



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES**

CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE TITULACIÓN

**PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN DE SEIS VARIEDADES DE CAFÉ (*COFFEA*
SP), ETAPA DE PRODUCCIÓN.**

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

Autores:

Castillo Ronquillo Ronald Augusto

Pilaguano Tigasi Tatiana Maoly

Tutor:

Ing. MSc. Espinosa Cunuhay Kléber Augusto

LA MANÁ – ECUADOR

MARZO – 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Castillo Ronquillo Ronald Augusto y Pilaguano Tigasi Tatiana Maoly declaramos ser autoras del presente proyecto de investigación: “PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN DE SEIS VARIEDADES DE CAFÉ (*COFFEA SP*), ETAPA DE PRODUCCIÓN” siendo el Ing. MSc. Espinosa Cunuhay Kleber Augusto 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, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Pilaguano Tigasi Tatiana Maoly

C.I: 0503735623



Castillo Ronquillo Ronald Augusto

C.I: 1250490552

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN DE SEIS VARIEDADES DE CAFÉ (*COFFEA SP*), ETAPA DE PRODUCCIÓN” de Castillo Ronquillo Ronald Augusto y Pilaguano Tigasi Tatiana Maoly 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, 10 de marzo 2022



Ing. Kleber Augusto Espinosa Cunuhay MSc.

C.I: 0502612740

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por cuanto los postulantes: Castillo Ronquillo Ronald Augusto y Pilaguano Tigasi Tatiana Maoly con el título de Proyecto de Investigación: “PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN DE SEIS VARIEDADES DE CAFÉ (*COFFEA SP*), ETAPA DE PRODUCCIÓN”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, marzo del 2022

Para constancia firman:

Ing. Luna Murillo Ricardo Augusto, MSc.

C.I: 0912969227

LECTOR PRESIDENTE



Firmado electrónicamente por:
EDUARDO FABIAN
QUINATOLO LOZADA

Ing. Quinatoa Lozada Eduardo Fabián, MSc.

C.I: 1804011839

LECTOR 1 MIEMBRO

Ing. Macías Pettao Ramón Klever, MSc.

C.I: 0910743285

LECTOR 2 SECRETARIO

AGRADECIMIENTO

A Dios por mantenerme con salud y vida a mis padres por permitirme nacer, en especial a mis dos madres por siempre estar para mí con su apoyo incondicional sus consejos, siempre inculcándome valores para ser una persona de bien y sobre todo no dejar que mis sueños se pierdan.

De la misma manera quiero expresar mi agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná por formarme como profesional, de igual manera a todos los docentes por compartir sus conocimientos: así mismo a mi tutor Ing Kleber Espinosa y por último a Ronald Castillo por su apoyo y amistad.

Maoly

DEDICATORIA

Dedico esta meta alcanzada a mis dos madres Lourdes Tigasi y Blanca Típan de la misma manera a mi padre Néstor Pilaguano, a mis hermanos David y Erika, a mi esposo Eduardo Chiriboga por ser la persona que nunca me dejó rendirme hasta convertirme en una ingeniera y también dedico esta meta a mi pequeño Caleb mi hijo el motor fundamental que día a día me impulsa a seguir adelante cumpliendo metas. Sobre todo, dedico mi Tesis a una persona que, aunque ya no está presente siempre me acompaña desde el cielo tío Rodrigo Guasti para mí un gran guerrero, de ti aprendí que a pesar de las adversidades uno no se debe dejar vencer. Sin ustedes no sería esto posible son parte de mi formación académica desde mi niñez hasta ahora que soy adulta, los quiero muchísimo nunca cambien son las mejores personas del mundo para ustedes y por ustedes Maoly logro lo que soñaba.

Maoly

Dedico este logro a mis padres, a mi madre Mélida Patricia Ronquillo a mi padre Marco Augusto Castillo por haberme forjado como la persona soy en la actualidad muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis metas.

Ronald

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TEMA: PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN DE SEIS VARIEDADES DE CAFÉ (*COFFEA SP*), ETAPA DE PRODUCCIÓN.

Autores: Castillo Ronquillo Ronald Augusto
Pilaguano Tigasi Tatiana Maoly

RESUMEN

Se evaluó el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), en la etapa de producción, se determinó el aporte de macro y micro nutrientes del suelo, se analizó la respuesta agronómica del cultivo de café con el programa de fertilización y se estableció los costos de producción del cultivo de café en la etapa de producción. El proyecto de investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental “Sacha wiwa”. Se emplearon seis variedades de café con cuatro programas de fertilización, que son a base de fertilización orgánica e inorgánica. Los resultados demuestran que el aporte de macro y micro nutrientes del suelo al inicio del experimento, el pH medianamente ácido. La materia orgánica medio y bajo. Los macro nutrientes bajos y los micronutrientes se encuentran fluctuando entre bajo, medio y alto. Al final del experimento los tres lotes experimentales poseen el pH ácido, la materia orgánica con niveles altos. Los macro nutrientes bajo en su mayoría. La respuesta agronómica del cultivo de café con el programa de fertilización en la etapa de producción resultó los mayores promedios en altura de planta, variedad NP2024 el tratamiento 100% convencional; En diámetro de tallo y circunferencia foliar la variedad NP2024 con el tratamiento 1500 kg ha. Los costos de producción del cultivo de café en la etapa de producción fueron estimados constando que los costos por fertilización 100% convencional fueron los más altos con 41,61 dólares, mientras que los costos por las fórmulas de fertilizantes resultaron con 41,00 USD (1000 kg ha); 38,82 USD (1500 kg ha) y 38,62 USD (2000 kg ha).

Palabras claves: Fertilización, producción, variedad, nutrientes, respuesta agronómica.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

TITLE: FERTILIZATION PROGRAM FOR SIX COFFEE VARIETIES (COFFEA SP), PRODUCTION STAGE.

Authors: Castillo Ronquillo Ronald Augusto
Pilaguano Tigasi Tatiana Maoly

ABSTRACT

The fertilization program of six varieties of coffee (*Coffea sp*) was evaluated in the production stage, the contribution of macro and micro nutrients of the soil was determined, the agronomic response of the coffee crop with the fertilization program was analyzed and the production costs of the coffee crop in the production stage were established. The research project was carried out at the "Sacha wiwa" Experimental Center. Four treatments were used with four fertilization programs and a control, which are based on organic and inorganic fertilization. The results show that the contribution of macro and micro nutrients of the soil at the beginning of the experiment, the pH medium acid. The organic matter was medium and low. Macro nutrients are low and micronutrients are fluctuating between low, medium and high. At the end of the experiment the three experimental plots have acid pH, organic matter with high levels. The macro nutrients were mostly low. The agronomic response of the coffee crop with the fertilization program in the production stage resulted in the highest averages in plant height, variety NP2024 with the 100% conventional treatment; in stem diameter and leaf circumference the NP2024 variety with the 1500 kg ha treatment. The production costs of the coffee crop in the production stage were estimated and the costs for 100% conventional fertilization were the highest with 41.61 dollars, while the costs for the fertilizer formulas were 41.00 USD (100 kg ha); 38.82 USD (1500 kg ha) and 38.62 USD (2000 kg ha).

Key words: Fertilization, production, variety, nutrients, agronomic response.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4.1. Beneficiarios Directos	3
4.2. Beneficiarios Indirectos.....	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
6. OBJETIVOS.....	4
6.1. General	4
6.2. Específicos.....	4
7. ACTIVIDADES EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	6
8.1. Café (Coffea sp).....	6
8.1.1. Variedades de café.....	6
8.1.2. Café Robusta (Coffea canephora)	7
8.1.3. Variedades de café robusta	7
8.1.3.1. Variedades Iniap.....	7
8.1.3.2. Variedades Cofenac.....	8
8.1.3.3. Variedades Napopayamino.....	8
8.1.4. Requerimientos edafoclimáticos del café robusta	9

8.1.5.	Crecimiento y desarrollo del café.....	9
8.2.	Fertilización.....	9
8.2.1.	Clasificación de los fertilizantes.....	10
8.2.1.1.	Orgánicos.....	10
8.2.1.2.	Inorgánicos.....	10
8.2.1.3.	Básicas.....	11
8.3.	Antecedentes investigativos en café.....	12
9.	PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.....	14
10.	METODOLOGÍAS.....	14
10.1.	Localización del experimento.....	14
10.2.	Condiciones agro meteorológicas.....	14
10.3.	Materiales y equipos.....	15
10.4.	Tratamientos.....	15
10.5.	Esquema del experimento.....	16
10.6.	Análisis de varianza.....	16
10.7.	Diseño experimental.....	17
10.8.	Variables evaluadas.....	17
10.8.1.	Altura de planta (cm).....	17
10.8.2.	Diámetro del tallo (cm).....	17
10.8.3.	Diámetro de corona foliar.....	17
10.9.	Manejo de la investigación.....	17
11.1.	Análisis de suelo.....	18
11.2.	Altura de planta.....	20
11.3.	Diámetro de tallo.....	23
11.4.	Circunferencia foliar.....	26
11.5.	Análisis económico.....	29
12.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES).....	30
13.	PRESUPUESTO.....	31
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	31
14.1.	Conclusiones.....	31
14.2.	Recomendaciones.....	32
15.	BIBLIOGRAFÍA.....	33
16.	ANEXOS.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades a realizar según objetivos planteados	5
Tabla 2. Condiciones agro meteorológicas del Centro Experimental Sacha wiwa	15
Tabla 3. Materiales y equipos para la investigación.....	15
Tabla 4. Tratamientos	16
Tabla 5. Esquema del experimento.....	16
Tabla 6. Análisis de varianza.....	16
Tabla 7. Resultado de análisis de suelo al inicio del ensayo	19
Tabla 8. Resultado de análisis de suelo al final del ensayo	20
Tabla 9. Altura de planta (m) de la variedad COF-06.....	21
Tabla 10. Altura de planta (m) de la variedad EET-375611	21
Tabla 11. Altura de planta (m) de la variedad COF-01	22
Tabla 12. Altura de planta (m) de la variedad NP 2024	22
Tabla 13. Altura de planta (m) de la variedad COF-02	23
Tabla 14. Altura de planta (m) de la variedad NP-3051.....	23
Tabla 15. Diámetro de tallo (cm) de la variedad COF-06.....	24
Tabla 16. Diámetro de tallo (cm) de la variedad EET-375611	24
Tabla 17. Diámetro de tallo (cm) de la variedad COF-01	25
Tabla 18. Diámetro de tallo (cm) de la variedad NP 2024	25
Tabla 19. Diámetro de tallo (cm) de la variedad COF-02	26
Tabla 20. Diámetro de tallo (cm) de la variedad NP 3051	26
Tabla 21. Circunferencia foliar (m) de la variedad COF-06	27
Tabla 22. Circunferencia foliar (m) de la variedad EET-375611	27
Tabla 23. Circunferencia foliar (m) de la variedad COF -01	28
Tabla 24. Circunferencia foliar (m) de la variedad NP2024	28
Tabla 25. Circunferencia foliar (m) de la variedad COF-02	29
Tabla 26. Circunferencia foliar (m) de la variedad NP-3051	29
Tabla 27. Análisis económico	30
Tabla 28. Presupuesto del programa de fertilización de seis variedades de café	31

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Contrato de cesión no exclusiva de derechos de autor	36
Anexo 2. Aval de traducción.	39
Anexo 3. Análisis anti-plagió	40
Anexo 4. Curriculum del tutor.....	41
Anexo 5. Hoja de vida de los estudiantes.....	42
Anexo 6. Análisis de suelo al inicio de la investigación	44
Anexo 7. Análisis de suelo al final de la investigación	47
Anexo 8. Análisis de abonos	50
Anexo 9. Cantidad y costo de fertilizantes utilizados en la investigación	51
Anexo 10. Fotos de la investigación.....	52

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción.

