cuanto a parámetros técnicos y económicos. Por lo tanto, la altura del cacao debe ser monitoreada de cerca para determinar la fertilidad del suelo y abordar en consecuencia cualquier deficiencia de nutrientes (Centeno, 2020).

La cosecha se recolecta en diferentes momentos dependiendo de la madurez y condición de las mazorcas de maíz, y luego las mazorcas de maíz cosechadas se almacenan en un lugar fresco y se seleccionan adecuadamente para separar aquellas infectadas con enfermedades o picadas por ciertos insectos. Mordedura de pájaro o ardilla (Quispe, 2022).

La clasificación taxonómica del cacao es según el estudio de Suarez, et al., (2019), la siguiente:

Reino:	Plantae
División:	Magneolopyta
Clase:	Magneolipsida
Orden:	Malvales
Familia:	Malvaceae
Tribu:	Theobromeae
Género:	Theobroma
Especie:	<i>T. cacao</i> L.

De este mismo modo, Quevedo, et al., (2020) acota, que el cacao se divide en tres grandes grupos:

- Criollos: 10% de la producción, máxima calidad.
- Forasteros amazónicos: 79% de la producción, calidad media.
- Trinitarios: 20% de la producción, buena calidad.

2.2.1.2 Plagas y enfermedades comunes del cacao

- Chinche del cacao (*Monalonion* spp). Este insecto, tanto en estado adulto como en la juvenil chupa la savia de los brotes nuevos, hojas tiernas y frutos. La condición favorable para de su aparición es el exceso de sombra en la plantación (Gongora, et al., 2019).
- Moniliasis (*Moniliophthora roreri*). Se caracteriza por dañar frutos en cualquier estado de desarrollo (incidencia en el fruto 43%). El síntoma inicial es la deformación de frutos jóvenes y al cabo de unos días manifiesta unas manchas marrones en el fruto. Afecta a todas las especies del género *Theobroma* y *Herrania* (Caldas, 2022).
- Pudrición parda o mazorca negra (*Phytophthora palmivora* Butl) y (*P. capsici* Leonian). Enfermedad causada por dos hongos. Ambos producen pudrición en frutos; pudiendo también infectar otras partes de la planta, como hojas, chupones, cojines florales, tallo y raíces; pero el daño crítico es aquel que se producen en los frutos (Anzules, et al., 2019).

2.2.1.3 Fertilización foliar

En la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores, los de la planta, ambiente y formulación foliar. En relación a la formulación foliar, la concentración de la sal portadora del nutrimento, el pH de la solución, la adición de coadyuvantes y el tamaño de la gota del fertilizante líquido, del nutrimento por asperjar, la velocidad de penetración y la translocalidad de nutriente dentro de la planta. Del ambiente se debe de considerar la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y la hora de aplicación. De la planta se ha de tomar en cuenta la especie del cultivo, estado nutricional, etapa de desarrollo de la planta y edad de las hojas (Barreto, 2019).

2.2.2. Microelementos (B, Mn, Zn) en cacao

Las investigaciones y observaciones realizadas por INIAP (2019), mencionan que, la deficiencia de microelementos en la planta de cacao, cuando hace falta el elemento Boro (B), presentan frutos y flores mal formados, aborto de frutos, entre nudos cortos, la lámina foliar tiene un aspecto corchoso, baja viabilidad del polen. Mientras que, la falta del elemento Zinc (Zn), presenta clorosis intervenal en hojas nuevas, en hojas jóvenes se nota un arrosamiento, deformaciones y retraso de la planta, tallos cortos y delgados. Y cuando falta el

elemento Manganeseo (Mn) la planta de cacao presenta quemazón en hojas jóvenes, clorosis intervenal, conservándose las nervaduras de color verde.

También se han realizado otras investigaciones como los realizado por Malmir, et al. (2020), en la predicción rápida y en tiempo real de las concentraciones de nutrientes en hojas de cacao (*Theobroma cacao*), puede facilitar la toma de decisiones para una buena disponibilidad y aplicación de fertilizantes y fungicidas, donde imágenes hiperespectrales de infrarrojo basadas en el laboratorio visible (400-1000 nm), se han utilizado para predecir las concentraciones foliares de nutrientes (Calcio, Fosforo, Potasio, y Nitrógeno) con alta precisión cacao (por ejemplo, N: $R^2 = 0,75$; P: $R^2 = 0,71$; Ca: $R^2 = 0,79$).

Por su parte, Kaimuddin, et al (2020), menciona que la formación y estabilidad del fruto de cacao son favorecidas en gran medida por las condiciones de macro y micronutrientes. Estos elementos esenciales trabajan juntos para apoyar el proceso de fotosíntesis de las plantas desde el momento de aplicación edáfica o foliar hasta la fase reproductiva de las plantas. Mn, Fe, Cl y Zn son micronutrientes involucrados en el proceso de fotosíntesis. El boro (Bo_3^{-3}) y el hierro (Fe^{+3}) desempeñan un papel en la síntesis y el metabolismo de las proteínas, mientras que el zinc (Zn^{2+}) y el manganeso (MN^{2+}) pueden activar enzimas.

Asimismo, Calvo, et al. (2021) acota que, entre los minerales encontrados en la almendra de cacao fueron zinc (46%), hierro (26%), cobre (24%), manganeso (22%), y boro (11%); mostrando diferencia significativa ($p < 0,05$) en diferentes sitios (sean altitudes y tipos de suelo).

La planta de cacao, requiere suelos adecuado con principales macronutrientes como son el nitrógeno, fosforo y potasio; del mismo modo, micronutrientes esenciales como hierro, cobre, manganeso y zinc (Ruiz, 2021).

Cabe mencionar que, la interacción entre capacidad e intensidad depende del pH y la estructura del suelo. El pH afecta la disponibilidad de micronutrientes y puede conducir a la toxicidad de los nutrientes. En suelos muy ácidos, el pH genera toxicidad por manganeso, toxicidad por aluminio y deficiencia de molibdeno. En suelos alcalinos, se produce toxicidad por boro y deficiencia de hierro, zinc y manganeso (Langridge, et al., 2022).

Un estudio sobre imágenes hiperespectrales en la región Vis-NIR (400-1000 nm) en cultivos de macadamia, por Silva, et al., (2023) en Australia, donde

tuvieron la capacidad de predecir concentraciones de N (7%), P (4%), K (29), Ca (15%), Cu (8%), Mn (7%), S (15%) y Zn (31%) en hojas de macadamia con una relación de predicción a desviación mayor que 1.4; donde concluyen que, la estimación rápida de la nutrición de los cultivos podría ayudar a los productores de macadamia a aumentar la productividad de los huertos, minimizar los costos de fertilizantes y reducir las pérdidas de nutrientes al permitir una gestión de fertilizantes más oportuna y receptiva.

Cabe mencionar que, el efecto macro y microelementos suministrado vía foliar, es diferente; por lo que Frac, et al (2023) menciona que, las concentraciones de manganeso y zinc en las hojas fueron las más bajas en la combinación con microorganismos (49,8 y 12,9) en cada año del estudio. El mayor contenido de Mn se encontró en las hojas de los árboles fertilizados con biocarbón combinado con microorganismos (66.6), mientras que el mayor contenido de Zn se encontró en las hojas de los árboles fertilizados con biocarbón solo y con el fertilizante orgánico solo (17.7 y 17.4). La aplicación combinada de biocarbón y fertilización orgánica aumenta ligeramente las concentraciones de manganeso y zinc en las hojas o, pero en el caso de estos elementos, las hojas tuvieron un mayor contenido de Mn y Zn después de usar solo biocarbón.

2.2.2.1 Boro (B)

La toxicidad del boro (>5 ppm) ocurre en áreas con suelos áridos y semiáridos, una concentración considerada tóxica para varios tipos de cultivos. Cuando hay intoxicación por boro, las plantas muestran un color amarillento desde las puntas de las hojas que progresa a necrosis prematura y cuando mueren las hojas caen. Otro síntoma es la aparición de manchas negras en las hojas viejas (Karthika, et al., 2018).

Para Ghaffi y Etesamie (2020), el boro (B), como micronutriente, es eficaz para el crecimiento y la salud de todos los cultivos. Este elemento juega un papel clave en una amplia gama de funciones de la planta.

Chrysargyris, et al. (2022) aluden que, la fitotoxicidad causada por el boro afecta los parámetros de crecimiento con efectos más pronunciados en los brotes que en las raíces.

El boro, media el cambio en la concentración y el metabolismo de los compuestos fenólicos en las plantas vasculares; su deficiencia provoca un aumento en la concentración de fenoles debido a la estimulación de la enzima fenilalanina-amonio liasa (PAL). Por otro lado, también produce cambios cualitativos en sus compuestos fenólicos (Bhatt y Debnath, 2021).

2.2.2.2 Manganeso (Mn)

El papel probable de Mn en la fotosíntesis oxigénica fue demostrado por primera vez por Pirson y sus colaboradores, quienes reconocieron que las plantas y las algas no pueden liberar O₂ en ausencia de Mn en su medio de crecimiento. También se ha observado que Mn presenta una función redox-dependiente de la evolución del oxígeno. Sin embargo, el papel biológico del manganeso en la catalización de la evolución del oxígeno hasta que se logró aislar un complejo proteico que contiene manganeso catalíticamente activo de la espinaca, proporcionando evidencia de que el manganeso es un cofactor metálico integral y esencial en el complejo de evolución del oxígeno de plantas superiores (Bloom, 2019).

2.2.2.3 Zinc (Zn)

La fitotoxicidad del Zn se hace visible a partir de una concentración foliar superior a 300 mg/kg, manifestándose en reducción del rendimiento, retraso del crecimiento, reducción de la exportación de fotoasimilados de las hojas a las raíces y clorosis causada por deficiencia de Fe debido a la reducción de la síntesis de clorofila y la degradación del cloroplasto (Cabot, et al., 2019).

El zinc es un micronutriente indispensable para el crecimiento de los cultivos, un componente importante de la anhidrasa carbónica y un estimulador de la aldolasa, que están involucradas en el metabolismo del carbono. Zn también es un componente integral de varias biomoléculas como lípidos, proteínas y cofactor de auxinas y, por lo tanto, juega un papel importante en el metabolismo de los ácidos nucleicos de las plantas. La aplicación de Zn es beneficiosa para mejorar el rendimiento y la calidad de los cultivos, mientras que su deficiencia reduce el rendimiento y deteriora la calidad de los cultivos (Hassan, et al., 2019).

Hosseini, et al., (2022) en su investigación en la zona de Nueva Guinea, sobre aportes de nutrientes de hojarasca de árboles de sombra (*Canarium indio*, *Gliricidia sepium*, y *Theobroma cacao*), después de 15 meses de

descomposición; observó que *T. cacao* pierde masa 37%, en concentración de nitrógeno, boro, hierro, y fosforo, originando así un reciclaje de nutrientes a través de la descomposición de la hojarasca e impulsando la actividad microbiana en el suelo plantado y sus cercanías.

2.3 Marco legal

Para la ejecución del presente trabajo experimental, se consideraron las siguientes bases legales que rigen en el país:

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador (2008)

Art. 281. La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente. Para ellos, será responsabilidad del estado: Numeral 1. “Impulsar la producción, transformación agroalimentaria y pesquera de las pequeñas y medianas unidades de producción, comunitaria y de la economía social y solidaria” Numeral. 2. “Adoptar políticas fiscales,..., que protejan al sector alimentario y pesquero nacional, para evitar la dependencia de importaciones de alimento.” Numeral 3. “Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnología ecológicas y orgánica en la producción agropecuaria.”. Numeral 8. “Asegurar el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica apropiadas para garantizar la soberanía alimentaria”. Numeral 13. Prevenir y proteger a la población del consumo de alimentos contaminados o que pongan en riesgo su salud o que la ciencia tenga incertidumbre sobre sus efectos.

