



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS

NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**RESPUESTA AGRONÓMICA DE TRES VARIEDADES DE CAFÉ (*Coffea arabica*)
CON TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN FOLIAR.**

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

Autor:

Vargas Humaginga Klever Santiago

Tutor:

Ing. Mg. Cristian Tapia Ramírez MSc

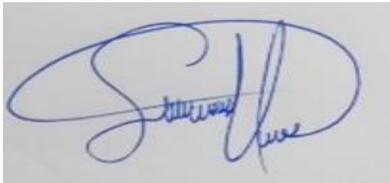
LA MANÁ-ECUADOR

SEPTIEMBRE -2020

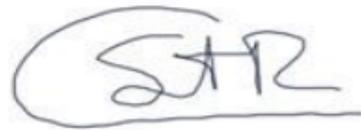
DECLARACIÓN DE AUTORIA

Yo, Vargas Humaginga Klever Santiago declaro ser el autor del presente proyecto de investigación “RESPUESTA AGRONÓMICA DE TRES VARIEDADES DE CAFÉ (*COFFEA ARABICA*) CON TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN FOLIAR”, siendo el Ing. Cristian Santiago Tapia Ramírez MSc 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 mi exclusiva responsabilidad.



Vargas Humaginga Klever Santiago
C.I: 175235993-3



Ing. Tapia Ramírez Cristian Santiago
C.I: 050278441-
Tutor

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, Vargas Humaginga Klever Santiago identificada/o con C.C. N° 175235993-3, de estado civil solteros y con domicilio en la Parroquia Pucayacu, a quien en lo sucesivo se denominará **LA/EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA/EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“Respuesta agronómica de tres variedades de café (*coffea arabica*) con tres niveles de fertilización foliar”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. – Septiembre 2015 – Septiembre 2020

Aprobación HCA.-

Tutor.- Ing. MSc. Cristian Santiago Tapia Ramírez

Tema: **“Respuesta agronómica de tres variedades de café (*coffea arabica*) con tres niveles de fertilización foliar”**

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, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación 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 **LA/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

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

CLÁUSULA 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 **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

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

CLÁUSULA NOVENA.- El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las 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 7 días del mes de septiembre del 2020.

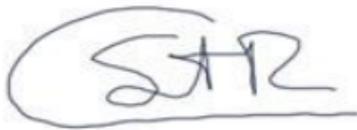
Vargas Humaginga Klever Santiago
EL CESIONARIO

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez
EL CESIONARIO

INFORME DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título: “RESPUESTA AGRONÓMICA DE TRES VARIEDADES DE CAFÉ (*COFFEA ARABICA*) CON TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN FOLIAR” del señor Vargas Humaginga Klever Santiago de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requisitos metodológicos y aportes científicos- técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación de tribunal de Validación de Proyectos que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, septiembre 2020

A handwritten signature in blue ink, consisting of the letters 'STAR' enclosed within a large, rounded, hand-drawn oval shape.

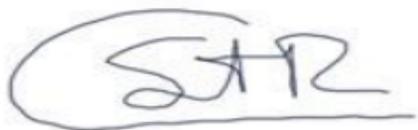
Ing. Cristian Santiago Tapia Ramírez
C.I: 050278441-6
TUTOR

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En la calidad de tutor del trabajo de Investigación sobre el título:

“RESPUESTA AGRONÓMICA DE TRES VARIEDADES DE CAFÉ (*COFFEA ARABICA*) CON TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN FOLIAR” del señor Vargas Humaginga Klever Santiago de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requisitos metodológicos y aportes científicos- técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación de tribunal de Validación de Proyectos que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, septiembre 2020

A handwritten signature in blue ink, consisting of the letters 'STAR' in a stylized, cursive font, enclosed within a hand-drawn oval.

Ing. Cristian Santiago Tapia Ramírez MSc
CI: 0502784416
TUTOR

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título: “RESPUESTA AGRONÓMICA DE TRES VARIETADES DE CAFÉ (*COFFEA ARABICA*) CON TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN FOLIAR” del señor Vargas Humaginga Klever Santiago de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo Investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa

La Maná, septiembre 2020



Ing. Ricardo Luna Murillo

CI: 091296922-7

LECTOR 1 PRESIDENTE



Ing. Wellington Pincay Ronquillo

CI: 120638458-6

LECTOR 2 MIEMBRO



Ing. Tatiana Gavilánez Buñay

CI: 160039819-0

LECTOR 3 SECRETARIO

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarme por el buen camino, darme ánimos para seguir adelante y no dejar desmayar en los problemas que se presentaba.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas en el proceso académico, a mis docentes por brindar sus conocimientos experiencias.

