



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

RESPUESTA AGRONÓMICA A UN PLAN DE FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE
CAFÉ (*Coffea*) EN EL SECTOR SACHA WIWA, PARROQUIA GUASAGANDA,
CANTÓN LA MANÁ.

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero/a Agrónomo/a

AUTOR:

Mera Cedeño Ángel Fernando

TUTOR:

Ing. Tapia Ramírez Cristian Santiago M.Sc.

LA MANÁ-ECUADOR
ABRIL-2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Mera Cedeño Ángel Fernando, declaro ser los autor del presente proyecto de investigación, “RESPUESTA AGRONÓMICA A UN PLAN DE FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea*) EN EL SECTOR SACHA WIWA, PARROQUIA GUASAGANDA, CANTÓN LA MANÁ”, siendo el M.Sc. Ing. Tapia Ramírez Cristian Santiago tutor del presente trabajo, y eximo 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

Angel Mera
Mera Cedeño Ángel Fernando

C.I: 125015464-6

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: **“RESPUESTA AGRONÓMICA A UN PLAN DE FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea*) EN EL SECTOR SACHA WIWA, PARROQUIA GUASAGANDA, CANTÓN LA MANÁ”** de Mera Cedeño Ángel Fernando de la Carrera de Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, 23 de febrero del 2022



Ing. Tapia Ramírez Cristian Santiago M.Sc.

C.I: 050278441-6

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: “**RESPUESTA AGRONÓMICA A UN PLAN DE FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea*) EN EL SECTOR SACHA WIWA, PARROQUIA GUASAGANDA, CANTÓN LA MANÁ**” de Mera Cedeño Ángel Fernando de la Carrera de Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Para constancia firman:


Ing. Luna Murillo Ricardo Augusto
C.I: 091296922-7
LECTOR (PRESIDENTE)


Ing. Espinosa Cunuhay Kleber Augusto
C.I: 050261274-0
LECTOR 1 (MIEMBRO)


Ing. Macías Pettao Klever Ramón
C.I: 091074328-5
LECTOR 2 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por brindarme salud y vida, en esta situación difícil que el mundo está pasando y poder cumplir todos mis objetivos.

A mis padres por brindarme todo el apoyo necesario y guiarme por el camino correcto día tras día, y el esfuerzo que me dieron para darme una excelente educación.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi que me dio la oportunidad de formarme como profesional.

A la Ingeniera María Cedeño que gracias a sus consejos he logrado culminar una parte importante de mi vida.

A todos los docentes y de una forma especial al Ing. Ricardo Luna Murillo que me ofrecieron todos sus conocimientos necesarios para forjarme como persona y profesional, a mi director de tesis Ing. Cristian Tapia Ramírez que, gracias a su experiencia, su estimulación y su entereza logramos llevar adelante este trabajo de investigación.

Ángel Mera

DEDICATORIA

Este trabajo de Titulación está dedicado a mis padres, que con sus consejos y enseñanzas supieron guiarme y apoyarme en el transcurso de mis años de estudio, inculcándome valores, respeto y responsabilidad para poder ver cumplida mi meta y llegar a ser un profesional de la patria.

Ángel

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TEMA: RESPUESTA A UN PLAN DE FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE CAFÉ
(*Coffea*) EN EL SECTOR SACHA WIWA, PARROQUIA GUASAGANDA, CANTÓN LA
MANÁ.

Autor:

Mera Cedeño Ángel Fernando

RESUMEN

En la investigación desarrollada en el Centro Experimental Sacha Wiwa, perteneciente a la Fundación SEIC, Cantón La Maná se evaluaron cuatro fórmulas de fertilizantes aplicadas a seis clones de café. Los objetivos planteados fueron: Evaluar las variables agronómicas del cultivo de café (*Coffea*) en respuesta al plan de fertilización, Identificar los clones que presenten la mejor respuesta foliar a los planes de fertilización y determinar los costos de la fertilización del cultivo de café. Se utilizó un Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) con un total de 24 tratamientos que resultaron de la unión del factor a = seis clones de café y el factor b = cuatro fórmulas de fertilización. Se presentaron los siguientes efectos: para las variables altura de planta, circunferencia foliar y diámetro de tallo las mejores respuestas fueron para los clones NP-2024 y EET-375611 con la fórmula 2000kg con dosis de 611.26 g/planta. La mejor altura de planta se dio para los clones COF-01, COF-02 y NP-3051 con la fórmula 1500 kg/ha; los clones COF-06, COF-01, NP-2024, COF-02 y NP-3051 presentaron la mejor circunferencia foliar ante la fórmula 1500 kg/ha y para el diámetro foliar fue la fórmula 2000kg/ha que influyó en los mejores promedios de los clones NP-2024, COF-02 y EET-375611. La fórmula que presentó los mejores resultados en las tres variables evaluadas el costo fue de \$ 36.42 (2000 kg/ha) seguida por la fórmula 1500 kg/ha con un costo de \$ 36.15.

Palabras claves: Café, fertilización, análisis, costos

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TOPIC: RESPONSE TO A COFFEE CROP FERTILIZATION PLAN (*Coffea*) IN THE SACHA WIWA SECTOR, GUASAGANDA PARISH, LA MANÁ CANTON.

ABSTRACT

In the research carried out at the Centro Experimental Sacha Wiwa, belonging to the SEIC Foundation, La Maná Canton, four fertilizer formulas applied to six coffee clones were evaluated. The stated objectives were: Evaluate the agronomic variables of the coffee crop (*Coffea*) in response to the fertilization plan, Identify the clones that present the best foliar response to the fertilization plans and determine the costs of the fertilization of the coffee crop. A Complete Randomized Block Design (DBCA) was used with a total of 24 treatments that resulted from the union of factor a = six coffee clones and factor b = four fertilization formulas. The following effects were presented: for the variables plant height, leaf circumference and stem diameter, the best responses were for clones NP-2024 and EET-375611 with the formula 2000kg with a dose of 611.26 g/plant. The best plant height was found for clones COF-01, COF-02 and NP-3051 with the formula 1500 kg/ha; the clones COF-06, COF-01, NP-2024, COF-02 and NP-3051 presented the best leaf circumference before the formula 1500 kg/ha and for the leaf diameter it was the formula 2000kg/ha that influenced the best averages of clones NP-2024, COF-02 and EET-375611. The formula that presented the best results in the three variables evaluated; the cost was \$36.42 (2000 kg/ha) followed by the 1500 kg/ha formula with a cost of \$36.15.

Keywords: Coffee, fertilization, analysis, costs

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	i
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	ii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	1
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
6. OBJETIVOS	4
6.1. Objetivo general	4
6.2. Objetivos específicos.....	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOSPLANTEADOS.....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	5

8.1. El café	5
8.1.1. Origen	5
8.2. Condiciones edafoclimáticas.....	6
8.2.1. Altitud.....	6
8.2.2. Precipitación	6
8.2.3. Temperatura.....	6
8.2.4. Humedad relativa	7
8.2.5. Luz solar	7
8.2.6. Viento	7
8.3. El café en Ecuador	8
8.4. Variedades.....	9
8.5. Variedades de café robusta.....	9
8.6. Fertilización.....	10
8.6.1. Fertilización orgánica	10
8.6.2. Fertilización inorgánica o sintética	11
8.7. Investigaciones realizadas	12
9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.....	13
10. METODOLOGÍA.....	13
10.1. Ubicación	13
10.2. Condiciones agrometereológicas.....	14

10.3. Materiales y equipo.....	14
10.4. Factores bajo estudio	14
10.5. Tratamientos.....	15
10.6. Esquema del experimento	16
10.7. Diseño experimental	17
10.8. Variables evaluadas	18
10.8.1. Altura de planta (cm).....	18
10.8.2. Diámetro de tallo (cm).....	18
10.8.3. Circunferencia foliar (cm)	18
10.8.4. Análisis foliar.....	18
10.8.5. Manejo de la investigación	19
11. RESULTADOS Y DISCUSIONES	20
11.1. Análisis de suelo inicial	20
11.2. Clon COF-06	21
11.2.1. Variables morfológicas.....	21
11.2.1.1. Altura de planta (cm).....	21
11.2.1.2. Circunferencia foliar (cm)	22
11.2.1.3. Diámetro de tallo (cm).....	22
11.3. Clon COF-01	23
11.3.1. Variables morfológicas.....	23

11.3.1.1.	Altura de planta (cm).....	23
11.3.1.2.	Circunferencia foliar (cm)	23
11.3.1.3.	Diámetro foliar (cm).....	24
11.4.	Clon NP-2024.....	24
11.4.1.	Variables morfológicas.....	24
11.4.1.1.	Altura de planta (cm).....	24
11.4.1.2.	Circunferencia foliar (cm)	25
11.4.1.3.	Diámetro de tallo (cm).....	25
11.5.	Clon COF-02	26
11.5.1.	Variables morfológicas.....	26
11.5.1.1.	Altura de planta (cm).....	26
11.5.1.2.	Circunferencia foliar.....	26
11.5.1.3.	Diámetro de tallo (cm).....	27
11.6.	Clon NP-3051	28
11.6.1.	Variables morfológicas.....	28
11.6.1.1.	Altura de planta (cm).....	28
11.6.1.2.	Circunferencia foliar (cm)	28
11.6.1.3.	Diámetro de tallo	29
11.7.	Clon EET-375611	29
11.7.1.	Variables morfológicas.....	29

11.7.1.1.	Altura de planta (cm).....	29
11.7.1.2.	Circunferencia foliar.....	30
11.7.1.3.	Diámetro de tallo (cm).....	30
11.8.	Análisis foliar.....	31
11.9.	Análisis de costo.....	31
12.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	32
13.	PRESUPUESTO	32
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
14.1.	Conclusiones.....	33
14.2.	Recomendaciones	34
15.	BIBLIOGRAFÍA.....	35
16.	ANEXOS	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Actividades desarrolladas de acuerdo a los objetivos planteados.....	5
Tabla 2: Condiciones agrometereológicas del centro Experimental Sacha Wiwa	14
Tabla 3: Materiales y equipo.	14
Tabla 4: Factores bajo estudio	15
Tabla 5: Tratamientos	16
Tabla 6: Esquema del experimento.....	17
Tabla 7: Análisis de varianza	18
Tabla 8: Descripción de las fórmulas aplicadas en esta investigación	19
Tabla 9: Análisis de suelo del cultivo de café en el Centro Experimental Sacha Wiwa	21
Tabla 10: Altura de planta del Clon de café COF-06	22
Tabla 11: Circunferencia foliar del Clon de café COF-06.....	22
Tabla 12: Diámetro de tallo del Clon de café COF-06.....	23
Tabla 13: Altura de planta del Clon de café COF-01	23
Tabla 14: Circunferencia foliar del Clon de café COF-01	24
Tabla 15: Diámetro de tallo del Clon de café COF-01	24
Tabla 16: Altura de planta del Clon de café NP-2024.....	25
Tabla 17: Circunferencia foliar del Clon de café NP-2024.....	25
Tabla 18: Diámetro de tallo del Clon de café NP-2024.....	26
Tabla 19: Altura de planta del Clon de café COF-02	26

Tabla 20: Circunferencia foliar del Clon de café COF-02.....	27
Tabla 21: Diámetro de tallo del Clon de café COF-02.....	27
Tabla 22: Altura de planta del Clon de café NP-3051.....	28
Tabla 23: Circunferencia foliar del Clon de café NP-3051.....	28
Tabla 24: Diámetro de tallo del Clon de café NP-3051.....	29
Tabla 25: Altura de planta del Clon de café EET-375611.....	29
Tabla 26: Circunferencia foliar del Clon de café EET-375611.....	30
Tabla 27: Diámetro de tallo del Clon de café EET-375611.....	30
Tabla 28: Análisis foliar de los Clones de café.....	31
Tabla 29: Análisis de costo de las fórmulas aplicadas.....	32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Contrato de Cesión de Derechos	39
Anexo 2. Análisis del anti plagio	42
Anexo 3. Aval de Traducción.....	43
Anexo 4. Hoja de vida del docente	44
Anexo 5: Hoja de vida del Egresado	45
Anexo 6. Evidencias fotográficas	46
Anexo 7. Evidencias fotográficas	47
Anexo 8. Análisis de suelo	48
Anexo 9. Análisis foliar (Clon COF-06).....	49
Anexo 10. Análisis foliar (Clon COF-01).....	50
Anexo 11. Análisis foliar (Clon NP-2024).....	51
Anexo 12. Análisis foliar (Clon COF-02).....	52
Anexo 13. Análisis de suelo (Clon NP-3051)	53
Anexo 14. Análisis de suelo (Clon EET-375611)	54

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto: Respuesta agronómica a un plan de fertilización del cultivo de café (*Coffea*) en el sector Sacha Wiwa, parroquia Guasaganda, cantón La Maná

Tipo de investigación: Experimental

Fecha de inicio: Abril 2021

Fecha de finalización: Febrero 2022

Lugar de ejecución: Sector Sacha Wiwa – Parroquia Guasaganda – Cantón La Maná

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Ingeniería Agronómica

Proyecto de investigación vinculado: Al Sector Agrícola

Equipo de trabajo: Mera Cedeño Ángel Fernando

Ing. Tapia Ramírez Cristian Santiago

Área de Conocimiento: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

Línea de investigación: Desarrollo de Seguridad Alimentaria

Sub línea de investigación: Producción Agrícola Sostenible

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo de investigación se llevó a efecto en el Centro Experimental Sacha Wiwa, parroquia Guasaganda, cantón La Maná, el proyecto se realizó con el fin de aplicar una fertilización focalizada en las necesidades nutricionales del cultivo de café. En primer lugar se procedió a tomar muestras del suelo del cultivo y se enviaron al INIAP para conocer en que estados se encontraban los macro y micronutrientes del suelo, al finalizar la investigación se realizó se recogieron muestras del área foliar para enviarlas al laboratorio para su correspondiente análisis químico.