Art. 410. El estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los proteja y promueva la soberanía alimentaria (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008).

2.3.2 Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria (LORSA)

Artículo 9. El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agro biodiversidad. Además, asegurará la investigación aplicada y participativa y la creación de un sistema de extensión que transferirá la tecnología generada en la investigación, a fin de proporcionar una asistencia técnica, sustentada en un diálogo e intercambio de saberes con los pequeños y medianos productores, valorando en conocimiento de mujeres y hombres.

Artículo 12. Principios generales del fomento.- Los incentivos estatales estarán dirigidos a los pequeños y medianos productores, responderán a los principios de inclusión económica, social y territorial, solidaridad, equidad, interculturalidad, protección de los saberes ancestrales, imparcialidad,

rendición de cuentas, equidad de género, no discriminación, sustentabilidad, temporalidad, justificación técnica, razonabilidad, definición de metas, evaluación periódica de sus resultados y viabilidad social, técnica y económica.

Artículo 13. Fomento a la micro, pequeña y mediana producción.- Para fomentar a los microempresarios, microempresa o micro, pequeña y mediana producción agroalimentaria, de acuerdo con los derechos de la naturaleza, el Estado: d) Promoverá la reconversión sustentable de procesos productivo convencionales a modelos agroecológicos y la diversificación productiva para el aseguramiento de la soberanía alimentaria; f) Establecerá mecanismos específicos de apoyo para el desarrollo de pequeñas y medianas agroindustrias rurales; i) Facilitará la producción y distribución de insumos orgánicos y agroquímicos de menor impacto ambiental (Asamblea Nacional, 2016, p. 25).

2.3.3 Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable

Artículo 1.- Objeto. La presente Ley tiene por objeto proteger, revitalizar, multiplicar y dinamizar la agrobiodiversidad en lo relativo a los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura; asegurar la producción, acceso libre y permanente a semillas de calidad y variedad, mediante el fomento e investigación científica y la regulación de modelos de agricultura sustentable; respetando las diversas identidades, saberes y tradiciones a fin de garantizar la autosuficiencia de alimentos sanos, diversos, nutritivos y culturalmente apropiados para alcanzar la soberanía alimentaria y contribuir al Buen Vivir o Sumak Kawsay.

Artículo 8.- Derechos en el ámbito de la agrobiodiversidad. - La presente ley garantiza los siguientes derechos individuales y derechos colectivos de comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades: c) Derecho de las personas naturales o jurídicas a la libre asociación para investigar, producir, comercializar semillas nativas, tradicionales y certificadas;

Artículo 10.- Reconocimiento al agricultor. De conformidad con los instrumentos internacionales vigentes, al agricultor se le reconocen las siguientes garantías: c) Participar en asuntos relacionados a la conservación y la utilización sostenible de la agrobiodiversidad de conformidad con la ley;

Artículo 17.- De las zonas de agrobiodiversidad. La Autoridad Agraria Nacional, en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional, los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, institutos públicos de investigación y centros de educación superior, identificarán con la participación de los productores y organizaciones sociales, las áreas de agrobiodiversidad que fortalezcan la protección, conservación, manejo y uso sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, para garantizar la soberanía alimentaria

Artículo 23.- Diálogo de saberes. La investigación científica y la innovación participativa se desarrollarán dentro del diálogo de saberes y el respeto a la

sabiduría ancestral en temas de agrobiodiversidad, semillas y agricultura sustentable

Artículo 49.- Prácticas y tecnologías. Constituyen prácticas y tecnologías de agricultura sustentable, destinadas al uso de alternativas de innovación tecnológica, que debe fomentar el Estado las siguientes: d) Prevenir y controlar las plagas y enfermedades mediante el uso de biopreparados, repelentes y atrayentes, así como la diversificación, introducción y conservación de enemigos naturales; e) Difundir mediante programas y campañas de educación e información pública los beneficios que reporta esta producción agrícola, tanto para productores como para consumidores; f) Promover la economía familiar campesina y comunitaria para dinamizar este sector, así como fomentar el consumo de alimentos saludables (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

2.3.4 Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria

Artículo 1. Objeto. - La presente Ley regula la sanidad agropecuaria, mediante la aplicación de medidas para prevenir el ingreso, diseminación y establecimiento de plagas y enfermedades; promover el bienestar animal, el control y erradicación de plagas y enfermedades que afectan a los vegetales y animales y que podrían representar riesgo fito y zoonosario.

Artículo 4. De los fines. -La presente Ley tiene las siguientes finalidades: a) Garantizar el ejercicio de los derechos ciudadanos a la producción permanente de alimentos sanos, de calidad, inocuos y de alto valor nutritivo para alcanzar la soberanía alimentaria;

Artículo 13. De las funciones.- Son competencias y atribuciones de la Agencia (en este caso, Agrocalidad) las siguientes: n) Regular, controlar y supervisar el uso, producción, comercialización y tránsito de plantas, productos vegetales, animales, mercancías pecuarias, artículos reglamentados e insumos agroquímicos, fertilizantes y productos veterinarios;

Artículo 22. De las medidas fitosanitarias.- Para mantener y mejorar el estatus fitosanitario, la Agencia de Regulación y Control, implementará en el territorio nacional y en las zonas especiales de desarrollo económico, las siguientes medidas fitosanitarias de cumplimiento obligatorio: b) Campañas de sanidad vegetal, de carácter preventivo, de control y erradicación; c) Diagnóstico, vigilancia y notificación fitosanitaria de plantas y productos vegetales; d) Tratamientos de saneamiento y desinfección de plantas y productos vegetales, instalaciones, equipos, maquinarias y vehículos de transporte que representen un riesgo fitosanitario (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

2.3.5 Guía de buenas prácticas agrícolas para cacao

Artículo 1.- Aprobar la “Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para Cacao” documento que se adjunta como ANEXO 1 y que es parte integrante de esta resolución, el mismo que tiene por objeto, establecer las especificaciones técnicas que deben ser consideradas en los procedimientos de Buenas Prácticas Agrícolas para cacao (Agrocalidad, 2012).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

- **Descriptiva.** Se describió los resultados y efectos de las variables en estudio sobre los efectos que causa la aplicación de nutrientes (boro, manganeso y zinc) en un cultivo con el fin de precisar con conclusiones de mayor objetividad.
- **Exploratoria.** Sirvió para identificar problemas que aborda el estudio de la aplicación de microelementos sobre cultivo de cacao.
- **Explicativa.** Permitió acercarse e identificar los problemas hipotéticos, encontrando las causas del mismo problema, manifestando las conclusiones y recomendaciones.

3.1.2 Diseño de investigación

El presente estudio tuvo un diseño de investigación experimental, el cual consistió en observar los efectos e interacción de la combinación de nutrientes como son Boro, Manganeso y Zinc en plantaciones de cacao, en condiciones de campo abierto para sí recopilar la información y proyectarla de manera económica.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables en estudio

3.2.1.1. *Variable independiente*

Aplicación de boro, manganeso y zinc en plantación de cacao.

3.2.1.2. *Variable dependiente*

- Número de mazorcas enfermas por árbol (n).
- Número de mazorcas sanas por árbol (n).
- Diámetro de mazorca (cm).
- Longitud de mazorca (cm).
- Número de granos por mazorca (n).
- Peso de mazorca (g).
- Peso fresco de 100 granos (g).
- Rendimiento (kg/ha).
- Análisis económico (b/c).

3.2.2 Tratamientos

El trabajo experimental estuvo constituido por siete tratamientos y tres repeticiones, con dosis subjetiva y en aplicación foliar; por lo que, cada micronutriente a utilizando una dosis entre 0.5 a 0.75 l/ha; dando como resultado por cada árbol aplicado fue 1 cc del producto por cada 20 cc de agua.

Tabla 1.
Distribución de tratamientos

No. Tratamiento	Descripción	Dosis (L/Ha)	Frecuencia (días)
T1	Metalosato de boro (5.4%)	1	0-30-60
T2	Metalosato de boro (5.4%)	0.5	0-30-60
T3	Metalosato de manganeso (5.9%)	1	0-30-60
T4	Metalosato de manganeso (5.9%)	0.5	0-30-60
T5	Metalosato de zinc (6.78%)	1	0-30-60
T6	Metalosato de zinc (6.78%)	0.5	0-30-60
T7	Testigo convencional (8N-20P-20K)	50 kg	0 - 60

*: La frecuencia de aplicación se realizó en la aparición de fruto.

***. Todos los tratamientos se aplicará una dosis de 440 g de Urea*

Elaborado por: La Autora, 2024

La aplicación del testigo convencional se realizó según información y recomendación proporcionada por INIAP (2019), la aplicación de nutrientes en plantaciones de cacao en producción por árbol es de 441 g de urea + 135 g de 18-46-0 + 443 g de muriato de potasio.

3.2.3 Diseño experimental

Para esta investigación se implementó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con siete tratamientos y tres repeticiones, con un total de 21 parcelas o unidades experimentales compuesto de 16 plantas, con 4 plantas como área útil para la evaluación de las variables. La delimitación de todo el experimento puede observarse en la Tabla 2.

3.2.4.2. Delimitación experimental

Los delineamientos experimentales que se utilizó en la aplicación de los tratamientos experimentales, se pueden observar en la siguiente tabla 2:

Tabla 2.
Delimitación experimental

Características	Descripción
Número de tratamientos	7
Número de repeticiones	3
Total unidades experimentales	$7 * 3 = 21$
Ancho de la parcela	12 m
Longitud de la parcela	12 m
Área total de la unidad experimental	$12 \text{ m} * 12 \text{ m} = 144 \text{ m}^2$
Distancia entre árboles	3 m
Área útil de la unidad experimental	$6 \text{ m} * 6 \text{ m} = 36 \text{ m}^2$
Área total del ensayo	$12 \text{ m} * 7 * \{(12 \text{ m} * 3 + 6 \text{ m})\} = 3 \text{ 528} \text{ m}^2$

Elaborado por: La Autora, 2024

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

- **Materiales y herramientas:** se utilizó computadora, cámara fotográfica, piola, letreros, machete, GPS, libreta de campo, bolígrafos, agua, jornales para control de fitosanitario.
- **Material experimental:** plantación de cacao en producción mayor a 7 años, aminoácidos de boro, manganeso y zinc (producto comercial Metalosato).
- **Recursos humanos:** Fue realizado por el tutor y docente guía.
- **Recursos económicos:** El presente trabajo de investigación estuvo financiado por recursos propios del tesista:

Tabla 3.
Valoración económica del proyecto

Descripción	Valor (\$)
Aminoácido Boro (Metalosato)	25.00
Aminoácido manganeso (Metalosato)	25.00
Aminoácido zinc (Metalosato)	25.00
Fertilización UREA	50.00
Control Fitosanitario (jornales)	50.00

Visitas o transporte	100.00
Papel y utensilios varios	20.00
Total	295.00

Elaborado por: La Autora, 2024

- **Manejo del ensayo**

- Se procedió con la limpieza, y observación del terreno en el área y plantas de cacao asignada.
- Luego de la anterior actividad, se procedió con la delimitación del área para cada unidad experimental, con la ayuda de una cinta de color diferente para cada tratamiento.
- En el caso del tratamiento T7 fertilización convencional, se realizó como el administrador o dueño del predio lo hace en su día a día.
- Según datos obtenidos de una conversación del dueño del predio, el manejo fitosanitario aplica cipermetrina (2%) para el control de plagas 1 vez cada 3 meses. Para el control de enfermedades, solo realizó podas.
- La aplicación y dosis experimental para cada unidad experimental se observa en el apartado 3.2.2 Tratamientos.
- En cada aplicación de dosis experimental y observación, se tuvo en cuenta toda la protección personal (guantes, mascarilla, gorra, y botas).