Tiempo de ejecución:**Fecha de inicio:**

25 octubre del 2021

Fecha de finalización:

04 de marzo del 2022

Lugar de ejecución:

Centro Experimental Sacha wiwa

Facultad que auspicia:

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Carrera de Ingeniería Agronómica

Proyecto de investigación vinculado: Fomento productivo, y fomento a la producción integral del cultivo de café robusta (*Coffea sp*)

Equipo de Trabajo:**Tutor:**

MSc. Kleber Augusto Espinosa Cunuhuay

Estudiante:

Pilaguano Tigasi Tatiana Maoly

Estudiante:

Castillo Ronquillo Ronald Augusto

Área de Conocimiento:

Agricultura, silvicultura y pesca

Línea de investigación:

Desarrollo y Seguridad Alimentaria

Sub líneas de investigación:

Producción Agrícola Sostenible

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El café es una planta estimulante de amplio rango de adaptación ecológica, lo que ha permitido su presencia en muchos lugares del mundo, se ha incrementado por sus nuevas formas de consumo de café en particular la aparición del café soluble y el surgimiento del café descafeinado dada su mayor aptitud para la extracción de cafeína. (Ángel, 2013). El café es tan importante como el agua, es la bebida más consumida, se prepara a partir de semillas tostadas y molidas, cosechadas en los cafetos, nombre que reciben las plantas de cualquier de las 104 especies del género *Coffea*, siendo las de mayor importancia a nivel global: café arábigo y café robusto (Ramírez 2017) citado por (Duicela, *et al*, 2020)

El cultivo de café en Ecuador posee tanto valor económico, como social y ecológico. La importancia social y económica se basa en la generación de empleo para 105.000 familias de productores; así como para 700.000 familias adicionales vinculadas a los procesos de comercialización, industrialización, transporte y exportación. En el orden ecológico, la importancia del café radica en la amplia adaptabilidad de los cafetales a los distintos agro ecosistemas de las cuatro regiones del país: Costa, Sierra, Amazonía e Islas Galápagos. La caficultura, a pesar de la trascendencia económica, social y ambiental que tiene para un amplísimo número de familias ecuatorianas, siempre ha sido mantenida como una actividad marginal, desligada de sus propias lógicas económicas, no obstante, ha sobrevivido como actividad económica en algunas zonas. Esta situación dificulta la inserción del cafetalero ecuatoriano en la nueva tendencia mundial: producir café de calidad, en mayor volumen y menor costo (Alarcó, 2011).

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Las plantaciones de café en Ecuador en su gran mayoría son poco productivas o improductivas, debido a la mala aplicación de labores agrotécnicas. Una de las prácticas que contribuye con un óptimo crecimiento y al logro del máximo potencial productivo en el cultivo de café, es la fertilización. Esta labor puede realizarse mediante planes ajustado a los resultados de los análisis de suelos o a través de un plan de abonamiento general que permitan cubrir los requerimientos del cultivo de acuerdo a sus etapas fisiológicas.

Los agricultores que se dedican a la producción de café deben tomar conciencia de la importancia que reviste la aplicación de fertilizantes. Establecer programas de fertilización de

cubran los requerimientos de la planta optimiza el uso de los abonos sintéticos y orgánicos, además que reducen los costos por la compra innecesaria de insumos y se mantiene un equilibrio dentro del ecosistema cafetalero.

Entre los aspectos más importante en el cultivo de café, el uso de fertilizantes es el que determina en buena medida el éxito del cultivo, pese a esto, el abuso de los insumos lleva a la degradación de suelos y contaminación de aguas. Conscientes de esto se busca promover el uso racional de fertilizantes mediante análisis de suelo cuyo empleo reduce los costos y la presión sobre el medio. Con esta perspectiva se justifica la presente investigación que procura determinar el adecuado manejo nutricional de los cafetales en la etapa de crecimiento y tomar la mejor decisión en materia de nutrición de sus plantas.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Beneficiarios Directos

Dentro de los beneficiarios tenemos: La Universidad Técnica de Cotopaxi, la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Recursos Naturales, Carrera de Ingeniería Agronómica y los Productores agropecuarios de la región del cantón La Maná.

4.2. Beneficiarios Indirectos

También como beneficiarios tenemos al sector agroindustrial, gastronómico, alimenticio y cosmetológico ya que estas industrias han desarrollado múltiples productos a base de café.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El café por ser uno de los productos de mayor importancia a nivel mundial, la producción se incrementa, gracias a las diversas técnicas para fortalecer el cultivo; la fertilización del suelo es crucial para obtener los resultados esperados, la adaptabilidad ecológica de las diversas variedades existentes juega un punto a favor; manejo de los cultivares; para cumplir con esto, un buen diagnóstico de los suelos especifica los nutrientes requeridos para este cultivo (Capa, 2015).

En América latina la productividad de las fincas cafetaleras es algo que a menudo se discute; fluctuaciones de precio, dificultades con las plagas y enfermedades hacen que los bajos niveles de productividad sea un problema. Sin embargo, la fertilidad del suelo está directamente

relacionada con la salud y productividad de la planta. Los cafetos absorben los nutrientes para realizar procesos metabólicos a lo largo de su ciclo de crecimiento, por lo tanto, la fertilidad del suelo es un aparte importante del desarrollo de las plantas y la consistencia en el rendimiento (Calderón, 2021).

En Ecuador, se tiene pleno conocimiento que la fertilización del café produce mejores resultados cuando las exigencias ambientales y tecnológicas del cultivo se satisfacen completamente y se ha realizado un buen manejo de la plantación. La fertilización busca nutrir adecuadamente el cultivo para obtener más rendimiento, buena calidad del producto y presentación del vigor en general de la plantación. Sin embargo, esto no se da a nivel de pequeños productores, lo que ocasiona baja rentabilidad y no es económicamente sostenible entre ellos (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), 2012).

La provincia de Cotopaxi posee sitios específicos para producir café de excelente calidad organoléptica, como Moraspungo, Pangua, La Maná y Pujilí (Alulima, 2012) cultivar café permite rescatar uno de los rubros de mayor demanda en el mercado. El clima de la provincia de Cotopaxi favorece el cultivo de este producto. Sin embargo, hay que destacar la deficiencia en conocimientos sobre manejo eficiente durante toda la cadena productiva. Entre los aspectos de manejo hay que considerar la fertilización considerando las exigencias del cultivo y las carencias del suelo.

6. OBJETIVOS

6.1. General

Evaluar el programa de fertilización química + orgánica de seis variedades de café (*Coffea sp*), en la etapa de producción

6.2. Específicos

- Determinar el aporte de macro y micro nutrientes del suelo
- Analizar la respuesta agronómica del cultivo de café con el programa de fertilización en la etapa de producción.
- Establecer los costos de producción del cultivo de café en la etapa de producción.

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

Tabla 1. Actividades a realizar según objetivos planteados

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADO	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Determinar el aporte de macro y micro nutrientes del suelo	Toma de muestras de suelo	Análisis de suelo	Toma de muestra en zig-zag Sacabocado, fundas, marcadores, termokit Técnica de Olcen modificado
Conocer la respuesta agronómica del cultivo de café con el programa de fertilización en la etapa de producción.	Toma de datos agronómicos en respuesta a la fertilización	Altura de planta, Número de ramas, Diámetro del tallo, Área foliar	Técnica con instrumentos como Flexómetro Pie de rey Libreta de campo
Establecer los costos de producción del cultivo de café en la etapa de producción.	Conocer los costos fijos y variables	Separación de los costos fijos y variables para determinar el costo de producción	Metodología de costeo Facturas de las compras y actividades del cultivo

Elaborado por Pilaguano y Castillo (2022)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

8.1. Café (*Coffea* sp)

El café es oriundo de Abisinia en la actualidad conocido como Etiopía localizado en África, su nombre científico es *Coffea* sp., hay una enorme proporción de especies, en Ecuador se cultivan *Coffea* arábica y *Coffea* canephora con sus respectivas variedades de consenso al piso altitudinal, *Coffea* arábica es una especie que requiere altitud superior a 600 msnm para potenciar su calidad en lo que *Coffea* canephora se puede cultivar a partir del grado del océano hasta 500 msnm. (Quiñónez, Quevedo, & García, 2021).

El grano de café se recibe de la fruta de la planta de un diminuto arbusto de hoja perenne correspondiente al género *Coffea* del núcleo familiar Rubiaceae. Aunque hay algunas especies, sólo 2 han cobrado importancia económica mundial: *Coffea* arabica, adaptada a zonas templadas y altitudes más altas, de la cual se recibe alrededor del 90% de la producción total, y *Coffea* canephora, que es más rústica y mejor adaptada a zonas de baja altitud y altas temperaturas, contribuyendo con 9% (Rojo, 2014.).

Los granos de café de las variedades de *Coffea* arabica tienen dentro una más grande concentración de lípidos y de azúcar que *C. canephora*, a medida que en la estructura de *C. canephora* hay más grande concentración de polisacáridos, cafeína, ácidos clorogénicos y cenizas. Dado que *C. arabica* confiere un sabor más fino y acentuado, se ha consolidado como la especie de más grande producción y valoración para el negocio de los granos. No obstante, el sabor no solo es dependiente de la especie, sino además del origen geográfico de las mismas y del procesamiento a que es sometido el grano, incluyendo el lavado vía húmeda, el cual posibilita obtener un balance entre acidez natural y aromas. Dichos atributos son bien valorados en Estados Unidos y Alemania, los primordiales clientes de café en el planeta (Quintana, Iracheta, Méndez, & Alonso, 2017).

Generalmente, se estima que los granos de Robusta generan una taza de café de mala calidad, con un perfil de sabor poco deseable. Por lo tanto, se lo estima como un café “de relleno”, que se usa en mezclas y en café instantáneo (Mani, 2020).

8.1.1. Variedades de café

Hay 100 especies pertenecientes al género *Coffea* (ANACAFÉ, 2016), pero de importancia económica solo dos especies:

Coffea arabica, es la especie más cultivada en el planeta y aporta alrededor del 60 % de la producción mundial de café, genera bebida de buena calidad. En las especies del género Coffea, únicamente la especie arábica es autógama, o sea que la flores de estas poseen la función de autopolinizarse, empero constantemente podría ocurrir un mayor del 9 % de polinización cruzada es decir la mediación del polen de flores de otras plantas. La autopolinización se debería a que la especie arabica es una planta tetraploide, compuesta de células que tienen dentro el doble de cromosomas que una célula somática usual o sean 92 cromosomas (Hoppe, 2021).

Coffea canephora, además llamada Robusta, aporta en torno al 40% de la producción mundial de café. Al igual que las otras especies de café es una planta diploide, mejor dicho, que cada célula tiene 2 series de cromosomas, un total de 46 cromosomas; por lo que, cada flor requiere el polen de flores de otras plantas para su polinización (Anacafé, 2019).

8.1.2. Café Robusta (Coffea canephora)

Son nativas de los bosques ecuatoriales africanos occidental, se cultiva en medio de las latitudes 10° Norte y 10° Sur, con elevaciones que van a partir del grado del océano hasta los 1,000 metros de altitud. En la actualidad las primordiales superficies de cultivo permanecen en regiones bajas y secas africanos, Indochina, Vietnam y Brasil (ANACAFÉ, 2016).

Después de una época seca, el agua de las lluvias o de riegos, provoca que los botones sigan creciendo velozmente hasta la abertura de las flores, lo que pasa de 8 a 10 días luego de las lluvias o riegos. El sistema radicular del café Robusta se compone por una raíz primordial (pivotante) y raíces secundarias (axiales o de sostén); además, de las secundarias se desarrollan raíces laterales de donde surgen las raicillas o absorbentes que son las causantes de absorber los nutrientes. La raíz pivotante puede profundizar en el suelo a bastante más de un metro y junto con las demás raíces le otorgan el sostén a la planta. La más grande concentración de raíces absorbentes está en los primeros 30 cm de hondura del suelo (ANACAFÉ, 2016).

8.1.3. Variedades de café robusta

8.1.3.1. Variedades Iniap

Se ha llevado a cabo la evaluación continua de los ensayos con material clonal e híbrido perteneciente del Programa Nacional de Cacao de la EETP; se mantienen en campo plantas somáticas de cacao, generadas por el Departamento de Biotecnología de la EETP, para la producción de varetas ortotrópicas y la obtención de esquejes para la multiplicación masiva de

clones de cacao por medio de enraizamiento; se continúa con las pruebas de fertilización y encalado en busca de novedosas alternativas de funcionamiento agronómico en cuanto al elemento suelo. Estas pruebas de clones e híbridos son los principios para en los siguientes años obtener los cabezas de clon que van a permitir entablar pruebas multilocales con los genotipos promisorios y tal cual conocer su comportamiento en otras condiciones de la Amazonía, para que, con base a su comportamiento adaptativo y los respectivos estudios estadísticos de su seguridad, en el futuro obtener variedades mejoradas a grado local para su recomendación comercial (INIAP, 2013).

Los genitipos obtenidos son los siguientes: EET 446 x EET 400; EET 451 x EET 387; EET 416 x EET 400; EET 446 x CCN 51; EET 552 x EET 513; EET 446 x EET 400; EET 574 x EET 578; EET 462 x EET 233; EET 446 x EET 400; EET 462 x EET 534; EET 445 x EET 400; EET 416 x EET 387; EET 454 x CCAT 2119; EET 103; EET 574 x EET 547.