El plan fertilización consistió en la combinación de fertilizante orgánico y mineral nitrato de amonio, sulfato de magnesio (granulado), cloruro de potasio (mureato), fosfato di amónico (DAP) y cal dolomita, las variables evaluadas fueron altura de planta, diámetro de tallo, circunferencia foliar, los datos fueron tomados cada 15 días después de la primera aplicación del fertilizante. Se aplicaron cuatro fórmulas de fertilizante (100% convencional, 1000-1500 y 2000 kg/ha fertilización orgánica) para los seis clones de café establecidos en el Centro Experimental Sacha Wiwa dando un total de 24 tratamientos, se escogieron cinco unidades experimentales por cada tratamiento dando un total de 120 plantas evaluadas. Las fórmulas programadas fueron: tratamiento 1 - 100% convencional, tratamiento 2 - 1000 kg BBQ/ha, tratamiento 3 – 1500 kg BBQ/ha y tratamiento 4 – 2000 kg BBQ/ha año. La aplicación de las fórmulas se efectuó en dos ocasiones con una diferencia de quince días y la dosis por planta fueron las siguientes: T 1 – 105g/planta (210g), T 2 – 201.25g/planta (402.50g), T 3 – 251.25g/planta (502.50g) y T 4 – 305.63g/planta (611.26g).

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

A nivel mundial el café es uno de los productos agrícolas de un gran valor e importancia económica, ocupando el segundo lugar por detrás del petróleo esto es en materia de cifras de comercio internacional, originando ingresos superiores a los \$ 15 mil millones de dólares anuales para los países exportadores además de ofrecer fuente de trabajo a más de 20 millones de personas alrededor del mundo (Canet , y otros, 2016).

Para el Ecuador la producción de café, debido a su ubicación geográfica ha jugado un papel muy importante durante muchos años, logrando ser en América de Sur uno de los mejores productores y de los más demandados en Estados Unidos y Europa, siendo de gran importancia para la economía del país y del orden social y ecológico, brindando y creando fuente de trabajo a miles de familias cafetaleras además de otras personas que participan directa o indirectamente (Solano, 2017).

Muchos agricultores desconocen que un buen manejo en el control de plagas y enfermedades además de un buen plan de fertilización a sus cultivos de café, ayuda que su producción aumente además de mantener un cultivo sano. Una combinación de fertilizantes minerales y orgánicos puede proporcionar a la planta de café los nutrientes necesarios que esta necesita para su buen desarrollo aumentando la calidad del producto, de esta manera se evita saturar al

suelo del exceso de fertilizantes que además de provocar la salinidad en ellos contaminan el medio ambiente.

Este trabajo de investigación fue realizado con el fin de efectuar una adecuada fertilización a los cafetales, debido a la gran importancia económica que representan para el Ecuador y de esta manera fomentar la producción cafetalera en el cantón La Mana y provincia de Cotopaxi.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos son los agricultores de la zona, los estudiantes del Colegio Intercultural Bilingüe “Jatari Unancha”, el personal del Centro Experimental Sacha Wiwa, así como también los agricultores que integran la Red de caficultores.

Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos con este proyecto fueron los estudiantes de la Carrera de Agronomía además de los docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, quienes podrán conocer los avances técnicos de un plan de fertilización al cultivo de café.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El café es un cultivo que está principalmente orientado hacia el mercado internacional, su producción está centralizada en países de clima cálido y mayormente es consumido en países de clima frío, es por esta razón que en el mercado mundial se comercializa aproximadamente el 75% de la producción mundial (UNAM, 2022). Se calcula que el consumo de café desde el año 2014/2015 hasta el 2017/2018 logró los 161.4 millones de sacos, se concluye que existe un incremento anual en el consumo de 3.3 millones de sacos de 60 kg. En América del Sur el consumo constituye el 16.7% de la producción mundial (Forumcafé, 2020).

El Ecuador al encontrarse en una ubicación geográfica privilegiada, tiene unas condiciones climatológicas favorables para el establecimiento de un sinnúmero de cultivos, entre ellos existe un cultivo que es de gran importancia mundial y para el Ecuador y que significa un rubro de ingresos muy considerable este producto es el café. La demanda de café en Ecuador para el 2019 fue de 2'200.000 sacos de 60kg.

En el Ecuador se explotan los monocultivos y el cultivo de café no es la excepción, por otra parte el uso indiscriminado de los fertilizantes químicos han hecho que los suelos se vuelvan infértiles y que se haya originado un descenso en la producción nacional de café bajando la exportación y el beneficio que esto conlleva. Por otra parte, los agricultores no reciben un asesoramiento técnico idóneo, encargándose ellos mismos de realizar el mantenimiento fitosanitario y la fertilización sin las debidas directrices para lograr obtener el mayor provecho de sus cultivos, acarreado además que la contaminación ambiental se incremente.

Los productores de café del Ecuador deben de programar una adecuada fertilización a sus cultivos porque una mala aplicación de los fertilizantes sea en exceso o deficiente pueden ocasionar que el producto final sea de baja calidad, además de no conseguir la competitividad con el producto de otros países cafetaleros.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

Evaluar la respuesta agronómica a un plan de fertilización al cultivo del café (*Coffea*) en el sector Sacha Wiwa, parroquia Guasaganda, cantón La Maná

6.2. Objetivos específicos

- ❖ Analizar las variables agronómicas del cultivo de café (*Coffea*) en respuesta al plan de fertilización
- ❖ Identificar los clones que presenten la mejor respuesta foliar a los planes de fertilización
- ❖ Calcular los costos de los planes de fertilización en el cultivo de café

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

Tabla 1: Actividades desarrolladas de acuerdo a los objetivos planteados

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Analizar las variables agronómicas del cultivo de café (<i>Coffea</i>) en respuesta al plan de fertilización	Toma de datos agronómicos	-Altura de planta -Circunferencia foliar -Diámetro de tallo	Medición: flexómetro, cinta métrica, pie de rey
Identificar los clones que presenten la mejor respuesta foliar a los planes de fertilización	Recolección de las muestras de las hojas	Análisis foliar	Resultados de laboratorios
Calcular los costos de los planes de fertilización en el cultivo de café	Conocer los costos fijos y variables	Valores de los costos fijos y variables en la fertilización de café	Facturas

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. El café

8.1.1. Origen

El café, esta bebida tan estimulante como aromática que se encuentra difundida por el mundo, centra su origen en las tierras de Abisinial, (actualmente Etiopía). Debido a la existencia de varias leyendas antiguas sobre el cultivo y la costumbre de tomarlo que provienen de Arabia, conlleva a confundirse sobre cuál es su verdadero origen. Los pioneros en descubrir las virtudes y las posibilidades económicas del café fueron los árabes, debido a que ellos desarrollaron el proceso del cultivo y lo guardaron celosamente, haciendo que el producto no sea extraditado del país (Figueroa, Pérez, & Godínez, 2015).

Por otra parte, Tarupí, (2011) manifiesta que el género *Café* posee aproximadamente alrededor de 80 especies originarias de África y Asia, pero las que generan mayor valor comercial son *Café Arábigo* y *Café Robusta*. Además, señala que el centro de origen constituye probablemente las montañas suroccidentales de Etiopía, el altiplano de Sudán y el norte de Kenia, donde el elemento nativo es el monte bajo. Esta vegetación está ubicada entre

los 1300 y 2000 msnm. En el año 1830 esta especie fue introducida al Ecuador, específicamente a la provincia de Manabí quienes fueron los pioneros en cultivar café, es decir que es desde aquí que se empezó a distribuir de forma progresiva al resto del país.

8.2. Condiciones edafoclimáticas

8.2.1. Altitud

Para ICAFE, (2011) la altitud óptima donde que cultivo de café se desarrolla con normalidad va desde los 500 a 1700 msnm. Por encima de este nivel altitudinal presenta fuertes limitaciones para que el cultivo alcance su mayor desarrollo y producción.

Por su parte los autores Figueroa et al. (2015) manifiestan que para una buena producción de café la altura adecuada va de 900 a 1600 msnm. Además aclara que si el café se cultiva a menor altura, la calidad del grano se ve afectada y los costos de producción aumentan; caso contrario si el café se siembra a mayor altura de la recomendada el desarrollo de la planta es menor.

8.2.2. Precipitación

Arcila y Jaramillo (2003) citado por IICA (2019), manifiestan que el cultivo de café se desarrolla bajo una amplia escala de precipitaciones pluviales, es decir que la precipitación idónea anual para el cafeto va de un rango entre 1600 a 1800 mm anuales, con una buena distribución. Además de considerarse favorable un período corto de sequía para la floración de los cafetos, por otra parte un exceso de lluvias no promueve la floración. Las carencias hídricas benefician la floración, pero dificultan el crecimiento vegetativo y el desarrollo normal del fruto.

8.2.3. Temperatura

ICAFE, (2011) manifiesta que para un buen desarrollo del cafeto la temperatura anual favorable se promedia entre 17° a 23°C. Además advierte que las temperaturas inferiores a los 10°C provocan clorosis y un alto al crecimiento de las hojas jóvenes. Por otra parte IICA, (2019) concuerda con ICAFE al especificar que las temperaturas óptimas para el cultivo de café fluctúan entre 18° a 22°C, si las temperaturas son menores a 18°C se fomenta el crecimiento vegetativo y la tasa de diferenciación floral se reduce, pero si la temperatura es

mayor a 22°C el desarrollo vegetativo se acelera ocasionando que la floración y fructificación se vean afectadas. Esto demuestra que la temperatura es uno de los elementos meteorológicos que incide de forma favorable o desfavorable en la fisiología del café. Según Figueroa et al. (2015) consideran que la temperatura debe estar entre los 17° a 26° C, ya que si esta es inferior a los 16° C las yemas se pueden quemar, por lo contrario si la temperatura excede los 27° C existe más probabilidades de que la planta sufra deshidratación reduciendo la fotosíntesis.

8.2.4. Humedad relativa

Según Enríquez & Duicela (2014) citados por Romero, (2017) argumentan que la humedad relativa idónea va a depender de la adaptación de las variedades cafetaleras ya que esta varía según su necesidad. La humedad relativa para el café arábigo su promedio habitual es de 70 a 95%. El cultivo de café tiene su propio microclima, es por esta razón que la alta densidad de árboles de sombra conserva la humedad relativa alta, por lo que se debe mantener un manejo adecuado de la sombra. Figueroa et al. (2015) difiere a lo argumentado por Enríquez & Duicela al asegurar que si la humedad relativa está por encima del 90.0 % existe el riesgo que la planta se vea afectada por hongos; además destaca que la humedad es muy importante ya que va de la mano con las precipitaciones.

