



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“OMISIÓN DE MACRONUTRIENTES PRIMARIOS Y
PRODUCCIÓN DE TRES CLONES DE CACAO (*Theobroma
cacao L.*)”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de
Ingeniero Agrónomo

AUTORES:

Dalton Daniel Burgos Burgos
Anthony Patricio Masapanta Calapaqui

TUTOR:

Jonathan Bismar López Bósquez

LA MANÁ-ECUADOR
AGOSTO-2024

DECLARACIÓN DE AUTORIA

Burgos Burgos Dalton Daniel, con cédula de ciudadanía No. 1311271496, Masapanta Calapaqui Anthony Patricio, con cédula de ciudadanía No. 0550036305 declaramos ser autores del presente **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “OMISIÓN DE MACRONUTRIENTES PRIMARIOS Y PRODUCCIÓN DE TRES CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao L.*)”**, siendo el Ing. Jonathan Bismar López Bósquez Msc., Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

La Maná, agosto 06 del 2024



Dalton Daniel Burgos Burgos
C.C: 1311271496



Anthony Patricio Masapanta Calapaqui
C.C: 0550036305

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En la calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

“OMISIÓN DE MACRONUTRIENTES PRIMARIOS Y PRODUCCIÓN DE TRES CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao L.*)”, de Masapanta Calapaqui Anthony Patricio; Dalton Daniel Burgos Burgos, de la carrera de Agronomía, considero que dicho Informe Investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

La Maná, 06 de agosto del 2024



López Bósquez Jonathan Bismar
C.C: 1205419292
TUTOR

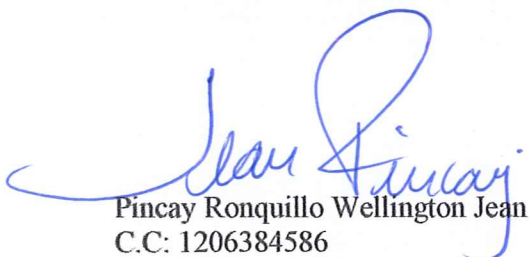
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

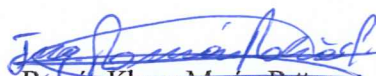
En calidad de Tribunal de lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná; por cuanto, los postulantes: Burgos Burgos Dalton Daniel; Masapanta Calapaqui Anthony Patricio, con el título del proyecto de investigación: “**OMISIÓN DE MACRONUTRIENTES PRIMARIOS Y PRODUCCIÓN DE TRES CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao L.*)**”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

La Maná, 15 de agosto del 2024

Para constancia firman:


Pincay Ronquillo Wellington Jean
C.C: 1206384586
LECTOR 1 (PRESIDENTE)


Ramón Klever Macías Pettao
C.C: 0910743285
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Quinatoa Lozada Eduardo Fabian
C.C: 1804011839
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a Dios, por guiarnos y darnos la fortaleza necesaria para concluir este proyecto. A nuestras familias cuyo respaldo y amor han sido fundamentales en cada paso de este camino. De manera infinita agradecer a la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná por darnos la oportunidad y abrirnos las puertas aun un mundo donde pudimos adquirir nuevos conocimientos y permitirnos formar como profesionales.

Agradecer también a nuestro tutor de tesis Ing. Jonathan Bismar López Bosquez Mgs., quien nos guio con mucha paciencia y sobre todo con su disposición, orientándonos a lo largo de esta etapa de aprendizaje.

Dalton & Anthony

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios y a mi querida madre, Betzi Burgos, cuya guía y apoyo incondicional ha sido fundamental en cada paso de mi vida. Sin su amor y sacrificio, este logro no habría sido posible.

A mi esposa e hija, por su amor incondicional y por creer siempre en mis capacidades. Su cariño y compañía han sido un refugio en los momentos de dificultad.

A mi mami Ayde que me cuida y guía desde el cielo en cada paso y a mi familia en general, quienes me acompañaron en este viaje con su amor y apoyo incondicional. Gracias por estar siempre ahí para levantarme el ánimo y ofrecerme su ayuda desinteresada.

A todos ustedes, con todo mi cariño y gratitud, dedico esta tesis.

Dalton

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios por permitir que esto sea posible, dedicado a mis padres por todo el apoyo, cariño y sacrificio incondicional que me han brindado a lo largo de esta trayectoria, quienes me han brindado un ejemplo de superación y humildad. A todos mis familiares y amigos que estuvieron ahí brindándome palabras de fuerza y motivación cuando más lo necesitaba.

Anthony

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

TITULO: “OMISIÓN DE MACRONUTRIENTES PRIMARIOS Y PRODUCCIÓN DE TRES CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao L.*)”

Autores:
Burgos Burgos Dalton Daniel
Masapanta Calapaqui Anthony Patricio

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el Centro Experimental “Sacha Wiwa” de la Parroquia Guasaganda, Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, el proyecto tuvo una duración de seis meses, el objetivo principal fue evaluar el efecto de la omisión de macronutrientes primarios y producción de tres clones de cacao (*Theobroma cacao L.*), con la utilización de un diseño de bloques completamente al azar, con un arreglo factorial de 3 x 5, donde el factor A fueron los clones de cacao (CCN- 51, EET- 48 y EET- 96), factor B fueron las omisiones de macronutrientes (-NPK), (-N), (-P), (-K) y (NPK). Los resultados obtenidos mostraron que el clon CCN- 51 obtuvo los valores más altos en cada una de las variables evaluadas, mazorcas enfermas 3,35, mazorcas sanas 8,6, en la incidencia el clon CCN-51 obtuvo un valor de 32,55%, una longitud de mazorca de 25,43 cm, un diámetro de 10,93, un peso seco de 2,91, un peso de grano fresco de 4,67 y un rendimiento de 1493,35 kg/ha, en lo que respecta el factor B las omisiones (-P), (-N), (-K), (-NPK), fueron las omisiones que influenciaron en cada una de las variables, en el caso del análisis económico el clon CCN- 51 fue el que obtuvo el mejor rendimiento con NPK con 2479 kg/ha y un ingreso bruto de \$ 8924,4 y una rentabilidad de 178,15%.

Palabras claves: clones, omisión, macronutrientes, rendimientos

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ

**TITLE:" OMISSION OF PRIMARY MACRONUTRIENTS AND PRODUCTION OF
THREE CLONES OF COCOA (*Theobroma cacao L.*)"**

Authors:
Burgos Burgos Dalton Daniel
Masapanta Calapaqui Anthony Patricio

ABSTRACT

The research was developed at the "Sacha Wiwa" Experimental Center of the Guasaganda Parish, La Maná Canton, Cotopaxi Province, the project lasted six months, the main objective was to evaluate the effect of the omission of primary macronutrients and production of three cocoa clones (*Theobroma cacao L.*), using a completely randomized block design, with a factorial arrangement of 3 x 5, where factor A is the cocoa clones (CCN-51, EET-48 and EET-96), factor B is the omissions of macronutrients (-NPK), (-N), (-P), (-K) and (NPK). The results obtained showed that the clone CCN-51 obtained the highest values in each of the variables evaluated, diseased cobs 3.35, healthy cobs 8.6, in the incidence the clone CCN-51 obtained a value of 32.55%, a cob length of 25.43 cm, a diameter of 10.93, a dry weight of 2.91, a fresh grain weight of 4.67 and a yield of 1493.35 kg / ha, with respect to factor B the omissions (-P), (-N), (-K), (-NPK), were the omissions that influenced each of the variables, in the case of the economic analysis the clone CCN-51 was the one that obtained the best yield with NPK with 2479 kg / ha and a gross income of \$ 8924.4 and a profitability of 178,15%.

Keywords: clones, omission, macronutrients, yields

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORIA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	2
5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	5
6.1. Objetivo General.....	5
6.2. Objetivos Específicos	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICO TÉCNICA.....	7
8.1. Origen del cacao	7
8.2. Clasificación taxonómica del cacao	7
8.3. Descripción botánica.....	7
8.4. Tipos de Cacao.....	9
8.4.1. Cacao forastero	9
8.4.2. Cacao Criollo	10
8.4.3. Cacao trinitario	10
8.4.4. Clones	10
8.4.4.1. Características del clon CCN-51	10
8.4.4.2. Características de clon EET-48.....	11
8.4.4.3. Características del clon EET-96	11
8.6. Requerimiento nutricional del cultivo de cacao.....	11

8.7. Macronutrientes	12
8.8. Fertilización en cacao	13
8.8.1. Nitrógeno	13
8.8.2. Fósforo	14
8.8.3. Potasio.....	16
8.9. Antecedentes investigativos.....	17
9. HIPÓTESIS	18
10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
10.1. Ubicación del experimento	19
10.2. Tipos de investigación	19
10.2.1. Experimental.....	19
10.2.2. Documental.....	19
10.2.3. Analítica y descriptiva	19
10.3. Técnicas	19
10.4. Materiales y Equipos	20
10.4.1. Material vegetativo	20
10.4.2. Otros materiales y equipos	20
10.5. Factores en estudio.....	20
10.6. Esquema del experimento.....	21
10.7. Diseño experimental.....	22
10.8. Esquema de análisis de varianza.....	22
10.9. Manejo del experimento	22
10.9.1. Control de maleza.....	22
10.9.2. Poda y eliminación de musgos	23
10.9.3. Fertilización	23
10.9.4. Cosecha.....	23
10.10. Variables a evaluar	23
10.10.1. Registro de mazorcas sanas y enfermas.....	23
10.10.2. Incidencia de monilla.....	24
10.10.3. Longitud de mazorca	24
10.10.4. Diámetro de mazorca.....	24
10.10.5. Peso seco de 100 semillas.....	24
10.10.6. Peso de grano fresco/árbol (kg)	24

10.10.7. Rendimiento kg/ha	25
10.10.8. Análisis económico.....	25
11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
11.1. Efecto simple en el registro de mazorcas sanas, enfermas y total	27
11.1.1. Interacción de las mazorcas sanas, mazorcas enfermas y total de mazorcas en tres clones de cacao (<i>Theobroma cacao l.</i>).....	28
11.2. Efecto simple en la incidencia de Monilla.....	29
11.2.1. Interacción de la incidencia de monilla en tres clones de cacao (<i>Theobroma cacao l.</i>).....	30
11.3. Efecto simple en la longitud de mazorca.....	31
11.3.1. Interacción de la longitud de mazorca en tres clones de cacao (<i>Theobroma cacao l.</i>).....	32
11.4. Efecto simple en el diámetro de mazorca	33
11.4.1. Interacción en el diámetro de mazorca en tres clones de cacao (<i>Theobroma cacao l.</i>).....	34
11.5. Efecto simple en el peso seco de 100 semillas	35
11.5.1. Interacción en el peso seco de 100 semillas en tres clones de cacao (<i>Theobroma cacao l.</i>).....	36
11.6. Efecto simple en el peso de grano fresco/árbol (kg)	36
11.6.1. Interacción en el peso de grano fresco en tres clones de cacao (<i>Theobroma cacao l.</i>).....	37
11.7. Efecto simple en el rendimiento kg/ha	38
11.7.1. Interacción en el rendimiento hg/ha en tres clones de cacao (<i>Theobroma cacao l.</i>).....	39
12. Análisis económico.....	40
13. IMPACTOS (TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL, ECONÓMICO).....	41
14. PRESUPUESTO.....	42
15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
16. BIBLIOGRAFÍA.....	44

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas entorno a los objetivos planteados.	6
Tabla 2. Clasificación taxonómica de cacao	7
Tabla 3. Requerimientos nutricionales del cultivo de cacao	12
Tabla 4. Material vegetativo utilizado en la investigación	20
Tabla 5. Materiales y equipos	20
Tabla 6. Esquema del experimento.....	21
Tabla 7. Esquema de análisis de varianza	22
Tabla 8. Fertilización realizada en el cultivo de cacao.....	23
Tabla 9. Interacción de la omisión de macronutrientes primarios en los clones de cacao, en relación en mazorcas sanas, enfermas y total de mazorcas.	29
Tabla 10. Interacción de la omisión de macronutrientes primarios en los clones de cacao, en relación al % de incidencia de monilla.	31
Tabla 11. Interacción de la omisión de macronutrientes primarios en los clones de cacao, en relación a la longitud de la mazorca (cm).....	33
Tabla 12. Interacción de la omisión de macronutrientes primarios en los clones de cacao, en relación al Diámetro de la mazorca (cm).....	34
Tabla 13. Interacción de la omisión de macronutrientes primarios en los clones de cacao, en relación al peso seco de 100 semillas.	36
Tabla 14. Interacción de la omisión de macronutrientes primarios en los clones de cacao, en relación al peso fresco por árbol.....	38
Tabla 15. Interacción de la omisión de macronutrientes primarios en los clones de cacao, <i>en relación con el</i> rendimiento Kg/ha-1.....	39
Tabla 16. Análisis económico en la omisión de macronutrientes primarios y producción de tres clones de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	40
Tabla 17. Presupuesto que se utilizara en la investigación.....	42

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Efecto simple del factor A (clones de cacao), factor B (omisión de macronutrientes primarios), en mazorcas sanas, enfermas y total de mazorcas.	27
Gráfico 2. Efecto simple del factor A (clones de cacao), factor B (omisión de macronutrientes primarios), en relación al % de incidencia de enfermedad.....	30
Gráfico 3. Efecto simple del factor A (clones de cacao), factor B (omisión de macronutrientes primarios), en relación a la longitud de mazorca (cm).	32
Gráfico 4. Efecto simple del factor A (clones de cacao), factor B (omisión de macronutrientes primarios), en relación al diámetro de mazorca (cm).....	34
Gráfico 5. Efecto simple del factor A (clones de cacao), factor B (omisión de macronutrientes primarios), en relación al peso seco de 100 semillas.....	35
Gráfico 6. Efecto simple del factor A (clones de cacao), factor B (omisión de macronutrientes primarios), en relación al peso de grano fresco por árbol (kg).....	37
Gráfico 7. Efecto simple del factor A (clones de cacao), factor B (omisión de macronutrientes primarios), en relación al rendimiento kg ha^{-1}	39

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:	Omisión de macronutrientes primarios y producción de tres clones de cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>)
Fecha de inicio:	Abril 2024
Fecha de finalización:	Agosto 2024
Lugar de ejecución:	Centro Experimental “Sacha Wiwa” Guasaganda, La Maná
Facultad que auspicia:	Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
Carrera que auspicia:	Agronomía
Proyecto de investigación:	Sector agrícola
Equipo de trabajo:	Burgos Burgos Dalton Daniel Masapanta Calapaqui Anthony Patricio Ing. Jonathan Bismar López Bósquez, Mgs.
Área de conocimiento:	Agricultura, silvicultura y pesca
Línea de investigación:	Producción agrícola sostenible

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La producción mundial de cacao en los últimos cinco años ha sido de unas 4.961.801 toneladas en 11.139.164 hectáreas de terreno. El principal productor es Costa de Marfil, que representa el 39,1% de la producción mundial, seguido de Ghana (19,09%), Indonesia (13,97%), Nigeria (6,86%), Camerún (6,25%), En América Latina, especialmente Brasil y Ecuador, el cacao es una de las variedades más plantadas y una de las exportaciones más importantes, ya sea crudo o procesado, que realiza al país. ingresos económicos y crear empleos para las familias (Niles, 2020). El cacao es la especie del género *Theobroma* que más se cultiva debido a la gran importancia socioeconómica en América Latina por ser uno de los principales productos exportables, ya sea en materia prima o elaborados.