8.1.3.2. Variedades Cofenac

El COFENAC y la compañía Dublinsa S.A., por medio de acuerdo suscrito en junio 29 del 2007, plantearon hacer un análisis desde la recuperación de 32 accesiones de robusta, 17 del INIAP, 1 de FUNDAR, 1 de PRONORTE 1 y 13 de COFENAC. Estas accesiones se multiplicaron asexualmente y establecieron en un banco de germoplasma, dando inicio a un proceso de averiguación que poseía como fin general: Elegir árboles “Cabezas de clon” de elevado costo genético para promover la caficultura en el trópico seco del litoral ecuatoriano. “Valor genético” se define como la constitución genotípica o arreglo de los genes que tiene un árbol élite o “cabeza de clon” en el punto de vista de conformar poblaciones futuras denominadas clones por medio de la multiplicación asexual (Duicela, Corral, & Chilan, 2016).

8.1.3.3. Variedades Napopayamino

La propagación de robusta en Ecuador, hasta 1990 (Duicela, Corral, & Chilan, 2016), se realizaba utilizando plantas de semilla denominadas “lechuguines”. El café robusto como especie estrictamente alógama, al propagarse masivamente por semilla botánica generó una vasta variedad genética, todavía poco aprovechada en fitomejoramiento. En la Estación Empírico Napo Payamino de INIAP, hoy Estación Empírico Central de la Amazonía, se seleccionaron los clones: NP-2024, NP-3072, NP-4024, NP-3013, NP-3018 y NP-3056. En la EETP-INIAP se seleccionaron: T-3752-6, T3564-2, T-3754-18, T-3753-13 y T-3581-4

8.1.4. Requerimientos edafoclimáticos del café robusta

El café robusto, originario de regiones ecuatoriales bajas, calientes y húmedas del Congo (África), se adapta a las siguientes condiciones edafoclimáticas: pendientes planas o ligeramente inclinadas, suelos de textura franca, estructura granular, profundos bien drenados y con alto contenido de materia orgánica p H 5,5 a 6,5, temperaturas de 18 a 27°C, requerimiento de agua de 2000 a los 3000 mm anuales, heliofanía mayor a 1000 horas luz/año y altitud menor a los 600 metros sobre el nivel del mar. (Bustamante, 2014).

8.1.5. Crecimiento y desarrollo del café

El café es una planta de porte arbustivo que crece continuamente. Su tallo es leñoso, lignificado, recto y casi cilíndrico. Sus ramas son dimórficas, siendo su dimorfismo relacionado a la dirección del crecimiento de sus ramas. Forman dos tipos de ramas diferenciados en sus funciones: ortotrópicas y plagiotrópicas. Las ramas ortotrópicas crecen verticalmente y originan las plagiotrópicas, que a su vez crecen horizontalmente y son responsable de la planta. (Santinato, Fernandes, & Matiello, 2010).

8.2. Fertilización

Para su desarrollo, las plantas requieren recursos nutrientes que han de componer sus tejidos y participar en sus funcionalidades biológicas, los cuales tienen la posibilidad de dividir en:

- Recursos primordiales, compuesto por los próximos elementos: C, H, O, N, S Ca, Miligramo, K y P. Son necesarios en porciones relevantes.
- Oligoelementos, conformado primordialmente por los próximos elementos: Fe, Zn, Cu, Mn, y B, necesarios en pequeñas porciones.

La aportación de dichos recursos a las plantas sigue la pauta siguiente:

- C, H, O: por medio de la funcionalidad clorofílica son tomados de la atmósfera.
- S, Ca, Miligramo, K, y P son incorporados mediante la absorción reticular de las porciones existentes en el suelo.
- El nitrógeno podría ser tomado de ambos métodos de acuerdo con la especie vegetal, aunque mayoritariamente es por absorción reticular.

Al cabo del tiempo, los recursos contenidos en el suelo, y en particular alguno de ellos, empiezan a agotarse, por lo cual es elemental su restauración al suelo por 2 procedimientos diversos:

- A. Aporte directo por adiciones convenientes (fertilizantes).
- B. Renuncia al cultivo a lo largo de cualquier tiempo, barbecho, para que los agentes atmosféricos y los microorganismos del lote tengan tiempo de cambiar las reservas insolubles del lote y para descomponer las reservas contenidas en los residuos de cosechas anteriores, incorporando al lote los recursos nutrientes de una manera degradada y asimilable.

Los recursos fundamentales a los que va dirigida primordialmente la fertilización, en los primordiales, son N, P y K, los restantes, son de consumo menor, y si carece el suelo de ellos se hacen enmiendas específicas que los aporten. La aportación al lote debería efectuarse con productos químicos solubles en agua, solubilizables por el jugo de las raíces o por las propiedades fisicoquímicas del suelo (Ambientum, 2017).

8.2.1. Clasificación de los fertilizantes

De acuerdo a (IBERF, 2018) los fertilizantes, según su origen y composición pueden ser:

8.2.1.1. Orgánicos

Son de procedencia animal o vegetal. Son los que usan primordialmente los individuos que se dedican a la agricultura ecológica, debido a que son naturales y menos invasivos con el medio ambiente. Los de procedencia animal son desperdicios de matadero. Otorgan un aporte de nitrógeno de descomposición lenta y favorecen la multiplicación inmediata de la microflora. Los de procedencia vegetal son desperdicios vegetales, compostados o no. Aportan bastantes oligoelementos al suelo, así como nitrógeno, fósforo y calcio.

8.2.1.2. Inorgánicos

Son de procedencia mineral y permanecen realizados por la industria química. Esta industria participa sobretodo en la producción de abonos nitrogenados. Dichos abonos pasan por la síntesis del amoníaco desde el nitrógeno del aire (la urea y el nitrato derivan del amoníaco). Varios de los abonos se llaman según sus elementos: los abonos mineralizados están

normalizado según sus 3 primordiales compuestos NPK. Los abonos además tienen la posibilidad de clasificarse en funcionalidad de la proporción de recursos nutritivos que tenga su formulación:

8.2.1.3. Básicas

Conformados por un solo nutriente. Se distingue entre fosfatados, nitrogenados. Se acostumbra utilizar para arreglar una carencia definida que padezca nuestro suelo.

8.2.1.4. Compuestos

Formados por 2 o más nutrientes primordiales (NPK), logrando contener además nutrientes secundarios o micronutrientes fundamentales para el aumento. En esta situación, pudimos encontrar los abonos binarios o dobles (mezclas de NP y NK), abonos correctores de carencias dobles, abonos ternarios o triples, correctores de carencias triples y correctores multicarenciales. Ahora que ya poseemos unas nociones sobre la definición de abonos y su categorización, vamos a ver cómo se usan.

Por lo general son incorporados en el suelo por medio de diversas técnicas, principalmente mezclando el fertilizante con nuestra tierra. Empero además cabe la probabilidad de incluirlo en el agua. Es la situación de los cultivos hidropónicos, en los cuales se prescinde terrestres, y las plantas se desarrollan debido a una solución de agua y abonos.

Los fertilizantes tienen que usarse de forma responsable. Se aconseja:

- No extralimitarse. Si superamos en exceso la porción, no únicamente nos afectará económicamente, sino que también podría ser tóxico para las plantas y el ámbito.
- Mantener el control de los efectos que causa en la acidez del suelo.
- Considerar las colaboraciones probables entre los recursos químicos.

Por esto, tanto si tienes tierras de cultivo, como una maceta, deberías interesarte por conocer el estado del suelo donde crecen las raíces de tus plantas, y asegurarte de que tienen dentro todos los nutrientes necesarios para que se desarrollen (IBERF, 2018).

Para la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2019) los fertilizantes son sustancias ricas en nutrientes que se aplican para mejorar las propiedades del suelo para un más grande desarrollo de los cultivos agrícolas. Existen 3 tipos de fertilizantes:

- **Químicos:** Son nutrientes hechos por el ser humano que, principalmente, son de procedencia mineral, animal, vegetal o sintético. En los fertilizantes químicos permanecen los realizados con los “nutrientes principales” para la tierra, que son nitrógeno, fósforo y potasio.
- **Orgánicos:** Son esos que están formados naturalmente con una nula o escasa colaboración de las personas para su formación; tienen la posibilidad de ser de procedencia mineral, vegetal, animal o mixto. Una ejemplificación de fertilizante orgánico es el estiércol.
- **Inorgánicos:** Son sustancias derivadas de piedras y minerales que se utilizan en el suelo o sustrato para elevar la fertilidad de los cultivos. La harina de piedra es una ejemplificación de fertilizante inorgánico.

En las ventajas del uso de fertilizantes en la agricultura pudimos encontrar que dan los nutrientes que le realizan falta a la tierra o sustratos, mejoran el rendimiento de los cultivos y permiten tener una más grande producción agrícola.

8.3. Antecedentes investigativos en café

En el análisis de Quiñonez, Quevedo y García (2021) con la aplicación de biochar y fertilizante completo para evaluar 3 variedades comerciales de café que se generan en la provincia del Oro que son: Sarchimor, Conilón y Lojana. El diseño empírico ha sido de bloques al azar con 12 tratamientos y 4 repeticiones cada uno, con dosis de cero, 5, 10 y quince gramos de biochar, mezclados con 20 gramo de fertilizante completo a distinción del testigo, las cambiantes analizadas fueron: elevación de la planta (AP), número de ramas (NR), extenso de raíz (LR), perímetro de raíz (AR), extenso de las hojas (LH), ancho de las hojas (AH). Los resultados logrados indican que las superiores dosis fueron de 5 y 15 gramo de biochar que lograron excelentes resultados con la pluralidad Sarchimor, mientras tanto que las variedades Lojana y Conilón obtuvieron menores valores posiblemente dañados por su genética. La variable AP sugiere que la diversidad Sarchimor obtuvo una más grande elevación de plantas en los tratamientos designados, los tratamientos ST3BY15 y ST1BY5 muestran una elevación de 75 centímetros, en lo que las alturas más bajas en medio de las 3 variedades analizadas son cada

una de esas a las que no se hizo aplicación de biochar LTBY0, ST0BY0 y CT0BY0. La variable LR es significativa, sus medias indican que los tratamientos ST3BY15 y LT3BY15 muestran más grande elongación radicular con 53 y 43 centímetros respectivamente, la aumento de biochar activó las micorrizas y estas estimularon el desarrollo del sistema radicular con una mejor captación de fósforo que se descubre asociado con el aumento de la tasa de incremento de las raíces. Se concluye que las superiores dosis en todos los tratamientos son 5 y 15 gramo de biochar para superiores resultados y que la pluralidad con mejor respuesta a dichos tratamientos ha sido Sarchimor

Montes y Anaya (2019) establecieron evaluar el impacto de la fertilización con abono orgánico líquido fermentado aerobicamente (A.L.O.F.A). La evaluación se logró en plantas de café castillo – Tambo, la aplicación de los tratamientos se hizo a partir del instante del trasplante a campo y se logró a lo largo del desarrollo y aumento del cultivo realizando variaciones en prefloración, floración y cosecha, el impacto se evaluó sobre elevación de planta, rendimiento y calidad de café. Se localizó que no hubo impacto estadísticamente relevante en la elevación de planta, y los superiores resultados referente a rendimiento se obtuvieron con la aplicación de ALOFA al 4% e inoculantes micorrizicos más ALOFA al 4% superando al testigo en 44.6 y 24% respectivamente, estas diferencias se observaron en graneos y primera cosecha.

Castro y Laguna (2018) realizaron con un diseño empírico BCA (Bloques Completamente al Azar) con 4 niveles de fertilización 4, 6, 8, y 0 gramos de la fórmula de 12-24-12, en un área total 6m², con una población de 160 plantas y 32 plantas de muestra, los análisis fueron: el ancho y extenso de la hoja, la elevación de la planta y grosor del tallo. Los resultados fueron que ningunos de los niveles de fertilizante poseen diferencia significativa con relación a las variables en estudio. En lo que respecta al ancho (4,94 cm) y largo de hoja (8,44 cm) el tratamiento con 4 g de fertilizante edáfico; altura de planta (12,60 cm) y grosor de tallo (3,03 cm) con el tratamiento 6 g de fertilizante.

La finalidad de este trabajo (Posada & Osorio, 2013) ha sido evaluar la respuesta de plántulas de café a la aplicación de fertilizantes foliares y compost de pulpa de café como parte del sustrato de incremento. Se trasplantaron a bolsas plásticas que contenían suelo (Typic Dystrudept) o una mezcla suelo con pulpa (suelo + pulpa) en proporción 3:1. Treinta días a partir del trasplante las plántulas de café han acogido uno de 5 fertilizantes foliares (16-16-2-EM, 18-10-4-EM, 10-4-7-0.5, 12-60-0 y 7.5-0.5-3.5). Para los dos sustratos (suelo y suelo + pulpa) se incluyeron testigos sin fertilización foliar. Los resultados indican que sólo hubo

respuesta significativa ($P < 0.01$) de las plántulas de café a la fertilización foliar una vez que el sustrato ha sido suelo + pulpa. Los resultados son discutidos en términos de los cambios en la fertilidad del suelo gracias a la aplicación de la pulpa de café y al balance nutricional que tienen la posibilidad de dar los fertilizantes foliares.