8.2.5. Luz solar

Capa, (2015) argumenta que el monocultivo de cafetos genera mayor contenido de materia seca y fotosíntesis por unidad de área foliar, por otra parte si el cultivo esta bajo el manejo de sombra equilibrada la producción de materia seca disminuye, además existe el inconveniente que bajo esta modalidad el ataque de enfermedades incrementa a la vez que la incidencia de malezas se intensifica, elevándose los costos de producción. Además de lo antes descrito el abuso de la sombra provoca disminución de la actividad fotosintética, favoreciendo la aparición de enfermedades fúngicas. La luz solar influye en dos factores: duración (fotoperiodo) – intensidad (irradiación).

8.2.6. Viento

La actividad del viento provoca que el deterioro mecánico del tejido vegetal, así como también la desecación de los cafetos, del mismo modo favorecen la incidencia de enfermedades. Es por esta razón que conviene elegir terrenos resguardados de vientos fuertes,

o por lo contrario implantar rompevientos para impedir la acción de éste (ICAFE, 2011). Por otra parte Capa (2015) coincide con ICAFE al describir que los vientos con exceso de velocidad provocan en las plantas de café la caída de ramas, hojas y frutos, además de afectarlos fisiológicamente induciéndolos a la marchitez y al desecamiento de las hojas y brotes jóvenes interrumpiendo su desarrollo, si los vientos son secos y calientes, esto es debido al gran estrés hídrico provocado por la intensa transpiración. Figueroa et al. (2015) coincide con lo expresado anteriormente, manifestando que el viento es un elemento primordial en la producción del café, ya que si los vientos son superiores a los 30 Km/h causan daños a las plantas como: caída de hojas, rotura de flores y frutos y deshidratación de las yemas.

8.3. El café en Ecuador

Para Viguera y otros (2017) el café es muy perceptivo al clima, por lo que se prevee obtener del cambio climático impactos significativos en el café, incluso en la característica fisiológica de las plantas, en la capacidad de la tierra y la producción, entre otros. Estos impactos irán variando en función de la variedad del café, las particularidades biofísicas del cultivo y el manejo que se le dé a este.

Valarezo (2020) menciona que los ecosistemas Ecuatorianos son variados, tolerando en cultivo Costa, Sierra, Oriente y Galápagos, esto se debe a variados distintivos como ubicación geográfica y edafología. Existe una gran demanda del café Ecuatoriano tanto en Europa como en los Estados Unidos. En Ecuador se produce café en 23 de las 24 provincias existentes, en el país se cultivan café arábigo (62%) y en pequeñas cantidades el robusta (38%). Además se menciona que el 95% de las áreas de producción con cultivadas con variedades poco productivas tal es el caso de la variedad Típica, teniendo como secuela el descenso de la producción y de esta manera afectando en mayor escala al sector cafetalero del país. Por otra parte Chiriboga (2019) manifiesta que a medida que los años han ido avanzando la producción de café se ha visto enfrentada a un sin número de dificultades que se han visto reflejados en la productividad, esto se debe a cultivos viejos, enfermedades y plagas, etc. La deficiencia del 85% es debido a la falta de tecnificación, por otra parte esta diligencia la desempeñan los pequeños agricultores que no poseen de estos equipos, métodos agronómicos y recomendaciones técnicas para acrecentar la utilidad del cultivo.

8.4. Variedades

El Ecuador es uno de los pocos países privilegiados en el mundo con gran capacidad de producir café a pesar de no poseer un extenso territorio nacional, por otra parte provee a los grandes países consumidores de café todas las variedades de café como lo son: Arábigo lavado, Arábigo natural y Robusta. La zona de Jipijapa en la provincia de Manabí, ha sido el lugar privilegiado para el cultivo de café desde 1860, tras varios años el la década de los 50 ingresa la especie *C. canephora* que alcanzó gran difusión en las zonas tropicales y húmedas de la costa y en la década de los 70 en la Amazonía (Santiana, 2013).

Según Bustamante (2014) desde en Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Costa Rica, se establecieron en diferentes líneas de *Coffea canephora* al Ecuador, con destino a la EETP del INIAP que se encuentra en Quevedo en 1943, 1951, 1964 y 1972. En los años 1977 y 1986 se realizaron dos nuevas introducciones desde el CATIE. En el año 1984 se instauraron ocho accesiones novedosas de café robusta, variedades Conilón procedente del Instituto Agronómico de Campinas (IAC), procedente de Brasil; y una misión de exploración instituida por el Programa PRONORTE en el 2006 implantó un nuevo material del ecotipo Conilón desde el estado de Rondonia.

8.5. Variedades de café robusta

Duicela et al. (2016) manifiestan que hasta 1990 la expansión de café robusta en Ecuador, se ejecutaba mediante plantas de semilla denominadas: lechuguines. Al propagarse de una forma predominante por semilla botánica el café robusta y al ser una especie rigurosamente alógama formó una extensa variedad genética, las cuales eran muy poco aprovechables para mejora genética. Además indican que en la Estación Experimental Central de la Amazonía se escogieron clones como: NP-2024, NP- 4024, NP-3013, NP-3018 Y NP-3056. Y en la EETP-INIAP se escogieron: T-3752-6, T-3564-2, T-3754-18, T-3753-13 Y T-3581-4. Con estas referencias el COFENAC y la empresa Dublinsa S.A., por medio de un acuerdo firmado en junio 29 del 2007, proyectaron a elaborar un estudio a partir de la recuperación de 32 accesiones de robusta, INIAP 17, FUNDAR 1, PRONORTE 1 Y COFENAC 13; estas accesiones se duplicaron asexualmente y se constituyeron en un banco de germoplasma, iniciándose así un proceso investigativo que por objetivo general tenía: elegir las cabezas de clones que contengan un mayor valor genético para así promover la caficultura en el litoral ecuatoriano específicamente en el subtrópico seco.

8.6. Fertilización

Para Andrade (2017) la noción de nutrición para el cultivo de café esta dentro de los límites de lo que se conoce como agricultura sostenible, logrando optimizar la garantía de los insumos sin que el medio ambiente sufra deterioro, gestionando que el suelo se conserve y sobretodo su capa orgánica, alcanza las fases de instalación, crecimiento y producción. Con aplicaciones de materia orgánica se logra completar esta actividad, especialmente debido al manejo de subproductos para el cultivo. En el cultivo de café no se maneja la fertilización foliar.

Por otra parte Arias (2018) apuesta por un abonado verde, que es el resultado de la biomasa seca que produce la chacra, se fertiliza de manera especial con la “pulpa del café” y se mejora con materia orgánica de animales menores como: gallinas, cuyes, conejos, cerdos, etc. la fertilización se hace una vez al año en los meses comprendidos de Agosto a Septiembre y se calcula que la utilidad acrecenta entre 2 o 3 quintales por hectárea con fertilización orgánica. Para que la producción sea beneficiosa la actividad clave para ello es la fertilización, gracias a esta diligencia se logra que las plantaciones se desarrollen de una forma apropiada aparte de crear resistencia al ataque de plagas y enfermedades, contribuyendo que la producción de frutos de las plantas se desarrollen satisfactoriamente lo que se aprecia en el llenado del grano y su calidad.

8.6.1. Fertilización orgánica

Según Cabrera (2019) argumentó que los abonos orgánicos conservan y optimizan la disponibilidad de los nutrientes existentes en el suelo además con su uso se consiguen altos beneficios en los cultivos. Con el pasar del tiempo la adición de abonos orgánicos no solo regenera las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, además incrementa la sanidad del cultivo, estas particularidades son atribuidas a las diferentes características físicas y composición química que en ellos se encuentran. Los fertilizantes orgánicos proporcionan materia orgánica al suelo y elementos nutricionales a los cultivos, estos elementos son: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, azufre, etc. El magnesio toma un papel importante en la fotosíntesis al constituir parte de la molécula de clorofila en la activación enzimática de la respiración, síntesis de proteína e hidratos de carbono y en efecto a la formación de los órganos de la planta.

Como explica Cabrera (2019), los abonos orgánicos conservan y renuevan la disponibilidad de los nutrientes en el suelo, cabe mencionar que con su uso mejora el rendimiento de la mayoría de los cultivos. La adición continua de abonos orgánicos no solo mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo con el pasar del tiempo, sino también la sanidad de los cultivos, esta particularidad es atribuida a la versátiles características físicas y composición química de estos abonos los fertilizantes orgánicos aportan materia orgánica al suelo y elementos nutritivos a los cultivos.

8.6.2. Fertilización inorgánica o sintética

Los fertilizantes sintéticos son nutrimentos preparados por el hombre frecuentemente de origen mineral o sintético como por ejemplo: urea, ácido fosfórico, nitrato de potasio, entre otros. El abuso de fertilizantes en fuentes granuladas o de origen sintético tiene consecuencias negativas tanto en suelos y en aguas subterráneas, corrompiendo sistemas acuáticos y pozos de agua que son usados para el consumo humano y para riego, por otra parte los desechos gaseosos como volatilización y desnitrificación contribuyen a la contaminación ambiental (Mycsainc, 2019). Por otra parte Parsons (2022) explica que los fertilizantes con base sintética son artificiales además son productos en gran medida elaborados que se crean para obtener un contenido definido y controlado. Estos productos son elaborados comunmente con derivados del petróleo y del gas natural, como son de naturaleza determinada brindan numerosas ventajas, pero así mismo tiene sus inconvenientes.

Para Romero & Suárez (2018) el proceso de elaboración de fertilizantes sintéticos reside en la transformación de diferentes elementos que se encuentran disponibles en el medio ambiente, los cuales son obtenidos por las plantas para nutrirse tal es el caso del nitrógeno que no participa como una mezcla de los minerales existentes del suelo y es fijado de la atmósfera a través de un proceso complejo que guarda similitud al realizado por las legumbres. Tal es el caso de la roca fosfórica, que la transforman en fertilizantes fosfatados el cual es absorbido por las plantas ya que no es muy común encontrarlo. Para lograr obtener la roca fosfórica esta es embestida con ácidos minerales, comunmente sulfúrico; en el transcurso de la fabricación de fertilizantes potásicos, las sales presentes en la naturaleza se extraen, son molidas y purificadas, el objetivo de todo este proceso es facilitar que los cultivos la asimilen.

8.7. Investigaciones realizadas

- En un trabajo investigativo realizado por Aguilar et al., (2016), utilizando bocashi, composta y vermiabono, los mejores resultados para altura de planta se dieron para el tratamiento de 25% composta, mientras que para el diámetro de tallo obtuvo diferencias estadísticas el tratamiento 50% bocashi, el tratamiento 50% composta fue estadísticamente superior a los demás tratamientos para la variable número de hojas.
- Cuenca (2016) al evaluar tres dosis de abono orgánico, los mejores resultados obtenidos en altura de planta al final del estudio fue para el tratamiento ORG 3 (N 212, P 106 y K 50 Kg/ha/año) incrementando la altura del cultivo a lo largo del año del estudio de 73.54 cm a 130.27 cm., para el ancho de copa así mismo el tratamiento ORG 3 fue estadísticamente superior al obtener promedios de 87.81 cm aumentando a 157.16 cm al final del estudio, el diámetro de tallo mantuvo la misma tendencia que la variables antes evaluadas con el tratamiento ORG 3 con valores que van de 8.37 cm a 19.41 cm.
- Por otra parte Capa (2015) al valorar el efecto de la fertilización orgánica y mineral obtuvo los mejores resultados el tratamiento MIN 3 para altura de planta con valores al inicio de 73.09 cm y al final 135.82 cm; así mismo para ancho de copa el tratamiento MIN 3 fue el mejor, con promedios de 91.74 cm a 169.27 cm; para la variable diámetro de tallo el tratamiento MIN 3 fue estadísticamente superior a los demás tratamientos con valores al inicio de 8.27 cm a 22.34 cm al final.
- La autora Holguín (2019) en su trabajo investigativo, que tuvo un tiempo de duración de seis meses y en el cual evaluó una mezcla de fertilizante orgánico y mineral alcanzó los siguientes resultados: para altura de planta el tratamiento consistente en yeso agrícola en dosis de 100g y 150g/planta + urea 25g obtuvieron los mejores promedios al final del estudio así como humus de lombriz 0.5kg/planta + urea 25g los cuales superaron a los otros tratamientos; los tratamientos que alcanzaron los mejores resultados en el diámetro del tallo fueron: humus de lombriz 1.0 kg y 1.5kg/planta + urea 25g y yeso agrícola 100g y 150g/planta + urea 25g/planta; la comparación de tratamientos para diámetro de copa y con los que se obtuvo una mejor respuesta fueron para: humus de lombriz 1.0g y 1.5g/planta + urea 25g, las dosis 1 y 2 de yeso agrícola 50g y 100g/planta + urea 25g, y micorriza 0.5g/planta + urea 25g.
- Así mismo Solano (2017) realizó un trabajo investigativo al valorar tres tipos de fertilización en plántulas de café de las variedades Caturra, Típica y Colombia en condiciones de vivero consiguiendo la siguiente respuesta fenológica; para altura de planta en la variedad Caturra fue para el tratamiento MIN-Sol (Mineral sólido) mostrando diferencia estadística

ante los otros tratamientos, para la variedad Típica la mejor respuesta fue para el tratamiento ORG (Tratamiento orgánico), y finalmente en la evaluación de la variedad Colombia los mejores tratamieintos fueron ORG y MIN-SOL.