A mis padres por su apoyo incondicional a lo largo de estos años, a mis hermanos, y de más familiares por ayudarme moral y económicamente.

A mi director de proyecto Ing. Cristian Tapia por ayudarme con sus conocimientos para finalizar este proyecto.

Santiago

DEDICATORIA

Esta investigación dedico a Dios por ser el que decide el destino de cada persona por su infinito amor pude cumplir este sueño y lograr esta meta tan esperada.

También dedico a mi padre José Vargas, a mi madre Aida Humaginga, a mis hermanos Osvaldo, Mayra, Silvia, Juan, Fabián, por a ver fomentado el anhelo de superación, el triunfo en esta etapa de mi vida,

A mi tutor por su enseñanza para terminar este proceso investigativo, espero poder contar siempre con su apoyo incondicional.

Santiago

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
TEMA: COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES VARIEDADES DE CAFÉ
(*Coffea arábica*) CON TRES NIVELES DE BIOFERTILIZACION FOLIAR.

Autor:

Vargas Humaginga Klever Santiago

RESUMEN

El presente proyecto se desarrollado en la finca "San Pablo" perteneciente a la Parroquia Pucayacu del Cantón La Maná, tiene como objetivo determinar el efecto de diferentes dosis de biofertilizante foliar sobre el comportamiento agronómico del cultivo de café (*Coffea arabico*), y se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con un arreglo factorial de 3x3+3, con 9 tratamientos, 3 repeticiones más 1 tratamiento testigo con tres repeticiones por cada variedad dando un total 36 unidades experimentales. Cabe mencionar que la investigación se realizó en dos epatas la primera etapa fue la formulación y elaboración del biol y adaptación de las variedades de café bajo invernadero y la segunda epata fue el establecimiento del cultivo y la toma de variables propuestas en el tema de estudio. Las variables que se evaluaron fueron altura de planta, diámetro de tallo, circunferencia foliar, numero de hojas, numero de ramas, numero de nudos, el suelo de la finca presentó un pH de 6,0 con una materia orgánica 3,5 medio, NH4 bajo y fosforo medio. Las variedades de estudio fueron. 13-20-14, Sarchimor y Geisha. A continuación, se presenta los siguientes resultados obtenido en el trabajo de investigación como son: La mejor variedad resulto 13-20-14 en las variables bajo estudio. La dosis del fertilizante foliar que presentó los mejores resultados fue 30 litros de biol ya que mostro diferencia significativas en altura de planta desde la primera a la semana 16 fue en la dosis de 30 litros de biol con 16,58 cm y 27,87 cm respectivamente, en el diámetro del tallo en la semana 16 se destacó la dosis de 30 litros con 0,43 mm y el menor valor en la dosis de 20 litros con 0,39 mm presentándose diferencias estadísticas entre las dosis. Circunferencia foliar Para la semana 16 el mayor valor se registró en la dosis de 30 litros con 49,23 mm y el menor valor de 45,33 en la

dosis de 20 litros. En la semana 16 el mayor número de hojas lo obtuvo la dosis 30 litros de biol con 9,90 hojas y con 20 litros se reportó 9,24 hojas sin presentar diferencias estadísticas. En los tratamientos la dosis de 30 litros de biol en las variedades 13-20-14 y Sarchimor presentaron los valores más altos. El mayor incremento de altura entre los tratamientos bajo estudio se registró en el tratamiento 30 litros de biol con la variedad Sarchimor con 12,64 cm y los menor valores se registraron en los testigos de cada una de las variedades 13-20-14 con 4,57 cm Geisha con 5,15 cm; Sarchimor con 4,49 cm presentando diferencias estadísticas. La mayor tasa de crecimiento relativo se presentó en el tratamiento 30 litros de biol en las variedades 13-20-14 Al analizar la tasa de crecimiento relativo entre la altura de la semana 16 y semana 1 el tratamiento que presentó la mayor tasa de crecimiento fue 30 litros de biol con la variedad Sarchimor con 0,11 cm día⁻¹ y el menor se encontró en los testigos de las variedades con 0,04 y 005 cm día⁻¹