Pérez y Rivera (2014), con el objetivo de determinar los requerimientos de N y algunos indicadores químicos (% materia orgánica, pH) y microbiológicos del suelo (respiración biológica). Se evaluaron dosis crecientes de fertilización nitrogenada en dependencia de la etapa del cultivo, que oscilaron entre 0 y 200 kg. ha⁻¹. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas. Las dosis de 90 kg. ha⁻¹ garantizaron rendimientos estables a partir de la segunda cosecha, con valores de 1.25 a 1.30 t café oro. ha⁻¹. Desde la tercera cosecha, los requerimientos de N se incrementaron y fueron necesarios 100 kg. ha⁻¹ para obtener rendimientos de 1.30 a 1.36 t café oro. ha⁻¹ en Tercer Frente y de 1.48 a 2.00 t en La Alcarraza. Las dosis de N recomendadas para *C. canephora* en la etapa de establecimiento y producción no provocaron efecto negativo en la respiración biológica, materia orgánica y el pH de los suelos.

9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

Ho= Ningún plan de fertilización mixta incrementara la producción en el cultivo de café.

Ha= Al menos un plan de fertilización mixta incrementara la producción en el cultivo de café.

10. METODOLOGÍAS

10.1. Localización del experimento

El proyecto de investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental “Sacha wiwa”, de propiedad del colegio Jatan Unanchi y cuyo representante legal es el padre José Manangón.

La duración de la investigación fue de 98 días (14 días de preparación del terreno y de análisis de suelo; 84 de trabajo experimental).

10.2. Condiciones agro meteorológicas

En la tabla 2 se presenta las condiciones meteorológicas de la zona bajo estudio.

Tabla 2. Condiciones agro meteorológicas del Centro Experimental Sacha wiwa

Parámetros	Promedios
Altitud m.s.n.m	503,00
Temperatura media anual °C	22.00
Humedad relativa, %	88.00
Heliofanía, horas/luz/año	570,30
Precipitación, mm/año	2761.00
Topografía	Regular
Textura	Franco arenoso

Fuente: Estación del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) Hacienda San Juan. (2019)

10.3. Materiales y equipos

Los materiales y equipos que se utilizaron en la investigación se exponen en la Tabla 3

Tabla 3. Materiales y equipos para la investigación

Descripción	Cantidad
Balanza digital de 3 kg de precisión	1
Flexómetro	1
Machetes	2
Limas	2
Fertilizantes orgánicos sacos	10
Fertilizantes inorgánicos sacos	5
Herbicidas litros	3
Alambre de púas rollo	1
Carteles de identificación	6
Hojas A4 resmas	4
Carpetas	10
Tinta para impresión	4
Análisis de suelo	2

Elaborado por: Pilaguano y Castillo (2022)

10.4. Tratamientos

Se emplearon seis variedades de café con cuatro programas de fertilización, que son a base de fertilización orgánica e inorgánica, la tabla 4 muestra los detalles de los tratamientos y el código para el proceso de trabajo de campo.

Tabla 4. Tratamientos

Tratamientos	Código
T1 = Fertilización inorgánica	F1 Inorgánica
T2 = 1000 kg fertilización inorgánica + fertilización orgánica	FI2 + FO
T3 = 1500 kg fertilización inorgánica + fertilización orgánica	FI3 + FO
T4 = 2000 kg fertilización inorgánica + fertilización orgánica	FI4 + FO

Elaborado por: Pilaguano y Castillo (2022)

10.5. Esquema del experimento

En la tabla 5 se presenta el esquema del experimento en donde se utilizaron un total de 16 plantas por tratamiento dando un total de 80 plantas.

Tabla 5. Esquema del experimento

Tratamientos	Repeticiones	Unidades experimentales	Total
T1 = Fertilización inorgánica	4	4	16
T2 = 1000 kg fertilización inorgánica + fertilización orgánica	4	4	16
T3 = 1500 kg fertilización inorgánica + fertilización orgánica	4	4	16
T4 = 2000 kg fertilización inorgánica + fertilización orgánica	4	4	16
Total			64

Elaborado por: Pilaguano y Castillo (2022)

10.6. Análisis de varianza

El análisis de varianza que se empleó en la investigación se presenta en la tabla 6, donde se aprecia las fuentes de variación con las repeticiones, tratamientos, error experimental y los grados de libertad.

Tabla 6. Análisis de varianza

Fuente de variación		Grados de libertad
Repeticiones	r-1	3
Tratamientos	t-1	3
Error experimental	(t-1) (r-1)	9
Total	t*r - 1	15

Elaborado por: Pilaguano y Castillo (2022)

10.7. Diseño experimental

Se empleó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, para el análisis estadístico se empleará la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad y cualquier otra prueba que mejore la interpretación de los resultados

10.8. Variables evaluadas

10.8.1. Altura de planta (cm)

La altura de planta se evaluó al inicio de la investigación y cada 14 días, para lo cual se utilizó un flexómetro y se registró en centímetros al finalizar la investigación se realizó un nuevo análisis de suelo para conocer cómo quedan los elementos, además se realizará análisis foliares de las plantas de café de cada uno de los tratamientos.

10.8.2. Diámetro del tallo (cm)

Para la variable diámetro de tallo se midió el grosor y se empleó un pie de rey para la toma de datos, se registró en centímetros en cada una de las unidades experimentales por tratamiento y repetición cada 14 días durante toda la fase experimental.

10.8.3. Diámetro de corona foliar

Se midió en cada unidad experimental y de cada uno de los tratamientos y repetición el diámetro de la corona foliar para ello se utilizó un flexómetro alrededor de la planta a fin de determinar esta variable cada 14 días durante toda la fase experimental.

10.9. Manejo de la investigación

Para dar inicio a la investigación se realizó un reconocimiento del lugar para efectuar la distribución de los tratamientos y repeticiones.

Se efectuó un análisis de suelo para poder conocer el estado de los macro y micro nutrientes y de esta manera realizar las formulaciones de los fertilizantes inorgánicos más orgánicos en base a los requerimientos del cultivo de café.

Se realizó dos análisis uno al inicio de la investigación y otro al final para ver la respuesta de los macro y micronutrientes, los análisis se efectuaron en el laboratorio de INIAP. Se ejecutaron

dos análisis microbiológicos para conocer la fauna microbiana en relación con la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos. Se tomó muestras de hojas y tallos de las variedades de café para conocer la movilidad de los macro y micronutrientes.

Se realizó tres programas de fertilización calculados a una hectárea, pero para la investigación se hizo una regla de tres sacando valores relativos para poder aplicar en el área determinada: los valores fueron: T1 = Fertilización inorgánica; T2 = 1000kg fertilización inorgánica + fertilización orgánica; T3 = 1500 kg fertilización inorgánica + fertilización orgánica; T4 = 2000 kg fertilización inorgánica + fertilización orgánica.

Para la fertilización inorgánica o convencional se utilizó: Nitrato de amonio, Sulfato de Mg (granulado), Cloruro de K (muriato), DAP (Fosfato di amónico) y Cal dolomita, los tratamientos 2, 3 y 4 los mismos fertilizantes inorgánicos y adicionados Bioabor BBQ como fertilizante orgánico.

Con respecto a la fertilización, se realizó al inicio del proceso experimental y a los 15 días después. Cada 14 días se realizó la toma de las variables experimentales como altura de planta, diámetro de tallo, número de ramas y tasa de crecimiento relativo.

No se realizó análisis foliar ni podas de mantenimiento, coronación y las labores culturales se fueron dando según aparecía malezas entre el cultivo, con procesos manuales de mantenimiento.

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1. Análisis de suelo

Antes del experimento se realizó el análisis de suelo de los lotes experimentales, encontrando en todos ellos el pH medianamente ácido con valores de 5,65; 5,76 y 5,99. La materia orgánica medio para los lotes 1 y 3 mientras que el lote 2 se encontró bajo. Con respecto a los macro nutrientes N, P y K los tres lotes presentan valores bajos y los micronutrientes S, Zn, Cu, Fe, Mn y B se encuentran fluctuando entre bajo, medio y alto. Bustamante (2014) aduce que el café robusto, se adapta a las siguientes condiciones edafoclimáticas: pendientes planas o ligeramente inclinadas, suelos de textura franca, estructura granular, profundos bien drenados y con alto contenido de materia orgánica p H 5,5 a 6,5.

Tabla 7. Resultado de análisis de suelo al inicio del ensayo bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Descripción	Unidades	Lote 1	Lote 2	Lote 3
pH		5,76 Me. Ac	5,65 Me. Ac.	5,99 Me. Ac
CE ds/m		0,06 No salino	0,05 No salino	0,03 No salino
Materia orgánica	(%)	3,82 Medio	2,50 Bajo	3,43 Medio
NH ₄	ppm	18,70 Bajo	12,90 Bajo	19,99 Bajo
P	ppm	2,79 Bajo	2,19 Bajo	1,99 Bajo
K	meq/100ml	0,30 Medio	0,26 medio	0,10 Bajo
Ca	meq/100ml	2,00 Bajo	2,00 Bajo	2,00 Bajo
Mg	meq/100ml	0,45 Bajo	0,38 Bajo	0,44 Bajo
S	ppm	14,67 medio	25,31 Alto	14,67 Medio
Zn	ppm	1,20 Bajo	5,50 Medio	5,30 Medio
Cu	ppm	5,00 Alto	3,80 Medio	4,80 Alto
Fe	ppm	279,10 Alto	182,00 Alto	196,20 Alto
Mn	ppm	8,30 Medio	5,50 Medio	4,40 Bajo
B	ppm	0,24 Medio	0,26 Medio	0,45 Medio
Ca/Mg		4,44 Óptimo	5,25 Alto	4,55 Óptimo
Mg/K		1,50 Bajo	1,46 Bajo	4,40 Óptimo
Ca+Mg/K		8,17 Bajo	9,15 Bajo	24,40 Óptimo

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico Agropecuario 2021

Elaborado por: Pilaguano, M y Castillo, R. (2022)

Después de finalizar el experimento nuevamente se realizó un análisis del contenido del suelo a fin de establecer cambios en los componentes de las parcelas experimentales, encontrando que los tres lotes experimentales poseen el pH ácido, la materia orgánica se encontró con niveles alto en los lotes 1 y 3 mientras que en el lote 2 el valor fue medio. Los macro nutrientes N, P y K bajo en su mayoría al igual que los micronutrientes S, Zn, Cu, Fe, Mn y B. Ambientum (2017) menciona que, para su desarrollo, las plantas requieren recursos nutrientes que han de componer sus tejidos y participar en sus funcionalidades biológicas, los cuales tienen la posibilidad de dividir en: Recursos primordiales, compuesto por los próximos elementos: C, H, O, N, S Ca, Miligramo, K y P. Son necesarios en porciones relevantes. Oligoelementos, conformado primordialmente por los próximos elementos: Fe, Zn, Cu, Mn, y B, necesarios en pequeñas porciones.

Tabla 8. Resultado de análisis de suelo al final del ensayo bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Descripción	Unidades	Lote 1	Lote 2	Lote 3
pH		5,45 Ácido	5,48 Ácido	5,45 Ácido
CE ds/m		0,08 No salino	0,07 No salino	0,09 No salino
Materia orgánica	(%)	6,72 Alto	3,23 Medio	5,38 Alto
NH ₄	ppm	35,46 Medio	18,05 Bajo	24,50 Bajo
P	ppm	11,34 Bajo	4,66 Bajo	4,45 Bajo
K	meq/100ml	0,51 Alto	0,25 Medio	0,24 Medio
Ca	meq/100ml	3,00 Bajo	2,00 Bajo	2,00 Bajo
Mg	meq/100ml	0,63 Bajo	0,22 Bajo	0,31 Bajo
S	ppm	2,89 Bajo	8,45 Bajo	7,56 Bajo
Zn	ppm	1,80 Bajo	2,00 Bajo	2,40 Bajo
Cu	ppm	4,70 Medio	5,40 Medio	5,00 Medio
Fe	ppm	209,60 Alto	179,20 Alto	206,00 Alto
Mn	ppm	8,50 Medio	6,20 Medio	5,40 Medio
B	ppm	0,24 Bajo	0,33 Bajo	0,24 Bajo
Ca/Mg		4,76 Óptimo	9,09 Alto	6,45 Alto
Mg/K		1,24 Bajo	0,88 Bajo	1,29 Bajo
Ca+Mg/K		7,12 Bajo	8,88 Bajo	9,63 Bajo

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico Agropecuario 2021

Elaborado por: Pilaguano, M. y Castillo, R. (2022)

11.2. Altura de planta

Para la variable altura de planta (m) se separó por variedad que corresponde a los lotes bajo estudio con las diferentes concentraciones de fertilizantes; en la variedad COF – 06 no existió diferencias estadísticas ($p > 0,05$) sin embargo en 2000 kg ha de mezcla nutricional se obtuvo los valores más altos a los 30 días (1,53 m); 45 días (1,60 m) y a los 60 días (1,66 m). Para la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2019) los fertilizantes son sustancias ricas en nutrientes que se aplican para mejorar las propiedades del suelo para un más grande desarrollo de los cultivos agrícolas.