- En el trabajo investigativo realizado por Espinoza et al. (2021) en el cual evaluaron crecimiento, desarrollo y concentración de macronutrientes en genotipos de café aplicando diferentes dosis de abonos orgánicos; la mayor altura de planta y diámetro de tallo la registró la variedad Ecorobusta. Por otra parte manifiestan que el uso de abono orgánico inhibe el crecimiento y desarrollo del cultivo de café. Además se encontró una correlación positiva entre altura de planta y diámetro de tallo entre las variedades NapoPayomino, Ecorobusta y Conilón.
- Los autores De La Cruz et al. (2020) estudiaron el efecto de abono orgánico acelerado en plántones de café, los tratamientos fueron T1 sin abono orgánico acelerado y T2 con abono orgánico acelerado reportando los siguientes resultados altura de planta 24.76 cm, diámetro de tallo 5.74 cm, ancho de hoja 5.42 mm; además en la hoja se encontró concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio.

9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

Ho: El plan de fertilización químico – orgánico aplicado al cultivo de café (*Coffea*) no tendrá buenos resultados agronómicos.

Ha: El plan de fertilización químico – orgánico aplicado al cultivo de café (*Coffea*) tendrá buenos resultados agronómicos.

10. METODOLOGÍA

10.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el Centro Experimental “Sacha Wiwa”, establecido en la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe Jatari Unancha, situado en la parroquia Guasaganda, cantón La Maná, provincia de Cotopaxi donde se procedió a la fertilización de un cultivo de café con seis clones diferentes el cual tuvo una duración de 100 días cuya ubicación geográfica es WGS 84 Latitud 0°48’00.0”S, Longitud 79°10’01.2”W, con una altitud de 500 msnm.

10.2. Condiciones agrometereológicas

En la tabla 2 se puede apreciar las condiciones climáticas presentadas en la zona de estudio.

Tabla 2: Condiciones agrometereológicas del centro Experimental Sacha Wiwa

Parámetros	Promedios
Altitud msnm	500 msnm
Temperatura media anual °C	24.00
Humedad relativa, %	88.00
Heliofanía, horas/luz/año	570.30
Precipitación, mm/año	2761.00
Topografía	Regular
Textura	Franco arcilloso

Fuente: Estación del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2013)

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

10.3. Materiales y equipo

En la tabla 3 se encuentran descritos los materiales y equipos utilizados en esta investigación.

Tabla 3: Materiales y equipo.

Materiales	Unidad	Cantidad
Machetes	Unidad	3
Análisis de suelo	Unidad	2
Análisis foliar	Unidad	2
Tijeras de podar	Unidad	2
NH ₄ NO ₃	Kilogramos	20.89
MgSO ₄ (granulado)	Kilogramos	4.75
KCl (mureato)	Kilogramos	7.33
DAP (NH ₄) ₂ HPO ₄	Kilogramos	2.30
Bioabor BBQ	Kilogramos	66.13
Cal dolomita	Kilogramos	5.22
Pie de rey	Unidad	1
Flexómetro	Unidad	2
Cinta métrica	Unidad	2
Gramera	Unidad	1

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

10.4. Factores bajo estudio

Los factores bajo estudio se describen en la siguiente tabla:

Tabla 4: Factores bajo estudio

Factor A Clones de Café	Factor B Fórmulas
Clon COF 06	Fórmula 100% fertilización sintética (210 g/planta)
Clon EET 375611	Fórmula 1000Kg/ha fertilización orgánica (402.50 g/planta)
Clon COF 01	Fórmula 1500Kg/ha fertilización orgánica (502.50 g/planta)
Clon NP 2024	Fórmula 2000Kg/ha fertilización orgánica (611.26 g/planta)
Clon COF 02	
Clon NP 3051	

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

10.5. Tratamientos

De la unión de los factores se obtuvo los tratamientos que se describen en la siguiente tabla.

Tabla 5: Tratamientos

Tratamientos	Códigos	Descripción
T1	A1C1	Fórmula 100% fertilización sintética + Clon COF 06
T2	A1C2	Fórmula 100% fertilización sintética + Clon EET 375611
T3	A1C3	Fórmula 100% fertilización sintética + Clon COF 01
T4	A1C4	Fórmula 100% fertilización sintética + Clon NP 2024
T5	A1C5	Fórmula 100% fertilización sintética + Clon COF 02
T6	A1C6	Fórmula 100% fertilización sintética + Clon NP 3051
T7	A1C1	Fórmula 1000Kg/ha fertilización orgánica + Clon COF 06
T8	A1C2	Fórmula 1000Kg/ha fertilización orgánica + Clon EET 375611
T9	A1C3	Fórmula 1000Kg/ha fertilización orgánica + Clon COF 01
T10	A1C4	Fórmula 1000Kg/ha fertilización orgánica + Clon NP 2024
T11	A1C5	Fórmula 1000Kg/ha fertilización orgánica + Clon COF 02
T12	A1C6	Fórmula 1000Kg/ha fertilización orgánica + Clon NP 3051
T13	A1C1	Fórmula 1500Kg/ha fertilización orgánica + Clon COF 06
T14	A1C2	Fórmula 1500Kg/ha fertilización orgánica + Clon EET 375611
T15	A1C3	Fórmula 1500Kg/ha fertilización orgánica + Clon COF 01
T16	A1C4	Fórmula 1500Kg/ha fertilización orgánica + Clon NP 2024
T17	A1C5	Fórmula 1500Kg/ha fertilización orgánica + Clon COF 02
T18	A1C6	Fórmula 1500Kg/ha fertilización orgánica + Clon NP 3051
T19	A1C1	Fórmula 2000Kg/ha fertilización orgánica + Clon COF 06
T20	A1C2	Fórmula 2000Kg/ha fertilización orgánica + Clon EET 375611
T21	A1C3	Fórmula 2000Kg/ha fertilización orgánica + Clon COF 01
T22	A1C4	Fórmula 2000Kg/ha fertilización orgánica + Clon NP 2024
T23	A1C5	Fórmula 2000Kg/ha fertilización orgánica + Clon COF 02
T24	A1C6	Fórmula 2000Kg/ha fertilización orgánica + Clon NP 3051

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

10.6. Esquema del experimento

La investigación se distribuyó de la siguiente forma: un total de 24 tratamientos, 5 repeticiones y 1 unidad experimental por tratamiento dando un total de 120 plantas evaluadas, las que se detallan a continuación.

Tabla 6: Esquema del experimento

Tratamientos	Repeticiones	U.E.	Total
T1 Fórmula 100% fertilización sintética + Clon COF 06	5	1	5
T2 Fórmula 100% fertilización sintética + Clon EET 375611	5	1	5
T3 Fórmula 100% fertilización sintética + Clon COF 01	5	1	5
T4 Fórmula 100% fertilización sintética + Clon NP 2024	5	1	5
T5 Fórmula 100% fertilización sintética + Clon COF 02	5	1	5
T6 Fórmula 100% fertilización sintética + Clon NP 3051	5	1	5
T7 Fórmula 1000Kg/ha fertilización orgánica + Clon COF 06	5	1	5
T8 Fórmula 1000Kg/ha fertilización orgánica + Clon EET 375611	5	1	5
T9 Fórmula 1000Kg/ha fertilización orgánica + Clon COF 01	5	1	5
T10 Fórmula 1000Kg/ha fertilización orgánica + Clon NP 2024	5	1	5
T11 Fórmula 1000Kg/ha fertilización orgánica + Clon COF 02	5	1	5
T12 Fórmula 1000Kg/ha fertilización orgánica + Clon NP 3051	5	1	5
T13 Fórmula 1500Kg/ha fertilización orgánica + Clon COF 06	5	1	5
T14 Fórmula 1500Kg/ha fertilización orgánica + Clon EET 375611	5	1	5
T15 Fórmula 1500Kg/ha fertilización orgánica + Clon COF 01	5	1	5
T16 Fórmula 1500Kg/ha fertilización orgánica + Clon NP 2024	5	1	5
T17 Fórmula 1500Kg/ha fertilización orgánica + Clon COF 02	5	1	5
T18 Fórmula 1500Kg/ha fertilización orgánica + Clon NP 3051	5	1	5
T19 Fórmula 2000Kg/ha fertilización orgánica + Clon COF 06	5	1	5
T20 Fórmula 2000Kg/ha fertilización orgánica + Clon EET 375611	5	1	5
T21 Fórmula 2000Kg/ha fertilización orgánica + Clon COF 01	5	1	5
T22 Fórmula 2000Kg/ha fertilización orgánica + Clon NP 2024	5	1	5
T23 Fórmula 2000Kg/ha fertilización orgánica + Clon COF 02	5	1	5
T24 Fórmula 2000Kg/ha fertilización orgánica + Clon NP 3051	5	1	5
Total			120

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

10.7. Diseño experimental

El diseño experimental manejado en esta investigación fue un Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) con un total de 24 tratamientos que resultaron de la unión del factor a= seis clones de café y el factor b= cuatro fórmulas de fertilización.

Tabla 7: Análisis de varianza

Fuente de Variación	Grados de Libertad	
Repeticiones	(r-1)	4
Tratamientos	(t-1)	23
Factor A	a-1	5
Factor B	b-1	3
Interacción A x B	(a-1) (b-1)	15
Error experimental	(r-1) (t-1)	92
Total	(r.t-1)	119

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

10.8. Variables evaluadas

10.8.1. Altura de planta (cm)

La altura de planta se registró cada 15 días a partir de la base del suelo hasta el ápice más alto de la planta con la ayuda de un flexómetro y se registró en centímetros.

10.8.2. Diámetro de tallo (cm)

Durante el transcurso de la investigación se procedió a medir el diámetro del tallo de cada una de las unidades experimentales con la ayuda de un calibrador y se registró en centímetros, los datos se tomaron cada 15 días.

10.8.3. Circunferencia foliar (cm)

Con la ayuda de una cinta métrica se procedió a medir la circunferencia foliar y verificar el desarrollo de la planta, los datos se expresaron en centímetros.

10.8.4. Análisis foliar

Se procedió a recolectar la parte aérea de las plantas de café tanto al final de la investigación, y se enviaron a los Laboratorios AGROLAB para ver conocer el estado de los macro y micronutrientes en el cultivo de café.

10.8.5. Manejo de la investigación

Para dar inicio con la investigación se procedió a realizar el reconocimiento del lugar donde estaba establecido el cultivo de café, y posteriormente a la identificación de los clones de café que se iban a someter al estudio.