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1. Métodos

- **Método inductivo:** Con este método se pudo observar los resultados adquiridos en la aplicación de aminoácidos en árboles de cacao, con el propósito de efectuar los objetivos e hipótesis programada.
- **Método deductivo:** Permitió observar temas particulares de la investigación a través de teorías.

3.2.4.2.2. Técnicas

En el presente estudio de investigación experimental, se evaluó el desarrollo y productividad del cultivo de cacao con seis tratamientos con aminoácidos; para ello, se efectuó las siguientes actividades de los objetivos:

- Número de mazorcas enfermas por árbol (n). Se contabilizó las mazorcas por árbol seleccionadas dentro del área útil que presenten signos y

síntomas de enfermedades, antes de la aplicación de los tratamientos (0-30 días) y en la cosecha estado de maduración (60 días).

- Número de mazorcas sanas por árbol (n). Se contabilizó las mazorcas sanas por árbol seleccionadas dentro del área útil que presenten las mejores condiciones físicas (color-aspecto), antes de la aplicación de los tratamientos (0-30 días) y en la cosecha estado de maduración (60 días).
- Diámetro de mazorca (cm). Con la ayuda de un calibrador se midió las mazorcas seleccionadas dentro del área útil su diámetro, en la cosecha.
- Longitud de mazorca (cm). Con una cinta métrica se midió las mazorcas seleccionadas dentro del área útil desde la base del peduncular hasta su base apical, en la cosecha.
- Peso de mazorca (g). Al momento de la cosecha se procedió a pesar una mazorca de cada área útil experimental, con la ayuda de una balanza.
- Número de granos por mazorca (n). Al momento de la cosecha las mazorcas seleccionadas dentro del área útil de cada unidad experimental; se contabilizó su número de granos que contenga cada mazorca, para luego promediarlos.
- Peso fresco de 100 granos (g). Con la ayuda de una balanza se pesó en gramos, la cantidad de 100 granos o almendras de cacao fresco (recién cosechado) por cada unidad experimental (NTE, 2020).
- Rendimiento (kg/ha). Se promedió por la estimación del peso de grano por área útil cosechada [número de mazorcas sanas por árbol (n) * número de granos por mazorca (n) * peso de 100 almendras (kg)], multiplicado por la cantidad de plantas que hacen una hectárea (1110 plantas aprox.).
- Análisis económico (b/c). Con la documentación del costo de producción, se detalló junto con los ingresos en cada tratamiento, se pudo obtener la relación beneficio-costos.

3.2.5 Análisis estadístico

Los datos de las distintas variables a evaluadas se sometieron al análisis de varianza (ANOVA), para detectar diferencias significativas entre los tratamientos propuesto. Para la comparación de las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad de error, el cual se implementó para el análisis de los datos con el software INFOSTAT.

Tabla 4.
Análisis de Varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos (t-1)	$7 - 1 = 6$
Repeticiones (r-1)	$3 - 1 = 2$
Error experimental (t-1) (r-1)	$(6) (2) = 12$
Total (t*r) - 1	$(7 * 3) - 1 = 20$

Elaborado por: La Autora, 2024

3.2.5.1. Hipótesis estadísticas

- Ho: La aplicación de un nutriente (boro, manganeso o zinc) no incide en la productividad del cultivo de cacao.
- Hi: Al menos una aplicación de un nutriente (boro, manganeso o zinc) incide en la productividad del cultivo de cacao.

4. RESULTADOS

4.1 Determinación del efecto de los nutrientes en el desarrollo y presencia de enfermedades

4.1.1 Número de mazorcas enfermas por árbol (n).

Como se muestra en la Tabla 5 el promedio de número de mazorcas enfermas después de la aplicación de los tratamientos; donde el día 0 (1era aplicación) muestra un coeficiente de variación del 19.09% con un error experimental 0.25 y un p-valor <0.0001; el día 30 (2da aplicación) muestra un coeficiente de variación del 14.62% con un error experimental 0.24 y un p-valor <0.0001; el día 60 (3era aplicación) muestra un coeficiente de variación del 14.62% con un error experimental 0.24 y un p-valor <0.0001. Es decir, que la aplicación de un tratamiento presenta efecto significativo positivo en sus resultados

Tabla 5.
Número de mazorcas enfermas por árbol (n)

Tratamientos	Día 0	Día 30	Día 60
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	3.33a	4.33a	4.33a
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	3.33a	3.33ab	3.33ab
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	1.67b	3.33ab	3.33ab
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	1.67b	1.67c	1.67c
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	2.67ab	3.33ab	3.33ab
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	1.67c	2.33bc	2.33bc
T7: Testigo convencional (NPK)	2.67a	1.67c	1.67c
C.V. (%)	19.09	14.62	14.62
E. E.	0.25	0.24	0.24
p-valor	<0.0001	<0.0001	<0.0001

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

Elaborado por: La Autora, 2024

Para el día 0 después de su 1era aplicación, se observa que el Tratamiento T1 y T2: Metalosato de boro (5.4% y dosis 1L – 0.5 L) presentaron 3.33 mazorcas enfermas por árbol. Mientras que, el Tratamiento T3 y T4 Metalosato de manganeso (5.9% con dosis de 0.5 y 1 L), y el T6 Metalosato de zinc (6.78% y dosis 0.5 L) presentaron menor cantidad de mazorcas enfermas por árbol.

Para el día 30 después de su 2da aplicación, se observa que el Tratamiento T1: Metalosato de boro (5.4% y dosis 1L) presentó 4.33 mazorcas

enfermas por árbol. Mientras que, el Tratamiento T4: Metalosato de manganeso (5.9% y dosis 0.5 L) presentó menor cantidad de mazorcas enfermas por árbol.

El mismo efecto se obtuvo con la 3era aplicación de los tratamientos experimentales.

4.1.2 Número de mazorcas sanas por árbol (n).

Como se muestra en la Tabla 6 el promedio de número de mazorcas sanas por árbol después de la aplicación de los tratamientos; donde el día 0 (1era aplicación) muestra un coeficiente de variación del 30.11% con un error experimental 0.72 y un p-valor $0.0004 < 0.05$; el día 30 (2da aplicación) muestra un coeficiente de variación del 22.22% con un error experimental 0.68 y un p-valor 0.124; el día 60 (3era aplicación) muestra un coeficiente de variación del 22.22% con un error experimental 0.68 y un p-valor 0.124. Es decir, que la aplicación de un tratamiento no presenta efecto significativo alguno en sus resultados.

Tabla 6.

Número de mazorcas sanas por árbol

Tratamiento	Día 0	Día 30	Día 60
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	5.33ab	5.33a	5.33a
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	5.33ab	5.33a	5.33a
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	6.67a	6.33a	6.33a
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	6.00bc	5.33a	5.33a
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	5.00ab	4.67a	4.67a
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	4.67ab	3.67a	3.67a
T7: Testigo convencional (NPK)	6.00c	6.67a	6.67a
C.V. (%)	30.11	22.22	22.22
E. E.	0.72	0.68	0.68
p-valor	0.000	0.124	0.124

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

Elaborado por: La Autora, 2024

Para el día 0 después de su 1ra aplicación, se observa que el Tratamiento T3: Metalosato de manganeso (5.9% y dosis 1L) presentó 6.67 mazorcas sanas por árbol. Mientras que, el Tratamiento T6: Metalosato de zinc (6.78% y dosis 0.5 L) presentó menor cantidad de mazorcas sanas por árbol.

Para el día 30 después de su 2da aplicación, se observa que el Tratamiento T3: Metalosato de manganeso (5.9% y dosis 1L) presentó 6.33

mazorcas sanas por árbol. Mientras que, el Tratamiento T6: Metalosato de zinc (6.78% y dosis 0.5 L) presentó menor cantidad de mazorcas sanas por árbol.

El mismo efecto se obtuvo con la 3era aplicación de los tratamientos experimentales.

4.2 Respuesta productiva del cultivo a la aplicación de los elementos indicados

4.2.1 Diámetro de mazorca

En la siguiente Tabla 7, se presenta el promedio del diámetro de la mazorca, donde se muestra un coeficiente de variación de los datos de 8.07%, un error experimental de 0.35, y un p-valor $0.5826 > 0.05$ mostrando que no presenta efecto significativo.

Tabla 7.

Promedio del diámetro de mazorca (cm)

Tratamiento	Media
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	7.33a
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	7.33a
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	7.33a
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	7.33a
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	8.00a
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	8.00a
T7: Testigo convencional (NPK)	7.67a
C.V. (%)	8.07
E. E.	0.35
p-valor	0.5826

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

Elaborado por: La Autora, 2024

El tratamiento T5 y T6 Metalosato de zinc (6.78%) en dosis de 1 L y 0.5L, respectivamente, presentan un diámetro de 8 cm promedio. Mientras que, El tratamiento con Metalosato de boro (5.4% dosis de 1L y 0.5 L) presenta un efecto de 7.33 cm de diámetro.

4.2.2 Longitud de mazorca

En la siguiente Tabla 8, se presenta el promedio de la longitud de la mazorca, donde se muestra un coeficiente de variación de los datos de 3.25%, un error experimental de 0.37, y un p-valor $0.0161 < 0.05$ mostrando que algún tratamiento presenta efecto significativo.

Tabla 8.
Promedio de la longitud de mazorca (cm)

Tratamiento	Media
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	19.33ab
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	19.00b
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	19.67ab
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	19.33ab
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	21.00a
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	20.67ab
T7: Testigo convencional (NPK)	19.33ab
C.V. (%)	3.25
E. E.	0.37
p-valor	0.0161

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

Elaborado por: La Autora, 2024

El tratamiento T5 y T6 Metalosato de zinc (6.78%) en dosis de 1 L y 0.5L, respectivamente, presentan una longitud de 21 cm promedio. Mientras que, El tratamiento con Metalosato de boro (5.4% dosis de 0.5 L) presenta un efecto de 19 cm de diámetro.

4.2.3 Número de granos por mazorca

En la siguiente Tabla 9, se presenta el promedio del número de granos por mazorca, donde se muestra un coeficiente de variación de los datos de 3.14%, un error experimental de 0.77, y un p-valor $0.0261 < 0.05$ mostrando que algún tratamiento presenta efecto significativo.

Tabla 9.
Promedio del número de granos por mazorca (n)

Tratamiento	Media
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	44.33a
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	44.33a
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	41.00a
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	41.00a
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	43.67a
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	41.67a
T7: Testigo convencional (NPK)	42.33a
C.V. (%)	3.14
E. E.	0.77

p-valor	0.0261
---------	--------

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

Elaborado por: La Autora, 2024

El tratamiento T1y T2 Metalosato de boro (5.4%) en dosis de 1 L y 0.5L, respectivamente, presentan un promedio de 44.33 granos por cada mazorca cosechada. Mientras que, El tratamiento con Metalosato de manganeso (5.9% dosis de 0.5 L y 1 L) presenta un efecto de 41 granos por mazorca.

4.2.4 Peso fresco de 100 granos

En la siguiente Tabla 10, se presenta el promedio del peso fresco de 100 granos de cacao (gramos), donde se muestra un coeficiente de variación de los datos de 4.18%, un error experimental de 5.32, y un p-valor $0.0001 < 0.05$ mostrando que algún tratamiento presenta efecto significativo.