Tabla 9. Altura de planta (m) de la variedad COF-06 bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Fertilización	Altura de planta (m)					
	30 días		45 días		60 días	
100% Conv	1,32	a	1,44	a	1,52	a
1000 kg ha	1,45	a	1,56	a	1,60	a
1500 kg ha	1,46	a	1,52	a	1,59	a
2000 kg ha	1,53	a	1,60	a	1,66	a
CV (%)	19,34		18,19		17,47	
Promedio	1,44		1,52		1,59	

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

Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

En la variedad EET-375611 en la misma variable altura de planta no existió diferencias estadísticas ($p > 0,05$) el nivel 2000 kg ha obtuvo los mayores promedios a los 30, 45 y 60 días con 1,63; 1,69 y 1,74 m en su orden respectivamente, la mayor concentración de nutrientes disponibles para la planta genera crecimiento meristemático, al cabo del tiempo, los recursos contenidos en el suelo, y en particular alguno de ellos, empiezan a agotarse, por lo cual es elemental su restauración al suelo por 2 procedimientos diversos, aporte directo o incorporación al suelo (Ambientum, 2017).

Tabla 10. Altura de planta (m) de la variedad EET-375611 bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Fertilización	Altura de planta (m)					
	30 días		45 días		60 días	
T1=100% Conv	1,45	a	1,50	a	1,55	a
T2=1000 kg ha	1,54	a	1,60	a	1,66	a
T3=1500 kg ha	1,53	a	1,62	a	1,68	a
T4= 2000 kg ha	1,63	a	1,69	a	1,74	a
CV (%)	18,31		17,98		18,25	
Promedio	1,54		1,60		1,66	

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

Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

En la variedad COF-01 no existió diferencias estadísticas ($p > 0,05$) se obtuvo el mismo efecto con la dosis 2000 kg ha, los valores más altos a los 30 días (1,62 m); 45 días (1,66 m) y a los 60 días (1,71 m). Los fertilizantes Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2019) son nutrientes hechos por el ser humano que, principalmente, son de procedencia mineral, animal, vegetal o sintético. En los fertilizantes químicos permanecen los realizados con los “nutrientes principales” para la tierra, que son nitrógeno, fósforo y potasio.

Tabla 11. Altura de planta (m) de la variedad COF-01 bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Fertilización	Altura de planta (m)					
	30 días		45 días		60 días	
T1=100% Conv	1,40	a	1,45	a	1,50	a
T2=1000 kg ha	1,42	a	1,48	a	1,55	a
T3=1500 kg ha	1,50	a	1,55	a	1,60	a
T4= 2000 kg ha	1,62	a	1,66	a	1,71	a
CV (%)	19,16		19,04		17,89	
Promedio	1,48		1,53		1,58	

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

Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

En la variedad NP2024 en la variable altura de planta no existió diferencias estadísticas ($p > 0,05$) el tratamiento 100% convencional obtuvo los mayores promedios a los 30, 45 y 60 días con 1,68; 1,73 y 1,79 m en su orden respectivamente. Castro y Laguna (2018) realizaron 4 niveles de fertilización y ningunos de los niveles de fertilizante poseen diferencia significativa, altura de planta (12,60 cm).

Tabla 12. Altura de planta (m) de la variedad NP 2024 bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Fertilización	Altura de planta (m)					
	30 días		45 días		60 días	
T1=100% Conv	1,68	a	1,73	a	1,79	a
T2=1000 kg ha	1,52	a	1,56	a	1,60	a
T3=1500 kg ha	1,43	a	1,47	a	1,52	a
T4= 2000 kg ha	1,49	a	1,59	a	1,56	a
CV (%)	20,14		21,00		19,08	
Promedio	1,53		1,59		1,62	

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

Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

En la variedad COF-02 no existieron diferencias estadísticas ($p > 0,05$) y se obtuvo el mismo efecto con el tratamiento 100% convencional, los valores más altos a los 30 días (1,33m); 45 días (1,37 m) y a los 60 días (1,42 m). Para (IBERF, 2018) dichos abonos pasan por la síntesis del amoníaco desde el nitrógeno del aire (la urea y el nitrato derivan del amoníaco). Varios de los abonos se llaman según sus elementos: los abonos mineralizados están normalizado según sus 3 primordiales compuestos NPK.

Tabla 13. Altura de planta (m) de la variedad COF-02 bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Fertilización	Altura de planta (m)					
	30 días		45 días		60 días	
T1=100% Conv	1,33	a	1,37	a	1,42	a
T2=1000 kg ha	1,29	a	1,33	a	1,37	a
T3=1500 kg ha	1,24	a	1,28	a	1,33	a
T4= 2000 kg ha	1,17	a	1,20	a	1,23	a
CV (%)	19,10		18,48		17,39	
Promedio	1,26		1,30		1,34	

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

Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

En la variedad NP-3051 en la misma variable altura de planta no existió diferencias estadísticas ($p > 0,05$) el nivel 1000 kg ha obtuvo los mayores promedios a los 30, 45 y 60 días con 1,12; 1,16 y 1,20 m en su orden respectivamente. Este valor es superior al reportado en la investigación de Quiñonez, Quevedo y García (2021) con la aplicación de biochar y fertilizante completo para evaluar 3 variedades comerciales de café. La variable AP en la diversidad Sarchimor obtuvo una altura de 0,75 m.

Tabla 14. Altura de planta (m) de la variedad NP-3051 bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Fertilización	Altura de planta (m)					
	30 días		45 días		60 días	
T1=100% Conv	1,06	a	1,10	a	1,16	
T2=1000 kg ha	1,12	a	1,16	a	1,20	
T3=1500 kg ha	1,11	a	1,15	a	1,19	
T4= 2000 kg ha	0,96	a	1,00	a	1,05	
CV (%)	21,49		21,01		18,78	
Promedio	1,07		1,11		1,16	

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

Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

11.3. Diámetro de tallo

Con la variable diámetro de tallo no existió diferencias estadísticas ($p > 0,05$) el nivel 2000 kg ha con la variedad COF -06 obtuvo a los 30 días el mayor diámetro de tallo con 3,28 cm mientras que a los 45 y 60 días los valores más altos fue en el tratamiento 100% convencional. El promedio en los tres periodos de evaluación va desde 3,13 a 3,39 y 3,61 cm de diámetro de tallo. Castro y Laguna (2018) realizaron 4 niveles de fertilización y grosor de tallo (3,03 cm) con el tratamiento 6 g de fertilizante.

Tabla 15. Diámetro de tallo (cm) de la variedad COF-06 bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Fertilización	Diámetro del tallo (cm)					
	30 días		45 días		60 días	
T1=100% Conv	3,01	a	3,49	a	3,76	a
T2=1000 kg ha	3,18	a	3,28	a	3,49	a
T3=1500 kg ha	3,08	a	3,31	a	3,52	a
T4= 2000 kg ha	3,28	a	3,47	a	3,65	a
CV (%)	16,98		14,73		14,01	
Promedio	3,13		3,39		3,61	

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

Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

En la variedad EET-375611 no existió diferencias estadísticas ($p > 0,05$) para la variable diámetro de tallo, el nivel 2000 kg ha reportó los valores más altos a los 30 días (3,23 cm); 45 días (3,47 cm) y 60 días (3,73 cm) con un promedio que va desde 3,12; 3,32 y 3,55 cm. Para (Ambientum, 2017) los recursos fundamentales a los que va dirigida primordialmente la fertilización, en los primordiales, son N, P y K, los restantes, son de consumo menor.

Tabla 16. Diámetro de tallo (cm) de la variedad EET-375611 bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Fertilización	Diámetro del tallo (cm)					
	30 días		45 días		60 días	
T1=100% Conv	3,23	a	3,42	a	3,62	a
T2=1000 kg ha	3,13	a	3,32	a	3,55	a
T3=1500 kg ha	2,93	a	3,11	a	3,34	a
T4= 2000 kg ha	3,23	a	3,47	a	3,73	a
CV (%)	14,34		13,34		12,52	
Promedio	3,12		3,32		3,55	

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

Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

En la variedad COF-01 no existió diferencias estadísticas ($p > 0,05$), sin embargo, a los 30, 45 y 60 días la fertilización 100% convencional resultó con los valores más altos en la variable diámetro de tallo con 3,21; 3,40 y 3,60 cm en su orden respetivamente, mientras que el promedio para las mismas fases de evaluación resultó en 2,96; 3,15 y 3,34 cm. Hay conocer el estado del suelo donde crecen las raíces de tus plantas, y asegurarte de que tienen dentro todos los nutrientes necesarios para que se desarrollen (IBERF, 2018).

Tabla 17. Diámetro de tallo (cm) de la variedad COF-01 bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Fertilización	Diámetro del tallo (cm)					
	30 días		45 días		60 días	
T1=100% Conv	3,21	a	3,40	a	3,60	a
T2=1000 kg ha	2,92	a	3,12	a	3,28	a
T3=1500 kg ha	2,74	a	2,93	a	3,13	a
T4= 2000 kg ha	3,03	a	3,20	a	3,40	a
CV (%)	22,85		21,09		19,09	
Promedio	2,96		3,15		3,34	

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

Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

Para la variable diámetro de tallo en la variedad NP 2024 no existió diferencias estadísticas ($p > 0,05$) la dosis de fertilizante 1500 kg ha reportó los valores más altos con referencia a las demás dosificaciones; a los 30, 45 y 60 días de evaluación, los valores son 3,35; 3,54 y 3,74 cm en su orden respectivamente. El promedio alcanzado entre todos los niveles de fertilización está 3,09; 3,24 y 3,47 cm. Las mezclas de fertilizantes para la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2019) son sustancias derivadas de piedras y minerales que se utilizan en el suelo o sustrato para elevar la fertilidad de los cultivos. La harina de piedra es una ejemplificación de fertilizante inorgánico.

Tabla 18. Diámetro de tallo (cm) de la variedad NP 2024 bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Fertilización	Diámetro del tallo (cm)					
	30 días		45 días		60 días	
T1=100% Conv	3,08	a	3,24	a	3,43	a
T2=1000 kg ha	2,97	a	3,06	a	3,39	a
T3=1500 kg ha	3,35	a	3,54	a	3,74	a
T4= 2000 kg ha	2,99	a	3,17	a	3,37	a
CV (%)	18,31		18,39		16,18	
Promedio	3,09		3,24		3,47	

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

Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

En la variedad COF-02 no existió diferencias estadísticas ($p > 0,05$) para la variable diámetro de tallo, el nivel 100% convencional a reportó los valores más altos a los 30 días (3,18 cm); 45 días (3,34 cm) y 60 días (3,55 cm) con un promedio que va desde 3,02; 3,17 y 3,36 cm. En las ventajas del uso de fertilizantes en la agricultura dan los nutrientes que le realizan falta a la tierra o sustratos, mejoran el rendimiento de los cultivos y permiten tener una más grande producción agrícola. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2019).

Tabla 19. Diámetro de tallo (cm) de la variedad COF-02 bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Fertilización	Diámetro del tallo (cm)					
	30 días		45 días		60 días	
T1=100% Conv	3,18	a	3,34	a	3,55	a
T2=1000 kg ha	2,96	a	3,11	a	3,34	a
T3=1500 kg ha	2,83	a	2,96	a	3,14	a
T4= 2000 kg ha	3,07	a	3,22	a	3,39	a
CV (%)	23,20		22,32		20,96	
Promedio	3,02		3,17		3,36	

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

Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

En la variedad NP 3051 no existió diferencias estadísticas ($p > 0,05$) para la variable diámetro de tallo, el nivel 100% convencional a reportó los valores más altos a los 30 días (2,78 cm); 45 días (2,94 cm) y 60 días (3,11 cm) con un promedio que va desde 2,50; 2,68 y 2,83 cm.