El cacao es un producto noble ecuatoriano, no sólo por su reconocimiento internacional desde hace más de 400 años, sino también porque está vinculado a los distintos eslabones que componen la cadena, genera empleo directo e indirecto y mejora el desarrollo económico. Ecuador cuenta con 94.855 unidades de producción agrícola (UPAs) de cacao, lo que representa aproximadamente 408.000 personas dedicadas a la producción primaria. y el 12,5% de la producción agrícola de cacao de la PEA se concentra en las zonas costeras, la más importante de las cuales es Guayas. La superficie cultivada es de aprox. % en la provincia de Sierra Leona, 10% en la región amazónica (Del Monte S., 2023).

La fertilización es la base de la producción agrícola y un requisito previo necesario para lograr una producción óptima en términos de cantidad y calidad. Los modelos que puedan adaptar las recomendaciones nutricionales a las necesidades de cada industria aumentarán los rendimientos a niveles competitivos (Hasang *et al.* 2018).

El actual estudio determinado “Omisión de macronutrientes primarios sobre el desarrollo y rendimiento de tres clones de cacao (*Theobroma cacao L.*)” estuvo conformado bajo un esquema experimental de un diseño de bloques completamente al azar, y se evaluó variables agronómicas, con los resultados se busca comprender como afecta a el rendimiento de este cultivo, cuando el suelo no presenta una solución de macronutriente.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El cultivo del cacao tiene una historia importante en la economía ecuatoriana y es el sustento de la economía familiar campesina. Es una de las exportaciones tradicionales más

importantes del Ecuador. La industria del cacao representa el 5% de la población económicamente activa del país, y 5% de la PEA rural, que constituye la base de la economía familiar del país, en las estribaciones de los Andes y la Amazonía ecuatoriana, la productividad del cacao y la exportación de granos se han convertido en tareas económicas de carácter bastante tradicional relacionadas con diversos sectores. País (Garzón, 2021).

El cacao es una vasta diversidad genética que incluye un conjunto de poblaciones silvestres y domesticadas con diferentes orígenes genéticos y etapas evolutivas, y esta diversidad genética también juega un papel importante en la conservación y uso final del germoplasma natural y mejorado. Debido a las limitaciones en la propagación clonal, las estrategias de mejoramiento en la mayoría de los países productores de cacao se basan en la selección de árboles superiores y la producción de híbridos, incluidos CCN-51, EET-48, EET-19, EET-96, EET-103, EET-111, EET-275, Calce Para este fin, los agricultores han adoptado diversas técnicas de propagación clonal como esquejes enraizados, injertos de árboles maduros en el campo e injertos de plántulas en viveros. Genotipos nacionales en bancos de germoplasma. Además, algunos de estos genotipos han sido reeditados para su uso en diferentes partes del país durante los últimos 30 años (Sornoza *et al.* 2022).

El manejo de fertilizantes es un aspecto crítico del crecimiento de los cultivos, ya que el suministro excesivo de nutrientes puede exceder la capacidad de absorción de la planta, creando riesgos ambientales y pérdidas económicas para los agricultores. Por lo tanto, un adecuado suministro de nutrientes es muy importante para el desarrollo general del rendimiento y la producción, el cacao es considerado una planta con requerimientos nutricionales de factores ambientales y se debe tener en cuenta su impacto en la productividad (Leiva, 2015).

Si faltan ciertos macronutrientes esenciales, se perjudicará el crecimiento y desarrollo de los cultivos, provocando anomalías en la estructura fisiológica de la planta, haciendo que la planta sea susceptible a enfermedades, en ocasiones la deficiencia aparecerá en las hojas, flores o frutos (Departamento de agricultura de los Estados Unidos [USDA], 2021).

Por lo ya mencionado, el presente proyecto denominado omisión de macronutrientes primarios y producción de tres clones de cacao (*Theobroma cacao L.*), busca dar a conocer la importancia que tiene los nutrientes esenciales en el cacao, los cuales al ser suministrados adecuadamente pueden lograr altos rendimientos, por lo que, la nutrición vegetal es crucial

para que las plantas tengan un buen desarrollo, ya que proporciona los nutrientes indispensables para un buen crecimiento, en el caso del cacao, es un cultivo que presenta una alta demanda de nutrientes, por lo que, un déficit de nutrientes puede causar graves daños en el rendimiento.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los **beneficiarios directos** son las personas que pertenecen al Colegio Intercultural Bilingüe Jatari Unancha, y los agricultores pertenecientes a la parroquia de Guasaganda, brindando alternativas viables para mejorar el rendimiento de sus cultivos de cacao, lo que brindará a los agricultores el conocimiento óptimo para poder mejorar su calidad de vida.

Los **beneficiarios indirectos** son los estudiantes de agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ya que la presente investigación brindará los conocimientos y experiencias sobre los usos y beneficios de la omisión de macronutrientes en el cultivo de cacao, dando alternativas para mejorar la rentabilidad de los cultivos.

5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

En todo el mundo, el uso excesivo de fertilizantes químicos en la agricultura ha creado problemas a los agricultores. Sin embargo, los fertilizantes químicos también tienen un impacto negativo en el medio ambiente, afectando enormemente al suelo y a las posibles fuentes de agua, provocando una gran pérdida de biodiversidad. Los organismos beneficiosos, los insectos y los cultivos coexisten, la degradación del suelo a largo plazo afectará negativamente a todo el medio ambiente, el cambio climático será más severo, los cultivos no tendrán un entorno adecuado, el rendimiento disminuirá y la calidad del suelo será extremadamente baja. o para agricultura básica (Hidalgo , 2017).

En Ecuador, los bajos rendimientos se deben a que los productores abusan de los programas de fertilización, ya que a veces no agregan los nutrientes necesarios para el crecimiento óptimo de los cultivos de cacao durante la fertilización, lo que genera déficits de rendimiento y provoca graves pérdidas. Esto resultó en importantes pérdidas financieras (Kaiser, 2015).

La deficiencia de macronutrientes reduce el rendimiento, lo que da como resultado rendimientos bastante bajos que no pueden recuperarse cuando se suplementan con cantidades insuficientes de macronutrientes. Por tanto, si el cultivo carece de elementos esenciales, se

vuelve más vulnerable a diversas plagas y enfermedades, provocando muchos problemas al agricultor (Intagri, 2023).

La falta de nutrientes de las plantas es una de las principales causas de un crecimiento alterado que conduce a pérdidas irreversibles de rendimiento, necrosis, es importante entender los problemas que provoca cada deficiencia de nutriente porque en algunos casos los síntomas son muy similares (Cherlinka, 2022).

El cultivo de cacao es de gran importancia económica en la Parroquia Guasaganda, Cantón La Maná, por lo que es un rubro muy importante para la mayoría de los productores, por lo que la presente investigación busca conocer cómo afecta el omitir un elemento esencial dentro de una fertilización, lo que ayudara a tener una orientación sobre las afectaciones a nivel agronómico que puede causar que no exista la presencia de un macronutriente en el cultivo.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de la Omisión de macronutrientes primarios y producción de tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.)

6.2. Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de omisión de macronutrientes primarios en los cambios morfo-métricos de la mazorca y rendimiento de tres clones de cacao.
- Evaluar la influencia de las omisiones de macronutrientes en la incidencia de monilla en los tres clones de cacao.
- Realizar un análisis económico en torno a la omisión de macronutrientes primarios en tres clones de cacao.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas entorno a los objetivos planteados.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	MÉTODO DE VERIFICACIÓN
Determinar el efecto de omisión de macronutrientes primarios en los cambios morfo-métricos de la mazorca y en el rendimiento del cacao tres clones de cacao.	Aplicación de tratamientos conformados por omisión de nutrientes y registro de variables relacionadas con la mazorca de cacao	de *Variables registradas; por diámetro de la mazorca (cm), longitud de la mazorca (cm), peso de 100 semillas, peso de grado fresco y rendimiento (kg)	Fotos, libro de campo, Excel
Evaluar la influencia de las omisiones de macronutrientes en la incidencia de monilla en los tres clones de cacao.	Toma de datos de la incidencia de monilla en los tratamientos evaluados en los clones de cacao.	Datos de la incidencia de los tratamientos	Fotos, libro de campo, Excel
Realizar un análisis económico en torno a la omisión de macronutrientes primarios en tres clones de cacao.	*Toma de datos de costos y gastos. *Recopilación de datos de beneficios económicos del cultivo a obtener	Análisis de costo beneficio (Datos de gastos por tratamiento y beneficios económicos obtenidos)	Fotos, libro de campo, Excel *Calculadora

Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICO TÉCNICA

8.1. Origen del cacao

El género *Teobroma* proviene de América Tropical, en particular de las cuencas del río Amazonas. Este género es una de las especies que tiene mayor impacto en lo económico en los trópicos. A lo largo de la historia, las semillas de T. cacao se han utilizado para la elaboración de alimentos y bebidas, como bebidas ceremoniales, tributo reyes y moneda. Actualmente, esta especie se encuentra en zonas tropicales lluviosas, que van desde 20° de latitud norte hasta los 20° latitud del sur (Aguilar S. , 2021).

El cacao es una planta leñosa antes pertenecía en la familia Sterculiaceae, y actualmente reclasificada en la familia Malvaceae. El cacao es considerado como uno de los cultivos perennes más importantes del planeta, con un estimado de producción mundial de 3,5 millones de toneladas en el 2006 (Aguilar S. , 2021).

8.2. Clasificación taxonómica del cacao

Tabla 2. Clasificación taxonómica de cacao

Reino	Vegetal
Clase	Angiospermae
Subclase	Dycotyledoneae
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Género	Theobroma
Especie	Cacao

Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

Fuente: (Aguilar S. , 2021)

8.3. Descripción botánica

El cacao es conocido por ser una planta perenne tropical, que crece desde el nivel mar a 1000 m.s.n.s. La altura es de acorde al tipo de variedad, suelo y condiciones climáticas, en las

variedades nacionales son de 15 a 18 mts, y en los clonales su altura es de 2 a 4 mts (Alcívar & Loor, 2016).

El cacao tiene su raíz principal pivotante es decir que esta penetra abajo, en los primeros meses este cultivo crece entre 120 a 150 cm, mientras que en suelos sueltos logra hasta 2m. Después surgen numerosas raíces secundarias (hacia los lados), que tiene su mayor tamaño (entre 85 a 90%) las cuales están ubicadas a 25 cm de profundidad que va alrededor del árbol, de misma forma, estas raíces se encuentran en arboles con raíces que son alejadas de su tronco principal. Generalmente estas raicillas se encuentran en la superficie del suelo. Si el cultivo tiene buenas condiciones, estas raíces se encuentran con el mantillo que se resguarda con el suelo cacaotal naturalmente (Alcívar & Loor, 2016),

El tronco de la planta crece hacia arriba de manera vertical, formando verticilo o corona a una altura aproximada de 80 a 100 cm. Está cubierta por hojas con peciolo largos dispuestos en una espiral de 3/8. Después del primer año, el tallo comienza a desarrollar yemas auxiliares que forman la corona o horqueta. La yema terminal desaparece y da lugar a ramas laterales. El crecimiento en altura se detiene hasta que una nueva yema comienza a crecer, formando un chupón que sigue creciendo verticalmente. Este proceso se repite, formando varios verticilos en el árbol. En ocasiones, en las selvas del Amazonas se han observado arboles con hasta 10 verticilos. En una plantación normal, los nuevos crecimientos adquieren mayor desarrollo, llegando a desaparecer los verticilos inferiores y dando al árbol un aspecto de tronco alto (Asociación Nacional del café, 2004).

Las hojas del cacao son simples y pigmentadas que varía de color dependiendo de su pigmentación, por lo general, el color verde es el más variable. En algunos árboles las hojas tiernas suelen estar pigmentadas (coloreadas) que logran ser hasta de un color marrón claro, que puede variar incluso morado o rojizo; cabe mencionar que también hay de color verde pálido (es decir sin coloración). El peciolo de la hoja es largo, tiene marcado el pulvinus, mientras que en sus ramas las hojas son más pequeñas. El tamaño varía de acuerdo a la respuesta que tenga el cultivo con las condiciones ambientales; mientras menos luz tenga, este es más grande, pero con más luz, es más pequeña, normalmente los cacaos de la Amazonia son de hojas pequeñas (Asociación Nacional del café, 2004).

Nacen en grupos llamados cojines florales que se desarrollan en el tronco y en las ramas principales. Estas flores surgen anteriormente donde ya había hojas siendo este el mismo lugar de nacimiento; por ende, es crucial no dañar el cojín floral para poder mantener una

producción buena. De las flores se despliegan los frutos o mazorcas que son ayudados por algunos insectos pequeños. Esta formada de cinco sépalos, cinco pétalos, cinco estambres y un pistilo, cabe recalcar que solo el 10% de las flores se transforman en mazorcas. La cáliz es de color rosa con segmentos puntiagudas, la corola es de un blanco amarillo o rosada las flores, estas están localizadas en el pulvínulo floral, con ramas horizontales y pequeños racimos (Borrero, 2009).

El fruto del cacao llamada mazorca, es de forma de una grande drupa que sale de un pedúnculo fibroso, esta da paso al engrosamiento del peciolo floral; la forma puede ser ovalado, incluso los tipos pueden variar desde redondos hasta alargados, con diez surcos principales (Borrero, 2009).

Las semillas pueden variar de tamaño y pueden ser oblonga. En el cacao de tipo Criollo y Nacional del Ecuador tiene en sus partes más largas en forma redondeadas, mientras que en el caso de los Forasteros son aplanadas. Ciertas semillas suelen tener extremos puntiagudos que otras. La cutícula tiene un recubrimiento que ayuda a la protección de los cotiledones, mientras que en lo exterior se puede encontrar el mucilago que es la parte dulce, que ayuda a la semilla tenga una fermentación, esto permite poder diferenciar a ciertos genotipos de cacao por el sabor (Carrión, 2012).

8.4. Tipos de Cacao

En la actualidad existen tres tipos de cacao entre ellos: forasteros, criollos, trinitarios. En Ecuador existe la mayor diversidad genética de cacao siendo uno de los países con mayor diversidad de esta especie *Theobroma cacao L* (Carrión, 2012).

8.4.1. Cacao forastero

Planta con El cacao forastero es una planta que tiene una mayor resistencia de enfermedades que el cacao Criollo. Esta es de granos pequeños que pueden ser medianos: 90 a 100 granos por 100 gramos. Este es un cacao son sabor extremadamente amargo, en excepción de la variedad “nacional” de Ecuador. En la producción mundial este representa un valor 95%, principalmente proviene de países de África Occidental y Brasil (Castro, 2022).

8.4.2. Cacao Criollo

Los Criollos (es ascendencia extranjera, que significa nativo), es originario de Sudamérica, en México y Centro América fueron las primeras regiones que lo domesticaron, siendo conocidos como híbridos de cacao dulce. Los frutos son de cascara suave y poseen semillas redondas que van de medianas a grandes, su color puede ser de violeta a blanco, son cultivadas en América Central, México, Colombia y en una parte de Venezuela. Su sabor puede variar de dulce y agradable, el árbol puede ser de tamaño bajo con menos robusticidad en comparación de otras variedades. Este grupo es caracterizado por presentar una alta susceptibilidad a las enfermedades (Castro, 2022).