En segundo lugar se procedió a efectuarse las labores culturales correspondientes para que las plantas queden libres de plantas arvenses, se realizó un análisis de suelo al inicio para conocer la disponibilidad de los nutrientes en el suelo y de esta manera realizar el estudio de las necesidades nutricionales del cultivo. Posteriormente se elaboraron las fórmulas que se iban a aplicar a cada clon y en consecuencia a cada una de las unidades experimentales. Se utilizó nitrato de amonio, sulfato de magnesio (granulado), cloruro de potasio (mureato), fosfato di amónico (DAP), bioabor (BBQ) y cal dolomita; dando como resultado cuatro fórmulas 100% convencional 210 g/planta, 1000 kg/ha fertilización orgánica 402.50 g/planta, 1500 kg/ha fertilización orgánica 502.50 g/planta y 2000 kg/ha fertilización orgánica 611.26 g/planta estas fórmulas fueron dosificadas en dos partes, en la tabla 8 se describe el porcentaje utilizados de los elementos descritos anteriormente y la dosificación utilizada en cada planta; se realizaron dos aplicaciones de fertilizantes con un lapso de tiempo de 15 días, las variables estudiadas fueron altura de planta (cm), diámetro de tallo (cm) y circunferencia foliar (cm), estos datos fueron tomados a los 15 día después de la primera fertilización y a los 30 y 45 días respectivamente. Finalizada la fertilización y la toma de datos de las plantas se realizó un análisis foliar con las muestras recolectadas de la parte aérea de las planta y se enviaron a los laboratorios AGROLAB para su posterior análisis.

Tabla 8: Descripción de las fórmulas aplicadas en esta investigación

Producto	100% Conv		1000 kg ha		1500 kg ha		2000 kg ha	
	%	Total kg	%	Total kg	%	Total kg	%	Total kg
Nitrato de amonio	42.00	6.74	20.00	6.02	15.00	4.42	11.00	3.71
Sulfato de Mg (granulado)	6.00	0.96	5.00	1.37	5.00	1.43	3.00	0.99
Cloruro de K (mureato)	17.00	2.70	7.00	2.01	5.00	1.43	4.00	1.19
DAP (Fosfato di amonico)	12.00	1.93	1.00	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00
Bioabor BBQ	0.00	0.00	62.00	18.25	75.00	21.38	82.00	26.50
Cal dolomita	24.00	3.85	5.00	1.37	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	100.00	16.17	100.00	29.38	100.00	28.64	100.00	32.40
Aplicación g /planta		210.00		402.50		502.50		611.26

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11. RESULTADOS Y DISCUSIONES

11.1. Análisis de suelo inicial

Se realizó un análisis de suelo al inicio del experimento por cada lote existente (5 lotes) en el Centro Experimental Sacha Wiwa, para conocer las condiciones que presentaba el suelo del cultivo donde estaban establecidos los clones de café, los valores reportados del pH para los lotes 1, 3, 4 y 5 fueron medianamente ácido 5.90 - 5.80 - 5.60 - 5.60 y para el lote 2 fue ácido 5.40; mientras que la materia orgánica para los cinco lotes fue medio 4.00% – 4.60% – 4.60% – 3.80% y 3.50%.

Una de las limitantes presentadas para el desarrollo y producción del cultivo de café es la acidez del suelo, además Cenicafé (2016) aclara que las concentraciones de aluminio- Al^{3+} y manganeso- Mn^{2+} solubles en los suelos ácidos pueden adquirir niveles que suelen resultar tóxicos para las plantas, además de alterar las actividades de las poblaciones de microorganismos existentes que actúan en la mineralización de la materia orgánica y transformar el nitrógeno y el azufre, por otra parte el fósforo se ve reducido al crear compuestos insolubles con el hierro-Fe y Al^{3+} y de esta manera deja de estar disponible en las plantas.

Tabla 9: Análisis de suelo del cultivo de café en el Centro Experimental Sacha Wiwa

Descripción	Valores por variedades				
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5
pH	5.90 Me Ac	5.40 Ac RC	5.80 Me Ac	5.60 Me Ac	5.60 Me Ac
Materia orgánica %	4.00 Medio	4.60 Medio	4.60 Medio	3.80 Medio	3.50 Medio
NH ₄ ppm	12.00 Bajo	19.00 Bajo	17.00 Bajo	14.00 Bajo	13.00 Bajo
P ppm	6.00 Bajo	6.00 Bajo	5.00 Bajo	7.00 Bajo	4.00 Bajo
K meq/100ml	0.18 Bajo	0.17 Bajo	0.15 Bajo	0.14 Bajo	0.18 Bajo
Ca meq/100ml	3.00 Bajo	3.00 Bajo	4.00 Medio	3.00 Bajo	3.00 Bajo
Mg meq/100ml	0.90 Bajo	0.80 Bajo	1.00 Bajo	0.90 Bajo	0.90 Bajo
S ppm	19.00 Medio	15.00 Medio	11.00 Medio	14.00 Medio	14.00 Medio
Zn ppm	0.60 Bajo	0.50 Bajo	0.40 Bajo	0.30 Bajo	0.10 Bajo
Cu ppm	11.20 Alto	9.80 Alto	9.70 Alto	10.20 Alto	10.20 Alto
Fe ppm	374.00 Alto	385.00 Alto	375.00 Alto	339.00 Alto	336.00 Alto
Mn ppm	2.00 Bajo	2.20 Bajo	1.80 Bajo	2.00 Bajo	2.00 Bajo
B ppm	0.38 Bajo	0.38 Bajo	0.39 Bajo	0.34 Bajo	0.47 Bajo
Ca/Mg	3.30	3.70	4.00	3.30	3.30
Mg/K	5.00	4.71	6.67	6.43	5.00
Ca+Mg/K	21.67	22.35	33.33	27.86	21.67
Textura %					
Arena	48.00	52.00	58,00	48,00	48.00
Limo	48.00	44.00	40,00	48,00	48.00
Arcilla	4.00	4.00	2,00	4,00	4.00
Clase Textural	Franco	Franco-Arenoso	Franco-Arenoso	Franco	Franco

Fuente: Laboratorio de Suelos, Tejidos Vegetales y Aguas INIAP -Pichilingue 2021

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11.2. Clon COF-06

11.2.1. Variables morfológicas

11.2.1.1. Altura de planta (cm)

Las fórmulas aplicadas en todas sus dosis no tuvieron diferencias significativas entre sí, los promedios de altura que más destacaron a los 15, 30 y 45 días fueron los de la fórmula 1000 kg/ha de fertilización orgánica (402.50 g/planta), con los siguientes valores 129.00 cm, 131.00 cm y 135.00 cm respectivamente. Al evaluar el efecto de la fertilización mineral y orgánica-mineral Sancho et al. (2019) obtuvieron los mejores resultados en altura de planta con los tratamientos 100% mineral y la combinación mineral con lombricompost obteniendo los siguientes promedios 144 cm y 148 cm.

Tabla 10: Altura de planta del Clon de café COF-06

Fertilización	Altura de planta (cm)		
	15 Días	30 Días	45 Días
100% Convencional	112.40 a	115.60 a	122.80 a
1000 kg/ha fertilización orgánica	129.00 a	131.40 a	135.40 a
1500 kg/ha fertilización orgánica	121.20 a	124.40 a	128.00 a
2000 kg/ha fertilización orgánica	123.40 a	126.60 a	131.00 a
CV (%)	20.15	20.91	21.60
Promedio	121.50	124.50	129.30

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11.2.1.2. Circunferencia foliar (cm)

La fórmula 1000 kg/ha de fertilización orgánica (402 g/planta), fue la que presento un mejor incremento en la circunferencia foliar entre los 30 días y 45 días con promedios de 400.00 cm y 500.00 cm. Estos resultados no coinciden con los expresados por Holguín (2019), que evaluó el comportamiento morfológico del café y obtuvo el mejor resultado la mezcla de humus de lombriz 1.0 kg/planta + urea 25 gr con un promedio de 806.60 cm para circunferencia de copa.

Tabla 11: Circunferencia foliar del Clon de café COF-06

Fertilización	Circunferencia foliar (cm)		
	15 Días	30 Días	45 Días
100% Convencional	362.80 a	396.00 a	447.00 a
1000 kg/ha fertilización orgánica	379.60 a	400.00 a	500.40 a
1500 kg/ha fertilización orgánica	388.20 a	405.20 a	498.80 a
2000 kg/ha fertilización orgánica	381.80 a	417.80 a	499.20 a
CV (%)	8.07	13.78	11.78
Promedio	377.85	404.75	486.35

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11.2.1.3. Diámetro de tallo (cm)

Al evaluar el diámetro de tallo el mayor incremento se obtuvo con la fórmula 2000 kg/ha de fertilización orgánica (611.26 g/planta), 3.84 cm (15 días), 4.02 cm (30 días) y 4.52 cm (45 días). Arguellez (2017) al evaluar el efecto de la fertilización mineral y orgánica en plantas de café injertadas y en siembra directa no obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos aplicados.

Tabla 12: Diámetro de tallo del Clon de café COF-06

Fertilización	Diámetro de tallo (cm)		
	15 Días	30 Días	45 Días
100% Convencional	3.48 a	3.65 a	3.78 a
1000 kg/ha fertilización orgánica	3.63 a	3.85 a	4.00 a
1500 kg/ha fertilización orgánica	3.80 a	4.02 a	4.26 a
2000 kg/ha fertilización orgánica	3.84 a	4.02 a	4.52 a
CV (%)	11.09	10.80	12.74
Promedio	3.69	3.89	4.14

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11.3. Clon COF-01

11.3.1. Variables morfológicas

11.3.1.1. Altura de planta (cm)

Podemos observar en la tabla 12 que la mayor altura de planta se registró con la fórmula 1500 kg/ha de fertilización orgánica (502.50 kg/planta), 127.20 cm (15 días), 131.00 cm (30 días) y 148.00 cm (45 días). Mosquera y otros (2016) evaluaron fertilizantes convencionales y combinaciones de minerales-orgánicos no obtuvo diferencias significativas entre tratamientos mientras que la mezcla de lombricomposto indujo de manera positiva al evaluar altura de plantas al momento del trasplante 53.5 cm.

Tabla 13: Altura de planta del Clon de café COF-01

Fertilización	Altura de planta (cm)		
	15 Días	30 Días	45 Días
100% Convencional	100.75 a	104.75 a	108.50 b
1000 kg/ha fertilización orgánica	121.60 a	125.40 a	129.00 ab
1500 kg/ha fertilización orgánica	127.20 a	131.00 a	148.60 a
2000 kg/ha fertilización orgánica	113.80 a	118.80 a	123.00 ab
CV (%)	16.61	15.99	15.25
Promedio	116.63	120.79	128.26

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11.3.1.2. Circunferencia foliar (cm)

La fórmula 1000 kg/ha de fertilización orgánica (402.50 kg/planta), presentó la mejor respuesta en circunferencia foliar 374.40 cm (15 días), 395.00 cm (30 días) y 453.80 cm (45 días). En la investigación realizada por Capa (2015) el mejor tratamiento arrojó que el mejor resultado en ancho de copa fue el MIN 3 169 cm.

Tabla 14: Circunferencia foliar del Clon de café COF-01

Fertilización	Circunferencia foliar (cm)		
	15 Días	30 Días	45 días
100% Convencional	284.25 a	311.25 a	340.00 a
1000 kg/ha fertilización orgánica	374.40 a	395.80 a	453.80 a
1500 kg/ha fertilización orgánica	383.60 a	406.00 a	450.80 a
2000 kg/ha fertilización orgánica	353.00 a	377.20 a	429.00 a
CV (%)	23.34	21.39	20.79
Promedio	352.21	375.79	422.53

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11.3.1.3. Diámetro foliar (cm)

Entre las fórmulas en estudio para diámetro de tallo la fórmula 100% convencional (210.00 kg/planta), fue la mejor con promedios 3.63 cm, 3.70 cm y 4.05 cm a los 15, 30 y 45 días respectivamente. Capa (2015) obtuvo el mayor promedio en diámetro de tallo 22.34 cm con el tratamiento MIN 3.

Tabla 15: Diámetro de tallo del Clon de café COF-01

Fertilización	Diámetro de tallo (cm)		
	15 Días	30 Días	45 Días
100% Convencional	3.63 a	3.70 a	4.05 a
1000 kg/ha fertilización orgánica	3.46 a	3.62 a	3.76 a
1500 kg/ha fertilización orgánica	3.14 a	3.22 a	3.48 a
2000 kg/ha fertilización orgánica	3.40 a	3.46 a	3.80 a
CV (%)	18.02	18.11	17.77
Promedio	3.39	3.49	3.76

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11.4. Clon NP-2024

11.4.1. Variables morfológicas

11.4.1.1. Altura de planta (cm)

En la tabla que se muestra a continuación se puede observar que la fórmula 2000 kg/ha (611.26 g/planta), arrojó los mejores resultados para altura de planta superando a las demás fórmulas 136.00 cm (15 días), 140.20 cm (30 días) y 157.20 cm (45 días). Tres dosis de fertilizantes orgánicos evaluó Cuenca (2016) y la mejor respuesta en altura de planta fue el tratamiento ORG3 con un promedio de 59.44 cm.