Palabras clave: Efecto, Dosis, Fertilizante Foliar, Comportamiento

ABSTRACT

The present project was developed in the “San Pablo” farm belonging to the Pucayacu Parish of La Maná Canton, its objective is to determine the effect of different doses of foliar biofertilizer on the agronomic behavior of the coffee crop (*arabica coffea*), and it was used the completely randomized block design with a factorial arrangement of $3 \times 3 + 3$, with 9 treatments, 3 repetitions plus 1 control treatment with three repetitions for each variety, giving a total of 36 experimental units. It is worth mentioning that the research was carried out in two stages: The first stage was the formulation and elaboration of the biol and adaptation of the coffee varieties under greenhouse and the second stage was the establishment of the crop and the taking of variables proposed in the subject of study. The variables that were evaluated were plant height, diameter of stem, foliar circumference, number of leaves, number of branches, number of nodes, the soil of the farm presented a pH of 6.0 with a 3.5 medium organic matter, low NH_4 and medium phosphorus. The study varieties were. 13-20-14, Sarchimor and Geisha. Next, the following results obtained in the research work are presented, such as: The best variety was 13-20-14 in the variables under study. The dose of the foliar fertilizer that presented the best results was 30 liters of biol since it showed significant differences in plant height from the first to week 16 in the dose of 30 liters of biol with 16.58 cm and 27.87 cm respectively, in the diameter of the stem in the week 16 the dose of 30 liters with 0.43 mm stood out and the lowest value in the dose of 20 liters with 0.39 mm, presenting statistical differences between the doses. Foliar circumference for week 16 the highest value was recorded in the dose of 30 liters with 49.23 mm and the lowest value of 45.33 in the dose of 20 liters. In week 16 the highest number of leaves was obtained by the dose of 30 liters of biol with 9.90 leaves and with 20 liters 9.24 leaves were reported without presenting statistical differences. In the treatments, the dose of 30 liters of biol in the varieties 13-20-14 and Sarchimor presented the highest values. The highest increase in height among the treatments under study was registered in the treatment 30 liters of biol with the Sarchimor variety with 12.64 cm and the lowest values were registered in the controls of each of the varieties 13-20-14 with 4.57 cm Geisha with 5.15 cm; Sarchimor with 4.49 cm showing statistical differences. The highest relative growth rate was

presented in the treatment 30 liters of biol in varieties 13-20-14 When analyzing the relative growth rate between the height of week 16 and week 1, the treatment that presented the highest growth rate was 30 liters of biol with the Sarchimor variety with 0.11 cm day⁻¹ and the lowest was found in the controls of the varieties with 0.04 and 0.05 cm day⁻¹

Keywords: Effect, Dose, Foliar Fertilizer, Behavior

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 del proyecto de investigación al idioma inglés presentado por el estudiante Egresado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Vargas Humaging Kler Santiago, cuyo título versa **COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES VARIEDADES DE CAFÉ (CEFFEA ARABICA) CON TRES NIVELES DE BIOFERTILIZACION FOLIAR**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo las peticiones hacer uso del presente certificado de la manera ética que considere conveniente.

La Maná, septiembre del 2020

Atentamente



MSc. Ramón Amores Sebastián Fernando
C.I: 050301668-5
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORIA	ii
INFORME DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xiv
ÍNDICE GENERAL.....	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xix
ÍNDICE DE ANEXOS	xxi
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS	5
6.1. Objetivo General	5
6.2. Objetivos Específicos.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN DE LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
8. FUNDAMENTACION CIENTIFICA TECNICA	7
8.1. El cultivo de café.....	7
8.2. Descripción de la planta de café.....	9
8.3. Requerimientos edafoclimaticas	10
8.4. Plagas enfermedades en el cultivo de café.....	11
8.4.1. Broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>).....	11
8.4.2. Minador del café (<i>Leucoptera coffella</i>)	11