8.4.3. Cacao trinitario

Este cacao se obtiene a partir del cruce del cacao criollo y forastero. Sus mazorcas son de varias formas y colores; esta variedad tiene semillas más grandes que un cacao criollo y forastero; estas tienen las siguientes características son de tronco grueso, con grandes hojas. En la actualidad los cacaotales que hay en el mundo son trinitarios. (Córdova *et al*, 2001)

8.4.4. Clones

En estudio de materiales se presenta que el tipo Nacional, recomienda clones como EET-19, EET-62, EET-95, EET-96 y EET-103, que sobresalen de las adaptaciones de clones EET-450 y EET454 para la zona de Rio Portoviejo y EET-575 y EET-576 para el valle del Carrizal Chone (Córdova *et al*, 2001).

8.4.4.1. Características del clon CCN-51

El clon CCN-51 su nombre tiene origen de la Colección Castro Naranji 51, el origen de este clon se remota en Ecuador, con mazorcas de 6/ libra de cacao seco, su producción en esta variedad empieza a partir de los 18 meses de edad, el tamaño, y como el desarrollo follaje se ve influido por el medio ambiente que está presente, para que el fruto pueda tener un buen desarrollo se debe tener una buena separación en las plantaciones, el CCN-51 es caracterizado por ser de un clon de alta calidad y productividad, sin embargo, cabe recalcar que es resistente a enfermedades y plagas como son la escoba de bruja, mal del machete y monilla (Guaman, 2007).

8.4.4.2. Características de clon EET-48

Es un clon originario Este clon se origina de la hacienda Sant Rosa perteneciente a la provincia de los Rios, se lo recuado en los años 1944 y 1948, la etapa de floracion intensa se da en epocas lluviosas, cuando los frutos tiene color verde se encuentra en estado inmaduro, pero cuando son de color amarillo significa que estan en etapa de maduracion, las semillas de este clon son de forma cilindrica, grandes y un poco achatadas, los cotiledones son de un color purpura oscuro, es un clon que tiene de 16 y 17 frutos que equivale un kilograma de cacao seco, siendo de nuevos niveles de produccion, presenta un promedio de rendimiento de 1089 y 1248 kilogramos de cacao seco/ha, este es resistente a la enfermedad de la escoba de bruja, aun con esta enfermedad estas logra tener un buen rendimiento, para el caso de la enfermedad de mal de machete se debe mantener un manejo fitosanitario ya que es susceptible (Vera *et al.* 2015).

8.4.4.3. Características del clon EET-96

Este clon tiene su nombre en Provenir, la floracion de este surge en los meses de enero a marzo, siendo una floracion intensa, el fruto tiene forma angoleta y de color verde rojizo cuando se encuentra en estado inmaduro, cuando esta en madurez este tiene un color amarillo, tiene un indice de mazorca de 20 unidades por planta, sus hoas son de color rojo intermdio, este presenta un 60% de enraizamiento que permite alcanzar un rendimiento de 1146 kg/ha al año (Salinas & Tomalá, 2014).

8.5. Fertilidad del suelo

La Fertilidad del Suelo es la interacción de las características tanto físicas, químicas y biológicas, siendo capaz de poder suministrar la capacidad de las condiciones que son adecuadas para el crecimiento y de desarrollo de la planta, en lo que corresponde en las condiciones óptimas estas no actúan independientemente, sino en manera armónica creando una interrelación, esto determina la fertilidad del suelo, cabe recalcar la fertilidad del suelo no es la única que influye en el crecimiento de los cultivo, uno de los factores cruciales es el clima que juega también un papel importante (Sánchez J. , 2008).

8.6. Requerimiento nutricional del cultivo de cacao

El cacao es importante en términos económicos como sociales, por esto, es vital para los agricultores en obtener óptimos rendimientos y de buena calidad. Una fertilización adecuada es necesaria para poder obtener buenas cosechas, para la producción de una tonelada de cacao es

necesario aplicar 30kg N, 8 kg P, 40 kg K, 12 kg Ca, 10 kg Mg. En caso de que las mazorcas retornan al suelo, se debe emplear 24 kg de Potasio (K₂O), 5kg de P₂O₅ y 2 kg de Nitrógeno, siendo estos los nutrientes requeridos por el cultivo equivaliendo al 50% (Del Monte A. , 2020).

Tabla 3. Requerimientos nutricionales del cultivo de cacao

Absorción de nutrientes por edad de las plantas								
Estado	Edad (meses)	Requerimiento nutricional (Kg/ha)						
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn
Vivero	2 a 6	2,4	0,6	2,4	2,3	47	3,9	0,5
Crecimiento	28	136	14	151	113	71	7,1	0,9
Producción	50	438	48	633	373	129	6,1	1,5

Fuente: (Jaraba *et al.* 2021)

8.7. Macronutrientes

Los macronutrientes son requeridos en grandes cantidades, la aplicación de estos es de acuerdo a la necesidad que presenta los cultivos, generalmente es normal que haya una deficiencia de estos macronutrientes naturalmente en el suelo o a su vez pueden ser deficientes porque a lo largo el cultivo provoca una extracción. También puede haber una deficiencia cuando se empleada variedades que requieran de un rendimiento alto, las cuales son mas exigente en la demanda de nutrientes en lugar una variedad local. Sin embargo, este cultivo es una planta que requiere de alto nutrientes minerales (Tarqui, 2010).

Las plantas requieren de grandes cantidades de nutrientes y mayormente están en disponibilidad del suelo, por lo tanto, se requiere realizar aportaciones considerables. Los macronutrientes son N.P y K. Mientras los elementos secundarios Ca, Mg y S son consumidos por las pantas en grandes cantidades, pero, sin embargo, estos tienen una disponibilidad grande en el suelo, de la cual no requiere de aportaciones necesarias (Tarqui, 2010).

Los suelos pueden ser pobres en nutrientes de manera natural, o a su vez puede ser debido a la extracción de los cultivos creando una deficiencia, otro factor para un suelo pobre es cuando se emplea variedades de alto rendimiento siendo estas mas exigentes que una variedad local (Tinajero & Rodríguez, 2021).

8.8. Fertilización en cacao

Antes de realizar una fertilización es necesario conocer el nivel de fertilidad que presenta el suelo, para esto se debe realizar un análisis de suelo, por lo que una cosecha de cacao extrae aproximadamente 44 kg de nitrógeno, 10 kg de fósforo y 77 kg de potasio, si las mazorcas se las dejan en el suelo se recicla alrededor de 2 kg de nitrógeno, 5 kg de fósforo y 24 kg de potasio, por lo tanto, cuando se explota el suelo tiende a reducir la cantidad de nutrientes lo que reduce la capacidad de alimentación de las plantas, como consecuencia la producción de los frutos disminuye, por lo que, se debe aportar los nutrientes necesarios para un buen rendimiento (Gomez, 2017).

La fertilización consiste en un método que es alimentar directamente a la planta con sustancias nutritivas que van desde lo químico – sintéticas que pueden ser solubles en el agua, proporcionado a la planta una equilibrada y suficiente alimentación, los aportes orgánicos son indispensables para poder tener éxito en los objetivos, las cuales atribuyen en la fase de fertilización, para que las plantas se desarrollen adecuadamente se necesita de un suelo fértil, que mantenga su fertilidad natural, y haya una interrelación suelo- planta (Orozco, 2021).

8.8.1. Nitrógeno

La aplicación de nitrógeno N en el cacao provoca en las hojas el enrojecimiento, y un aumento de la formación dosel y en el área de las hojas; de la misma manera, aumentando el crecimiento de plántulas jóvenes y estimulando el temprano dosel de cacao en cierre (Tinajero & Rodríguez, 2021).

El N es considerado el componente básico de la producción de aminoácidos, este elemento es como un regulador para el metabolismo del P y K, reduciendo la marchitez de los jóvenes frutos, el N está en la mayoría de los procesos principales de la planta tanto en el desarrollo como en el rendimiento, la absorción de este nutriente mejora la absorción de los otros nutrientes (Toala *et al*, 2022).

La respuesta negativa a la aplicación de N es cuando hay ausencia de otros nutrientes, en otras palabras, un exceso de N puede ocasionar que otros nutrientes se desvíen en las hojas en la producción de vainas, cuando se presenta una deficiencia de N el crecimiento en las planta disminuye, con una disminución en las hojas en la cual no se puede sintetizar la clorofila como resultado de ello, dando paso a la clorosis (hojas de color amarillo), esta empieza por la hoja mayor en edad, en las hojas jóvenes aparece la clorosis siempre y cuando haya una carencia

severa, asociándolo con la disminución del tamaño de los frutos y su cuajado (Toala *et al*, 2022).

El N es considera para el crecimiento de la planta como un motor. Este sule de 1 a 4% en el extracto seco de las plantas. Las plantas lo absorben en forma de nitrato (NO₃⁻) o de amonio (NH₄⁺). Este elemento en la planta produce metabolismo de carbohidratos con la finalidad de crear aminoácidos y proteínas (Aguilar S. , 2021).

El manejo del N puede mejorar la eficacia y eficiencia para su uso en un nivel de finca. La disponibilidad de N es el principal obstáculo para la productividad de los cultivos para las plantas, junto con otros nutrientes, influye en el crecimiento vegetal. Los fertilizantes químicos se utilizan para aumentar la disponibilidad de este nutriente y aumenta la productividad de los cultivos. A pesar de que su uso es crucial en la elaboración de alimentos, hoy en la actualidad es una práctica costosa, que tiene graves afectos en el ambiente (Aguilar S. , 2021).

La urea es la fuente de N más utilizada en el mundo, las pérdidas de N en forma de amoníaco (NH₃) son superiores al 45%, siempre y cuando esta sea aplicada en condiciones de alta humedad y temperatura. Cuando la urea es aplicada en la superficie y este no llega a incorporarse en los ambientes cálidos y húmedos, se pierde gran parte del N por el NH₃ (Alcívar & Loor, 2016).

Para un manejo óptimo de N y S, se debe tener en cuenta que los niveles de P que hay en el suelo no sean valores limitantes para las plantas. Para mejorar la eficiencia de estos nutrientes se debe aplicar una nutrición adecuada no solo para el cultivo, también para la rotación agrícola (Alcívar & Loor, 2016).

La deficiencia de este elemento provoca en las plantas un crecimiento detenido, siendo evidente el enanismo como una de las principales causas visibles, sin embargo, en las puntas se puede observar una pudrición mientras que hacia abajo hacia arriba existe una palidez. La clorosis nítrica conocida como deficiencia de nitrógeno cuando esta avanzada ocasiona un color pálido verde que es visible en las nervaduras de las hojas (García , 2020).

8.8.2. Fósforo

El fósforo P es crucial para la formación de los frutos, flores, semillas, siendo esta la aceleración de la maduración en los frutos; por otro lado, este elemento incita a las bacterias nitrificantes cumpliendo un metabolismo energético en la planta, debido que, si no hubiera una intervención,

no existiera una actividad fotosintética, debido a los compuestos que tiene el P se puede transformar la energía luminosa a química (Asociación Nacional del café, 2004).

Las plantas pueden usar al P en distintas formas, pero en cantidades menores, que comúnmente lo hacen con el fosfato. Las concentraciones altas de P se encuentran en los tejidos jóvenes de las plantas que están en crecimiento. El P se mueve desde los tejidos viejos hacia los tejidos jóvenes, cuando se crea una deficiencia esta se presenta desde la parte baja de las plantas. Cuando las plantas llegan a la maduración el P se traspassa a las semillas o al fruto (Asociación Nacional del café, 2004).

El P, suplantando de 0,1 a 0,4 % la materia seca de una planta, este juega un papel crucial para la transferencia de energía. Siento este un elemento esencial para el proceso de la fotosíntesis y en procesos químicos- fisiológicos. En el crecimiento de la planta este elemento es indispensable por su diferenciación de células y desarrollo de tejidos. Debido que el fosforo limita su disponibilidad es deficiente en los suelos tanto agrícolas como naturales (Borrero, 2009).

Por otro lado, cuando hay una deficiencia este hace que las plantas tengan un crecimiento lento y las hojas sean pequeñas, cuando las hojas están maduras estas tienen un color pálido en las puntas y filos, pero en las hojas jóvenes esta puede ser aún más pálido (Carrión, 2012). Al existir una deficiencia por parte de este elemento fosforo (P) en las plantas se observa un crecimiento lento, debido por la falta de raíces absorbente y las hojas, mas pequeñas no logran desarrollarse. Las hojas maduras en los filos presentan un color pálido y las jóvenes tienen a ser pálidas en las venas. Sin embargo, los filos de las hojas se queman y están dan un nuevo crecimiento formando internudos cortos y se postran en un ángulo agudo con referencia a la rama (Zavala, 2014).

El exceso Cuando hay un exceso de P este estimula el crecimiento de las raíces, mas no la parte aérea de la planta, por otro lado la relación N/P brinda un porcentaje mayor de grasa en el fruto, mejorando los contenidos de fosforo y calcio que hay en el suelo, aunque en relación a P/K este lleva presentar un crecimiento elevado en el brote y a su vez mejora el contenido de estos elementos en el suelo (Carrión, 2012).

El fósforo en el suelo se lo puede encontrar de diversas formas, los elementos que son de forma pura son muy pocos, por lo general se los encuentra como óxidos, sales, pero menos solubles, este elemento en el suelo es abundante, pero la planta solo asimila un porcentaje bajo que están

formado por dos moléculas inorgánicas, el H_2PO_4^- y HPO_4^{2-} . La concentración de fósforo de forma natural solubilizado no es lo necesaria para cubrir los requerimientos adecuados que requiere un cultivo durante su ciclo. El fósforo asimilable es un papel importante este sale de las fuentes que producen fósforo en la fracción del suelo soluble, generalmente la materia orgánica, cuando el cultivo demanda un alto requerimiento por rendimiento este logra conservar los niveles altos de fosforo en el suelo (Del Rey, 2024).

8.8.3. Potasio

El potasio K es el elemento encargado de engrosar los frutos y aumentar los solubles solidos este es uno de los activadores de más de 60 enzimas en la planta llegando a regular la vida de esta, también es elemental para la síntesis de carbohidratos y proteínas. Cade recalcar que esta mejora en la planta el régimen hídrico, haciendo tolerante a las heladas, sequias y salinidad, pero esto lo vuelve sensible a sistemas que tenga sombra. (Castro, 2022).

El potasio (K^+) es crucial para las plantas en el desarrollo y crecimiento, debido a su participación de procesos fisiológicos y bioquímicos en los vegetales. La primordial función de este es la activación enzimática, fotosíntesis, síntesis de proteínas, actividad estomática, transporte en el floema y en la resistencia al estrés tanto abiótico y biótico (Intagri, 2017).

El K, es un nutriente con más de 60 enzimas activas este suple del 1 al 4% en el extracto de planta seca. Siendo un elemento crucial en la síntesis de proteínas y carbohidratos. Este es un elemento que en la planta hace que tenga tolerancia en la sequias debido que mejora su régimen hídrico. El K hace que las plantas sean más resistencias a las enfermedades (Córdova *et al*, 2001).