Tabla 16: Altura de planta del Clon de café NP-2024

Fertilización	Altura de planta (cm)		
	15 Días	30 Días	45 Días
100% Convencional	118.60 a	122.60 a	128.20 ab
1000 kg/ha fertilización orgánica	105.80 a	112.80 a	118.20 b
1500 kg/ha fertilización orgánica	117.60 a	121.80 a	125.20 ab
2000 kg/ha fertilización orgánica	136.00 a	140.20 a	157.20 a
CV (%)	19.43	18.24	15.53
Promedio	119.50	124.35	132.20

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11.4.1.2. Circunferencia foliar (cm)

La circunferencia foliar mostró un mayor incremento con la fórmula 2000 kg/ha de fertilización orgánica (611.26 g/planta), en las tres edades de evaluación 489.20 cm, 512.20 cm y 555.00 cm, 15, 30 y 45 días. Cuenca (2016) obtuvo un aumento mayor de ancho de copa con el tratamiento ORG3 – 157.16 cm siendo estadísticamente superior a los otros tratamientos en su trabajo de investigación.

Tabla 17: Circunferencia foliar del Clon de café NP-2024

Fertilización	Circunferencia foliar (cm)		
	15 Días	30 Días	45 Días
100% Convencional	368.40 a	395.00 a	442.20 a
1000 kg/ha fertilización orgánica	405.40 a	439.00 a	452.40 a
1500 kg/ha fertilización orgánica	460.00 a	465.40 a	508.60 a
2000 kg/ha fertilización orgánica	489.20 a	512.20 a	555.00 a
CV (%)	20.32	19.37	14.62
Promedio	430.75	452.90	489.55

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11.4.1.3. Diámetro de tallo (cm)

Al analizar los resultados de las cuatro fórmulas con respecto al diámetro de tallo podemos apreciar que la fórmula 2000 kg/ha de fertilización orgánica (611.26 g/planta), demostró tener mejor aceptación en el incremento del diámetro de tallo 3.60 cm, 3.78 cm y 3.92 cm. Para esta variable Cuenca (2016) registró dos tratamientos que le arrojaron los mejores promedios al finalizar su investigación en primer lugar fue el tratamiento ORG3 con 19.41 cm y en segundo lugar el tratamiento ORG2 con 18.18 cm.

Tabla 18: Diámetro de tallo del Clon de café NP-2024

Fertilización	Diámetro de tallo (cm)		
	15 Días	30 Días	45 Días
100% Convencional	3.24 a	3.44 a	3.60 a
1000 kg/ha fertilización orgánica	2.94 a	3.18 a	3.40 a
1500 kg/ha fertilización orgánica	2.88 a	3.04 a	3.28 a
2000 kg/ha fertilización orgánica	3.60 a	3.78 a	3.92 a
CV (%)	17.36	16.74	16.95
Promedio	3.17	3.36	3.55

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11.5. Clon COF-02

11.5.1. Variables morfológicas

11.5.1.1. Altura de planta (cm)

Las fórmulas 100% convencional (210.00 g/planta) y 1500 kg/ha de fertilización orgánica (502.50 kg/planta), ofrecieron un mejor resultado para altura de planta, aunque estadísticamente no son diferentes, los promedios fueron F1 105.40 cm, 109.00 cm y 124 cm; F3 107.00 cm, 111.00 cm y 115.40. Estos valores son superiores a los obtenidos por Brito (2020) al evaluar el Clon COF-02 con residuos de matadero 59.00 cm y humus 58.78 cm.

Tabla 19: Altura de planta del Clon de café COF-02

Fertilización	Altura de planta (cm)		
	15 Días	30 Días	45 Días
100% Convencional	105.40 a	109.00 a	124.00 a
1000 kg/ha fertilización orgánica	95.20 a	100.20 a	105.00 a
1500 kg/ha fertilización orgánica	107.00 a	111.00 a	115.40 a
2000 kg/ha fertilización orgánica	96.80 a	101.40 a	107.00 a
CV (%)	14.73	13.63	15.23
Promedio	101.10	105.40	112.85

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11.5.1.2. Circunferencia foliar

Las fórmulas 100% convencional (210.00 g/planta) y 1500 kg/ha de fertilización orgánica (502.50 kg/planta), a los 45 días demuestran haber obtenido un mayor incremento F1 535.40 cm y F3 559.60 cm. El autor Cuenca (2016) reportó valores inferiores para circunferencia foliar 157.16 cm en su trabajo investigativo.

Tabla 20: Circunferencia foliar del Clon de café COF-02

Fertilización	Circunferencia foliar (cm)		
	15 Días	30 Días	45 Días
100% Convencional	476.60 a	497.20 a	535.40 a
1000 kg/ha fertilización orgánica	417.80 a	426.40 a	480.20 a
1500 kg/ha fertilización orgánica	502.00 a	522.00 a	559.60 a
2000 kg/ha fertilización orgánica	357.80 a	391.00 a	431.60 a
CV (%)	23.70	21.53	18.82
Promedio	438.55	459.15	501.70

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11.5.1.3. Diámetro de tallo (cm)

Al evaluar el diámetro de tallo en el clon COF-02 las fórmulas 100% convencional (210.00 g/planta), con promedios de 3.48 cm, 3.66 cm y 3.84 cm y 1500 kg/ha de fertilización orgánica (502.50 kg/planta), con los siguientes valores 3.52 cm, 3.70 cm y 3.94 cm a los 15, 30 y 45 días respectivamente. Estos resultados concuerdan a los presentados por Arguellez (2017) que en su trabajo investigativo en nutrición orgánica y mineral en plantas de café no presento resultados relevantes a los tratamientos aplicados.

Tabla 21: Diámetro de tallo del Clon de café COF-02

Fertilización	Diámetro de tallo (cm)		
	15 Días	30 Días	45 Días
100% Convencional	3.48 a	3.66 a	3.84 a
1000 kg/ha fertilización orgánica	3.16 a	3.30 a	3.48 a
1500 kg/ha fertilización orgánica	3.52 a	3.70 a	3.94 a
2000 kg/ha fertilización orgánica	3.28 a	3.44 a	3.64 a
CV (%)	20.83	19.27	17.33
Promedio	3.36	3.53	3.73

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11.6. Clon NP-3051

11.6.1. Variables morfológicas

11.6.1.1. Altura de planta (cm)

Los tratamientos aplicados al Clon NP-3051 al evaluar altura de planta no mostraron diferencias significativas. Los resultados descritos por Arguellez (2017) en plantas injertadas de café y en siembra directa no fueron estadísticamente diferentes, con las dosis de fertilizante mineral.

Tabla 22: Altura de planta del Clon de café NP-3051

Fertilización	Altura de planta (cm)		
	15 Días	30 Días	45 Días
100% Convencional	92.80 a	97.20 a	103.00 a
1000 kg/ha fertilización orgánica	94.40 a	99.60 a	104.40 a
1500 kg/ha fertilización orgánica	94.80 a	99.40 a	104.80 a
2000 kg/ha fertilización orgánica	93.00 a	99.00 a	104.50 a
CV (%)	21.31	19.71	18.27
Promedio	93.79	98.79	104.16

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11.6.1.2. Circunferencia foliar (cm)

El mejor resultado para circunferencia foliar lo mostró la fórmula 1500 kg/ha (502.50 kg/planta), con 375.60 cm (15días), 402.40 cm (30 días) y 434.60 cm (45 días). Estos resultados difieren a los obtenidos por Albarrecín (2020) al evaluar 4 dosis de biofertilizantes en el clon de café NP-3051 alcanzando el siguiente promedio final 91.83 cm.

Tabla 23: Circunferencia foliar del Clon de café NP-3051

Fertilización	Circunferencia foliar (cm)		
	15 Días	30 Días	45 Días
100% Convencional	306.40 a	335.60 a	369.00 a
1000 kg/ha fertilización orgánica	337.40 a	370.60 a	404.40 a
1500 kg/ha fertilización orgánica	375.60 a	402.40 a	434.60 a
2000 kg/ha fertilización orgánica	274.50 a	307.50 a	251.00 a
CV (%)	24.32	21.69	28.64
Promedio	326.05	356.47	370.74

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11.6.1.3. Diámetro de tallo

La fórmula 100% convencional (210.00 kg/planta), obtuvo promedios altos en comparación a los otros tratamientos, con valores de 2.80 cm, 3.00 cm y 3.24 cm para diámetro de tallo. Los resultados presentados por Albarracín (2020) en su proyecto al evaluar el diámetro de tallo del clon NP-3051 fueron inferiores 1.43 cm.

Tabla 24: Diámetro de tallo del Clon de café NP-3051

Fertilización	Diámetro de tallo (cm)		
	15 Días	30 Días	45 Días
100% Convencional	2.80 a	3.00 a	3.24 a
1000 kg/ha fertilización orgánica	2.48 a	2.76 a	3.02 a
1500 kg/ha fertilización orgánica	2.16 a	2.48 a	2.70 a
2000 kg/ha fertilización orgánica	2.05 a	2.33 a	2.45 a
CV (%)	23.25	22.21	21.28
Promedio	2.39	2.66	2.87

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11.7. Clon EET-375611

11.7.1. Variables morfológicas

11.7.1.1. Altura de planta (cm)

La fórmula 2000 kg/ha de fertilización orgánica (611.26 kg/planta), alcanzó los mejores promedios para altura de planta 137.00 cm, 140.00 cm y 149.00cm. En su trabajo investigativo Brito (2020) evaluó altura de planta del clon EET-375611 registró promedios inferiores 62.02 cm y 60.86 cm.

Tabla 25: Altura de planta del Clon de café EET-375611

Fertilización	Altura de planta (cm)		
	15 Días	30 Días	45 Días
100% Convencional	114.33 a	116.33 a	117.00 a
1000 kg/ha fertilización orgánica	120.33 a	123.67 a	131.00 a
1500 kg/ha fertilización orgánica	104.50 a	108.50 a	112.50 a
2000 kg/ha fertilización orgánica	137.00 a	140.00 a	149.00 a
CV (%)	18.69	18.00	18.22
Promedio	118.70	121.70	126.70

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11.7.1.2. Circunferencia foliar

La fórmula 2000 kg/ha de fertilización orgánica (611.26 kg/planta), obtuvo resultados con diferencia significativa frente a las otras fórmulas aplicadas obteniendo los siguientes valores 462.50 cm, 427.30 cm y 535,00 para circunferencia foliar. Estos valores fueron superiores a los que consiguió Brito (2020) al evaluar abonos orgánicos en el clon EET-375611, 71.04 cm residuos de matadero y 73.80 cm humus.

Tabla 26: Circunferencia foliar del Clon de café EET-375611

Fertilización	Circunferencia foliar (cm)		
	15 Días	30 Días	45 Días
100% Convencional	374.00 a	308.00 ab	419.67 ab
1000 kg/ha fertilización orgánica	420.00 a	380.00 ab	447.00 ab
1500 kg/ha fertilización orgánica	300.00 a	260.00 b	384.00 b
2000 kg/ha fertilización orgánica	462.50 a	427.50 a	535.00 a
CV (%)	13.60	14.79	10.48
Promedio	390.70	343.90	443.80

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11.7.1.3. Diámetro de tallo (cm)

La fórmula 2000 kg/ha de fertilización orgánica (611.26 kg/planta), fue estadísticamente superior en comparación a las otras fórmulas aplicadas logrando los siguientes valores 3.90 cm, 4.10 cm y 4.40 cm. Brito (2020) en su trabajo investigativo reporto promedios menores en el clon EET-375611 al evaluar diámetro de tallo 1.40 cm y 1.49 cm.