8.5. Enfermedades del cafeto	12
8.5.1. Pie negro (<i>Campylocarpon sp</i>)	12
8.5.2. Ojo de gallo (<i>Mycena citricolor</i>).....	12
8.5.3. La roya del café (<i>Hemileia vastatrix</i>)	13
8.6. Importancia agronómica en el cultivo de café	13
8.7. Importancia económica del café.....	14
8.8. Importancia del café en el ser humano.....	15
8.9. Tipos o variedades de café.....	16
8.9.1. Sarchimor.....	16
8.9.2. Geisha	17
8.9.3. Variedad 13-20-14 (Catimor)	18
8.10. Biofertilizante foliar	19
8.11. Importancia	20
8.12. Función de los biofertilizantes foliar.....	20
8.13. Ventajas y desventajas de la utilización del biofertilizante foliar.....	20
8.14. Dosificación y procedimientos para la elaboración del biofertilizante foliar	21
8.15. Tasa de crecimiento.....	25
8.16. Investigaciones en café.....	24
9. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS.....	26
10. DISEÑO METODOLÓGICO	27
10.1. Ubicación y duración del proyecto	27
10.2. Tipo de investigación	27
10.3. Condiciones meteorológicas	27
10.4. Diseño experimental.....	28
10.5. Esquema del experimento.....	28
10.6. Manejo metodológico del ensayo.....	29
10.6.1. Análisis de suelo	29
10.6.2. Limpieza del terreno	29
10.6.3. Cercado y colocación de estacas	29
10.6.4. Colocación de estacas	30
10.6.5. Siembra.....	30

10.6.6. Labores culturales	30
10.6.7. Elaboración de bloques de investigación.....	30
10.7. Variables evaluadas.....	31
10.7.1. Altura de planta (cm)	31
10.7.2. Diámetro del tallo (mm)	31
10.7.3. Circunferencia foliar (cm)	31
10.7.4. Número de hojas	31
10.7.5. Número de ramas	31
10.7.6. Número de nudos	32
10.7.7. Fertilización	32
10.7.8. Control de malezas	32
10.7.9. Controles fitosanitarios	32
10.7.10. Análisis del fertilizante foliar	32
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	33
11.1. Efecto simple de las variedades	33
11.1.1. Altura de planta (cm)	33
11.1.2. Diámetro de tallo	34
11.1.3. Circunferencia foliar.....	35
11.1.4. Número de hojas	36
11.1.5. Número de nudos.....	37
11.2. Efecto simple de los fertilizantes foliares	38
11.2.1. Altura de planta (cm)	38
11.2.2. Diámetro de tallo	39
11.2.3. Circunferencia foliar.....	40
11.2.4. Número de hojas	41
11.2.5. Número de nudos	¡Error! Marcador no definido.
11.3. Efecto de los tratamientos	43
11.3.1. Altura de planta (cm)	43
11.3.2. Diámetro de tallo (mm)	44
11.3.3. Circunferencia foliar.....	47
11.3.4. Número de hojas	47

11.3.5. Número de nudos	54
11.4. Incremento y tasa de crecimiento relativo	54
12. IMPACTOS (TÉCNICOS SOCIALES, AMBIENTALES, ECONÓMICOS)	59
12.1. Impacto Ambiental.....	59
13. PRESUPUESTO	59
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
14.1. Conclusiones	62
14.2. Recomendaciones.....	62
15. BIBLIOGRAFÍA.....	63
16. ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación de los objetivos planteados	6
Tabla 2. Clasificación taxonómica del café.....	8
Tabla 3. Condiciones meteorológicas y edafológicas.....	27
Tabla 4. Esquema de la fuente de variación y grados de libertad	28
Tabla 5. Esquema del experimento.....	29
Tabla 6. <i>Análisis del fertilizante foliar</i>	33
Tabla 7. Altura de planta (cm) en la respuesta agronómica de tres variedades de café (<i>Coffea arabica</i>)	34
Tabla 8. Diámetro de tallo (mm) en la respuesta agronómica de tres variedades de café (<i>Coffea arabica</i>)	35
Tabla 9. Circunferencia foliar (mm) en la respuesta agronómica de tres variedades de café (<i>Coffea arabica</i>)	35
Tabla 10. Número de hojas en la respuesta agronómica de tres variedades de café (<i>Coffea arabica</i>)	37
Tabla 11. Distancia entre nudos (cm) en la respuesta agronómica de tres variedades de café	38
Tabla 12. Altura de planta (cm) con tres niveles de fertilización foliar.	39
Tabla 13. Diámetro de tallo (mm) con tres niveles de fertilización foliar.....	40
Tabla 14. Circunferencia foliar (mm) con tres niveles de fertilización foliar	41
Tabla 15. Número de hojas con tres niveles de fertilización foliar	40
Tabla 16. Número de nudos (cm) con tres niveles de fertilización foliar.....	43
Tabla 17. Altura de planta (cm) <i>en la</i> respuesta agronómica de tres variedades de café (<i>Coffea arábica</i>) con tres niveles de fertilización foliar.....	45