El K endurece la epidermis de la célula, de esta manera creando tallos fuertes que sean resistentes a ataques de plagas y patógenos, con gruesas cutículas. El K es importante para la fotosíntesis. Cuando hay una deficiencia de K, hay una disminución de fotosíntesis y la planta incrementa la respiración. Esto ocurre cuando es vidente la deficiencia de este elemento dando paso a una disminución de carbohidratos, dando problemas en el crecimiento y producción del cultivo (Dávila, 2011).

Los primeros síntomas de la deficiencia de este elemento ocurren en las hojas más viejas, realzan los brotes como resultado del nutriente viejo en la translocación al tejido joven; las

hojas, chupones y brotes se vuelve pequeños a medida que la deficiencia se presente (Garzón *et al*, 2021).

Las plantas pueden absorber este elemento en forma catiónica (K^+), pueden ser adsorbidos en cargas negativas, de allí la concentración de K en el suelo, en las diferentes formas del K en el suelo existe un equilibrio; dependiendo de la tasa de movimiento estas estructuras son más aprovechadas, durante la etapa de crecimiento del cultivo el K es considerado como un elemento no aprovechable por el cultivo (Solórzano, 2023).

8.9. Antecedentes investigativos

La deficiencia es considerada cuando un nutriente que es factible para el desarrollo y crecimiento de un cultivo no está disponible en el suelo, esto provoca una anomalía en las estructuras fisiológicas. Un mal manejo del pH genera una deficiencia, también las altas concentraciones hacen que se vuelva inhábiles los otros elementos que están en el suelo, dando como resultado en las plantas coloraciones amarillas y que sean aptas a enfermedades. Los órganos más videntes en este caso de deficiencia son las hojas las primeras en presentar anomalías basados en un esquema se muestra las hojas que tiene posibles deficiencias (Departamento de agricultura de los Estados Unidos [USDA], 2021).

Un estudio realizado por Ayala & Hernandez (2024), evaluaron la omisión de macronutrientes en clones primarios, se muestra que al omitir elementos esenciales como (-N), (-P), (-K) se nota un mayor incremento de enfermedades, haciendo que el rendimiento se vea afectado, demostrando que estos elementos son fundamentales para la formación de frutos, flores, y en la regulación de los estomas, de la misma manera, al no presentar una omisión estos ayudan al cacao que tenga mayor resistencia en enfermedades y mayor incremento.

Solano & Vizuite (2024), manifestó que al evaluar la omisión de macronutriente en clones de cacao (EET-103; EET-544 y EET-62) se ve afectado el cultivo, por lo que realizar una adecuada fertilidad en el cultivo son los macronutrientes elementos que son esenciales presentan favorables resultados, como por ejemplo el clon EET-103 que fue el mejor en resultados en longitud de mazorca, peso seco, mazorcas sanas, peso fresco y rendimiento.

Una investigación realizada por Hasang *et al.* (2018), evaluaron el rendimiento y calidad de semillas en el cultivo de maíz, las variables agronómicas evaluadas fueron: rendimiento, vigor y

eficiencias de fertilización. En resultados la omisiones no afecta al vigor de la semilla, sin embargo, determino que el diámetro y longitud de mazorcas por la omisión de K son limitadas.

Durante seis meses, se llevó a cabo un estudio en plantas de Aloe vera donde se omitieron ciertos nutrientes en una solución nutritiva, como nitrógeno (-N), fósforo (-P), potasio (-K), calcio (-Ca), magnesio (-Mg) o azufre (-S), con el fin de provocar deficiencias y observar cómo afectaban al crecimiento de la planta. Se pudo comprobar que los síntomas de deficiencia estaban relacionados con la falta de cada elemento, lo cual impactó negativamente en la cantidad de nutrientes en las hojas y en la absorción de otros macronutrientes. Es evidente que, para un crecimiento óptimo, las plantas como el Aloe vera requieren de la presencia de todos los macronutrientes. Los síntomas visibles de deficiencia de cada nutriente específico pueden ser útiles para detectar problemas nutricionales en el campo (Fuentes *et al.* 2006).

9. HIPÓTESIS

Ha: La omisión de macronutrientes primarios en clones de cacao tiene influencia en el rendimiento del cultivo.

Ho: Las omisiones de macronutrientes primarios en clones de cacao no tienen influencia en el rendimiento del cultivo.

10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

10.1. Ubicación del experimento

La presente investigación fue realizada en el Centro Experimental Sacha wiwa, perteneciente a la parroquia de Guasaganda del cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, con una ubicación UTM: Este 722574 Norte 9911856, el proyecto tuvo una duración de 6 meses, la temperatura media anual en Guasaganda es 16°C y la precipitación media anual es 1626 mm por ellos sus días normalmente son nublados, lluviosos y presenta una humedad relativa del ambiente media es de 86% (Molina & Romero , 2023).

10.2. Tipos de investigación

10.2.1. Experimental

El presente proyecto es de tipo experimental debido a que se estableció un diseño experimental, el cual fue distribuido en tratamientos y repeticiones, según los factores en estudio aplicados, además, donde se estudiaron variables que dan a conocer el efecto de la omisión de macronutrientes primarios sobre el desarrollo y rendimiento de tres clones de cacao (*Theobroma cacao L.*)

10.2.2. Documental

Se realizó una revisión de literatura profunda, por ello se ha tomado fundamentos de diferentes tesis y artículos, con el fin de comparar sus trabajos investigativos basados en revisiones bibliográficas relacionados con la problemática del estudio, con la finalidad de fortalecer la elaboración del presente proyecto.

10.2.3. Analítica y descriptiva

De la misma manera, este proyecto está enfocado a los análisis que se han tomado de acuerdo al avance de la investigación, observación y toma de datos de las variables y desarrollo del cultivo con el fin de evaluar la producción del cultivo de cacao a la omisión de macronutrientes primarios.

10.3. Técnicas

Observación en campo: Permite tener un control del desarrollo del proyecto con la finalidad de controlar factores que pueden afectar de alguna manera los resultados del proyecto.

10.4. Materiales y Equipos

10.4.1. Material vegetativo

Tabla 4. Material vegetativo utilizado en la investigación

Clones de cacao			
Características	CCN – 51	EET - 48	EET – 96
Índice de mazorca	15 mazorcas promedio	17 mazorcas promedio	20 mazorcas promedio
Tamaño de almendra		Largo y ancho 27 x 14 mm	188 mm de largo y 100 mm de ancho
Producción	45 quintales/ha	20 quintales/ha	23 quintales/ha
Enfermedades	Susceptible a escoba de bruja, monilla	Es susceptible a monilla y mal de machete	Es susceptible a la escoba de bruja
Forma de hojas	Alternas, elípticas, miden de 20 a 35 cm de largo y 4 a 15 cm de ancho.	Largo/ancho 2.99 cm	Largo/ancho 2.75 cm

Fuente: Solis *et al.* (2021)

10.4.2. Otros materiales y equipos

Se detallan los materiales y equipo que se utilizarán en la investigación.

Tabla 5. Materiales y equipos

Materiales	
Calibrador	1
Balanza	1
Angulo de madera	1
Sacos	1
Podadora	1
Machetes	2

Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

10.5. Factores en estudio

Los factores en estudio en la investigación son

Factor A: Clones de cacao tipo nacional

- Clon CCN - 51
- Clon EET-48
- Clon EET-96

Factor B: Omisión de macronutrientes

- Omisión total (-NPK)
- Omisión (-N)
- Omisión (-P)
- Omisión (-K)
- Sin omisión (NPK)

10.6. Esquema del experimento

Basado en las variables dependientes e independientes se muestra a continuación los tratamientos presentes en la investigación.

Tabla 6. Esquema del experimento

CODIGO	Tratamientos	Repeticiones	Plantas/ U. E	Total
T1	CCN-51 + Omisión Total (-NPK)	4	15	60
T2	CCN-51+ (-N)	4	15	60
T3	CCN-51+ (-P)	4	15	60
T4	CCN-51+ (-K)	4	15	60
T4	Sin Omisión (NPK)	4	15	60
T6	EET-48 + Omisión Total (-NPK)	4	15	60
T7	EET-48 + (-N)	4	15	60
T8	EET-48 + (-P)	4	15	60
T9	EET-48 + (-K)	4	15	60
T10	Sin Omisión (NPK)	4	15	60
T11	EET-96 + Omisión Total (-NPK)	4	15	60
T12	EET-96 + (-N)	4	15	60
T13	EET-96 + (-P)	4	15	60
T14	EET-96 + (-K)	4	15	60
T15	Sin Omisión (NPK)	4	15	60
Total				900

Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

10.7. Diseño experimental

En la investigación fue empleado un diseño de bloques completamente al azar, con un arreglo factorial de 3 x 5, donde el factor A son los clones de cacao y el factor B son las cuatro omisiones de los macronutrientes, se estableció diez tratamientos con cuatro repeticiones, dando un total de 60 unidades experimentales.

10.8. Esquema de análisis de varianza

Los resultados de las variables estudiadas fueron sometidos a un análisis de varianza, representando las fuentes de variación con sus respectivos grados de libertad, como se detalla a continuación:

Tabla 7. Esquema de análisis de varianza

Fuente de variación		Grados de libertad
Repeticiones	(r-1)	3
Tratamientos	(t-1)	14
Factor A= Clones de cacao	(a-1)	2
Factor B= omisión de nutrientes	(b-1)	4
Interacción A x B	(a-1) (b-1)	8
Error experimental	(t-1) (r-1)	42
Total	(t.r-1)	59

Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

10.9. Manejo del experimento

La investigación se realizó en lotes con clones de cacao tipo nacional los cuales tienen 20 años de edad, para lograr la realización del proyecto fueron necesarias la realización de diferentes labores, mismas que son anunciadas a continuación:

10.9.1. Control de maleza

Esta actividad fue realizada cada 20 días, por lo cual se utilizó herramientas como machetes y moto guadaña, esto se realizó con la finalidad que la maleza no compita con las plantas de cacao por los nutrientes.

10.9.2. Poda y eliminación de musgos

Se inició con una poda principal, la cual consistió en la eliminación de las ramas que impedían el ingreso de luz a la planta, además, se realizó una poda fitosanitaria, eliminando partes enfermas de las plantas, con el fin de prevenir el ataque de plagas y enfermedades, una vez realizada esta actividad se procedió a la eliminación de musgos, esto fue realizado debido a que los musgos llegan a competir por los nutrientes de las plantas de cacao.

10.9.3. Fertilización

En el respectivo cuadro se muestra las cantidades usadas de fertilización en gramos por cada planta, cabe mencionar que fueron dos fertilizaciones realizadas en el mes de febrero y marzo, detallando a continuación los fertilizantes empleados y sus dosis correspondientes.

Tabla 8. Fertilización realizada en el cultivo de cacao

Fertilizantes	Fertilización gramo/árbol	
	1ra aplicación	2da aplicación
Super fosfato triple (SFT)	30	30
Muriato de potasio	42	30
Urea	108	120
Sulfato de magnesio	36	36
Sulfato de potasio (granulado)		60

Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

10.9.4. Cosecha

Para la realización de la cosecha se utilizó una tijera de podar, por lo que se procedió a cortar las mazorcas dependiendo de las características, tamaño, coloración, de cada una de las unidades experimentales, posterior a eso se tomó los respectivos datos de las variables evaluadas.

10.10. Variables a evaluar

10.10.1. Registro de mazorcas sanas y enfermas

Con la ayuda de una tijera de podar se procedió a cosechar las mazorcas sanas y maduras de cada una de las plantas experimentales.

10.10.2. Incidencia de monilla

Por cada tratamiento, se contabilizó el número de mazorcas cosechadas, afectadas por la monilla, relacionándolas con el número total de mazorcas de la planta.

$$IM=(m/N) *100$$

IM= Incidencia de monilla (%)

m= Número de mazorcas con monilla

N= Número total de mazorcas

10.10.3. Longitud de mazorca

Para el efecto de esta variable, se utilizó un ángulo de madera de 90° en cuya base se registró las medidas de longitud en cm y se procedió al registro de las longitudes de cada mazorca madura cosechada, se considera por cosecha y al azar de un total de 10 mazorcas maduras cosechadas de cada tratamiento.

10.10.4. Diámetro de mazorca

Para la toma de esta variable se utilizó el calibrador, se procedió a tomar el diámetro en la parte central de cada una de las mazorcas cosechadas, mismas que fueron tomadas al azar, en los meses de mayo y julio.

10.10.5. Peso seco de 100 semillas

Se contó 100 semillas al azar de un total de 10 mazorcas por tratamiento, y se procedió a registrar su peso en una balanza portátil, expresando este valor en gramos (g).

10.10.6. Peso de grano fresco/árbol (kg)

En cada evento de cosecha, se registró el peso total de cacao fresco por árbol, sin maguey.

10.10.7. Rendimiento kg/ha

Esta variable se determinó en el área útil de cada tratamiento y repetición, se expresó en kg ha-1 año-1, las almendras fueron colectadas y registradas desde la primera cosecha hasta el final, al final se obtuvo un porcentaje de humedad, valores determinados por equipos medidores de humedad y para encontrar el peso seco kg ha-1 año-1, se aplicó la siguiente fórmula:

$$R = \frac{PFt}{N^{\circ} Pu} \times d.c \times 0.4\%$$

Donde:

R= Peso seco en Kg

PFt= Peso fresco total

N°Pu= Número de plantas útiles productivas

d.c= es la densidad de siembra y 0.4% es el factor de conversión.

10.10.8. Análisis económico

Para establecer los ingresos y los beneficios obtenidos de cada tratamiento en estudio, se consideró el precio actual que presenta el producto en el mercado, para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$IB= Y* PY$$

Donde:

IB: Ingreso bruto

Y: Producto

PY: Precio del producto

Costos totales por tratamiento

Para los costos totales se considerará cada uno de los valores que fueron invertidos para desarrollar las diferentes actividades e insumos que fueron empleados en la investigación, mismos que fueron identificados y sumados por cada uno de los tratamientos estudiados.