Tabla 10.

Promedio del peso fresco de 100 granos (g)

Tratamiento	Media
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	199.67b
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	203.67b
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	212.67b
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	207.67b
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	268.00a
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	245.00a
T7: Testigo convencional (NPK)	205.00b
C.V. (%)	4.18
E. E.	5.32
p-valor	<0.0001

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

Elaborado por: La Autora, 2024

El tratamiento T5 y T6 Metalosato de manganeso (6.78%) en dosis de 1 L y 0.5L, respectivamente, presentan 268 y 245 gramos por cada 100 granos de cacao fresco. Mientras que, El tratamiento T1: Metalosato de boro (5.4% dosis de 1 L) presenta un efecto de 199 granos.

4.2.5 Peso de mazorca

En la siguiente Tabla 11, se presenta el promedio del peso de mazorca, donde se muestra un coeficiente de variación de los datos de 3.28%, un error

experimental de 8.86, y un p -valor <0.0001 mostrando que algún tratamiento presenta efecto significativo.

Tabla 11.

Promedio del peso de mazorca (g)

Tratamiento	Media
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	440.67b
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	436.00b
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	533.00a
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	528.00a
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	461.67b
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	454.67b
T7: Testigo convencional (NPK)	425.67b
C.V. (%)	3.28
E. E.	8.86
p-valor	<0.0001

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

Elaborado por: La Autora, 2024

El tratamiento T3 y T4 Metalosato de manganeso (5.9%) en dosis de 1 L y 0.5L, respectivamente, presentan un promedio de 533 gramos por cada mazorca cosechada. Mientras que, El tratamiento T2: Metalosato de boro (5.4% dosis de 0.5 L) presenta un efecto de 436 gramos por mazorca.

4.2.6 Rendimiento

En la siguiente Tabla 12, se presenta el promedio del rendimiento (kg/ha) del cacao, donde se muestra un coeficiente de variación de los datos de 20.48%, un error experimental de 16.17, y un p -valor $0.2186 > 0.05$ mostrando que ningún tratamiento presenta efecto significativo.

Tabla 12.

Promedio del rendimiento (kg/ha)

Tratamiento	Medias
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	129.76a
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	133.70a
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	154.49a
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	124.21a
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	151.10a
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	102.00a
T7: Testigo convencional (NPK)	161.90a

C.V. (%)	20.48
E. E.	16.17
p-valor	0.2186

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

Elaborado por: La Autora, 2024

El tratamiento T3 Metalosato de manganeso (5.9%) en dosis de 1 L presenta un promedio de 154.49 kilogramos por hectárea (una cosecha). Mientras que, El tratamiento T5: Metalosato de zinc (6.78% dosis de 1 L) presenta un efecto de 151 kilogramos por hectárea.

4.3 Utilidad económica de los tratamientos propuestos mediante el índice beneficio-costos

Como se puede apreciar a continuación, y considerando que el rendimiento (kg) es anual (hasta promedio de 3 cosechas), un ajuste del 5% de pérdida en el rendimiento. Además, rigiéndose un precio de mercado internacional (IFC Markets, 2023) promedio en “baba” o fresco de \$2 USD.

El tratamiento T3: Metalosato manganeso (5.9%) de 1 L/ha presenta mayor ingreso con \$880.59 USD, seguido del tratamiento T5: Metalosato zinc (6.78%) de 1L/ha con \$861.27 USD. Respecto al costo de producción por mantenimiento (en este experimento), el mayor costo lo presenta el T7: Testigo convencional (NPK) por sus diferentes actividades alcanzando \$468.77 USD, y el menor costo lo tiene los tratamientos T2, T4, y T6.

Tabla 13.
Rentabilidad del estudio

Descripción	T1: Metalosato boro (5.4%) 1L	T2: Metalosato boro (5.4%) 0.5L	T3: Metalosato manganeso (5.9%) 1 L	T4: Metalosato manganeso (5.9%) 0.5 L	T5: Metalosato zinc (6.78%) 1 L	T6: Metalosato zinc (6.78%) 0.5 L	T7: Testigo convencional (NPK)
Rendimiento (kg/ha)*	389.28	401.10	463.47	372.63	453.30	306.00	485.70
Rendimiento ajustado (kg/ha)**	369.82	381.05	440.30	354.00	430.64	290.70	461.42
Precio venta en baba (\$)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Ingresos (\$)	739.63	762.09	880.59	708.00	861.27	581.40	922.83
Total Costo (\$)	422.29	404.32	422.29	404.32	422.29	404.32	468.77
Utilidad (\$)	317.34	357.77	458.30	303.67	438.98	177.08	454.07

Beneficio/costo	0.75	0.88	1.09	0.75	1.04	0.44	0.97
-----------------	------	------	------	------	------	------	------

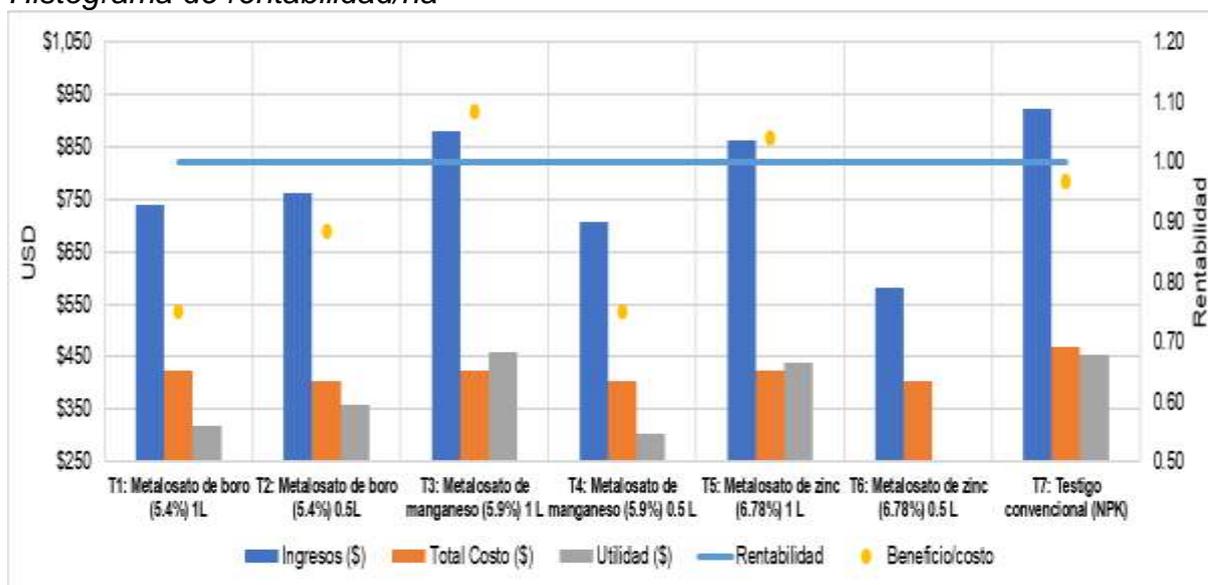
*: considerando tres cosechas al año. **: considerando ajuste del 5%.

Elaborado por: La Autora, 2024

A continuación, se muestra de manera gráfica la rentabilidad del cultivo en relación a una hectárea y las aplicaciones en estudio, donde se observa que los tratamientos T3 y T5 el beneficio-costo (rentabilidad) están por encima de 1; donde todo valor beneficio-costo por encima de 1 es rentable, caso contrario, no es rentable.

Figura 1.

Histograma de rentabilidad/ha



Elaborado por: La Autora, 2024

5. DISCUSIÓN

Una vez obtenido los resultados, se puede observar que las Tabla 6 (Número de mazorca sanas por árbol) y la Tabla 11 (Peso de mazorca), y considerando la cosecha 2 veces al año que en promedio se obtiene 6 kg/árbol (T7), 5,6 kg/árbol (T3, T4), 4 kg/árbol (T5, T6), 4.6/ árbol (T1, T2); siendo valores asimilados del estudio de Gutiérrez et al. (2019) en su trabajo experimental cuando se realizan podas alcanzando cosechas de 4.8 kg/árbol y 2.6 kg/árbol según la parte del árbol que se cosecha, y como manejo fitosanitario y una buena nutrición. Por tanto, la aplicación de microelementos incrementa la productividad y rendimiento del cacao en la zona de Simón Bolívar.

Como se observa en la Tabla 6 (Número de mazorcas sanas), con la aplicación de Metalosato de Zinc (6.78%) sin importar la dosis, el número de mazorcas sanas no presenta diferencias significativas, diferente de la aplicación de Metalosato de manganeso (5.9%) se encuentra diferencia y con mejores resultados en el fruto. Esta observación es aceptada por Sousa, et al. (2021), quien menciona que con la aplicación de Zn no presenta ningún cambio en el árbol, sin embargo, con el Mn presenta protección y resistencia a enfermedades. Aceptando que la aplicación de microelementos incrementa la productividad del cacao en Simón Bolívar (Guayas).

Como se observa en la Tabla 6 (número de mazorcas sanas por árbol), puede alcanzar con dos cosechas un promedio de 10 mazorcas por árbol, con un promedio de peso de 2 kg (Tabla 10 peso de mazorca y Tabla 12 Rentabilidad del estudio). Valores similares a lo acotado por Suaste (2022) en su trabajo experimental en plantaciones de cacao nativa cuando se aplica Zinc (10%) cuyo efecto en su desarrollo vegetativo afectado por complicaciones de enfermedades (monilla, escoba de bruja, entre otras), el cual alcanzó 14 mazorcas de CCN-51 y una rentabilidad de \$2,76 USD; sin embargo, diferente a la observación emitida por Sousa, et al. (2021) por el efecto del Zn en plantación de cacao.

Con la aplicación de Metalosato de boro (5.4%) el fruto alcanzó una longitud de mazorca de 19 cm en promedio (Tabla 8) y rendimiento de 389.28 kg/ha a 401 kg/ha (Tabla 13), sin embargo, no genera utilidad para el productor; diferente a lo acotado por Haro (2022) en plantación de cacao CCN-51 donde los resultados de su estudio alcanzó un tamaño de mazorca de 19 cm y rendimiento de 498 kg/ha, el uso de boro genera utilidad.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El efecto de aplicación de Metalosato de boro (5.4%) es efectivo para mantener controlado la presencia de enfermedades, con Metalosato de manganeso (5.9%) presenta un aumento y aumento en su floración con ello mayor cantidad de mazorcas; sin embargo, con Metalosato de zinc (6.78%) se mantiene controlado las enfermedades. No existe diferencias significativas en la etapa de fructificación de la mazorca (longitud y diámetro).

El tratamiento que presento mayor efecto positivo en respuesta a la productividad fue el Metalosato de manganeso (5.9%) alcanzando un promedio de 533 gramos en el peso de mazorca, superando a los demás tratamientos.

De acuerdo a la aplicación de los tratamientos estudiados, el uso de Metalosato de Manganeso alcanzó una utilidad de \$458.30 USD/ha para el productor cacaotero, cuya rentabilidad alcanzó \$1.09 USD.

6.2 Recomendaciones

En capacidad de las conclusiones descritos anteriormente, se aconseja lo siguiente:

Aplicar Metalosato de manganeso (5.9%) con el fin de contrarrestar los efectos y daños de enfermedades nativas de la zona, a su vez incrementando la floración y cuajado de frutos de cacao.