Tabla 20. Diámetro de tallo (cm) de la variedad NP 3051 bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Fertilización	Diámetro del tallo (cm)					
	30 días		45 días		60 días	
T1=100% Conv	2,78	a	2,94	a	3,11	a
T2=1000 kg ha	2,64	ab	2,80	ab	2,94	a
T3=1500 kg ha	2,51	ab	2,70	ab	2,87	ab
T4= 2000 kg ha	1,75	b	1,98	b	2,12	b
CV (%)	26,33		22,42		21,11	
Promedio	2,50		2,68		2,83	

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

Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

11.4. Circunferencia foliar

Para la variable circunferencia foliar (m) se separó por variedad que corresponde a los lotes bajo estudio con las diferentes concentraciones de fertilizantes; en la variedad COF – 06 no existió diferencias estadísticas ($p > 0,05$) sin embargo en 2000 kg ha de mezcla nutricional se obtuvo los valores más altos a los 30 días (5,24 m); 45 días (5,33 m) y a los 60 días (5,64 m)

Tabla 21. Circunferencia foliar (m) de la variedad COF-06 bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Fertilización	Circunferencia foliar (m)					
	30 días		45 días		60 días	
T1=100% Conv	4,61	b	4,77	a	5,07	a
T2=1000 kg ha	5,05	ab	5,18	a	5,40	a
T3=1500 kg ha	5,12	ab	5,21	a	5,45	a
T4= 2000 kg ha	5,24	a	5,33	a	5,64	a
CV (%)	12,23		12,05		11,76	
Promedio	4,99		5,11		5,38	

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

Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

En la variedad EET-375611 en la misma variable circunferencia foliar no existió diferencias estadísticas ($p > 0,05$) el nivel 2000 kg ha obtuvo los mayores promedios a los 30, 45 y 60 días con 5,29; 5,48 y 5,69 m en su orden respectivamente, mientras que el promedio por cada periodo de evaluación fue de 5,08; 5,26 y 5,48 m.

Tabla 22. Circunferencia foliar (m) de la variedad EET-375611 bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Fertilización	Circunferencia foliar (m)					
	30 días		45 días		60 días	
T1=100% Conv	5,23	a	5,34	a	5,56	a
T2=1000 kg ha	5,34	a	5,52	a	5,78	a
T3=1500 kg ha	4,54		4,77	a	4,98	a
T4= 2000 kg ha	5,29	a	5,48	a	5,69	a
CV (%)	12,08		11,71		11,4	
Promedio	5,08		5,26		5,48	

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

Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

En la variedad COF-01 no existió diferencias estadísticas ($p > 0,05$) para la variable circunferencia foliar, se obtuvo el mismo efecto con la dosis 2000 kg ha, los valores más altos a los 30 días (5,02 m); 45 días (5,24 m) y a los 60 días (5,66 m). Mientras que el promedio alcanzado fue de 4,76; 4,97 y 5,33 m.

Tabla 23. Circunferencia foliar (m) de la variedad COF -01 bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Fertilización	Circunferencia foliar (m)					
	30 días		45 días		60 días	
T1=100% Conv	4,77	a	4,94	a	5,37	a
T2=1000 kg ha	4,77	a	5,01	a	5,36	a
T3=1500 kg ha	4,54	a	4,70	a	4,98	a
T4= 2000 kg ha	5,02	a	5,24	a	5,66	a
CV (%)	18,88		18,5		16,8	
Promedio	4,76		4,97		5,33	

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

Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

En la variedad NP2024 en la variable circunferencia foliar (m) no existió diferencias estadísticas ($p > 0,05$) el tratamiento 1500 kg ha obtuvo los mayores promedios a los 30, 45 y 60 días con 5,36; 5,31 y 5,57 m en su orden respectivamente.

Tabla 24. Circunferencia foliar (m) de la variedad NP2024 bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Fertilización	Circunferencia foliar (m)					
	30 días		45 días		60 días	
T1=100% Conv	5,29	a	5,56	a	5,85	a
T2=1000 kg ha	5,25	a	5,51	a	5,80	a
T3=1500 kg ha	5,36	a	5,62	a	5,90	a
T4= 2000 kg ha	5,02	a	5,31	a	5,57	a
CV (%)	20,32		19,58		18,66	
Promedio	5,23		5,50		5,77	

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

Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

En la variedad COF-02 no existió diferencias estadísticas ($p > 0,05$) y se obtuvo para la circunferencia foliar con el tratamiento 1000 kg ha, los valores más altos a los 30 días (5,13 m); 45 días (5,34 m) y a los 60 días (5,58 m).

Tabla 25. Circunferencia foliar (m) de la variedad COF-02 bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Fertilización	Circunferencia foliar (m)					
	30 días		45 días		60 días	
T1=100% Conv	4,75	a	4,98	a	5,20	a
T2=1000 kg ha	5,13	a	5,34	a	5,58	a
T3=1500 kg ha	5,06	a	5,09	a	5,33	a
T4= 2000 kg ha	5,02	a	5,22	a	5,48	a
CV (%)	20,82		20,79		20,15	
Promedio	4,97		5,15		5,39	

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

Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

En la variedad NP-3051 en la misma variable circunferencia foliar no existió diferencias estadísticas ($p > 0,05$) el nivel 100% convencional obtuvo los mayores promedios a los 30, 45 y 60 días con 3,96; 4,17 y 4,37 m en su orden respectivamente.

Tabla 26. Circunferencia foliar (m) de la variedad NP-3051 bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Fertilización	Circunferencia foliar (m)					
	30 días		45 días		60 días	
100% Conv	3,96	a	4,17	a	4,37	a
1000 kg ha	3,46	a	3,78	a	3,76	a
1500 kg ha	3,46	a	3,64	a	3,87	a
2000 kg ha	2,67	a	2,77	a	2,94	a
CV (%)	30,55		28,25		28,58	
Promedio	3,48		3,69		3,84	

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

Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

11.5. Análisis económico

A fin de estimar los costos de la investigación, se determinó los rubros por material de campo, mano de obra y el valor de los insumos (fertilizantes) utilizados en las seis variedades de café, constando que los costos por fertilización 100% convencional fueron los más altos con 41,61 dólares, mientras que los costos por las fórmulas de fertilizantes resultaron con 41,00 USD (100 kg ha); 38,82 USD (1500 kg ha) y 38,62 USD (2000 kg ha).

Tabla 27. Análisis económico bajo el programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Costos	Fórmulas de Fertilización			
	T1= 100% Conv	T2=1000 kg ha	T3=1500 kg ha	T4=2000 kg ha
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	5,63	5,03	3,69	3,10
Sulfato de Mg (granulado)	0,46	0,65	0,68	0,47
Cloruro de K (mureato)	2,53	1,89	1,34	1,12
DAP (Fosfato di amónico)	2,15	0,41	0,00	0,00
Bioabor BBQ	0,00	2,93	3,44	4,26
Cal dolomita	1,17	0,42	0,00	0,00
Total	41,61	41,00	38,82	38,62

Precio de fertilizantes año 2021

Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES)

Los resultados de la investigación prevén los siguientes impactos:

Impacto técnico Establece alternativas innovadoras en técnicas en la fertilización de café, mediante mezclas nutricionales que favorecen el crecimiento y producción de cafetales.

Impacto social El entramado social que gira en torno al sector caficultor de la zona, como es la producción, comercialización y consumo, se verá fortalecido con la innovación propuesta lo que sin duda mejorará las perspectivas de este cultivo, incentivando el cultivo en la región.

Impacto ambiental El aporte exacto del requerimiento nutricional del cultivo de café reduce el impacto negativo al ambiente, lo que mejorará sustancialmente el entorno, de esta manera se preserva el medio ambiente.

13. PRESUPUESTO

Los rubros considerados para el proceso investigativo fueron absorbidos en su totalidad por los autores de la presente investigación, cuyo valor asciende a 916,86 dólares.

Tabla 28. Presupuesto del programa de fertilización de seis variedades de café (*Coffea sp*), etapa de producción

Descripción	Cantidad	Unidad	Valor Unitario USD	Valor total Usd
Pala	1	Unidad	6	6,00
Machetes	2	Unidad	6	12,00
Cintas métricas	2	Unidad	2	4,00
Flexómetros	2	Unidad	3	6,00
Material de oficina	2	Unidad	1	2,00
Calibrador digital	1	Unidad	33	33,00
Piola	3	Unidad	3	9,00
Bombas de fumigar	2	Unidad	25	50,00
Alambre de púa	1	Unidad	40	40,00
Balanza	1	Unidad	70	70,00
Jornales	32	Jornal	15	480,00
Fertilizantes	4	Sacos	40,3	161,20
Sub total				873,20
Imprevistos 5%				43,66
Total				916,86

Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

- El aporte de macro se definió bajos y los micronutrientes se encuentran fluctuando entre bajo, medio y alto. Al final del experimento los tres lotes experimentales poseen el pH ácido, la materia orgánica con niveles altos. Los macro nutrientes bajo en su mayoría.
- La respuesta agronómica del cultivo de café con el programa de fertilización en la etapa de producción resultó los mayores promedios en altura de planta, variedad NP2024 el tratamiento 100% convencional; En diámetro de tallo y circunferencia foliar la variedad NP2024 con el tratamiento 1500 kg ha.
- Los costos de producción del cultivo de café en la etapa de producción fueron estimados constando que los costos por fertilización 100% convencional fueron los más altos con 41,61 dólares, mientras que los costos por las fórmulas de fertilizantes resultaron con 41,00 USD (1000 kg ha); 38,82 USD (1500 kg ha) y 38,62 USD (2000 kg ha).

- Con los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis H_a = Al menos un plan de fertilización mixta incrementara la producción en el cultivo de café.

14.2. Recomendaciones

Las conclusiones dieron la pauta para las siguientes recomendaciones:

- Incentivar a realizar análisis de suelo para el uso racional de fertilizantes en otros cultivos de la zona mediante análisis de suelo cuyo empleo reduce los costos y la presión sobre el medio ambiente, además considerar que la fertilización del suelo es crucial para obtener los resultados esperados, la adaptabilidad ecológica de las variedades de café juega un punto a favor; el diagnóstico de los suelos especifica los nutrientes requeridos para este cultivo.
- Fomentar el uso de programas de fertilización con mezclas nutricionales que aporten y cubran el requerimiento de la planta de café, se obtendrá mejores parámetros agronómicos del cultivo, traducido a óptimos rendimientos en los cafetales.
- Validar las dosis propuestas en otros importantes cultivos de la región a fin de optimizar el cultivo en costos y rendimientos.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Alarcó, A. (2011). *Modelo de Gestión productiva para el cultivo de café (Coffea arabica L) en el sur de Ecuador*. Madrid.: Proyecto Fin de Carrera, Universidad Politécnica de Madrid , Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. Obtenido de http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/06/ALICIA_ALARCO_LOPEZ.pdf
- Alulima, M. (2012). *Alternativas agroecológicas para el manejo del café (Coffea arábica)*. Cuenca: Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3251/1/TESIS.pdf>
- Ambientum. (2017). *Fertilización de los suelos*. Obtenido de https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/fertilizacion_de_los_suelos.asp
- ANACAFÉ. (2016). *Guía de variedades de café | Guatemala. Primera Edición*. Guatemala: Asociación Nacional del Café, Anacafé. Obtenido de <https://www.anacafe.org/uploads/file/9a4f9434577a433aad6c123d321e25f9/Gu%C3%ADa-de-variedades-Anacaf%C3%A9.pdf>
- Anacafé. (2019). *Asociación Nacional del Café, Anacafé*. Guatemala: Guía de variedades de café. Obtenido de <https://www.anacafe.org/uploads/file/9a4f9434577a433aad6c123d321e25f9/Gu%C3%ADa-de-variedades-Anacaf%C3%A9.pdf>
- Ángel, D. (2013). *Comportamiento agronómico en el segundo año de café robusta (Coffea canephora P.) en la parroquia Manglaralto, cantón Santa Elena*. La Libertad, Santa Elena: Tesis de grado, Ingeniería Agropecuaria. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/1091/%c3%81NGEL%20CASTILLO%20DENNY%20NOEM%c3%8d.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bustamante, C. (2014). *Determinación de la compatibilidad genética en nueve materiales superiores de café robusta (Coffea canephora L)*. Guayaquil, Ecuador: Trabajo de Investigación ,Universidad Católica de Santiago de Guayaquil , Facultad de Educación Técnica para el DesarrCarrera Ingeniería Agropecuaria. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/2779/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-54.pdf>