Beneficio neto

Se estableció mediante la diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales de cada uno de los tratamientos, para ello se utilizó la siguiente formula:

$$\mathbf{BN = IB - CT}$$

Donde:

BN: Beneficio neto

IB: Ingreso bruto

CT: Costos totales

Relación costo beneficio (C/B)

Se estableció la rentabilidad de los tratamientos mediante la división de los beneficios netos para el costo de producción de cada tratamiento, por lo que se empleó la siguiente formula:

$$\mathbf{C/B = BN/CT}$$

Donde:

BN: Beneficio neto

CT: Costos totales por tratamiento

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

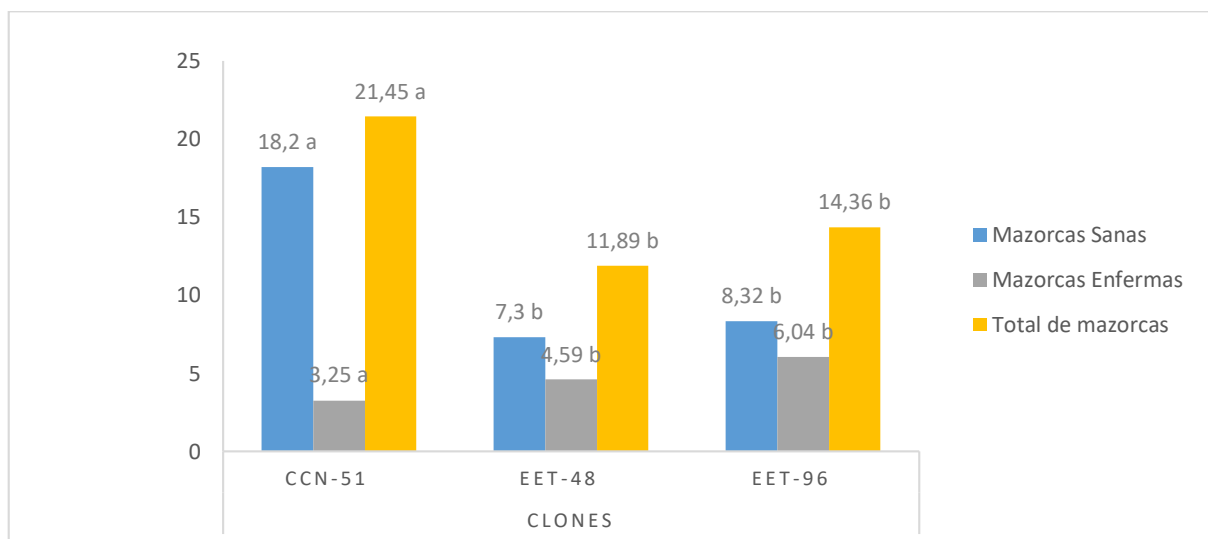
11.1. Efecto simple en el registro de mazorcas sanas, enfermas y total

En el gráfico 1, se presenta los resultados de la variable mazorcas sanas, enfermas y total, en el Factor A (Clones de cacao). El clon EET-48 fue el que obtuvo menores porcentajes de mazorcas sanas, enfermas y total con un promedio de 7,3; 4,59 y 11,89 mazorcas, en el caso del Factor B (Omisiones) el tratamiento (-K) fue el que obtuvo menor cantidad de mazorcas sanas, enfermas y total con un promedio de 6,04; 7,17 y 13,21 mazorcas, además, se puede observar que existen diferencias estadísticas entre las omisiones.

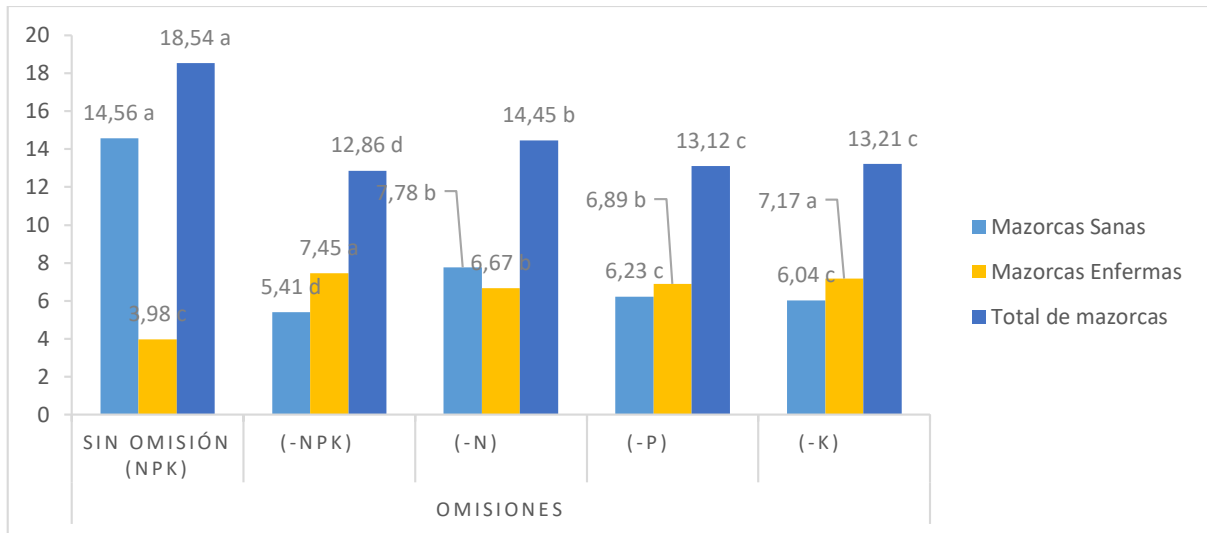
Se considera que la omisión (-NPK) reduce la cantidad total de mazorcas en el cultivo de cacao, de acuerdo con Villafuerte (2022), al evaluar el cultivo de cacao con una fertilización NPK obtuvo un mayor número de mazorcas sanas, por lo tanto, se demuestra que al omitir un macronutriente afecta a la mazorca, haciendo que estas sean más propensas a que presenten daños. En el caso de Garzón (2021), evaluó al clon CCN- 51 con la aplicación de potasio, demostrando que este elemento es de gran importancia, ya que los resultados obtenidos en la variable mazorcas sanas, enfermas cuando el potasio es bajo tiende a presentar menores valores, lo que demuestra que el potasio es indispensable en la obtención de buenas mazorcas.

Gráfico 1. Efecto simple del factor A (clones de cacao), factor B (omisión de macronutrientes primarios), en mazorcas sanas, enfermas y total de mazorcas.

Factor A:



Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

Factor B:**11.1.1. Interacción de las mazorcas sanas, mazorcas enfermas y total de mazorcas en tres clones de cacao (*Theobroma cacao L.*).**

En la tabla 9 se muestra la interacción de los factores clones de cacao por omisión de macronutrientes, en las variables mazorcas sanas, enfermas y total, donde podemos observar que al omitir un elemento esencial la planta de cacao tiende a reducir la producción de mazorcas, sin embargo, el cultivo de cacao al presentar raíces que presentan una buena exploración probablemente requiera de un mayor tiempo para que se manifiesten los síntomas de deficiencia por la falta de un elemento. En el caso de las mazorcas enfermas el clon CCN- 51 fue el que presentó una tendencia más marcada, en los tratamientos que existió la omisión de los macronutrientes presentaron un mayor número de mazorcas enfermas, dichos resultados se deben a la falta de nutrientes esenciales disponibles para la planta, impidiendo un adecuado desarrollo de las mazorcas, lo que las hace más susceptibles a los problemas fitosanitarios, además, no se manifestaron resultados extremos en los tratamientos con omisión, probablemente por el reciclaje de nutrientes que se presenta en la plantación de manera natural, debido a que es un cultivo que renueva sus hojas constantemente, lo que le permite que sus hojas que ya hayan cumplido con su ciclo sean fácilmente incorporadas al suelo, para posterior a eso ser mineralizadas. Una investigación realizada por Armijo (2015), menciona que el cultivo de cacao obtiene mayor producción de mazorcas en los meses de octubre a marzo, obteniendo una mayor presencia de frutos sanos en el periodo de la época seca, en las variedades CCN- 51 y EET- 96.

Tabla 9. Interacción de la omisión de macronutrientes primarios en los clones de cacao, en relación en mazorcas sanas, enfermas y total de mazorcas.

Omisión	Clones de cacao								
	Mazorcas sanas			Mazorcas enfermas			Mazorcas totales		
	CCN- 51	EET- 96	EET- 48	CCN- 51	EET- 96	EET- 48	CCN- 51	EET- 96	EET- 48
(-N)	8.75 b	4.00 b	4.00 c	2.75 b	2.00 a	1.50 a	11.50 b	6.00 a	5.50 a
(-P)	8.50 b	5.75 a	5.50 a	2.50 b	0.50 b	0.50 a	11.25 b	6.25 a	6.00 a
(-K)	7.25 b	4.25 b	4.75ab	3.50ab	1.00 a	1.75 a	10.75 b	5.25 a	6.50 a
(-NPK)	7.75 b	4.25 b	4.50bc	4.50 a	1.00 b	1.75 a	12.25ab	5.25 a	6.00 a
(NPK)	10.75a	5.25 a	5.00ab	3.50ab	0.75 b	0.75 a	14.25 a	6.00 a	5.75 a

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, de acuerdo con la prueba de Tukey ($P>0.05$)

Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

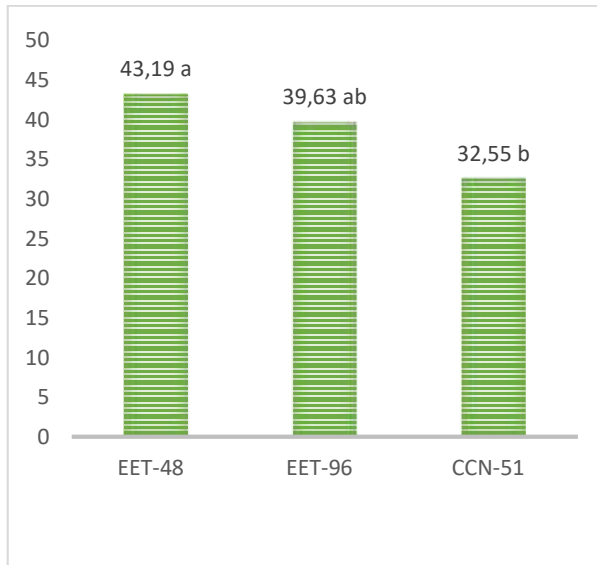
11.2. Efecto simple en la incidencia de Monilla

En el gráfico 2 se observa en el Factor A (Clones de cacao) que existen diferencias significativas entre los clones, donde el clon EET-48 fue el que obtuvo el mayor porcentaje de monilla con un valor de 43,19%, el que presentó la menor incidencia de monilla fue el clon CCN- 51 con valor de 32,55%, expresando un mejor comportamiento entre los demás clones de cacao. En el Factor B (Omisiones) existen diferencias estadísticas significativas, en el cual la omisión (-P) fue la que presentó el valor más bajo con un porcentaje de 21,38, se puede decir que las omisiones presentan una tendencia independiente a los clones evaluados.

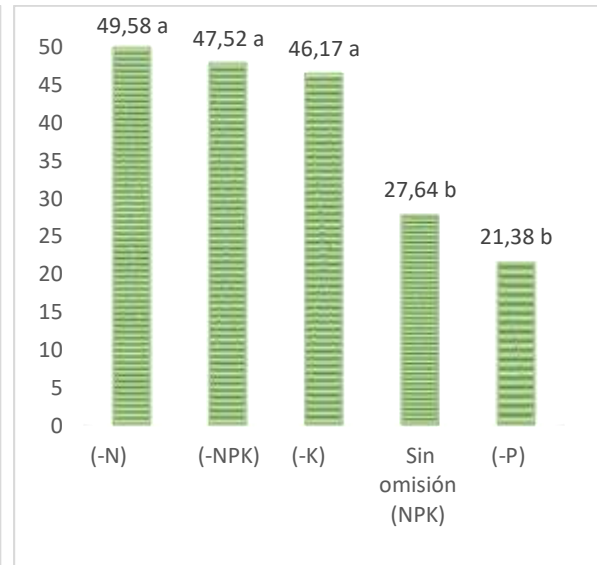
Se puede observar en la gráfica que con la omisión (-N) tiende a aumentar la incidencia de monilla van 49,58%, siendo un valor superior al resto de omisiones, según Aguilar & Farfán (2022), menciona que al ser omitidos los macronutrientes, la monilla puede presentarse en el cultivo hasta en un 53,86% en época seca, basado en los resultados obtenidos concuerda con lo mencionado por el autor, al ser omitido el (-N) el desarrollo del cacao se ve afectado, por lo que, una fertilización de macronutrientes es indispensable para que la planta tenga un mejor balance en sus requerimientos, reduciendo considerablemente la incidencia de monilla. Por su parte, Alcívar & Llor (2016), menciona que al no omitir ningún macronutriente se puede llegar a obtener una menor incidencia de monilla, demostrando que al no existir la presencia de un elemento esencial las plantas de cacao son más susceptibles a la presencia de monilla.

Gráfico 2. Efecto simple del factor A (clones de cacao), factor B (omisión de macronutrientes primarios), en relación con el % de incidencia de enfermedad.

Factor A:



Factor B:



Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

11.2.1. Interacción de la incidencia de monilla en tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.).

En la tabla 10 se observa la interacción de los Clones de cacao y omisión de macronutrientes, los resultados muestran que existen diferencias estadísticas entre clones y omisiones, en la tabla se puede apreciar que la omisión (-N) fue la que mayor incidencia de monilla obtuvo en el clon EET – 96 esto se da al no existir la presencia de nitrógeno las plantas de cacao se vuelven más susceptibles y al no ser un clon resistente las probabilidades de ser afectados por esta enfermedad aumentan. Por su parte Tigmasa (2017), menciona que al evaluar diferentes clones de cacao entre ellos a los clones EET, donde la influencia de monilla se elevó en los meses de mayo a junio con un porcentaje del 50%, resultado ligeramente inferiores a los nuestros, demostrando que el EET- 96 fue el que presentó una mayor incidencia con un valor de 63% a una omisión de (-N), es decir, que al omitir un elemento esencial la planta de cacao llega a ser más susceptible a la monilla.

Tabla 10. Interacción de la omisión de macronutrientes primarios en los clones de cacao, en relación al % de incidencia de monilla.

Omisión	Clones de cacao		
	CCN-51	EET-96	EET-48
(-N)	27,21 c	63,00 a	58,54 a
(-P)	27,65 bc	17,82 c	18,66 c
(-K)	39,85 ab	50,50 ab	48,15 ab
(-NPK)	42,92 a	41,34 abc	58,30 a
(NPK)	25,14 c	25,48 bc	32,32 bc

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, de acuerdo a la prueba de Tukey ($P > 0.05$)

Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

11.3. Efecto simple en la longitud de mazorca

En el gráfico 3, una vez evaluados los efectos entre los clones y las omisiones en la longitud de la mazorca, se puede observar que el clon que presentó menor valor fue el EET- 96 longitud con un promedio de 19,6 cm, el cual presentó diferencias estadísticas significativas en comparación con el resto de clones.

El análisis estadístico de la variable longitud de mazorca no muestra diferencias estadísticas entre sus tratamientos a la omisión de macronutrientes en estudio, siendo la omisión (-K) la que obtuvo los valores más bajos sobre la longitud de mazorca.

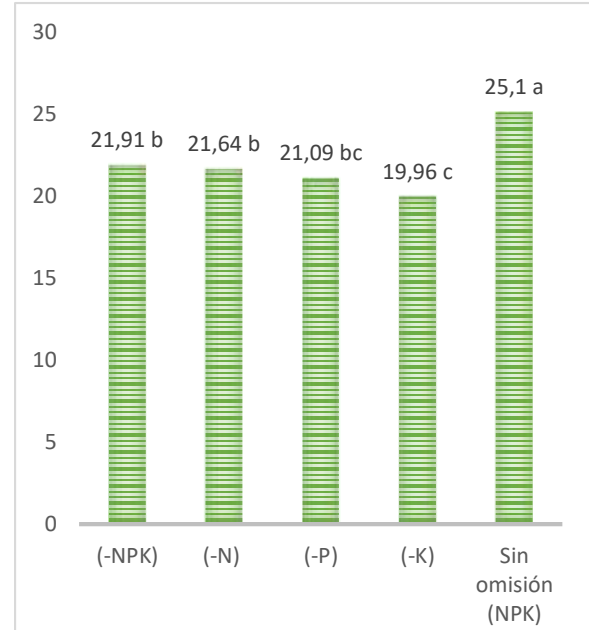
Según Montes (2016), reportó valores inferiores a los reportados a la presente investigación al evaluar al clon CCN -51, el cual obtuvo una longitud de 20 cm, con la aplicación de fósforo con una dosis de 60 kg/ha, demostrando que los macronutrientes son indispensables para la obtención de buenas mazorcas. Así una investigación realizada por Alava & Farinango (2023), en la cual llegaron a obtener valores estadísticamente superiores a nuestros resultados, con la aplicación de NPK, lo que ayuda de manera positiva en la calidad del fruto.