Aplicar Metalosato de manganeso (5.9%) con dosis mayores a 1 litro por hectárea, para lograr mayor productividad

Recomendar el Metalosato de manganeso (5.9%) para obtener ganancias en el sector cacaotero de la zona de Simón Bolívar.

Referenciar el presente trabajo para futuras investigaciones con el uso de Metalosato de manganeso y demás productos estudiados.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, A., Acuña, C., & Naranjo, E. (2020). El cacao en la costa ecuatoriana: Estudio de su dimensión cultural y económica. *Estudios de la Gestión: Revista Internacional de Administración* 7, 59-83, Recuperado de: <https://doi.org/10.32719/25506641.2020.7.3>.
- Agripac. (2023). *Producto Metalosato Boro (5.40%)*. Recuperado de: <https://agripac.com.ec/productos/metalosato-boro/>.
- Agrocalidad. (2012). Guía de buenas prácticas agrícolas para Cacao - Resolución Técnica No. 183. *Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la calidad del agro*, Recuperado de: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/Gui%CC%81a-de-BPA-para-cacao.pdf>.
- Anzules, V., Borjas, R., Alvarado, L., Castro, V., & Julca, A. (2019). Control cultural, biológico y químico de *Moniliophthora roleri* y *Phytophthora* spp en *Theobroma cacao* 'CCN-51'. *SCIELO - Scientia Agropecuaria* 10(4).
- Asamblea Nacional. (2016). Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria. Registro Oficial Año 2 lunes 27 diciembre del 2010-No. 349. *Asamblea Nacional*.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador (Registro oficial 449)*. Quito, Ecuador: Recuperado de: https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2016). *Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales (Registro oficial suplemento 711)*. Quito, Ecuador.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). *Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable (Registro oficial suplemento 10)*. Quito, Ecuador: <https://www.asambleanacional.gob.ec/es/multimedios-legislativos/44236-ley-organica-de-agrobiodiversidad>.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). *Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria (Registro oficial segundo suplemento 27)*. Quito, Ecuador: Recuperado de: <https://www.asambleanacional.gob.ec/es/multimedios-legislativos/45945-ley-organica-de-sanidad-agropecuaria>.
- Asociación de Producción Agrícola del Cacao y Chocolate de Ecuador. (2019). Asociación de producción agrícola del cacao y chocolate de Ecuador

busca nuevo "boom" cacaotero.
<https://asoecacao.com/2019/07/21/ecuador-busca-nuevo-boom-cacaotero/>.

- Barreto, S. (2019). Estudio comparativo de un producto co-formulado con base en CO₂ foliar en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.), Milagro, Guayas (Tesis de grado). *Universidad Agraria del Ecuador*.
- Bhatt, D., & Debnath, S. (2021). Genetic Diversity of Blueberry Genotypes Estimated by Antioxidant Properties and Molecular Markers. *Antioxidants* 10(3), 458, Recuperado de: <https://doi.org/10.3390/antiox10030458>.
- Bloom, A. (2019). Metal regulation of metabolism. *OSCOPIUS - Current Opinion in Chemical Biology* 4, 33-38.
- Cabot, C., Martos, S., Llugany, M., Gallego, B., Tolra, R., & Poschenrieder, C. (2019). A role for zinc in plant defense against pathogens and herbivores. *Frontiers in Plant Science* 10, 1171, Recuperado de: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01171>.
- Caldas, K. J. (2022). Identificación de los principales insectos plagas y enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el cantón Milagro. *Universidad Agraria del Ecuador*, Milagro, Ecuador.
- Calvo, A., Botina, B., García, M., Cardona, W., Montenegro, A., & Criollo, J. (2021). Dynamics of cocoa fermentation and its effect on quality. *Scientific reports* 11, 16746, Recuperado de: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-95703-2>.
- Cañas, P. (2020). Mejoramiento del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) con la implementación de manejo técnico enfocado a la producción y empresarización en el municipio de Landázuri- Santander como cultivo sostenible. *Universidad de La Salle*, Recuperado de: https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/172/.
- Cedeño, D. A., & Vera, E. J. (2017). Efectividad de varias combinaciones de nitrógeno, azufre, zinc, manganeso, boro y fitohormonas sobre el rendimiento y rentabilidad del Cacao Nacional. *Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López*, Recuperado de: <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/648>.
- Centeno, V. (2020). Utilización de herramientas SIG para el manejo eficiente y sostenible del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la finca agrícola

- Bellavista cantón Chontamarca. *Universidad Agraria del Ecuador*, Recuperado de: [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CENTENO%20FUENTES%20VICE NTE%20AURELIO.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CENTENO%20FUENTES%20VICE%20NTE%20AURELIO.pdf).
- Cevallos, C., Cedeño, G., Arteaga, F., & Velásquez, S. (2022). Efectividad de momentos y fuentes de aplicaciones foliares de calcio, boro y zinc en el rendimiento y rentabilidad del Cacao Nacional. *Scielo - Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences* 38(3), 304-317, <http://dx.doi.org/10.29393/chjaa38-29pvar10029>.
- CFN. (2022). Ficha Sectorial Cacao. *Corporación Financiera Nacional*, <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2022/fichas-sectoriales-2-trimestre/Ficha-Sectorial-Cacao.pdf>.
- Chrysargyris, A., Hofte, M., Tzortzakis, N., Petropoulos, S., & Gioia, F. (2022). Micronutrients: The Borderline Between Their Beneficial Role and Toxicity in Plants. *Frontiers in Plant Science* 13, 840624, Recuperado de: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.840624>.
- Frac, M., Sas, L., & Sitarek, M. (2023). Macro and Microelements in Leaves of 'Meredith' Peach Cultivar Supplied with Biochar, Organic and Beneficial Biofertilizer Combinations. *MDPI - Agriculture* 13(5), 933, <https://doi.org/10.3390/agriculture13050933>.
- Ghaffari, S., & Etesami, H. (2020). The Importance of Boron in Plant Nutrition. *Wiley Online Library* 20(1).
- Gongora, C., Laiton, J., Gil, Z., & Benavides, P. (2019). Evaluación de *Beauveria bassiana* para el control de *Monalonion velezangeli* (Hemiptera: Miridae) en el cultivo del cacao. *SCIELO - Revista Colombiana de Entomología* 46(1), e7686.
- Gopi, R., Bindu, G., Kapoor, C., Raj, C., Singh, S., & Ramprakash, T. (2021). Role of mineral nutrients in the management of plant diseases. *Agrobios Research Sampat Nehra, Plant Disease: Management Strategies*, 87-117, Recuperado de: <https://lc.cx/mnDb1D>.
- Gutiérrez, E., Leiva, E., & Ramírez, R. (2019). La poda y su efecto en la calidad del grano de cacao. *SCIELO - Agronomía Costarricense* 43(2), 167-176,

https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-94242019000200167&script=sci_arttext&lng=en.

- Gutiérrez, G., Hernández, H., Suárez, J., & Casanoves, F. (2020). Relevance of local knowledge in decision-making and rural innovation: A methodological proposal for leveraging participation of Colombian cocoa producers. *OSCUPIUS - Journal of Rural Studies* 75, 119-124.
- Haro, N. E. (2022). Evaluación del efecto nutricional de las micorrizas y boro en el rendimiento del cultivo de cacao (Tesis de grado). *Universidad Agraria del Ecuador*, Milagro, Ecuador.
- Hassan, M. U., Chattha, M., Ullah, A., Khan, I., Qadeer, A., & Khan, T. (2019). Agronomic biofortification to improve productivity and grain Zn concentration of bread wheat. *International Journal Agriculture Biological* 21, 615-620.
- Hosseini, S., Gallart, M., Singh, K., Hannel, G., Komolong, B., Yinil, D., . . . Wallace, H. (2022). Leaf litter species affects decomposition rate and nutrient release in a cocoa plantation. *Agriculture, Ecosystem & Environment* 324, 107705, Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107705>.
- INIAP. (2019). Sección Cacao: Nutrición de cacao. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias - Entorno Virtual de Aprendizaje*, <https://eva.iniap.gob.ec/web/wp-content/uploads/2019/03/nutricion.pdf>.
- Kaimuddin, Nsaruddin, & Darwis. (2020). Effect of soil management and biofertilizer application on cocoa's flower and fruit development. *IOP conf. Ser.; Earth Environ. Sci* 575, 012150, DOI 10.1088/1755-1315/575/1/012150.
- Karthika, K., Rashmi, I., & Parvathi, M. (2018). Biological Functions, Uptake and Transport of Essential Nutrients in Relation to Plant Growth. *Plant Nutrients and Abiotic Stress Tolerance*, 1-49, Recuperado de: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-9044-8_1.
- Langridge, P., Reynolds, M., & Braun, H. (2022). #24 Micronutrient Toxicity and Deficiency. *Wheat Improvement: Food Security in a Changing Climate*, 433-449, Recuperado de: https://doi.org/10.1007/978-3-030-90673-3_24.
- Léon, C., Rojas, J., & Castilla, C. (2019). Physicochemical characteristics of cacao (*Theobroma cacao* L.) soils in Colombia: Are they adequate to

- improve productivity? *Agronomía Colombiana* 37(1), 28-38, <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v37n1.70545>.
- Lewis, C., Lennon, A., Eudoxia, C., Sivapatham, P., & Umaharan, P. (2021). Plant metal concentrations in *Theobroma cacao* as affected by soil metal availability in different soil types. *ELSIVIER - Chemosphere* 262, 127749, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127749>.
- Malmir, M., Tahmasbian, I., Xu, Z., Farrar, M., & Hosseini, S. (2020). Prediction of macronutrients in plant leaves using chemometric analysis and wavelength selection. *Journal of Soils and Sediments* 20, 249-259, Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11368-019-02418-z>.
- Mendez, C. A. (2020). Valoración del efecto de una fórmula nutricional quelatada en la producción del cacao (*Theobroma cacao* L.) (Tesis de grado). *Universidad Agraria del Ecuador*, Milagro, Ecuador.
- Mihai, R., Landazuri, P., Tinizaray, B., Florescu, L., Cataña, R., & Kosakyan, A. (2022). Abiotic Factors from Different Ecuadorian Regions and Their Contribution to Antioxidant, Metabolomic and Organoleptic Quality of *Theobroma cacao* L. Beans, Variety "Arriba Nacional". *MDPI - Plants* 11(7), 976, <https://doi.org/10.3390/plants11070976>.
- NTE. (2020). NTE INEN 177:95 Cacao en grano. Muestreo 5ta edición. *Norma Técnica Ecuatoriana*, <https://ia601400.us.archive.org/12/items/ec.nte.0177.1995/ec.nte.0177.1995.pdf>.
- Parada, O., & Veloz, R. (2021). Análisis esocoeconómico de productores de cacao, localidad Guabito, provincia Los Ríos, Ecuador. *REDALYC - Ciencias Holguin* 27(1), 1-12.
- Quevedo, J., Jácome, J., Tuz, I., & García, R. (2020). Análisis de diversidad fenotípica de 37 accesiones de cacao nacional (*theobroma cacao* L.) En la zona sur del Ecuador. *SCIELO - Revista Universidad y Sociedad* 12(3).
- Quispe, D. R. (2022). Manejo del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Chipurana - San Martín. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5330>.