Tabla 27: Diámetro de tallo del Clon de café EET-375611

Fertilización	Diámetro de tallo (cm)		
	15 Días	30 Días	45 Días
100% Convencional	2.80 b	2.97 a	3.17 b
1000 kg/ha fertilización orgánica	3.17 ab	3.40 a	3.57 ab
1500 kg/ha fertilización orgánica	3.15 ab	3.40 a	3.70 ab
2000 kg/ha fertilización orgánica	3.90 a	4.10 a	4.40 a
CV (%)	9.81	10.75	9.34
Promedio	3.20	3.41	3.64

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11.8. Análisis foliar

Para realizar el análisis foliar se tomó muestras de cada uno de los clones con sus respectivas formulas, se homogenizó las muestras y se enviaron al laboratorio de AGROLAB para su respectivo análisis.

Tabla 28: Análisis foliar de los Clones de café

Elementos	Variedades de café					
	COF-06	EET-375611	COF-01	NP-2024	COF-02	NP-3051
Nitrógeno (%)	3.47	2.74	2,87	2.66	3.38	2.93
Fósforo (%)	0.11	0.09	0,10	0.09	0.10	0.10
Potasio (%)	1.63	1.53	1,57	1.41	1.70	1.63
Calcio (%)	0.48	0.42	0,53	0.53	0.57	0.53
Mg (%)	0.26	0.22	0,21	0.22	0.21	0.23
Azufre (%)	0.12	0.11	0,10	0.10	0.11	0.10
Cobre (ppm)	13.00	12.00	11,00	14.00	12.00	11.00
Boro (ppm)	24.26	23.92	60,83	44.42	32.80	24.70
Hierro (ppm)	117.00	94.00	55,00	46.00	38.00	40.00
Zinc (ppm)	5.00	5.00	5,00	6.00	6.00	5.00
Manganeso (ppm)	29.00	47.00	39,00	46.00	39.00	29.00

Fuente: Laboratorio AGROLAB (2021)

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

11.9. Análisis de costo

En la tabla 28 se muestra los costos por fórmulas aplicadas. Se puede observar que la fórmula 2000 kg/ha de fertilización orgánica tiene un costo de \$ 36.42 dólares americanos al ser la fórmula que mejores resultados presentó ante los clones en estudio la inversión es accesible para el bolsillo del caficultor, y la que menos costos obtuvo fue la fórmula 100% convencional con un valor de \$ 35.98 dólares americanos.

Tabla 29: Análisis de costo de las fórmulas aplicadas

Costos	Fórmulas de Fertilización			
	100% Convencional	1000 kg/ha FO	1500 kg/ha FO	2000 kg/ha FO
Material de campo	9.67	9.67	9.67	9.67
Mano de obra	20.00	20.00	20.00	20.00
Nitrato de amonio	3.03	2.71	1.99	1.67
Sulfato de Mg (granulado)	0.30	0.42	0.44	0.31
Cloruro de K (mureato)	1.16	0.86	0.61	0.51
DAP (Fosfato di amonico)	1.22	0.23	0.00	0.00
Bioabor BBQ	0.00	2.93	3.44	4.26
Cal dolomita	0.60	0.21	0.00	0.00
Total Costos	\$ 35.98	\$ 37.03	\$ 36.15	\$ 36.42

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

FO: Fertilización Orgánica

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

Impacto técnico.- Entre los impactos técnicos de esta investigación fue conocer la disposición de los macros y micro elementos disponibles en el suelo y elaborar las fórmulas con las dosis adecuadas para proporcionar los nutrientes necesarios a las plantas ayudándolas a que los asimilen con mayor facilidad.

El impacto social generado por esta investigación es el beneficio que los productores de café obtendrán al realizar un programa de fertilización enfocado en las necesidades nutricionales de los cultivos ayudando en su desarrollo.

Impacto ambiental.- Realizando un adecuado programa plan de fertilización no existe el riesgo de contaminar el medio ambiente, debido que no existen excesos de fertilizantes que puedan contaminar los ríos, lagunas, etc.

Impacto económico.- Dentro del impacto económico esta proporcionar a los agricultores los beneficios que obtendrán al realizar fertilizaciones focalizadas a la necesidad de los cultivos, obteniendo rentabilidad y disminuyendo los costos de producción.

13. PRESUPUESTO

El presupuesto para la realización de este proyecto se muestra en la tabla 29.

Tabla 30: Presupuesto del proyecto

Descripción	Cantidad	Unidad	Valor Unitario USD	Valor Total USD
Machetes-lima	2	Unidad	7.00	14.00
Calibrador	1	Unidad	5.00	5.00
Flexómetro	1	Unidad	5.00	5.00
Balanza	1	Unidad	20.00	20.00
Mano de obra	10	Jornales	15.00	150.00
Viáticos	20	Viajes	5.00	100.00
Análisis foliares	6	Análisis	30.00	180.00
Análisis de suelo	1	Análisis	30.00	30.00
Nitrato de amonio	1	Saco	22.50	22.50
Sulfato de Mg (granulado)	1	Saco	15.50	15.50
Cloruro de K (mureato)	1	Saco	20.25	20.25
DAP (Fosfato di amonico)	1	Saco	31.60	31.60
Bioabor BBQ	4	Saco	12.00	58.00
Cal dolomita	1	Unidad	7.80	7.80
Material de oficina	1	Unidad	2.50	250.00
Total				\$ 909.65

Elaborado por: Mera Ángel (2022)

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

- La fórmula 2000kg/ha presentó los mejores resultados en todas las variables evaluadas en los clones NP-2024 y EET-375611 con los mejores promedios tanto en altura de planta, circunferencia foliar, diámetro de tallo.
- El mejor promedio en altura de planta se dio en el T15 con la fórmula 1500 kg/ha (502.50 g/planta) en el clon COF-01; los mejores resultados en circunferencia foliar fueron para el clon COF-02 tratamiento T17 con la fórmula 1500 kg/ha (502.50 kg/planta), y para diámetro de tallo la fórmula que predominó los mejores promedios fue 2000kg/ha (611.26 kg/planta) en el clon EET-375611 tratamiento T20.
- El costo de la fórmula 2000 kg/ha de fertilización orgánica la que obtuvo mejores resultados fue de \$ 36.42, la segunda fórmula que obtuvo buenos resultados 1500

kg/ha el costo fue de \$ 36.15 y la de menor coste fue la fórmula 100% convencional con un valor de \$ 35.98 lo que nos indica que una fertilización focalizada según la necesidad nutricional de cada planta nos puede salir beneficioso al momento de fertilizar correctamente un cultivo.

14.2. Recomendaciones

- Realizar análisis de suelo tanto al inicio y al final de cada investigación que se desarrolle con el fin de conocer la concentración de los micro y macro elementos que se encuentran disponibles para el buen desarrollo de las plantas.
- Promover los clones NP-2024 y EET-375611 que fueron los que mejores resultados presentaron en esta investigación, en todas las variables evaluadas.
- Continuar con los planes de fertilización para alcanzar el máximo de beneficio de los cultivos.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar , C., Alvarado , I., Martínez, F., Galdámez, J., Gutiérrez, A., & Morales , J. (2016). Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en etapa de vivero. *Revista Siembra* 3 , 14 -15.
- Albarrecín, L. (2020). valuación de biofertilizantes líquidos en el desarrollo vegetativo del cultivo de café (*cOffea arábica*). LA Maná: Tesis de grado. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Andrade , A. (2017). Análisis y perspectivas de las empresas Ecuatorianas exportadoras de productos industrializados de café, período 2009-2015. Quito: Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Matriz.
- Arguellez, S. (2017). Nutrición orgánica y mineral de plantas de café (*Coffea* sp.). Montecillo: Tesis de grado. Colegio de Postgraduados.
- Arias, L. (2018). Propuesta de mejoramiento en el manejo del cultivo de café en el barrio Cango Viejo parroquia Mercadillo cantón Puyango. Loja: Tesis de grado. Universidad Nacional de Loja.
- Brito, M. (2020). Características morfométricas de seis clones de café con la aplicación de abonos orgánicos . La Maná: Tesis de grado. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Bustamante, C. (2014). Determinación de la compatibilidad genética en nueve materiales superiores de café robusta (*Coffea canephora* L.). Guayaquil: Tesis de grado. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Cabrera, G. (2019). Efecto de abonos orgánicos mejorados en la producción de *Coffea arabica* L. variedad Costa Rica 95 en Satipo. Satipo - Perú: Tesis de grado. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Canet , G., Soto , C., Ocampo, P., Rivera, J., Navarro, A., Guatemala, G., & Villanueva, S. (2016). La situación y tendencias de la producción de café en América Latina y el Caribe. San José . Costa Rica.
- Capa, E. (2015). Efecto de la fertilización orgánica y mineral en las propiedades del suelo, la emisión de los principales gases de efecto invernadero y en las diferentes fases fenológicas del cultivo de café (*Coffea arabica* L.). Madrid: Tesis de grado. Universidad Politécnica de Madrid.

- Cenicafé. (Abril de 2016). La acidez del suelo, una limitante común para la producción de café. Obtenido de <https://www.cenicafe.org/es/publications/AVT0466.pdf>
- Chiriboga, M. (2019). La producción de café en el Ecuador y su importancia en las exportaciones. Período 2014 - 2017. Guayaquil: Tesis de grado. Universidad de Guayaquil.
- Cuenca, D. (2016). Estudio de la fertilización orgánica sobre algunas propiedades químicas del suelo y el desarrollo fenológico del cultivo de café. Loja: Tesis de grado. Universidad Técnica Particular de Loja.
- De La Cruz , R., Reynoso , A., Adama , E., & Pocomucha, V. (2020). Efecto del abono orgánico acelerado en plántones de café (*Coffea arabica* L.) . Revista Anales Científicos 81 (2), 378-381.
- Duicela , L., Corral, G., & Chilán, W. (2016). Selección de “Cabeas de clon” en café robusta (*Coffea canephora*) en el trópico seco, Ecuador. Revista ESPAMCIENCIA, 24.
- Espinoza, A., Vásquez, G., Tapia, C., & Duicela , L. (2021). Crecimiento, desarrollo y concentración de macronutrientes en genotipos de café (*coffea robusta*P.) con diferentes dosis de abono orgánico. Ciencia Latina 5 (6), 5-9.
- Figuerola, E., Pérez, F., & Godínez, L. (2015). La producción y el consumo del café. México: ECORFAN.
- Forumcafé. (2020). El café en Ecuador. Obtenido de <https://www.revistaforumcafe.com/el-cafe-en-ecuador>
- Holguín, G. (2019). Comportamiento morfológico del café (*Coffea arábica* L.) sarchimor 4260 en etapa de crecimiento con fertilizantes químicos y orgánicos. Jipijapa: Tesis de grado. Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- ICAFE. (2011). Guía Técnica para el Cultivo de Café. Costa Rica: Editorial Barva-Heredia.
- IICA. (2019). Manual de producción sostenible de café en la República Dominicana. República Dominicana: Editorial Inexus Printing.
- Mosquera, A., Melo, M., Quiroga, C., Avendaño, D., Barahona, M., Galindo , F., . . . Sosa, D. (2016). Evaluación de fertilización orgánica en cafeto (*Coffea arabica*) con pequeños productores de Santander, Colombia. Revista Temas Agrarios 21(1), 95-96.

- Mycsainc. (14 de Octubre de 2019). La problemática de los fertilizantes sintéticos. Obtenido de <https://mycsainc.com/newsletter/blog/2021/04/29/la-problematica-de-los-fertilizantes-sinteticos-fertilizantes-organicos-y-biofertilizantes-como-alternativa/>
- Parsons, A. (7 de Febrero de 2022). Zamnesia. Obtenido de <https://www.zamnesia.es/blog-diferencia-fertilizantes-sinteticos-vs-naturales-n537>
- Romero , J., & Suárez , N. (2018). Análisis del manejo de praderas y uso de fertilizantes en producciones bovinas doble propósito del Municipio Combita departamento de Boyacá. Boyacá: Tesis de grado. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Romero, L. (2017). Manejo para la producción agroecológica del cultivo de café (*Coffea arabica* L) en el sector San Pedro, centro poblado menor de Cesara, distrito de Namballe del Perú. Loja: Tesis de grado. Universidad Nacional de Loja.
- Sancho, E., Espinoza, D., & Aguirre, D. (2019). El efecto de la fertilización mineral, orgánica y mineral-orgánica sobre las características agroproductivas en plantas de café y de la calidad de taza. *Revista Universidad en diálogo* 9 (2), 179.
- Santiana, G. (2013). Proyecto de factibilidad para creación de una microempresa dedicada a la producción y comercialización de café molido Lojano en la ciudad de Quito. Quito: Trabajo de tesis. Universidad Politécnica Salesiana.
- Solano, W. (2017). Efecto de la fertilización mineral, orgánica y foliar en la fenología del cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en vivero y con diferentes variedades. Loja: Tesis de grado. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Tarupí, J. (2011). Proyecto de factibilidad para la exportación de café Arábigo desde Guayaquil Ecuador hacia Santiago de Chile en el periodo de 2010 - 2019. Quito: Tesis de grado. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- UNAM. (2022). El mercado Internacional de café . Obtenido de <http://www.economia.unam.mx/secss/docs/tesisfe/gchmf/tesis.pdf>
- Valarezo, N. (2020). Evaluación del porcentaje de germinación de cinco cultivares de café (*Coffea Arábica* L.) empleando cuatro tratamientos en vivero . Machala: Tesis de grado. Universidad Técnica de Machala.