Gráfico 3. Efecto simple del factor A (clones de cacao), factor B (omisión de macronutrientes primarios), en relación a la longitud de mazorca (cm).

Factor A:



Factor B:



Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

11.3.1. Interacción de la longitud de mazorca en tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.).

En la tabla 11 se muestra la interacción de los Clones de cacao y las omisiones de macronutrientes, donde se observa que existen diferencias estadísticas significativas entre clones y omisiones, basado en los resultados las omisiones (-N) y (-K) fueron los que obtuvieron los resultados más bajos en comparación al resto de omisiones, la aplicación (NPK) fue la que presento un mayor longitud de la mazorca en cada uno de los clones, por lo que se puede decir que al realizar omisiones en los planes de fertilización en cacao puede ocasionar que la mazorca no presente una buena calidad, lo que genera pérdidas en la producción. Para Quiñonez (2015), la tasa de crecimiento a una interacción triple de N, P, K, obtuvo valores similares a los nuestros en el clon CCN- 51, lo que demuestra que la omisión genera efectos negativos en las mazorcas de cacao, obteniendo buenos rendimientos.

Tabla 11. Interacción de la omisión de macronutrientes primarios en los clones de cacao, en relación a la longitud de la mazorca (cm)

Omisión	Clones de cacao					
	CCN-51		EET-96		EET-48	
(-N)	23,51	b	20,47	ab	20,93	b
(-P)	25,20	ab	18,62	c	19,45	bc
(-K)	24,20	b	16,85	d	18,84	c
(-NPK)	25,50	ab	19,97	bc	20,25	bc
(NPK)	28,76	a	22,09	a	24,44	a

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, de acuerdo a la prueba de Tukey ($P > 0.05$)

Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

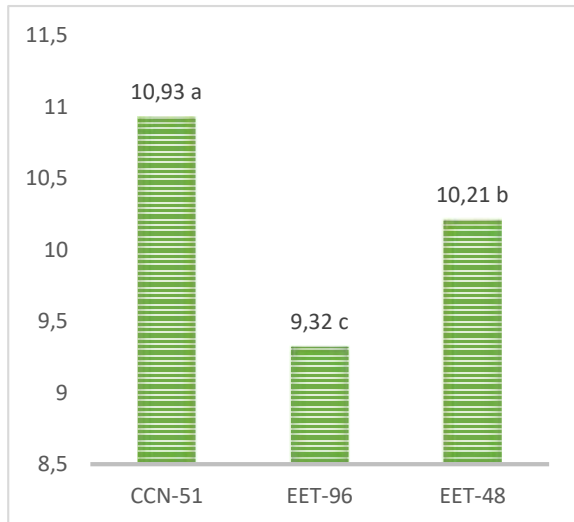
11.4. Efecto simple en el diámetro de mazorca

Realizado el análisis de varianza en los clones de cacao, diámetro de mazorca, en el Factor A (Clones de cacao), se muestran que existen diferencias estadísticas entre sus clones, siendo el EET- 96 el que presento menor diámetro de mazorca, en comparación del resto de clones, como se puede apreciar en el gráfico 4, en el caso del factor B (Omisiones) existen diferencias estadísticas entre sus omisiones, siendo (-P) y (-K), los que presentaron un menor diámetro con un valor de 9,56 y 9,53 cm.

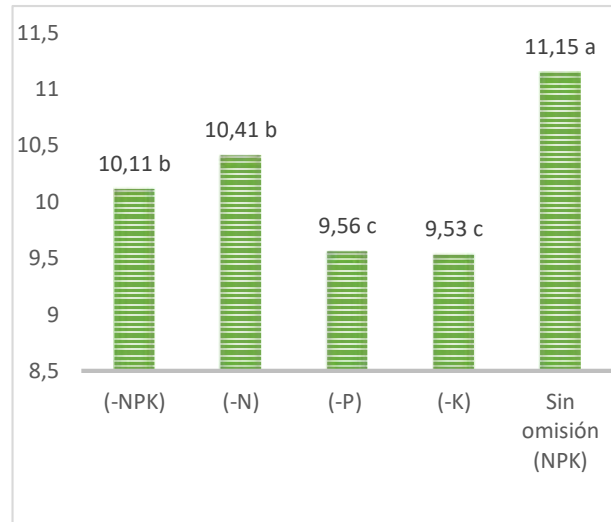
Las omisiones (-P) y (-K), fueron los que obtuvieron efectos negativos en el diámetro de mazorca, datos que no concuerdan con los presentados por Calderón (2023), debido a que el autor menciona que al aplicar (P) y (K) en diferentes niveles se llega a obtener un mejor diámetro de la mazorca con un valor de 11,03 cm, demostrando que al omitir estos elementos el cultivo de cacao no llega a obtener buenos rendimientos en sus mazorcas, lo que lleva a grandes pérdidas del cultivo. Por su parte Villafuerte (2022), obtuvo un diámetro de 11,08 cm, con la aplicación (P) y (K), datos que no concuerdan con los reportados en la presente investigación, por lo que la omisión de macronutrientes causa efectos negativos en el cacao, causando que las mazorcas no presenten un buen desarrollo.

Gráfico 4. Efecto simple del factor A (clones de cacao), factor B (omisión de macronutrientes primarios), en relación al diámetro de mazorca (cm).

Factor A:



Factor B:



Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

11.4.1. Interacción en el diámetro de mazorca en tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.).

En la tabla 12 se observa la interacción entre los Clones de cacao y las omisiones de macronutrientes, los resultados muestran que existen diferencias estadísticas significativas entre ellos, siendo las omisiones (-K) y (-P), las que obtuvieron un menor diámetro de la mazorca, con la aplicación (NPK) se obtuvo un mayor diámetro de la mazorca en cada clon evaluado, es decir, que la omisión ocasiona que la mazorca no pueda desarrollarse de la mejor manera, lo que ocasiona que las pérdidas sean negativas. Según Rosado (2023), al aplicar una fertilización foliar NPK, obtuvo valores de 11,38 cm de diámetro, basado en la siguiente tabla, se puede decir que al existir omisión de un macronutriente esencial las mazorcas de cacao llegan a reducir su diámetro, lo que repercute en el rendimiento del cultivo, lo que genera pérdidas económicas considerables.

Tabla 12. Interacción de la omisión de macronutrientes primarios en los clones de cacao, en relación al Diámetro de la mazorca (cm)

Omisión	Clones de cacao		
	CCN-51	EET-96	EET-48
(-N)	11,23 b	9,56 ab	10,43 ab
(-P)	10,19 c	8,84 b	9,64 c
(-K)	10,11 c	8,76 b	9,72 c
(-NPK)	10,59 bc	9,56 ab	10,19 bc
(NPK)	12,50 a	9,88 a	11,07 a

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, de acuerdo a la prueba de Tukey ($P > 0.05$)

Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

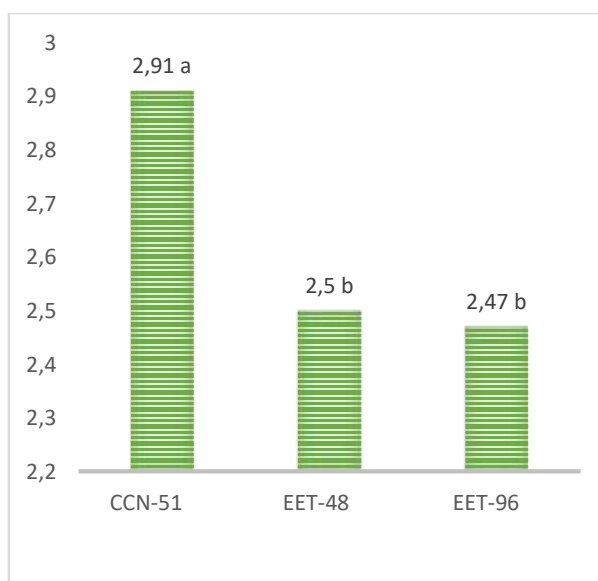
11.5. Efecto simple en el peso seco de 100 semillas

Una vez evaluados los efectos de los clones de cacao y las omisiones de macronutrientes, como se puede observar en el gráfico 5, donde se puede observar en el Factor A (Clones de cacao) existen diferencias estadísticas significativas entre los clones, siendo el EET - 96 el que consiguió un menor peso seco de 100 semillas con un valor de 2,47 de peso seco, en lo que se refiere al Factor B (Omisiones) existen diferencias estadísticas significativas entre sus omisiones, además, se puede observar que la omisión más baja es (-P) con peso seco de 2,49.

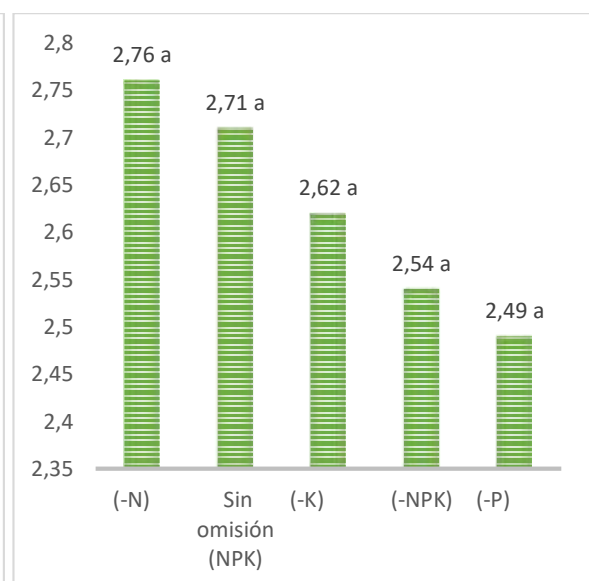
Los resultados concuerdan con los reportados por Guaranda (2022), quien menciona que al aplicar NPK a una dosis de 2 kg/planta, se puede obtener un mayor peso seco de semillas, indicando que los macronutrientes primarios son importantes en la formación de semillas, lo genera una respuesta positiva en el desarrollo del fruto de cacao. Otra investigación realizada por Pinargote (2015), reportó que obtuvo efectos similares al evaluar al clon CCN- 51 con la aplicación fósforo, lo cual demuestra que este elemento es de gran importancia en la producción del fruto, además, equilibra la absorción de otros elementos, estimulando las actividades nitrificantes.

Gráfico 5. Efecto simple del factor A (clones de cacao), factor B (omisión de macronutrientes primarios), en relación al peso seco de 100 semillas.

Factor A:



Factor B:



Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

11.5.1. Interacción en el peso seco de 100 semillas en tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.).

En la tabla 13 la interacción muestra que no existen diferencias estadísticas significativas entre los Clones de cacao y las omisiones de macronutrientes primarios, en lo que respecta al clon CCN- 51 y EET- 96 no presentaron diferencias estadísticas significativas, sin embargo, las que presentaron un menor peso fueron (-K) en CCN- 51 y (-P) en EET- 96, en el caso del clon EET- 48 existieron diferencias estadísticas significativas, donde (-NPK) fue la que obtuvo un menor peso, mostrando que con la omisión de macronutrientes los granos de cacao no obtendrán su óptimo desarrollo. De acuerdo con Cardenas (2020), al evaluar diferentes mezclas químicas de NPK consiguió valores positivos en el peso de las semillas en el cultivo de cacao, manifestando que la fertilización completa logra mejores pesos en las semillas, en lo que respecta a nuestros resultados, al omitir (-NPK) en el clon EET- 48 se verificó que presenta menor peso, lo que causa pérdidas en el rendimiento.

Tabla 13. Interacción de la omisión de macronutrientes primarios en los clones de cacao, en relación al peso seco de 100 semillas.

Omisión	Clones de cacao		
	CCN-51	EET-96	EET-48
(-N)	2,86 a	2,63 a	2,81 a
(-P)	3,02 a	2,12 a	2,33 c
(-K)	2,77 a	2,62 a	2,46 bc
(-NPK)	2,84 a	2,47 a	2,30 c
(NPK)	3,05 a	2,50 a	2,58 b

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, de acuerdo a la prueba de Tukey ($P > 0.05$)

Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

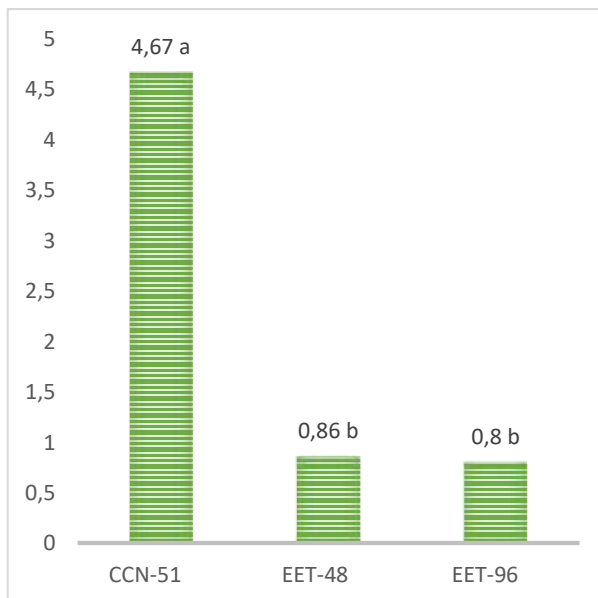
11.6. Efecto simple en el peso de grano fresco/árbol (kg)

El análisis de varianza de los diferentes clones de cacao en el peso de grano fresco/árbol, mostraron que existen diferencias estadísticas significativas, siendo el clon EET- 96 el que presentó menores valores en comparación con el resto de los clones, como se puede evidenciar en el gráfico 6, la interacción entre omisiones y los clones se puede observar que existen diferencias estadísticas, siendo la omisión (-NPK) los que presentaron los valores más bajos con 1,46 peso de grano fresco.

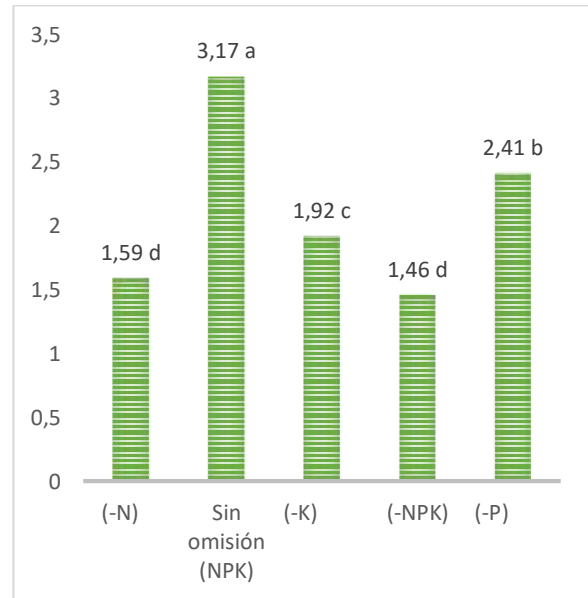
La omisión (-NPK) y (-N), presentaron efectos negativos en el peso del grano, lo que coincide con los resultados reportados por Gil (2018), quien menciona que la omisión de macronutrientes perjudica al incremento de varias características agronómicas que están relacionadas con el fruto, por lo que al omitir algún elemento la planta presenta un retraso en su crecimiento, volviéndolas más vulnerables, ya que, dichos elementos juegan un papel fundamental en el mejoramiento de las actividades fotosintéticas. De acuerdo con lo mencionado por Alava & Farinango (2023), quien al omitir NPK obtuvo valores inferiores en el peso húmedo del grano, por lo que descartar NPK puede causar daños críticos en el crecimiento del fruto.