- Ramos, C., ruales, j., Rivera, J. L., Sakakibara, M., & Díaz, X. (2022). Sustainability of Cocoa (*Theobroma cacao*) Cultivation in the Mining District of Ponce Enríquez: A Trace Metal Approach. *MDPI - Int. J. Environ. Res. Public Health* 19(21), 14369, <https://doi.org/10.3390/ijerph192114369>.
- Ruiz, A. (2021). Efecto de la fertilización edáfica complementada con aminoácidos fitohormonas y micronutrientes sobre la producción de cacao (*Theobroma cacao* L), Milagro Guayas (Tesis de pregrado). *Universidad Agraria del Ecuador*, Milagro, Ecuador.
- Sieiro, G., González, A. N., Rodripiguez, E., & Rodriguez, M. (2020). Efecto de los macroelementos primarios en la susceptibilidad a enfermedades. *Revista Centro Agrícola* 47(3), 66-74.
- Silva, A., Trueman, S., Kamper, W., Wallace, H., Nichols, J., & Hosseini, S. (2023). Hyperspectral Imaging of Adaxial and Abaxial Leaf Surfaces as a Predictor of Macadamia Crop Nutrition. *Journals Plants* 12(3), 558, Recuperado de: <https://doi.org/10.3390/plants12030558>.
- Sousa, H., Bezerra, M., da Silva, V., Alvez, J., & Santana, G. (2021). Mineral Nutrients and Plant-Fungal Interaction in Cocoa Trees (*Theobroma cacao* L.). *Journal Brazil chem. Soc.* 32(2), 337-346, <https://dx.doi.org/10.21577/0103-5053.20200184>.
- Suárez, G. (2019). Caracterización y tipificación de fincas productoras de cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional y CCN-51 en el Cantón Ventanas - Los Ríos, Ecuador. *Universidad Técnica de Babahoyo*, Recuperado de: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6818>.
- Suárez, G., Avedaño, C., Ruíz, P., & Estrada, P. (2019). Estructura e impacto de la diversidad taxonómica en cacao del Soconusco, Chiapas, México. *SCIELO - Agronomía Mesoamericana* 30(2), 353-365.
- Suaste, A. M. (2022). Efecto de la aplicación de zinc en la productividad de cacao CCN-51 y Nacional, Milagro-Guayas. *Universidad Agraria del Ecuador*, Recuperado de: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SUASTE%20LEON%20ASHLEY%20MARIELENA.pdf>.
- Vassallo, M. (2020). Diferenciación y agregado de valor en la cadena ecuatoriana del cacao. *Instituto de Altos Estudios Nacionales*,

<https://editorial.iaen.edu.ec/wp-content/uploads/2020/06/Cadena-del-cacao-en-Ecuador.pdf>.

ANEXOS

Tabla 14.*Análisis estadístico del número de mazorcas enfermas por planta a los 0 días*

Tratamiento	Repetición			Promedio
	I	II	III	
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	4.00	4.00	2.00	3.33
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	4.00	4.00	2.00	3.33
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	2.00	2.00	1.00	1.67
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	2.00	2.00	1.00	1.67
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	3.00	3.00	2.00	2.67
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	1.00	2.00	1.00	1.33
T7: Testigo convencional (NPK)	4.00	4.00	2.00	3.33

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de mazorcas enferma (n) día 0	21.00	0.9	0.90	19.09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	36.00	8.0	4.50	23.63	<0.0001
Tratamiento	28.29	6.0	4.71	24.75	<0.0001
Repetición	7.71	2.0	3.86	20.25	0.0001
Error	2.29	12.0	0.19		
Total	38.29	20.0			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.24718*Error: 0.1905 gl: 12*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	3.33	3.0	0.25	A
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	3.33	3.0	0.25	A
T7: Testigo convencional (NPK)	2.67	3.0	0.25	A
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	2.67	3.0	0.25	A B
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	1.67	3.0	0.25	B
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	1.67	3.0	0.25	B
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	1.67	3.0	0.25	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Elaborado por: La Autora, 2024**

Tabla 15.*Análisis estadístico del número de mazorca sanas por planta a los 0 días*

Tratamiento	Repetición			Promedio
	I	II	III	
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	6	4	6	5.33
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	8	4	4	5.33
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	6	8	6	6.67
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	7	6	5	6.00
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	7	4	4	5.00
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	6	5	3	4.67
T7: Testigo convencional (NPK)	7	5	6	6.00

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de mazorcas sanas (n) día 0	21.00	0.9	0.75	30.11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	103.90	8.0	12.99	8.35	0.0007
Tratamiento	95.90	6.0	15.98	10.28	0.0004
Repetición	8.00	2.0	4.00	2.57	0.1176
Error	18.67	12.0	1.56		
Total	122.57	20.0			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.56412*Error: 1.5556 gl: 12*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	6.67	3.0	0.72	A
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	5.33	3.0	0.72	A B
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	5.33	3.0	0.72	A B
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	5.00	3.0	0.72	A B
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	4.67	3.0	0.72	A B
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	6.00	3.0	0.72	B C
T7: Testigo convencional (NPK)	6.00	3.0	0.72	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Elaborado por: La Autora, 2024**

Tabla 16.*Análisis estadístico del número de mazorca enferma por planta a los 30 días*

Tratamiento	Repetición			Promedio
	I	II	III	
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	5.00	5.00	3.00	4.33
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	4.00	4.00	2.00	3.33
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	4.00	4.00	2.00	3.33
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	2.00	2.00	1.00	1.67
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	4.00	4.00	2.00	3.33
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	2.00	3.00	2.00	2.33
T7: Testigo convencional (NPK)	2.00	2.00	1.00	1.67

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de mazorcas enferma (n) día 30	21.00	0.9	0.89	14.62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28.48	8.0	3.56	20.39	<0.0001
Tratamiento	17.90	6.0	2.98	17.09	<0.0001
Repetición	10.57	2.0	5.29	30.27	<0.0001
Error	2.10	12.0	0.17		
Total	30.57	20.0			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.19408

Error: 0.1746 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	4.33	3.0	0.24	A
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	3.33	3.0	0.24	A B
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	3.33	3.0	0.24	A B
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	3.33	3.0	0.24	A B
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	2.33	3.0	0.24	B C
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	1.67	3.0	0.24	C
T7: Testigo convencional (NPK)	1.67	3.0	0.24	C

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

Elaborado por: La Autora, 2024

Tabla 17.*Análisis estadístico del número de mazorca sana por planta a los 30 días*

Tratamiento	Repetición			Promedio
	I	II	III	
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	6	4	6	5.33
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	8	4	4	5.33
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	6	7	6	6.33
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	8	4	4	5.33
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	6	5	3	4.67
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	5	4	2	3.67
T7: Testigo convencional (NPK)	8	7	5	6.67

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de mazorcas sanas (n) día 30	21.00	0.7	0.50	22.22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	39.81	8.0	4.98	3.54	0.0243
Tratamiento	18.00	6.0	3.00	2.14	0.1241
Repetición	21.81	2.0	10.90	7.76	0.0069
Error	16.86	12.0	1.40		
Total	56.67	20.0			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.38696*Error: 1.4048 gl: 12*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T7: Testigo convencional (NPK)	6.67	3.0	0.68	A
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	6.33	3.0	0.68	A
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	5.33	3.0	0.68	A
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	5.33	3.0	0.68	A
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	5.33	3.0	0.68	A
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	4.67	3.0	0.68	A
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	3.67	3.0	0.68	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Elaborado por: La Autora, 2024**

Tabla 18.

Análisis estadístico del número de mazorca enferma por planta a los 60 días

Tratamiento	Repetición			Promedio
	I	II	III	
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	5.00	5.00	3.00	4.33
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	4.00	4.00	2.00	3.33
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	4.00	4.00	2.00	3.33
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	2.00	2.00	1.00	1.67
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	4.00	4.00	2.00	3.33
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	2.00	3.00	2.00	2.33
T7: Testigo convencional (NPK)	2.00	2.00	1.00	1.67

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de mazorcas enferma (n) día 60	21.00	0.9	0.89	14.62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28.48	8.0	3.56	20.39	<0.0001
Tratamiento	17.90	6.0	2.98	17.09	<0.0001
Repetición	10.57	2.0	5.29	30.27	<0.0001
Error	2.10	12.0	0.17		
Total	30.57	20.0			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.19408*Error: 0.1746 gl: 12*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	4.33	3.0	0.24	A
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	3.33	3.0	0.24	A B
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	3.33	3.0	0.24	A B
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	3.33	3.0	0.24	A B
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	2.33	3.0	0.24	B C
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	1.67	3.0	0.24	C
T7: Testigo convencional (NPK)	1.67	3.0	0.24	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Elaborado por: La Autora, 2024**

Tabla 19.*Análisis estadístico del número de mazorca sana por planta a los 60 días*

Tratamiento	Repetición			Promedio
	I	II	III	
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	6	4	6	5.33
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	8	4	4	5.33
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	6	7	6	6.33
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	8	4	4	5.33
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	6	5	3	4.67
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	5	4	2	3.67
T7: Testigo convencional (NPK)	8	7	5	6.67

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de mazorcas sanas (n) día 60	21.00	0.7	0.50	22.22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	39.81	8.0	4.98	3.54	0.0243
Tratamiento	18.00	6.0	3.00	2.14	0.1241
Repetición	21.81	2.0	10.90	7.76	0.0069
Error	16.86	12.0	1.40		
Total	56.67	20.0			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.38696*Error: 1.4048 gl: 12*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T7: Testigo convencional (NPK)	6.67	3.0	0.68	A
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	6.33	3.0	0.68	A
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	5.33	3.0	0.68	A
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	5.33	3.0	0.68	A
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	5.33	3.0	0.68	A
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	4.67	3.0	0.68	A
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	3.67	3.0	0.68	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Elaborado por: La Autora, 2024**

Tabla 20.*Análisis estadístico de la longitud de la mazorca (cm)*

Tratamiento	Repetición			Promedio
	I	II	III	
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	19	20	19	19.33
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	20	18	19	19.00
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	20	20	19	19.67
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	19	20	19	19.33
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	22	21	20	21.00
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	21	21	20	20.67
T7: Testigo convencional (NPK)	19	20	19	19.33

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud (cm) de mazorca día 60	21.00	0.7	0.54	3.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12.86	8.0	1.61	3.89	0.0173
Tratamiento	10.48	6.0	1.75	4.23	0.0161
Repetición	2.38	2.0	1.19	2.88	0.0949
Error	4.95	12.0	0.41		
Total	17.81	20.0			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.83580*Error: 0.4127 gl: 12*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	21.00	3.0	0.37	A
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	20.67	3.0	0.37	A B
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	19.67	3.0	0.37	A B
T7: Testigo convencional (NPK)	19.33	3.0	0.37	A B
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	19.33	3.0	0.37	A B
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	19.33	3.0	0.37	A B
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	19.00	3.0	0.37	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Elaborado por: La Autora, 2024**

Tabla 21.*Análisis estadístico del diámetro de mazorca (cm)*

Tratamiento	Repetición			Promedio
	I	II	III	
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	7	7	8	7.33
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	7	7	8	7.33
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	7	7	8	7.33
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	7	7	8	7.33
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	9	8	7	8.00
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	8	8	8	8.00
T7: Testigo convencional (NPK)	7	8	8	7.67

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro (cm) de la mazorca día 60	21.00	0.4	0.00	8.07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.67	8.0	0.33	0.89	0.5500
Tratamiento	1.81	6.0	0.30	0.81	0.5826
Repetición	0.86	2.0	0.43	1.15	0.3495
Error	4.48	12.0	0.37		
Total	7.14	20.0			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.74531*Error: 0.3730 gl: 12*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	8.00	3.0	0.35	A
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	8.00	3.0	0.35	A
T7: Testigo convencional (NPK)	7.67	3.0	0.35	A
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	7.33	3.0	0.35	A
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	7.33	3.0	0.35	A
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	7.33	3.0	0.35	A
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	7.33	3.0	0.35	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Elaborado por: La Autora, 2024**