Viguera, B., Martínez, M., Donatti, C., Harvey, C., & Alpízar, F. (2017). Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación. Turrialba: Editorial Bolaños.

16. ANEXOS

Anexo 1. Contrato de Cesión de Derechos

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte, Mera Cedeño Ángel Fernando identificado con C.C. N° 125015464-6 de estado civil soltero y con domicilio en Valencia, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y de otra parte, el Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**Respuesta agronómica a un plan de fertilización del cultivo de café (*Coffea*) en el sector Sacha Wiwa, parroquia Guasaganda, cantón La Maná**” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. - Octubre_2016 – Abril_2022

Aprobación HCA. -

Tutor. - Ing. MSc. Cristian Santiago Tapia Ramirez

Tema. - “**Respuesta agronómica a un plan de fertilización del cultivo de café (*Coffea*) en el sector Sacha Wiwa, parroquia Guasaganda, cantón La Maná**”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir.

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación a territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SEPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 24 días del mes de enero del 2022.

Angel Mera
Mera Cedeño Ángel Fernando
EL CEDENTE

Ph.D. Tinajero Jiménez Cristian Fabricio
EL CESIONARIO

Anexo 2. Análisis del anti plagio**Document Information****Analyzed document** Angel Mera - Para pasar por urkund.docx (D132960733)**Submitted** 2022-04-07T18:39:00.0000000**Submitted by****Submitter email** kleber.espinosa@utc.edu.ec**Similarity** 7%**Analysis address** kleber.espinosa.utc@analysis.unkund.com

Anexo 3. Aval de Traducción***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“RESPUESTA AGRONÓMICA A UN PLAN DE FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea*) EN EL SECTOR SACHA WIWA, PARROQUIA GUASAGANDA, CANTÓN LA MANÁ”** presentado por: **Ángel Fernando Mera Cedeño**, egresado de la Carrera de: Agronomía, perteneciente a la **Facultad de Caren**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, 06 Abril del 2022

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

WENDY
ELIZABETH NUÑEZ
MOREIRA

Mg. Wendy Núñez Moreira
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0925025041

Anexo 4. Hoja de vida del docente**CRISTIAN SANTIAGO TAPIA RAMÍREZ****INFORMACION PERSONAL**

Fecha de nacimiento: 25 de marzo de 1984
Celular: 0995544478.
E-mail: cristian.tapia4416@utc.edu.ec

INSTRUCCIÓN FORMAL**MAESTRÍA EN RIEGO Y DRENAJE.**

Fecha: Junio 2017

Lugar: Universidad Agraria, Guayaquil (Ecuador)

Título de Tesis: Estudio para la tecnificación de un sistema de riego por goteo para 60 hectáreas.

INGENIERO AGRÓNOMO.

Fecha: Octubre 2009

Lugar: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba (Ecuador).

Título Tesis: “Establecimiento de una red de monitoreo participativo de caudales en los afluentes de la microcuenca alta del Rio Guargualla para conocer la Oferta Hídrica”.

BACHILLER EN FÍSICA Y MATEMÁTICAS.

Fecha: Julio 2002.

Lugar: Colegio Particular Técnico Industrial “Hermano Miguel”. Latacunga (Ecuador).

EXPERIENCIA PROFESIONAL

Octubre 2018 – Septiembre 2020.

Cargo: Docente Tiempo Completo

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Actividades Desempeñadas:

- Docente de la Carrera de Ingeniería Agronómica en las Asignaturas de:
 - Riego y Drenaje.
 - Agrometeorología
 - Hidráulica
 - Topografía

Anexo 5: Hoja de vida del Egresado**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI****DATOS INFORMATIVOS PERSONAL ESTUDIANTE****DATOS PERSONALES****APELLIDOS:** MERA CEDEÑO**NOMBRES:** ÁNGEL FERNANDO**ESTADO CIVIL:** SOLTERO**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 125015464-6**NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES:** 0**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** 27-10-1995 BUENA FE**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** LA UNIÓN-VALENCIA-LOS RÍOS**TELÉFONO CELULAR:** 0939472522**EMAIL INSTITUCIONAL:** angel.mera4646@utc.edu.ec**TIPO DE DISCAPACIDAD:** NINGUNA**LICENCIA DE CONDUCIR:** TIPO "B"**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

NIVEL	TÍTULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO
BACHILLER	SERVICIO CONTABLE	2015-03-11

Anexo 6. Evidencias fotográficas

Foto 1. Labores culturales



Foto 2: Poda fitosanitaria



Foto 3: Preparación de fertilizante



Foto 4: Dosificación de fertilizantes



Anexo 7. Evidencias fotográficas

Foto 5: Fertilización del cultivo de café



Foto 6: Toma de datos de circunferencia foliar



Foto 7: Toma de datos de altura de planta



Foto 8: Toma de datos del diámetro de tall



Anexo 8. Análisis de suelo

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO						DATOS DE LA PROPIEDAD						PARA USO DEL LABORATORIO					
Nombre : SEGOVIA MARMOLEDO JEFFERSON						Nombre : S/N						Cultivo Actual : Frijol					
Dirección : VALENCIA / LOS RIOS						Provincia : Los Rios						N° de Reporte : 8134					
Ciudad : VALENCIA						Cantón : Valencia						Fecha de Muestreo : 27/03/2021					
Teléfono : 0994920505						Parroquia :						Fecha de Ingreso : 30/03/2021					
Fax :						Ubicación :						Fecha de Salida : 09/04/2021					

N° Muest.	mg/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	mg/100g	(mg/l)	ppm	Textura (%)			Clase Textural	
	Al+H	Al	Na									CE	M.O.	Mg		K
102588					40 M	3,3	5,00	21,67	4,08				48	48	4	Franco
102589					46 M	3,7	4,71	22,25	3,97				52	44	4	Franco-Arenoso
102590					46 M	4,0	6,67	33,23	5,15				56	40	2	Franco-Arenoso
102591					18 M	3,3	6,43	27,86	4,04				48	48	4	Franco
102592					15 M	3,3	5,00	21,67	4,08				48	48	4	Franco



INTERPRETACION			
Al+H, Al y Na	CE	M.O. y Cl	
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico			A = Alto

ABREVIATURAS	METODOLOGIA USADA
C.E. = Conductividad Eléctrica	C.E. = Conductividad
M.O. = Materia Orgánica	M.O. = Titulación de Walkley Black
RAS = Relaciones de Adición de Sodio	Al+H = Titulación con NaCl



RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 9. Análisis foliar (Clon COF-06)



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Ing. RICARDO LUNA	Numero de muestra:	6076
Propiedad:		Fecha de Ingreso:	17/09/2021
Identificación:	VARIEDAD 1 - 1 FILA	Fecha de impresión:	13/10/2021
Cultivo:	CAFÉ ROBUSTA	Fecha de Entrega:	15/10/2021
Edad :	18 MESES	No. Laboratorio	Desde: 0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	3,47	0,11	1,63	0,48	0,26	0,12

ppm					
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn
Tiene	13,00	24,26	117,00	5,00	29,00

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	2,13	31,55	0,16	197,86	0,45	2,37

Interpretación

D: Deficiente

N: Normal

E: Exceso

Dr. Luz María Martínez
LABORATORIO
AGROLAB



Dirección:
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras
de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono:
2752-607

M&J

Anexo 10. Análisis foliar (Clon COF-01)



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Ing. RICARDO LUNA	Numero de muestra:	6077
Propiedad:		Fecha de Ingreso:	17/09/2021
Identificación:	VARIEDAD 2 - 2 FILAS	Fecha de impresión:	13/10/2021
Cultivo:	CAFÉ ROBUSTA	Fecha de Entrega:	15/10/2021
Edad :	18 MESES	No. Laboratorio Desde:	0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	2,74	0,09	1,53	0,42	0,22	0,11

ppm					
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn
Tiene	12,00	23,92	94,00	5,00	47,00

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	1,79	30,44	0,14	175,59	0,42	2,17

Interpretación

D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso

Dra. Luz María Martínez
LABORANTISTA
AGROLAB



Dirección:
Calle Rio Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras
de la Clínica Araujo margen izquierdo)

Teléfono:
2752-607

Anexo 11. Análisis foliar (Clon NP-2024)



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Ing. RICARDO LUNA	Numero de muestra:	6078
Propiedad:		Fecha de Ingreso:	17/09/2021
Identificación:	VARIEDAD 3 - 4 FILAS	Fecha de impresión:	13/10/2021
Cultivo:	CAFÉ ROBUSTA	Fecha de Entrega:	15/10/2021
Edad :	18 MESES	No. Laboratorio Desde:	0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	2,87	0,10	1,57	0,53	0,21	0,10

ppm					
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn
Tiene	11,00	60,83	55,00	5,00	39,00

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	1,83	28,70	0,13	87,13	0,47	2,31

Interpretación

D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso

Dra. Luz María Martínez

Dra. Luz María Martínez
LABORATORIO ROBUSTA
AGROLAB



Dirección:
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono:
2752-607

M&J

Anexo 12. Análisis foliar (Clon COF-02)



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Ing. RICARDO LUNA	Numero de muestra:	6079
Propiedad:		Fecha de Ingreso:	17/09/2021
Identificación:	VARIEDAD 4 - 4 FILAS	Fecha de impresión:	13/10/2021
Cultivo:	CAFÉ ROBUSTA	Fecha de Entrega:	15/10/2021
Edad :	18 MESES	No. Laboratorio Desde:	0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	2,66	0,09	1,41	0,53	0,22	0,10

ppm					
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn
Tiene	14,00	44,42	46,00	6,00	46,00

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	1,89	29,56	0,16	119,32	0,53	2,16

Interpretación

D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso

Dra. Luz María Martínez

Dra. Luz María Martínez
LABORANTISTA
AGROLAB



Dirección:
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono:
2752-607

M&J

Anexo 13. Análisis de suelo (Clon NP-3051)



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Ing. RICARDO LUNA	Numero de muestra:	6080
Propiedad:		Fecha de Ingreso:	17/09/2021
Identificación:	VARIEDAD 5 - 4 FILAS	Fecha de impresión:	13/10/2021
Cultivo:	CAFÉ ROBUSTA	Fecha de Entrega:	15/10/2021
Edad :	18 MESES	No. Laboratorio	Desde: 0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	3,38	0,10	1,70	0,57	0,21	0,11

ppm					
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn
Tiene	12,00	32,80	38,00	6,00	39,00

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	1,99	33,80	0,12	173,78	0,46	2,48

Interpretación

D: Deficiente

N: Normal

E: Exceso

Dra. Luz María Martínez

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB



Dirección:
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono:
2752-607

Anexo 14. Análisis de suelo (Clon EET-375611)



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Ing. RICARDO LUNA	Numero de muestra:	6081
Propiedad:		Fecha de Ingreso:	17/09/2021
Identificación:	VARIEDAD 6 - 4 FILAS	Fecha de impresión:	13/10/2021
Cultivo:	CAFÉ ROBUSTA	Fecha de Entrega:	15/10/2021
Edad :	18 MESES	No. Laboratorio	Desde: 0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	2,93	0,10	1,63	0,53	0,23	0,10

ppm					
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn
Tiene	11,00	24,70	40,00	5,00	29,00

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	1,8	29,30	0,14	214,57	0,47	2,39

Interpretación

D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB



Dirección:
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras
de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono:
2752-607