Gráfico 6. Efecto simple del factor A (clones de cacao), factor B (omisión de macronutrientes primarios), en relación al peso de grano fresco por árbol (kg).

Factor A:



Factor B:



Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

11.6.1. Interacción en el peso de grano fresco en tres clones de cacao (*Theobroma cacao L.*).

En la tabla 14, se muestra la interacción que se presentó entre los Clones de cacao y las omisiones de macronutrientes, se puede apreciar que existen diferencias estadísticas significativas entre las distintas omisiones y clones, las omisiones que obtuvieron un menor peso fresco fueron (-NPK) y (-N), en el caso de la aplicación (NPK) quien fue la que obtuvo un mejor peso en cada uno de los clones, es decir, que al omitir algún macronutriente se pierde la calidad del grano, lo que ocasiona que la producción sea menor. Para Pari (2011), al evaluar al cultivo de cacao con una fertilización a base de nitrógeno y potasio con una dosis de 140 kg/ha

¹ y 300 kg/ha⁻¹ logro obtener valores de 85,63 g y 112,80 g, lo que demuestra que tanto el N como el K son de gran importancia para la obtención de un buen peso de almendras.

Tabla 14. Interacción de la omisión de macronutrientes primarios en los clones de cacao, en relación al peso fresco por árbol.

Omisión	Clones de cacao					
	CCN-51		EET-96		EET-48	
(-N)	4,03	f	0,54	ab	0,19	a
(-P)	4,59	g	1,38	d	1,25	d
(-K)	3,82	f	0,83	c	1,09	cd
(-NPK)	3,14	e	0,39	b	0,87	c
(NPK)	7,75	h	0,87	c	0,89	c

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, de acuerdo a la prueba de Tukey ($P>0.05$)

Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

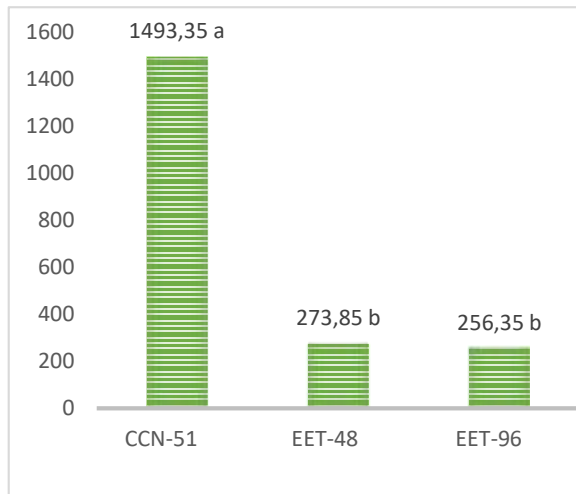
11.7. Efecto simple en el rendimiento kg/ha

En el gráfico 7, lo que respecta el rendimiento, se muestra que existen diferencias estadísticas significativas entre sus clones, siendo el clon EET- 96 quien obtuvo valores más bajos con una media de 256,35 kg/ha, en el caso de las omisiones existen diferencias estadísticas significativas entre ellas, siendo la omisión (-NPK) las que presentaron un menor resultado.

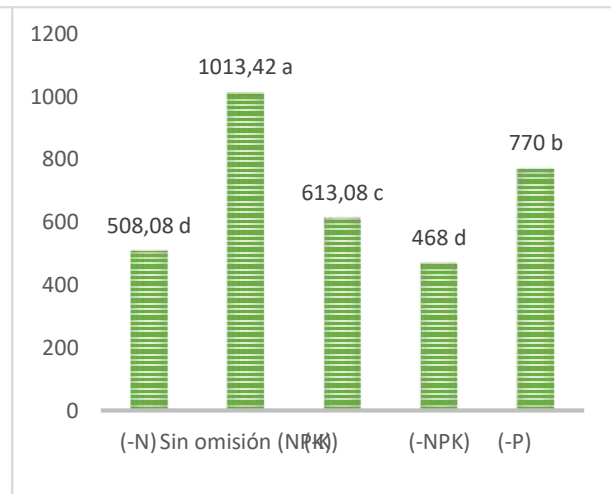
La omisión (-NPK) y (-N) causaron efectos negativos en el cacao, de acuerdo con Cedeño & Vera (2017), menciona que el NPK cuando es deficiente provoca que la planta detenga su crecimiento y como consecuencia detienen el desarrollo de sus brotes, lo que reduce considerablemente el rendimiento del cacao. La omisión de los macronutrientes en el cacao presenta efectos negativos en lo que respecta al rendimiento, por lo que Rosas *et al.* (2018), menciona que obtuvo valores similares con el clon CCN- 51, por lo que una fertilización NPK y las condiciones climáticas son claves para el aumento de la producción del cacao, demostrando que cada uno de los macronutrientes al ser omitidos la planta no tendrá una óptima producción.

Gráfico 7. Efecto simple del factor A (clones de cacao), factor B (omisión de macronutrientes primarios), en relación con el rendimiento kg ha⁻¹.

Factor A:



Factor B:



Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

11.7.1. Interacción en el rendimiento hg/ha en tres clones de cacao (*Theobroma cacao l.*).

En la tabla 15, se puede observar la interacción entre Clones de cacao y omisiones de macronutrientes, en el cual muestran que existen diferencias estadísticas significativas entre ellos, siendo la omisión (-NPK) y (-N) las que presentaron los rendimientos más bajos, por lo tanto, el no aplicar algún macronutriente provoca que la productividad del cacao se ve afectado, presentando valores negativos. Según Isuiza (2023), al realizar una prueba con una dosis de NPK 200-50-200 y 150-30-150 sobresalen en sus rendimientos con un valor de 1227 kg/ha⁻¹, mostrando diferencias significativas entre sus tratamientos, lo que demuestra que el efecto positivo de la fertilización base, por lo tanto, los rendimientos de cacao se ven favorecidos con la presencia de los macroelementos, es decir, que al existir la omisión de alguno de ellos, el rendimiento se ve afectado, como se demuestra en la siguiente tabla.

Tabla 15. Interacción de la omisión de macronutrientes primarios en los clones de cacao, en relación con el rendimiento Kg/ha-1.

Omisión	Clones de cacao					
	CCN-51		EET-96		EET-48	
(-N)	1291	f	172	b	62	a
(-P)	1470	g	442	d	398	d
(-K)	1223	f	267	c	350	cd
(-NPK)	1004	e	123	ab	277	c
(NPK)	2479	h	279	c	283	c

P-valor: <0,0001

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, de acuerdo con la prueba de Tukey (P>0.05)

Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

12. Análisis económico

En la tabla 16, se muestra el análisis económico del rendimiento de los clones de cacao con la omisión de macronutrientes primarios, el clon CCN-51 fue el que mayor rendimiento obtuvo, con la aplicación de NPK con 2479 kg, con un ingreso bruto de \$ 8924,4, un beneficio neto de \$ 5715,95 y una rentabilidad del 178,15%, obteniendo el mejor beneficio económico sin la omisión NPK. En el caso del clon EET- 48, presento rendimientos bajos en comparación al resto de tratamientos, lo que genera beneficios económicos negativos. Para el clon EET- 96 presento rendimientos bajos, por lo que en los tratamientos que existió la omisión de macronutrientes registro ingresos negativos, siendo los precios de cacao rentables este clon no genera una rentabilidad positiva. El precio del cacao fue tomado de Investing (2024) el cual al día de hoy está en \$3,60 el kg, cabe mencionar que el precio es fluctuante siendo muy cambiante día tras día.

Tabla 16. Análisis económico en la omisión de macronutrientes primarios y producción de tres clones de cacao (*Theobroma cacao L.*)

Tratamientos	Rendimiento kg	Precio por kg	Ingreso bruto	Costos totales	Beneficios netos	Beneficio costo	Rentabili dad %
CCN51							
(-NPK)	1004	3,6	3614,4	2373,6	1240,8	0,52	52,28
(NPK)	2479	3,6	8924,4	3208,45	5715,95	1,78	178,15
(-N)	1291	3,6	4647,6	2710,15	1937,45	0,71	71,49
(-P)	1470	3,6	5292	2745,32	2546,68	0,93	92,76
(-K)	1223	3,6	4402,8	2598,27	1804,53	0,69	69,45
EET - 48							
(-NPK)	277	3,6	997,2	2373,6	-1376,4	-0,58	-57,99
(NPK)	283	3,6	1018,8	3208,45	-2189,65	-0,68	-68,25
(-N)	62	3,6	223,2	2710,15	-2486,95	-0,92	-91,76
(-P)	398	3,6	1432,8	2745,32	-1312,52	-0,48	-47,81
(-K)	350	3,6	1260	2598,27	-1338,27	-0,52	-51,51
EET - 96							
(-NPK)	123	3,6	442,8	2373,6	-1930,8	-0,81	-81,34
(NPK)	279	3,6	1004,4	3208,45	-2204,05	-0,69	-68,70
(-N)	172	3,6	619,2	2710,15	-2090,95	-0,77	-77,15
(-P)	442	3,6	1591,2	2745,32	-1154,12	-0,42	-42,04
(-K)	267	3,6	961,2	2598,27	-1637,07	-0,63	-63,01

Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

13. IMPACTOS (TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL, ECONÓMICO)

Impacto técnico

La investigación realizada sobre la omisión de macronutrientes primarios tiene impactos técnicos significativos en el desarrollo y rendimiento del cultivo de cacao, comprometiendo tanto la cantidad como la calidad de la producción del cultivo. Por lo que, es crucial para los agricultores mantener un equilibrio adecuado de nutrientes presentes en el suelo, además, se debe asegurar que las plantas de cacao reciban los nutrientes necesarios para un crecimiento óptimo y un buen desarrollo.

Impacto social

La omisión de macronutrientes primarios en el cultivo de cacao tiene impactos sociales significativos en los agricultores, tanto en las comunidades locales y la economía. Sin embargo, es decisivo abordar los desafíos mediante la ejecución de prácticas agrícolas sostenibles, o a su vez la existencia de programas de apoyo a los agricultores, con medidas que ayuden al fortalecimiento de las comunidades agrícolas.

Impacto ambiental

Los impactos ambientales que pueden causar efectos en la salud y la sostenibilidad del ecosistema. Siendo fundamental la implementación de prácticas agrícolas sostenibles, al igual la incorporación de nuevas estrategias que ayuden a mitigar estos impactos negativos que pueden existir, además, se debe promover la conservación del medio ambiente en las regiones cacaoteras.

Impacto económico

El cultivo de cacao representa la base de la economía familiar campesina, su consumo a nivel internacional es considerado relevante, siendo un ingrediente indispensable en la industria chocolatera, por lo que es fundamental la implementación de prácticas agrícolas sostenibles y estrategias de fertilización adecuadas para garantizar la viabilidad económica del cultivo de cacao a largo plazo.

14. PRESUPUESTO

En la tabla 17, se muestra el presupuesto utilizado en la investigación, detallando los recursos usados, los productos aplicados y materiales necesarios para llevar a cabo el estudio de esta investigación.

Tabla 17. Presupuesto que se utilizara en la investigación

Descripción	Unidad	Cantidad aplicada(kg)	Valor por kg/unitario	Valor total
Muriato de potasio	1	41.02 kg	\$0,76	\$31,17
Urea (N)	1	34,29 kg	\$0,56	19,20
Sulfato de magnesio	1	14.47 kg	\$0,56	\$8,10
Superfosfato triple	2	7,62 kg	\$1,18	\$8,99
Gramera	1	1	\$11,75	\$11,75
Pilas para la gramera	4	4	\$1,00	\$4,00
Fundas pequeñas	21	21	\$0,30	\$6,30
Sulfato de amonio (urea)	1	2,28 kg	\$0,46	\$1,04
Sulfato de potasio	1	2,28 kg	\$1,21	\$2,75
Pie de rey	1	1	\$27,00	\$27,00
Guadaña	1	1	\$250	\$250
Mano de obra	9	9	\$20	\$180
Total			\$314,78	\$550,30

Elaborado por: Burgos & Masapanta (2024)

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- ❖ Entre los clones evaluados, el CCN-51 demostró que es más sensible a la falta de potasio y fósforo, basado en los resultados obtenidos indican que la omisión de estos nutrientes provoca una disminución estadísticamente significativa en lo que respecta el peso de 100 almendras, peso fresco y diámetro de la mazorca,
- ❖ La influencia de la monilla se presentó en mayor medida en el clon EET- 48, es decir, que este clon es más susceptible al ataque de esta enfermedad, en lo que respecta a la omisión (-N) fue la que obtuvo el valor más alto, por lo tanto, el omitir el nitrógeno hace que el cultivo de cacao sea más propenso a presentar la incidencia de monilla.
- ❖ El análisis económico de cada tratamiento evaluado demuestra que los mejores rendimientos los obtuvo el clon CCN- 51 con la aplicación sin omisión NPK, con un ingreso bruto de \$ 8924,4 y una rentabilidad de 178,15%, demostrando que los macronutrientes primarios son de gran importancia económica, demostrando que al existir una omisión de macronutrientes se puede llegar a tener una rentabilidad negativa.

Recomendaciones

- Se recomienda continuar el trabajo con estos clones evaluando por un mayor periodo de tiempo, considerando meses en los que la producción se incrementa para evidenciar la afectación más directa de la omisión de nutrientes.
- Se recomienda realizar más investigaciones en diferentes clones de cacao, con el fin de comprobar si las omisiones causan mayores efectos negativos dependiendo de los cultivares utilizados.

16. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, O., & Farfán, Y. (2022). Evaluación de dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca. Universidad de las Fuerzas Armadas. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/28992/1/t-espesd-003210.pdf>
- Aguilar, S. (2021). Caracterización morfofísica de almendras de cacao (*Theobroma Cacao L.*) de los genotipos de la colección Utmach. Machala: Facultad de Ciencias Agropecuarias. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/17458/1/ttuaca-2021-ia-de00040.pdf>
- Alava, D., & Farinango, L. (2023). Respuesta agronómica del cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) a la aplicación de fertilizantes orgánicos y químicos en El Sector Los Laureles Del Cantón La Maná. La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10106/1/utc-pim-000628.pdf>
- Alcívar, J., & Loor, M. (2016). Respuesta del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) a la poda y fertilización orgánica y química. Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/461/1/TA57.pdf>
- Armijo, A. (2015). Validación de tres métodos de propagación en cacao (*Theobroma cacao L.*) nacional y trinitario en la finca experimental la Represa, UTEQ. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3f54abf8-cce3-4aa3-827b-8852cc8395b5/content>
- Asociación Nacional del café. (2004). Cultivo de Cacao. Anacafé. Obtenido de <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/05/Cultivo-de-Cacao.pdf>
- Ayala, E., & Hernandez, A. (2024). Respuesta de la omisión de macronutrientes primarios sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*). La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/11681/3/UTC-PIM-000763.pdf>
- Borrero, C. (2009). Fertilización del cultivo de cacao en sitio definitivo. Obtenido de http://cadenacacaoca.info/cdoc-deployment/documentos/fertilizacion_del_cultivo_de_cacao_en_sitio_definitivo.pdf

- Cakmak, I., & Antilla, Y. (2010). Magnesio: El elemento olvidado en la producción de cultivos. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/80910020dc5aeea6852579a0006a1a3d/\\$file/2.%20magnesio.%20el%20elemento%20olvidado.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/80910020dc5aeea6852579a0006a1a3d/$file/2.%20magnesio.%20el%20elemento%20olvidado.pdf)
- Calderón, C. (2023). Diferentes niveles de NPK complementado con zeolita en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*). Milagro: Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/calder%20c3%93n%20sornoza%20cristhian%20wasington.pdf>
- Cardenas, J. (2020). Fertilizantes y métodos de aplicación edáfica en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*), La Troncal Provincia Del Cañar. Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/cardenas%20veliz%20jonathan%20eduardo_compressed.pdf
- Carrión, J. (2012). Estudio de factibilidad para laproducción y comercialización de cacao (*Theobroma cacao L.*). Quito: Universidad San Francisco de Quito. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2533/1/104270.pdf>
- Castro, Y. (2022). Comportamiento agronómico de clones de cacao (*Theobroma cacao L.*), en los predios Recreo y Envidia de la vereda Macuco y Brisas del Municipio de Maní Casanare. Yopal: Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/51627/ycastroba.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Cedeño, D., & Vera, E. (2017). Efectividad de varias combinaciones de nitrógeno, azufre, zinc, manganeso, boro y fitohormonas sobre el rendimiento y rentabilidad del cacao nacional. Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Obtenido de <https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/648/1/TA69.pdf>
- Cherlinka, V. (27 de Julio de 2022). Deficiencia De Nutrientes En Las Plantas: Cómo Tratarla. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/deficiencia-de-nutrientes-en-las-plantas/#:~:text=la%20deficiencia%20de%20nutrientes%20en,el%20tratamiento%20lo%20antes%20posible.>
- Córdova Ávalos, V., Sánchez Hernández, M., Estrella Chulím, N. G., Macías Layalle, A., Sandoval Castro, E., Martínez Saldaña, T., & Ortiz García, C. F. (2001). Factores que

- afectan la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en el ejido francisco. Universidad y Ciencia, 34(17). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/154/15403405.pdf>
- Dávila, B. (2011). Estudio de factibilidad para la creación de un centro e copio par la comercialización de cacao, en la parroquia de San Jacinto el Bua Provincia de Santo Domingo de los Tsachilas. Quito: Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5008/1/UPS-QT02081.pdf>
- Del Monte, A. (2020). Importancia de la fertilización en el cultivo de cacao en Ecuador. Obtenido de [https://delmonteag.com.ec/importancia-de-la-fertilizacion-en-el-cultivo-de-cacao-en-ecuador/#:~:text=requerimientos%20de%20nutrientes,40%20kg%20de%20potasio%20\(k2o\)](https://delmonteag.com.ec/importancia-de-la-fertilizacion-en-el-cultivo-de-cacao-en-ecuador/#:~:text=requerimientos%20de%20nutrientes,40%20kg%20de%20potasio%20(k2o))
- Del Monte, S. (2023). Producción de cacao en Ecuador y su impacto económico. Babahoyo. Obtenido de <https://delmonteag.com.ec/produccion-de-cacao-en-ecuador-y-su-impacto-economico/>
- Del Rey, I. (2024). Formas del fósforo en el suelo. Obtenido de <https://www.tiloom.com/las-formas-del-fosforo-en-el-suelo/>
- Fuentes, A., Véliz, J., & Buiza, J. (2006). Efecto de la deficiencia de macronutrientes en el desarrollo vegetativo de Aloe vera. Interciencia. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000200007
- García, A. (2020). Deficiencia de Nitrógeno (N) en Cacao. Costa Rica: Plantwise. Obtenido de <https://plantwiseplusknowledgebank.org/doi/epdf/10.1079/pwkb.20207800512>
- Garzón, M. (2021). Estudio de dos genotipos de cacao ccn51 y eet-103 mediante la aplicación de calcio más potasio en la zona del Guayas, Naranjal. Milagro: Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/garzon%20suncion%20michael%20anibal.pdf>
- Gil, N. (2018). Efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro, en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), sobre el desarrollo y rendimiento de la mazorca en la e Pueblo Viejo. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/5038/te-utb-faciag-ing%20agron-000121.pdf?sequence=1>

- Gomez, P. (2017). Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*). Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/21560/1/G%c3%b3mez%20Alvarado%20>
- Goujard, O., & Bayón, C. (1 de Noviembre de 2014). Importancia del potasio y el magnesio en la minimización del estrés provocado por sequía. *VidaRURAL*, 80-81. Recuperado el 12 de Noviembre de 2019, de <http://www.ks-minerals-and-agriculture.com/es/pdf-articles/article-20141212-vida-rural-goujard-bayon.pdf>
- Guaman, C. (2007). Estudio de factibilidad para el cultivo de "Cacao 51" en la Parroquia Cristóbal Colón de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados y su comercialización. Santo Domingo: Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/731/1/cd-1118.pdf>
- Guaranda, E. (2022). Efecto del residuo de cosecha de cacao, más mezcla física, en la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*). Milagro: Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/guaranda%20benitez%20erick%20jair.pdf>
- Guerrero, J. (2012). Análisis de suelo y Fertilización de cacao. Agrobanco. Obtenido de agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/010-a-cacao_suelos_fertilización_.pdf
- Hasang , E., Carrillo , M., Durango , W., & Morales , F. (2018). Omisión de nutrientes: eficiencias de absorción, rendimiento y calidad de semilla en la formación de un híbrido de maíz. Babahoyo. Obtenido de <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/download/465/420?inline=1>
- Hidalgo , J. (2017). La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: El sector florícola ecuatoriano. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar. Obtenido de <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6095/1/T2562-MRI-Hidalgo-La%20situacion.pdf>
- Intagri. (2017). Las Funciones del Potasio en la Nutrición Vegetal. Artículos Técnicos de INTAGRI, Núm. 100, 100, 1-4. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-funciones-del-potasio-en-la-nutricion-vegetal>

- Intagri. (2023). Guía Práctica para la Identificación de Deficiencias. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/guia-practica-para-la-identificacion-de-deficiencias-parte-uno>
- Investing. (2024). Futuros cacao EE.UU. Obtenido de https://es.investing.com/commodities/us-cocoa?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=21460141676&utm_content=705446187099&utm_term=dsa-1456167871416_&gl_ad_id=705446187099&gl_campaign_id=21460141676&isp=1&gad_source=1&gclid=cj0kcqjwioy1bhdcarisadgv
- IPNI. (2009). Informaciones Agronómicas. International Plan Nutrition Institut, 75.
- Isuiza, A. (2023). Comparativo de dosis de fertilización química sobre la productividad del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN 51 en la localidad La Unión CFB KM 75. Pucallpa - Perú: Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/unu/6334/b5_2023_unu_agronomia_2023_t_bardales-alegria_v1.pdf?sequence=4&isallowed=y
- Jaraba, A., Buriticá, Á., Vega, F., Urrego, J., Bautista, J., Puerta, J., . . . Gallo, Y. (2021). Modelo productivo para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) nutrición y fertilización. Obtenido de https://chocolates.com.co/wp-content/uploads/2024/02/pdf_web_folleto_nutricion_y_fertilizacion.pdf
- Kaiser, I. (2015). La producción de cacao y su incidencia en la economía del sector san mateo dle canton Mocache. Quevedo: Universidad Tecnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6cf773bc-8561-4159-a38a-ebe8e367d0ef/content>
- Leiva, E. (2015). Aspectos para la nutrición del cacao (*Theobroma cacao* L.). Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55148/ednaivonneleivarojas.2012.pdf?sequence=1>
- Ludeña, V. (2013). Efecto de la fertilizacion organica y microelementos en el rendimiento de cacao ccn51(*Theobroma cacao* L.) en jaen. Obtenido de http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/unas/1061/ts_ldv_2013.pdf?sequence=1&isallowed=y

- Molina, K., & Romero, F. (2023). Evaluación de dos tipos de trampas y dos atrayentes para la captura de broca (*Hypothenemus hampei*) en el cultivo de café. La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10098/1/utc-pim-000624.pdf>
- Montes, M. (2016). Efectos del fósforo y azufre sobre el rendimiento de mazorcas, en una plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51, en la zona de Babahoyo. Babahoyo – Los Ríos – Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3358/e-utb-faciag-ing%20agrop-000009.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- Niles, M. (2020). Evaluación de enmiendas orgánicas: efectos en la producción y fitosanidad del cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivar CCN-51. Machala: Universidad Técnica de Machala. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16142/1/ttuaca-2020-ia-de00025.pdf>
- Orozco, Y. (2021). Caracterización de la mezcla de cacao variedades CCN51 (Colección Castro Naranjal) e ICS 39 (Imperial College Selections) producido en la finca García Ubicada en la Vereda Casiano del Municipio Floridablanca. Bucaramanga: Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/42565/ycorozcoo.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Pari, C. (2011). Fertilización con nitrógeno y potasio en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon ICS 95 en Cubantia-Pangoa. Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4014/Pari%20Pariona.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pilalao, D., Vaca, D., Alvarado, A., & Torres, S. (2021). Manejo agroecológico de la Moniliasis en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) mediante la utilización de biofungicidas y podas fitosanitarias en el cantón La Troncal. Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria, 15(15). Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2664-09022021000300070&script=sci_arttext&tlng=es

- Pinargote, M. (2015). Comportamiento productivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 ante diferentes formulaciones de fertilización. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://agrocencias.com.ec/wp-content/uploads/2023/05/Tesis-Universidad-Quevedo-Cacao.pdf>
- Quiñonez, W. (2015). Efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante eco-cacao en la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Esmeraldas. Universidad Técnica Estatal del Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/442db047-0d7f-4030-9f3c-098f0f8caba5/content>
- Ramírez, M., Espinoza, L., Ortiz, C., Gutiérrez, O., & Santamaría, R. (2018). Variación morfológica de frutos y semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) de plantaciones en Tabasco, México. *Rev. Fitotec*, 41(2), 117-125. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v41n2/0187-7380-rfm-41-02-117.pdf>
- Ríos, A., Núñez, P. S., & Torres, R. (2021). Catálogo de clones de cacao sobresalientes recomendados para la provincia de Napo. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Obtenido de <https://cefaecuador.org/wp-content/uploads/2021/11/guia-catalogo-1.pdf>
- Robbins, S., & Judge, T. (2009). Comportamiento organizacional (J. Brito, Trad.). México: Pearson Educación. Obtenido de https://frq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/15550/mod_resource/content/0/ROBBINS%20comportamiento-organizacional-13a-ed-_nodrm.pdf
- Rosado, A. (2023). Efecto de dos tipos de fertilización edáfica y foliar en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Cantón Naranjal. Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/rosado%20romero%20ariel%20alexander.pdf>
- Rosas, G., Puentes, Y., & Menjivar, J. (2018). Efecto del encalado en el uso eficiente de macronutrientes para cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Amazonia colombiana. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, vol. 20, 5-16. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/4499/449960534003/html/>
- Salinas, F., & Tomalá, M. (2014). Comportamiento agronómico de clones de cacao (*Theobroma cacao*) tipo nacional en Manglaralto, Cantón Santa Elena. La Libertad:

- Universidad Estatal Península de Santa Elena. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2215/1/UPSE-TIA-2015-007.pdf>
- Sánchez, J. (2008). Fertilidad del suelo y nutrición mineral de plantas. Obtenido de <https://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/fertilidad%20del%20suelo%20y%20nutricion.pdf>
- Sánchez, M., Montufar, J., Vera, J., Ramos, R., Gárces, F., & Vásquez, G. (2014). Productividad de clones de cacao tipo nacional en una zona del bosque húmedo tropical de la provincia de los ríos, Ecuador. *Ciencia y tecnología*, 7(1), 33-41.
- Segovia, V. (2017). Relación de la morfología floral con la compatibilidad genética en 13 clones élites de cacao (*Theobroma cacao* L.). Quevedo: Universidad técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2067/1/t-uteq-0054.pdf>
- Solano, B., & Vizuete, W. (2024). Eficiencia agronómica y rendimiento de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) por la omisión de macronutrientes. *La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi*. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/11689/1/UTC-PIM-000771.pdf>
- Solis, K., Peñaherrera, S., & Vera, D. (2021). Las enfermedades del cacao y buenas prácticas agronómicas para su manejo .
- Solórzano, P. (10 de Febrero de 2023). Formas de potasio en el suelo. Obtenido de <https://mundoagropecuario.com/formas-de-potasio-en-el-suelo/>
- Sornoza, L., Valencia, L., Corozo, L., Sánchez, F., Salas, C., & Peña, G. (2022). Recursos genéticos de cacao tipo Nacional en Ecuador: una revisión sistemática. *Ciencias Agrarias*, 30-42. Obtenido de <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/582/733>
- Stradi Granados, S. (2016). El emprendedurismo universitario en estudiantes de administración de empresas de la UNED de Costa Rica. *Universidad Estatal a Distancia*, 22. Obtenido de <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/rna/article/view/1574>
- Suarez, D. (2016). Comportamiento de cuatro clones de cacao (*Theobroma cacao* L.). Universidad Nacional autónoma de nicaragua. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/3840/1/11072.pdf>

- Tarqui, O. (2010). Evaluación de clones de cacao (*Theobroma cacao* L) provenientes de plántulas híbridas seleccionadas por resistencia a la enfermedad escoba de bruja (*Monilioththora perniciososa*). Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0ea622d0-3959-4fec-aa7f-d6b2723f5522/content>
- Tigmasa, P. (2017). Crecimiento de la mazorca de tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) y su relación con la incidencia de la monillia (*Moniliophthora roreri* E.). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8e52e1ed-fa9d-41ce-9afc-59f8dfae5f93/content>
- Tinajero, C. G., & Rodríguez, C. (2021). Comparación proximal en cacao (*Theobroma cacao*) y Pataxte (*T. bicolor*) de tabasco y Chiapas, México. *Polibotánica*(52). Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682021000200135
- Toala, V., Bonilla, E., Huamán, L., Ventura, R., Vera, N., Cepero, V., & Otiniano, A. (2022). Incidencia de "cherelle wilt" y enfermedades fungosas en mazorcas de cacao "CCN-51" en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. *Idesia (Arica)*, 40(1). Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292022000100031&script=sci_arttext&tlng=es
- USDA. (2021). Guía para la identificación y manejo de las deficiencias de nutrientes en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). Obtenido de <https://progresacaribe.info/wp-content/uploads/2021/09/Guia-de-cacao-CRS-borrador-3.pdf>
- Vera , J., Suarez, C., & Mogrovejo, E. (2015). Descripción técnica de algunos híbridos y clones de cacao recomendados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). INIAP. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1602/1/Comunicaci%C3%B3n%20t%C3%A9cnica%20N%C2%BA%2012.pdf>
- Villafuerte, E. (2022). Efecto de la aplicación de activadores naturales de suelo y humus en la fertilización edáfica en un cultivo de cacao en el cantón milagro. Milagro: Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/villafuerte%20fernandez%20erika%20ruth.pdf>

Zavala, J. (2014). Nutrición mineral del cacao. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Obtenido de https://cadenacacaoca.info/cdoc-deployment/documentos/nutricion_mineral_del_cacao.pdf