- Calderón, T. (18 de enero de 2021). *Analizando la productividad y la rentabilidad en la finca de café*. Obtenido de <https://perfectdailygrind.com/es/2021/01/18/analizando-la-productividad-y-la-rentabilidad-en-la-finca-de-cafe/>
- 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, España: Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.
- Castro, A., & Laguna, T. (2018). *Evaluación de tres niveles de fertilización edáfica y comportamiento agronómico del cultivo de café (Coffea arabica) Lempira en vivero en la finca Buena Vista, II semestre 2017*. Matagalpa, Nicaragua: Tesis ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/10150/1/6929.pdf>
- Duicela, L., Corral, G., & Chilan, W. (2016). Selección de “cabezas de clon” en café robusta (*coffea canephora*) en el trópico seco, Ecuador. *ESPAMCIENCIA* 7(1), pp. 23-35. Obtenido de http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:s6F81zjMAXQJ:revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/download/110/92+&cd=15&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec
- Hoppe, C. (2021). *Incidencia de tres enfermedades foliares en 20 cultivares de café arábigo*. Jijipapa, Manabí, Ecuador: Universidad Estatal del sur de Manabí.
- IBERF. (28 de agosto de 2018). *Fertilización de suelos*. Obtenido de <https://agro.iberf.es/fertilizacion-suelo/>
- INAMHI. (2019). *Estación del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) Hacienda San Juan*. Obtenido de <http://www.inamhi.gob.ec>
- INIAP. (2013). *Informe anual 2013. Programa de cacao y café*. Joya de los Sachas, Orellana, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Central de la Amazonía.
- Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). (2012). *Fertilización en café: resultados de investigación*. Santo Domingo, DO.: IDIAF. Obtenido de <http://190.167.99.25/digital/cafe.indd.pdf>
- Mani, I. (2020). *Explorando la Relación Entre Canephora y Robusta*. Colombia: PERFECT DAILY GRIND. Obtenido de <https://perfectdailygrind.com/es/2020/08/20/explorando-la-relacion-entre-canephora-y-robusta/>

- Montes, C., & Anaya, M. (2019). Efecto de la fertilización con abono orgánico (A.L.O.F.A.) en plantas de café (*coffea arabica*). *Revista Scientia Et Technica*, vol. 24, núm. 2., pp. 340-348. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/849/84961237021/html/>
- Pérez, A., & Rivera, R. (2014). La fertilización nitrogenada de *Coffea canephora* Pierre var. Robusta en función del rendimiento y algunos indicadores químicos y microbiológicos de suelos cambisoles de Cuba. *Rev. Mex. Cienc. Agríc* vol.5 spe 8, pp. 1433-1439. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014001001433&lng=es&tlng=es.
- Posada, C., & Osorio, N. (2013). Respuesta de plántulas de café a la fertilización foliar y la aplicación de pulpa de café compostada. *Revista de la Facultad Agronomía- Vol 56. N° 1*, p. 1839-1848. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/download/24541/25146/86058>
- Quintana, A., Iracheta, L., Méndez, I., & Alonso, M. (2017). *Caracterización de genotipos élite de Coffea canephora por su tolerancia a la sequía*. *Agron. Mesoam.* 28(1):183-198.
- Quiñónez, B., Quevedo, J., & García, R. (2021). Biochar: aplicaciones y efectos en combinación con fertilizantes minerales en 3 variedades de café (*Coffea* sp.) en la provincia de El Oro. *Revista Científica Agroecosistemas*, Vol. 9 Num. 2, pp. 187-195. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/486/462>
- Rojo, E. (2014.). *Café I (G. Coffea)*. *Reduca (Biología)*. *Serie Botánica*. 7 (2):, pp. 113-132,. Obtenido de <https://eprints.ucm.es/id/eprint/27835/1/1757-2066-1-PB.pdf>
- Santinato, R., Fernandes, D., & Matiello, J. (2010). *Cultura de café no Brasil Manual de reomendacoes*. . Río de Janeiro: MAPA/PROCAFE .
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (26 de agosto de 2019). *¿Qué es y para qué sirve el fertilizante?* Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-es-y-para-que-sirve-el-fertilizante>

16. ANEXOS

Anexo 1. 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: Pilaguano Tigasi Tatiana Maoly con C.C. 0503735623 y Castillo Ronquillo Ronald Augusto con C.C. 1250490552, de estado civil soltera/os y con domicilio en La Mana, a quien en lo sucesivo se denominará **LOS CEDENTES**; y, de otra parte, el Ing. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez Ph. D., 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. - LAS CEDENTES es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: **“Programa de fertilización de seis variedades de café (*coffea sp*), etapa de producción”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. Abril 2017 – febrero 2022.

Aprobación HCA. -

Tutor. - Ing. Kleber Augusto Espinosa Cunuhay MSc.

Tema: **“Programa de fertilización de seis variedades de café (*coffea sp*), etapa de producción”**

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, **LOS CEDENTES** 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 **LOS CEDENTES**, 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 al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) 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 **LOS CEDENTES** 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 SÉPTIMA. - 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 **LOS CEDENTES** 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 **LAS CEDENTES** 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 de 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 marzo del 2022.

Pilaguano Tigasi Tatiana Maoly
LA CEDENTE

Castillo Ronquillo Ronald Augusto
EL CEDENTE

Ing. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez PhD.
EL CESIONARIO

Anexo 2. 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: “PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN DE SEIS VARIEDADES DE CAFÉ (COFFEA SP), ETAPA DE PRODUCCIÓN”, presentado por: Castillo Ronquillo Ronald Augusto y Pilaguano Tigasi Tatiana Maoly, egresados de la Carrera de: Ingeniería Agronómica, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, 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, 28 de marzo del 2022

Atentamente,



Mg. Fernando Toaquiza

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC

CI: 0502229677

Anexo 3. Análisis anti-plagió

Ilustración 1. Análisis anti-plagió



Document Information

Analyzed document	PDF-CASTILLO RONALD-PILAGUANO TATIANA.pdf (D132962077)
Submitted	2022-04-07T18:47:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	kleber.espinosa@utc.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	kleber.espinosa.utc@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Tesis Brito.docx Document Tesis Brito.docx (D64796072) Submitted by: ricardo.luna@utc.edu.ec Receiver: ricardo.luna.2.utc@analysis.orkund.com	 10
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / BRITO RICARDO TITULACION corrección.docx Document BRITO RICARDO TITULACION corrección.docx (D64855469) Submitted by: ricardo.luna@utc.edu.ec Receiver: ricardo.luna.2.utc@analysis.orkund.com	 2
SA	Tesis Génesis Zamora. URKUND analisis.docx Document Tesis Génesis Zamora. URKUND analisis.docx (D56179566)	 2
SA	Tesis PALMA AGOSTO 23 PARA SUSTENTAR PARA PASAR AL URKUND.docx Document Tesis PALMA AGOSTO 23 PARA SUSTENTAR PARA PASAR AL URKUND.docx (D112046363)	 1
SA	REVISION URKUND TESIS CAFE WChilan.docx Document REVISION URKUND TESIS CAFE WChilan.docx (D25611445)	 1
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / BRITO RICARDO TITULACION 2.docx Document BRITO RICARDO TITULACION 2.docx (D64971742) Submitted by: ricardo.luna@utc.edu.ec Receiver: ricardo.luna.2.utc@analysis.orkund.com	 1
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Angel Mera - Para pasar por urkund.docx Document Angel Mera - Para pasar por urkund.docx (D132960733) Submitted by: kleber.espinosa@utc.edu.ec Receiver: kleber.espinosa.utc@analysis.orkund.com	 2
SA	tesis final lauro .docx Document tesis final lauro .docx (D127860436)	 1
SA	tesis caro.docx Document tesis caro.docx (D11372302)	 1
W	URL: https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9843/efecto_fertilizaci%C3%B3n_org%C3%A1nica_inorg%C3%A1nica_rendimiento_clon_cacao_%28theobroma%20cacao%2C%20I%29%20_en_la_fertilidad_del_suelo.pdf?sequence=1&isAllowed=y Fetched: 2021-04-08T05:36:23.3130000	 1

1/34

Anexo 4. Curriculum del tutor

CURRICULUM VITAE

Apellidos: Espinosa Cunuhay
Nombres: Kleber Augusto
Cédula de Identidad: 050261274-0
Teléfonos: 0995463215-032250251
Correo electrónico: kleber.espinosa@utc.edu.ec
/espinosakleber23@yahoo.es



- Universidad Técnica de Cotopaxi, Maestría en Gestión de la Producción
- Coordinador de la Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná
- Docente Investigador- Responsable del Comité de Editorial, Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná
- Responsable del proyecto de Creación de la Unidad Educativa, Unidad Educativa Comunitaria Intercultural Bilingüe Cesar Sandoval Viteri
- Responsable del Proyecto de Germoplasma de Semillas de Papas Nativas del Sector Maca Ugshaloma con el Plan Internacional y el INIAP

TEXTOS ESCRITOS

Evaluación agronómica de hortalizas de hoja, Col china y nabo ISBN: 978-3-8417-6367-9
Editorial Académica Española Disponible en:
[https://www.eapublishing.com/catalog/details/store/es/book/978-3-8417-evaluaci%C3%B3n-agron%C3%B3mica-de-hortalizas-de-hoja?search=hortalizas.](https://www.eapublishing.com/catalog/details/store/es/book/978-3-8417-evaluaci%C3%B3n-agron%C3%B3mica-de-hortalizas-de-hoja?search=hortalizas)

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- **Efecto de diferentes abonos orgánicos en la producción de tomate (solamun lycopersicum, l)**, publicado en la revista Biotecnia Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud, 11 de diciembre 2016 disponible en: <http://biotecnia.unison.mx>
- **Evaluación agronómica del babaco (carica pentagona), con dos fertilizantes químicos en diferentes dosis en el Cantón Pangua**, publicado en la revista UTC ciencia latindex, agosto de 2016 ISSN 1390- 6909. Disponible en <http://www.utc.edu.ec/LinkClick.aspx?fileticket=o0SU5nuTvrs%3d&portalid=043>

Anexo 5. Hoja de vida de los estudiantes.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DATOS INFORMATIVOS PERSONAL ESTUDIANTE

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Castillo Ronquillo

NOMBRES: Ronald Augusto

ESTADO CIVIL: Soltero

CEDULA DE CIUDADANÍA: 1250490552

NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 0

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: La Mana 30 de octubre de 1998

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: La Cooperativa Guasaganda

TELÉFONO CELULAR: 0990841481

EMAIL INSTITUCIONAL: ronald.castillo0552@utc.edu.ec

TIPO DE DISCAPACIDAD: Ninguna

DE CARNET CONADIS: No

ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TÍTULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO
Secundario	Ciencias	08 de marzo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DATOS INFORMATIVOS PERSONAL ESTUDIANTE

APELLIDOS: Pilaguano Tigasi

NOMBRES: Tatiana Maoly

ESTADO CIVIL: Soltera

CEDULA DE CIUDADANÍA: 0503735623

NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 1

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Pucayacu – 12 de abril de 1996

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Pucayacu – Barrio San Camilo

TELÉFONO CELULAR: 0962162081

EMAIL INSTITUCIONAL: tatiana.pilaguano5623@utc.edu.ec

TIPO DE DISCAPACIDAD: Ninguna

DE CARNET CONADIS: No

ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TÍTULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO
Secundario	TÉCNICO EN AGROPECUARIA - ESPECIALIDAD EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS.	07 de marzo 2014

Anexo 6. Análisis de suelo al inicio de la investigación



RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Ing. RICARDO LUNA	Número Muestra:	7816
Propiedad:		Fecha de ingreso:	17/09/2021
Cultivo:	POR SEMBRAR FRÉJOL DE PALO	Impreso:	13/10/2021
Identificación	MUESTRA 2	Fecha de Entrega:	15/10/2021

Identificación del lote:

Profundidad:

pH	C.E	M.O	NH4	P	S	K	Ca	Mg
	ds/m	%	ppm			meq/100 g		
5,65	0,05	2,50	12,90	2,19	25,31	0,26	2,00	0,38
Me.Ac.	N.S.	B	B	B	A	M	B	B

Na	Al+H	Al	Σ bases	TEXTURA (%)			Cu	B
meq/100g				Arena	Limo	Arcilla	ppm	
			2,64				3,80	0,26
			MB				M	M

Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
ppm			R1	R2	R3
182,0	5,50	5,50	5,26	1,46	9,15
A	M	M	A	B	B

INTERPRETACIÓN

Textura	Elementos	pH	Conductividad eléctrica
Fco. = Franco	MB = Muy Bajo	M.Ac. = Muy Ácido	N.S. = No salino
Fco.Ar = Franco Arenoso	B = Bajo	Ac. = Ácido	L.S. = Ligeramente salino
Arc. = Arcilloso	M = Medio	Me.Ac. = Medianamente Ácido	S. = Salino
Ar. = Arenoso	A = Alto	L.Ac. = Ligeramente Acido	M.S. = Muy Salino
Li. = Limoso	O = Óptimo	P. N. = Practicamente Neutro	

Determinación	Metodología	Extractante
P, NH4 ⁺	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8,5
S	Turbidimetría	Fosfatos de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkley y Black	No Aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo-Agua (1:2,5)
CE	Conductimetría	No Aplica
Textura	Modificado de Bouyoucus	No Aplica
Al		
Al + H	Volumetría	KCl 1N

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA

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



M&J

RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Ing. RICARDO LUNA	Número Muestra:	7815
Propiedad:		Fecha de ingreso:	17/09/2021
Cultivo:	POR SEMBRAR FRÉJOL DE PALO	Impreso:	13/10/2021
Identificación	MUESTRA 1	Fecha de Entrega:	15/10/2021