Tabla 22.*Análisis estadístico del peso mazorca (g)*

Tratamiento	Repetición			Promedio
	I	II	III	
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	438	452	432	440.67
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	439	443	426	436.00
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	549	531	519	533.00
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	550	493	541	528.00
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	471	465	449	461.67
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	466	454	444	454.67
T7: Testigo convencional (NPK)	443	436	398	425.67

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de mazorca (g)	21.00	0.9	0.88	3.28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	36362.95	8.0	4545.37	19.30	<0.0001
Tratamiento	34812.57	6.0	5802.10	24.63	<0.0001
Repetición	1550.38	2.0	775.19	3.29	0.0725
Error	2826.29	12.0	235.52		
Total	39189.24	20.0			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=43.85573*Error: 235.5238 gl: 12*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	533.00	3.0	8.86	A
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	528.00	3.0	8.86	A
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	461.67	3.0	8.86	B
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	454.67	3.0	8.86	B
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	440.67	3.0	8.86	B
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	436.00	3.0	8.86	B
T7: Testigo convencional (NPK)	425.67	3.0	8.86	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Elaborado por: La Autora, 2024**

Tabla 23.*Análisis estadístico del número de granos por mazorca*

Tratamiento	Repetición			Promedio
	I	II	III	
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	44	46	43	44.33
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	44	46	43	44.33
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	41	43	39	41.00
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	44	40	39	41.00
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	43	46	42	43.67
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	41	44	40	41.67
T7: Testigo convencional (NPK)	41	45	41	42.33

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de granos por mazorca	21.00	0.8	0.64	3.14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	77.43	8.0	9.68	5.40	0.0048
Tratamiento	39.62	6.0	6.60	3.68	0.0261
Repetición	37.81	2.0	18.90	10.54	0.0023
Error	21.52	12.0	1.79		
Total	98.95	20.0			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.82717*Error: 1.7937 gl: 12*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	44.33	3.0	0.77	A
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	44.33	3.0	0.77	A
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	43.67	3.0	0.77	A
T7: Testigo convencional (NPK)	42.33	3.0	0.77	A
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	41.67	3.0	0.77	A
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	41.00	3.0	0.77	A
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	41.00	3.0	0.77	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Elaborado por: La Autora, 2024**

Tabla 24.*Análisis estadístico del peso de 100 granos frescos (g)*

Tratamiento	Repetición			Promedio
	I	II	III	
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	206	208	185	199.67
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	193	210	208	203.67
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	214	206	218	212.67
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	209	201	213	207.67
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	280	268	256	268.00
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	246	237	252	245.00
T7: Testigo convencional (NPK)	207	205	203	205.00

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 100 granos frescos	21.00	0.9	0.87	4.18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12157.24	8.0	1519.65	17.90	<0.0001
Tratamiento	12119.14	6.0	2019.86	23.80	<0.0001
Repetición	38.10	2.0	19.05	0.22	0.8023
Error	1018.57	12.0	84.88		
Total	13175.81	20.0			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=26.32777*Error: 84.8810 gl: 12*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	268.00	3.0	5.32	A
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	245.00	3.0	5.32	A
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	212.67	3.0	5.32	B
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	207.67	3.0	5.32	B
T7: Testigo convencional (NPK)	205.00	3.0	5.32	B
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	203.67	3.0	5.32	B
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	199.67	3.0	5.32	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Elaborado por: La Autora, 2024**

Tabla 25.*Análisis estadístico del rendimiento (kg/ha)*

Tratamiento	Repetición			Promedio
	I	II	III	
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	146	118	125	129.76
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	180	115	105	133.70
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	137	174	152	154.49
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	191	84	98	124.21
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	206	153	94	151.10
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	147	100	58	102.00
T7: Testigo convencional (NPK)	195	169	121	161.90

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento kg/ha	21.00	0.7	0.51	20.48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22514.66	8.0	2814.33	3.59	0.0232
Tratamiento	7729.83	6.0	1288.31	1.64	0.2186
Repetición	14784.83	2.0	7392.41	9.42	0.0035
Error	9414.36	12.0	784.53		
Total	31929.03	20.0			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=80.04124*Error: 784.5303 gl: 12*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T7: Testigo convencional (NPK)	161.90	3.0	16.17	A
T3: Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	154.49	3.0	16.17	A
T5: Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	151.10	3.0	16.17	A
T2: Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	133.70	3.0	16.17	A
T1: Metalosato de boro (5.4%) 1L	129.76	3.0	16.17	A
T4: Metalosato de manganeso (5.9%) 0.5 L	124.21	3.0	16.17	A
T6: Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	102.00	3.0	16.17	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Elaborado por: La Autora, 2024**

Tabla 26.*Costo de producción de los tratamientos en estudio*

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Aplicación año	Costo unitario	T1:	T2:	T3:	T4:	T5:	T6:	T7: Testigo convencional (NPK)
					Metalosato de boro (5.4%) 1L	Metalosato de boro (5.4%) 0.5L	Metalosato manganeso (5.9%) 1 L	Metalosato manganeso (5.9%) 0.5 L	Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	Metalosato de zinc (6.78%) 0.5 L	
Mantenimiento											
Control manual malezas	Jornal	1	2	12.5	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	37.5
Control químico de malezas	Jornal	1	2	12.5	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	37.5
Riego	Jornal	2	3	2.5	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	22.5
Aplicación de fertilización	Jornal	2	2	12.5	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	75.0
Control fitosanitario	Jornal	1	2	12.5	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	37.5
Poda	Jornal	1	2	12.5	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	37.5
Cosecha y transporte	Jornal	1	3	12.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	56.3
Insumos											
Urea	kg	50	2	0.35	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
Superfosfato triple	kg	50	1	0.35	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
Muriato de potasio	kg	50	1	0.35	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
Abono foliar	lt	2	4	0.50							4.0
Paraquat	lt	2	1	6.00	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Cipermetrina	lt	0.2	1	12.00	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Oxido de cobre	kg	0.5	4	17.00	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0
Metalosato de boro (5.4%) 1L	Lt	1	3	21.00	63.0	46.7					
Metalosato de manganeso (5.9%) 1 L	Lt	1	3	21.00			63.0	46.7			
Metalosato de zinc (6.78%) 1 L	Lt	1	3	21.00					63.0	46.7	
Imprevisto											
Varios	-	-	-	-	38.39	36.76	38.39	36.76	38.39	36.76	42.62
Total USD					422.29	404.32	422.29	404.32	422.29	404.32	468.77

Elaborado por: La Autora, 2024

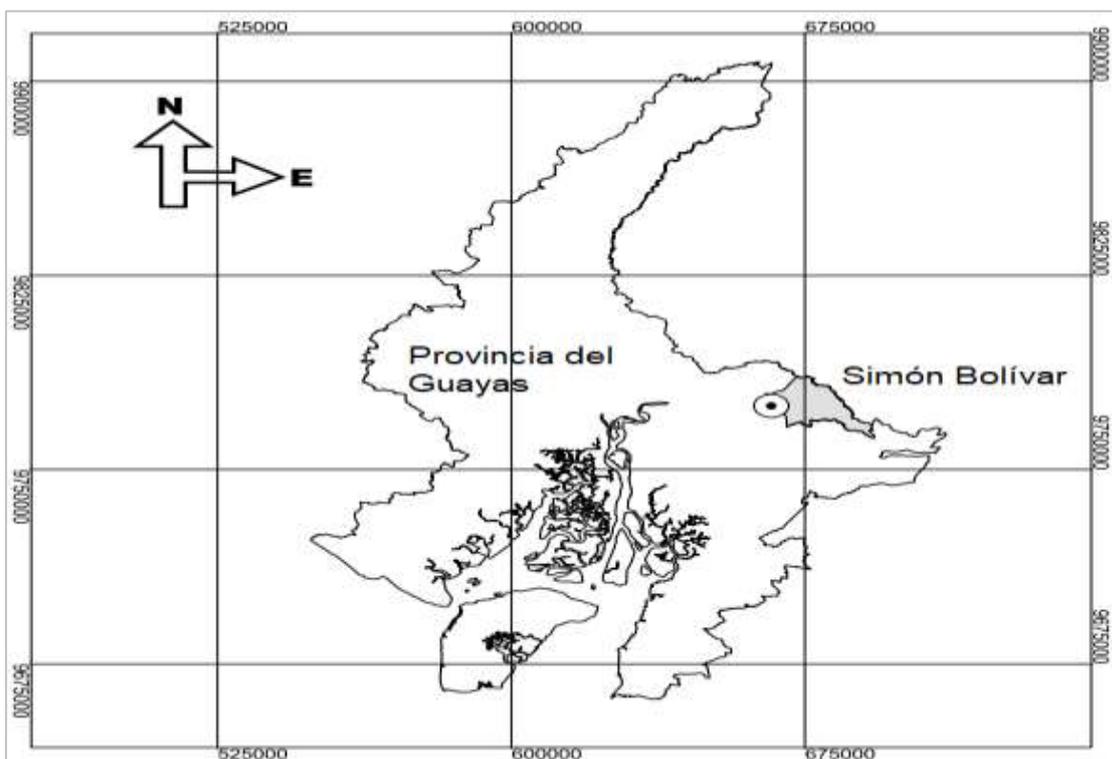
Figura 2.
Índice DRIS para el cultivo de cacao fino de aroma en diferentes regiones

Índice DRIS	Regiones/Provincias				
	Costero		amazónico		andino
	esmeralda	napo	francisco de orellana	Sucumbíos	Cotopaxi
EN	20	23.6	22.1	18.6	19.9
ik	49.2	29.1	52,26	2.4	30.1
IP	16.8	0,8	3.7	-1,7	13.5
ica	-1,2	4.5	-19	0,7	1.4
IMg	8.8	7.7	-4.2	-1,3	1.1
SI	6.4	-0,6	2.7	-0,1	7.6
IMn	-22,6	79,5	39,8	45	-18,2
IZn	-32,3	-88,6	-57,2	-30,7	-14,5
UCI	-27,2	-49,1	-43,8	-32,9	-41,0

Leyenda: Índices IN, IK, IP, ICa, IMg, IFe, IMn, IZn e ICu-DRIS de nutrientes del suelo.