Identificación del lote:

Profundidad:

pH	C.E	M.O	NH ₄	P	S	K	Ca	Mg
	ds/m	%	ppm			meq/100 g		
5,75	0,06	3,82	18,70	2,79	14,67	0,30	2,00	0,45
Me.Ac.	N.S.	M	B	B	M	M	B	B

Na	Al+H	Al	Σ bases	TEXTURA (%)			Cu	B
meq/100g				Arena	Limo	Arcilla	ppm	
			2,75				5,00	0,24
			MB				A	M

Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
ppm			R1	R2	R3
279,1	1,20	8,30	4,44	1,50	8,17
A	B	M	O	B	B

INTERPRETACIÓN

Textura	Elementos	pH	Conductividad eléctrica
Fco. = Franco	MB = Muy Bajo	M.Ac. = Muy Ácido	N.S. = No salino
Fco.Ar = Franco Arenoso	B = Bajo	Ac. = Ácido	L.S. = Ligeramente salino
Arc. = Arcilloso	M = Medio	Me.Ac. = Medianamente Ácido	S. = Salino
Ar. = Arenoso	A = Alto	LAc. = Ligeramente Acido	M.S. = Muy Salino
Li. = Limoso	O = Óptimo	P. N. = Practicamente Neutro	

Determinación	Metodología	Extractante
P, NH ₄ ⁺	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8,5
S	Turbidimetría	Fosfatos de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkley y Black	No Aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciometría	Suelo-Agua (1:2,5)
CE	Conductimetría	No Aplica
Textura	Modificado de Bouyoucus	No Aplica
Al	Volumetría	KCl 1N
Al + H		

Dra. Luz María Martínez
Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA



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

M&J

RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Ing. RICARDO LUNA	Número Muestra:	7817
Propiedad:		Fecha de ingreso:	17/09/2021
Cultivo:	POR SEMBRAR FRÉJOL DE PALO	Impreso:	13/10/2021
Identificación	MUESTRA 3	Fecha de Entrega:	15/10/2021

Identificación del lote:

Profundidad:

pH	C.E	M.O	NH ₄	P	S	K	Ca	Mg
	ds/m	%	ppm			meq/100 g		
5,99	0,03	3,43	19,99	1,99	14,67	0,10	2,00	0,44
Me.Ac.	N.S.	M	B	B	M	B	B	B

Na	Al+H	Al	Σ bases	TEXTURA (%)			Cu	B
meq/100g				Arena	Limo	Arcilla	ppm	
			2,54				4,80	0,45
			MB				A	M

Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
ppm			R1	R2	R3
198,2	5,30	4,40	4,55	4,40	24,40
A	M	B	O	O	O

INTERPRETACIÓN

Textura	Elementos	pH	Conductividad eléctrica
Fco. = Franco	MB= Muy Bajo	M.Ac. = Muy Ácido	N.S. = No salino
Fco.Ar = Franco Arenoso	B = Bajo	Ac. = Ácido	L.S. = Ligeramente salino
Arc. = Arcilloso	M = Medio	Me.Ac. = Medianamente Ácido	S. = Salino
Ar. = Arenoso	A = Alto	L.Ac. = Ligeramente Acido	M.S. = Muy Salino
Li. = Limoso	O = Óptimo	P. N. = Practicamente Neutro	

Determinación	Metodología	Extractante
P, NH ₄ ⁺	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8,5
S	Turbidimetría	Fosfatos de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkley y Black	No Aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo-Agua (1:2,5)
CE	Conductimetría	No Aplica
Textura	Modificado de Bouyoucus	No Aplica
Al		
Al + H	Volumetría	KCl 1N

Dra. Luz María Martínez
Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA



Dirección:

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

Teléfono:

2752-607

M&J

Anexo 7. Análisis de suelo al final de la investigación



RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Srta. TATIANA PILAGUANO	Número Muestra:	8065
Propiedad:		Fecha de ingreso:	31/01/2022
Cultivo:	CAFÉ ROBUSTA	Impreso:	13/02/2022
Identificación	18 MESES / Tratamiento 1	Fecha de Entrega:	15/02/2022

Identificación del lote:

Profundidad:

pH	C.E	M.O	NH ₄	P	S	K	Ca	Mg
	ds/m	%		ppm		meg/100 g		
5,45	0,08	6,72	35,46	11,34	2,89	0,51	3,00	0,63
Ac.	N.S.	A	M	B	B	A	B	B

Na	Al+H	Al	Σ bases	TEXTURA (%)			Cu	B
meg/100g				Arena	Limo	Arcilla	ppm	
	0,30		4,14				4,70	0,24
	B		MB				M	B

Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
ppm					
			R1	R2	R3
209,6	1,80	8,50	4,76	1,24	7,12
A	B	M	O	B	B

INTERPRETACIÓN

Textura	Elementos	pH	Conductividad eléctrica
Fco. = Franco	MB= Muy Bajo	M.Ac. = Muy Ácido	N.S.= No salino
Fco.Ar = Franco Arenoso	B = Bajo	Ac. = Ácido	L.S.= Ligeramente salino
Arc. = Arcilloso	M = Medio	Me.Ac.= Medianamente Ácido	S. = Salino
Ar. = Arenoso	A = Alto	L.Ac. = Ligeramente Acido	M.S.= Muy Salino
Li. = Limoso	O = Óptimo	P. N. = Prácticamente Neutro	

Determinación	Metodología	Extractante
P, NH ₄ ⁺	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8,5
S	Turbidimetría	Fosfatos de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkley y Black	No Aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo-Agua (1:2,5)
CE	Conductimetría	No Aplica
Textura	Modificado de Bouyoucos	No Aplica
Al		
Al + H	Volumetría	KCl 1N

Dra. Luz María Martínez
Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA

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

M&J

RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Srta. TATIANA PILAGUANO	Número Muestra:	8066
Propiedad:		Fecha de ingreso:	31/01/2022
Cultivo:	CAFÉ ROBUSTA	Impreso:	13/02/2022
Identificación	18 MESES / Tratamiento 2	Fecha de Entrega:	15/02/2022

Identificación del lote:

Profundidad:

pH	C.E	M.O	NH ₄	P	S	K	Ca	Mg
	ds/m	%	ppm			meq/100 g		
5,48	0,07	3,23	18,05	4,66	8,45	0,25	2,00	0,22
Ac.	N.S.	M	B	B	B	M	B	B

Na	Al+H	Al	Σ bases	TEXTURA (%)			Cu	B
meq/100g				Arena	Limo	Arcilla	ppm	
	0,33		2,47				5,40	0,33
	B		MB				M	B

Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
ppm			R1	R2	R3
179,2	2,00	6,20	9,09	0,88	8,88
A	B	M	A	B	B

INTERPRETACIÓN

Textura	Elementos	pH	Conductividad eléctrica
Fco. = Franco	MB= Muy Bajo	M.Ac. = Muy Ácido	N.S. = No salino
Fco.Ar = Franco Arenoso	B = Bajo	Ac. = Ácido	L.S. = Ligeramente salino
Arc. = Arcilloso	M = Medio	Me.Ac. = Medianamente Ácido	S. = Salino
Ar. = Arenoso	A = Alto	L.Ac. = Ligeramente Ácido	M.S. = Muy Salino
Li. = Limoso	O = Óptimo	P. N. = Practicamente Neutro	

Determinación	Metodología	Extractante
P, NH ₄ ⁺	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8,5
S	Turbidimetría	Fosfatos de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkley y Black	No Aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciometría	Suelo-Agua (1:2,5)
CE	Conductimetría	No Aplica
Textura	Modificado de Bouyoucos	No Aplica
Al		
Al + H	Volumetría	KCl 1N



Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA

RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Srta. TATIANA PILAGUANO	Número Muestra:	8067
Propiedad:		Fecha de ingreso:	31/01/2022
Cultivo:	CAFÉ ROBUSTA	Impreso:	13/02/2022
Identificación	18 MESES / Tratamiento 3	Fecha de Entrega:	15/02/2022

Identificación del lote:

Profundidad:

pH	C.E	M.O	NH ₄	P	S	K	Ca	Mg
	ds/m	%	ppm		meq/100 g			
5,45	0,09	5,38	24,50	4,45	7,56	0,24	2,00	0,31
Ac.	N.S.	A	B	B	B	M	B	B

Na	Al+H	Al	Σ bases	TEXTURA (%)			Cu	B
meq/100g				Arena	Limo	Arcilla	ppm	
	0,26		2,55				5,00	0,24
	B		MB				M	B

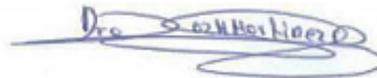
Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
ppm			R1	R2	R3
206,0	2,40	5,40	6,45	1,29	9,63
A	B	M	A	B	B

INTERPRETACIÓN

Textura	Elementos	pH	Conductividad eléctrica
Fco. = Franco	MB= Muy Bajo	M.Ac. = Muy Ácido	N.S. = No salino
Fco.Ar = Franco Arenoso	B = Bajo	Ac. = Ácido	L.S. = Ligeramente salino
Arc. = Arcilloso	M = Medio	Me.Ac. = Medianamente Ácido	S. = Salino
Ar. = Arenoso	A = Alto	L.Ac. = Ligeramente Ácido	M.S. = Muy Salino
Li. = Limoso	O = Óptimo	P. N. = Practicamente Neutro	

Determinación	Metodología	Extractante
P, NH ₄ ⁺	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8,5
S	Turbidimetría	Fosfatos de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkley y Black	No Aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciometría	Suelo-Agua (1:2,5)
CE	Conductimetría	No Aplica
Textura	Modificado de Bouyoucos	No Aplica
Al		
Al + H	Volumetría	KCl 1N



Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA

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

M&J

Anexo 8. Análisis de abonos



RESULTADOS: ANÁLISIS DE ABONO SÓLIDO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Ing. RICARDO LUNA	Número de muestra:	6203
Identificación:	ABONO ORGÁNICO	Fecha de Ingreso:	09/12/2021
Muestra:		Fecha de Entrega:	31/01/2022
		No. Laboratorio: Desde:	0001Hasta:

MATERIA SECA (%)							pH	C.E dS/m
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S		
Tiene	2,20	0,34	1,93	0,88	0,90	0,11	5,30	1,35
Interpretación							Ac.	N.S.

ppm						M.O	HUMEDAD	Materia seca
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	%	%	%
Tiene	586,00	56,69	830,0	155,00	92,00	28,16	45,29	54,71
Interpretación								

RELACIONES							BASES (%)	
VALORES	N/k	K/P	Mg/k	Ca/Mg	(Ca+Mg)/k	C/N	(K+Ca+Mg)	
	R1	R2	R4	R3	R3	R	SUMATORIA	
Tiene	1,14	5,68	0,47	0,98	0,92	16,33/2,20	3,71	

INTERPRETACIÓN	
Ac: Ácido	pH
N.S: No Salino	Conductivida Eléctrica

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

M&J

Anexo 9. Cantidad y costo de fertilizantes utilizados en la investigación

Producto	100% Conv		1000 kg ha		1500 kg ha		2000 kg ha	
	%	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
Apligación g /planta		210,00		402,50		502,50		611,26

Ingrediente	Valor total	Cantidad kg	Valor kg	100% Conve	USD	1000 kg ha	USD	1500 kg ha	USD	2000 kg ha	USD
Nitrato de amonio	41,75	50	0,84	6,74	5,63	6,02	5,03	4,42	3,69	3,71	3,10
Sulfato de Mg (granulado)	23,75	50	0,48	0,96	0,46	1,37	0,65	1,43	0,68	0,99	0,47
Cloruro de K (mureato)	46,95	50	0,94	2,70	2,53	2,01	1,89	1,43	1,34	1,19	1,12
DAP (Fosfato di amonico)	55,75	50	1,12	1,93	2,15	0,37	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00
Bioabor BBQ	6,43	40	0,16	0,00	0,00	18,25	2,93	21,38	3,44	26,50	4,26
Cal dolomita	15,25	50	0,31	3,85	1,17	1,37	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00
Total					11,93		11,32		9,14		8,95

Anexo 10. Fotos de la investigación

Ilustración 2. Toma de dato diámetro de tallo.



Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

Ilustración 3. Toma de tallo altura de planta.



Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

Ilustración 4. Limpieza de unidades experimentales.



Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

Ilustración 5. Toma de datos en conferencia foliar.



Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

Ilustración 6. Aplicación de abonos.



Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

Ilustración 7. Labores culturales.



Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

Ilustración 8. Mezcla de fertilizantes.



Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

Ilustración 9. Toma de datos.



Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

Ilustración 10. Toma de datos de variables agronómicas.



Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)

Ilustración 11. Aplicación de las mezclas nutricionales.



Elaborado por: Pilaguano M. y Castillo, R. (2022)