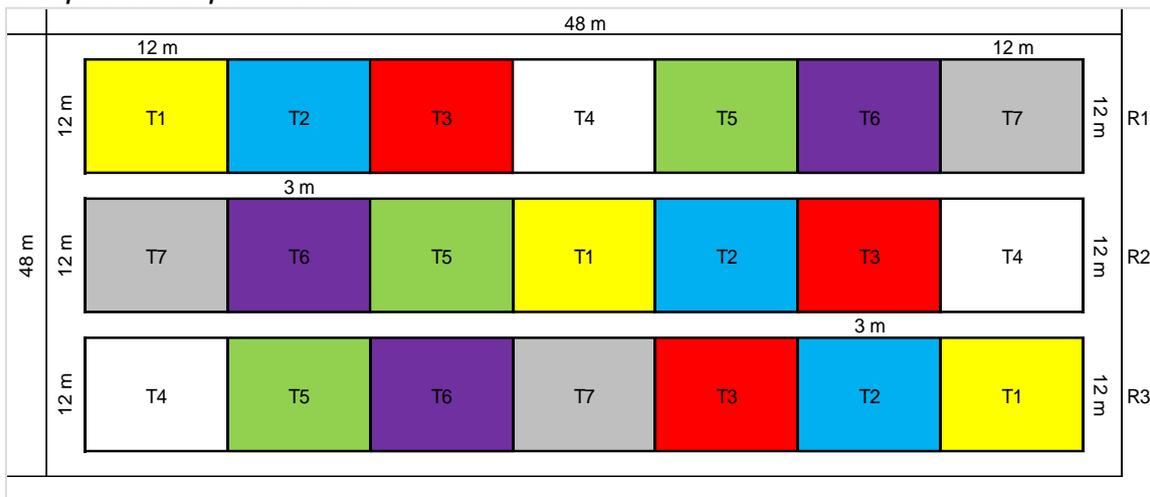
Fuente: Mihai, et al., 2022

Figura 3.
Ubicación geográfica del sitio en estudio



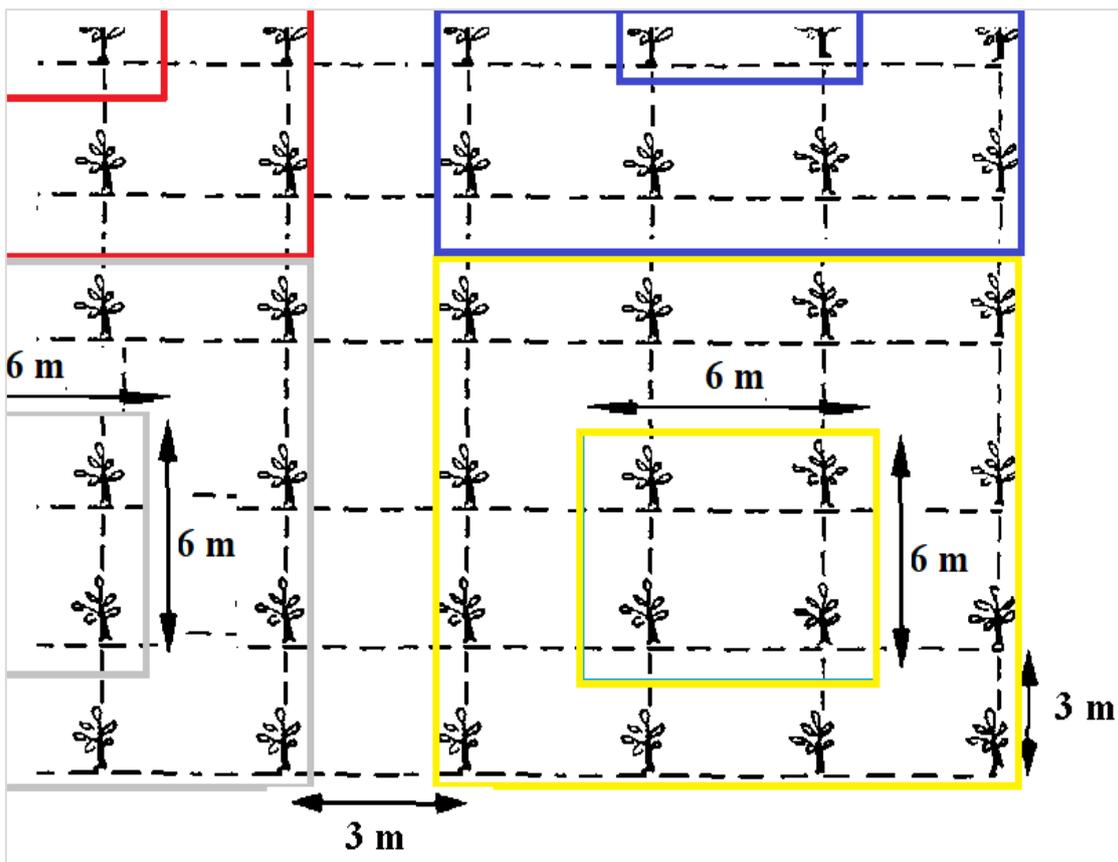
Elaborado por: La Autora, 2024

Figura 4.
Croquis del experimento



Elaborado por: La Autora, 2024

Figura 5.
Unidad experimental



Elaborado por: La Autora, 2024

Figura 6.
Productos experimentales Metalosate



Boro (5.40%), Zinc (6.78%), Manganeso (5.90%)
 Fuente: Agripac, 2023

Figura 7.*Ficha técnica de Metalosate Boro*

Metalosate® Boro No. de Producto 7322	
Descripción de Producto: Metalosate® Boro es un producto acomplejado con aminoácidos diseñado para aplicación foliar de las plantas	
Análisis Garantizado:	Boro.....5.0 % (p/p)
Ingredientes:	Boro (derivado de tetraborato de sodio)
Características Físicas:	Apariencia..... Líquido transparente azul pálido Solubilidad..... Soluble en agua Densidad..... 1.1 - 1.2 g/cc pH..... 8.0 - 9.0 (1% en agua destilada) Nitrógeno..... 0.3 - 1.2 % Sustancias Fitotóxicas..... Ninguna conocida
Compatibilidad con otros productos:	Se recomienda mezclar cantidades pequeñas para probar compatibilidad
Especificaciones de Producto están sujetas a cambiar sin previo aviso. Un certificado de análisis está emitido para cada lote de producción, lo cual indica cumplimiento con la especificación de Producto en efecto al tiempo en que el lote esté producido	
Fecha de Revisión: Marzo 2018	

Fuente: Agripac, 2023

Figura 8.

Ficha técnica de Metalosate Zinc

METALOSATE® ZINC	
GUARANTEED ANALYSIS (w/v):	
Zinc (Zn).....	84 g/l
6.8% Chelated Zinc	
Derived from Zinc Amino Acid Chelate	
READ LABEL BEFORE USE.	
KEEP OUT OF REACH OF CHILDREN.	
IF MEDICAL ADVICE IS NEEDED:	
CONTACT THE NATIONAL POISONS CENTRE, PHONE NZ 0800 POISON (0800 764 766) OR AUSTRALIA 13 11 26 OR A DOCTOR. HAVE PRODUCT CONTAINER OR LABEL ON HAND.	
DISPOSAL:	
Triple rinse empty container and add rinsate to the spray tank. Burn the container in an appropriate incinerator if circumstances such as wind direction permit otherwise crush and bury in a suitable landfill.	
GENERAL INFORMATION:	
Metalosate® Zinc is designed for foliar application on plants to prevent or correct nutrient deficiencies that may limit crop growth and yields. It is water soluble and nontoxic to plants when applied as directed. For best results, apply Metalosate® Zinc according to recommendations based on plant tissue or soil analysis.	
DIRECTIONS:	
Shake well before use. Keep from freezing.	
Dilute one part Metalosate® Zinc with 20 or more parts water. Apply by a spray method and in an adequate amount of water that will provide complete coverage of the plants. Use of a non-ionic wetting agent may improve spray coverage of certain hard to wet plants. Do not apply undiluted.	
Metalosate® Zinc can be included in a regular spray programme on crops. Consult with an Albion® representative on compatibility with other spray materials.	
The rate of application will depend on the crop, stage of growth, and severity of deficiency. The maximum recommended rates are for mature, full-sized plants. Reduce the rates proportionately when spraying smaller plants.	
Metalosate® Zinc may be used on legumes, grain crops, root crops, cucurbits, cole crops, leafy vegetables, woody and herbaceous ornamentals, deciduous fruits, vine crops, tropical and subtropical fruits, and many other crops.	
RECOMMENDATIONS:	
Field Crops and Vegetables: Apply 0.5 to 1.5 litres per hectare during periods of rapid growth or nutritional stress. The application may be repeated 2 or more times through the growing season.	
Tree Crops: Make an application of 1.0 to 3.0 litres per hectare after the beginning of active growth. The application may be repeated at 2 to 4 week intervals through the growing season. On deciduous trees, 1.5 to 2.0 litres may be applied in the oil sprays at the delayed dormant stage; post-harvest applications of 2.0 to 3.0 litres may be made while active, green leaves remain on the trees.	
Grapes and Berries: Make an application of 1.0 to 2.0 litres per hectare after active growth begins. The application may be repeated at intervals of one week or more through the vegetative-growth period.	
Turf: Apply 10 to 20 millilitres per 100 square meters during periods of active growth.	
Ornamental Trees, Shrubs, and Flowering Plants: Dilute at a rate of 250 millilitres in 10 or more litres of water and spray to complete coverage.	
LIMITED WARRANTY:	
Seller's and Manufacturer's obligation is limited to replacement of defective product. NEITHER SELLER NOR MANUFACTURER SHALL BE LIABLE FOR ANY INJURY, LOSS, OR DAMAGE DIRECTLY OR CONSEQUENTLY ARISING OUT OF THE MISUSE OR INABILITY TO USE THE PRODUCT. ALL OTHER WARRANTIES EXCEPT IN WRITING FROM THE MANUFACTURER, WHETHER EXPRESSED OR IMPLIED ARE HEREBY DISCLAIMED.	
Albion, the Albion logo, and Metalosate are trademarks of Albion Laboratories, Inc.	
Manufactured by:	Albion Laboratories, Inc. 67 South Main Street Layton, Utah 84041 U.S.A.
Distributed by:	Chemseed Distributors Pty Ltd Units 7-8, Warehouse J Flemington Markets NSW 2129 AUv10/2019
Warning: Do not swallow. The spray from this product may act as an irritant. Avoid inhalation and contact with the eyes and skin. Harmful when swallowed Class 6.1E under the HSNO Act 1996 (NZ)	

Fuente: Agripac, 2023

Figura 9.

Ficha técnica de Metalosate Zinc



ALBION[®]
PLANT NUTRITION

Metalosate[®] Manganese
No. de Producto 07310

Descripción de Producto:

Metalosate[®] Manganese es un producto de metales quelatados con amino ácidos diseñado para aplicación foliar de las plantas. Se puede utilizar para ayudar a prevenir o corregir deficiencias de nutrientes que pueden limitar el crecimiento, la producción o la calidad de los cultivos.

Análisis Garantizado:

Manganese.....	Un mínimo de 5.6% (p/p)
Nitrógeno.....	Un mínimo de 1.5%
Densidad.....	1.10 – 1.27 g/mL

La siguiente es sólo para información:

Ingredientes: Manganese quelatado con amino ácidos

Características Físicas:

Apariencia.....	Líquido marrón
Solubilidad.....	Soluble en agua
pH.....	4 – 5 (1% en agua destilada)
Sustancias Fitotóxicas.....	Ninguna conocida

Compatibilidad con otros productos: Se recomienda mezclar cantidades pequeñas para probar compatibilidad.

Especificaciones de Producto están sujetas a cambiar sin previo aviso. Los criterios de poner a la venta de productos se basan en el cumplimiento de los requisitos antes análisis garantizado. Un certificado de análisis se emite para cada lote de producción que cumple estos criterios.

Fuente: Agripac, 2023

Figura 10.*Delimitando el área***Elaborado por: La Autora, 2024****Figura 11.***Medición del área experimental***Elaborado por: La Autora, 2024**

Figura 12.

Observación y conteo de frutos enfermos y sanos



Elaborado por: La Autora, 2024

Figura 13.

Productos a emplearse dentro del experimento



Elaborado por: La Autora, 2024

Figura 14.

Preparación de tratamiento a aplicarse



Elaborado por: La Autora, 2024

Figura 15.

Colocación en bomba



Elaborado por: La Autora, 2024

Figura 16.

Aplicación dentro del área experimental



Elaborado por: La Autora, 2024

Figura 17.

Medición de las mazorcas previo a la cosecha



Elaborado por: La Autora, 2024

Figura 18.
Medición después de cosecha



Elaborado por: La Autora, 2024

Figura 19.
Conteo y empaque de granos



Elaborado por: La Autora, 2024

Figura 20.
Peso de los granos de cacao en balanza electrónica



Elaborado por: La Autora, 2024