Tabla 18. Diámetro de tallo (mm) <i>en la</i> respuesta agronómica de tres variedades de café (<i>Coffea arabica</i>) con tres niveles de fertilización foliar.....	48
Tabla 19. Circunferencia foliar (mm) <i>en la</i> respuesta agronómica de tres variedades de café (<i>Coffea arabica</i>) con tres niveles de fertilización foliar.....	50
Tabla 20. Número de hojas <i>en la</i> respuesta agronómica de tres variedades de café (<i>Coffea arabica</i>) con tres niveles de fertilización foliar.....	52
Tabla 21. Número de nudos <i>en la</i> respuesta agronómica de tres variedades de café (<i>Coffea arabica</i>) con tres niveles de fertilización foliar.....	55
Tabla 22. Incremento y tasa de crecimiento relativo <i>en la</i> respuesta agronómica de tres variedades de café.....	57
Tabla 23. Presupuesto para el establecimiento del proyecto de café.....	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Fotografías de realización de proyecto en el campo.....	74
Anexo 2. Análisis de suelo y fertilizante.....	79
Anexo 3. Hoja de vida del docente tutor	82
Anexo 4. Hoja de vida del estudiante investigador	82

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto	Comportamiento Agronómico de tres variedades de café (<i>Coffea arabica</i>) con tres niveles de biofertilización foliar.
Tiempo de ejecución:	Primera etapa de enero a mayo Segunda etapa de mayo a septiembre
Fecha de inicio:	enero 2020
Fecha de finalización:	septiembre 2020
Lugar de ejecución:	En la finca “san pablo” de la Parroquia Pucayacu del Cantón La Maná Provincia de Cotopaxi
Unidad Académica que auspicia:	Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.
Carrera que auspicia:	Ingeniería Agronómica
Proyecto de investigación vinculado:	Al Sector Agrícola
Equipo de Trabajo	Autor: Klever Santiago Vargas Humaginga Tutor: Ing. Cristian Santiago Tapia Ramírez
Área de Conocimiento	Agricultura, Silvicultura, Pesca
Línea de investigación	Desarrollo de Seguridad Alimentaria
Sub líneas de investigación de la Carrera:	Producción Agrícola Sostenible

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto se desarrollado en la finca "San Pablo" perteneciente a la Parroquia Pucayacu del Cantón La Mana, tiene como objetivo determinar el efecto de diferentes dosis de biofertilizante foliar sobre el comportamiento agronómico del cultivo de café (*Coffea arabica*), se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con un arreglo factorial de $3 \times 3 + 3$, con 9 tratamientos, 3 repeticiones más 1 tratamiento testigo con tres repeticiones por cada variedad dando un total 36 unidades experimentales, con dimensiones uniformes de 8x11m.

Para lo cual se determinó tres dosis diferentes de fertilización foliar y un testigo neutro para identificar cuál de las variedades ha obtenido resultados significativos en las variables de estudio: altura de planta, diámetro de tallo, circunferencia foliar, número de hojas, número de ramas, número de nudos. Cabe mencionar que la investigación se realizó en dos epatas la primera etapa fue la formulación y elaboración del biol y adaptación de las variedades de café bajo invernadero y la segunda epata fue la ejecución del proyecto en el área de estudio.

La elaboración de los biofertilizantes o abonos orgánicos fermentados se puede entender como un proceso de semi descomposición aeróbica de residuos orgánicos por medio de poblaciones de microorganismos, que existen en los propios residuos, con condiciones controladas, y que producen un material parcialmente estable de lenta descomposición en condiciones favorables y que son capaces de fertilizar a las plantas y al mismo tiempo nutrir la tierra, esto se realizó con el fin de reducir los costos ya que los productos químicos son más elevados por las competencias de las grandes empresas de productos químicos.

Con la aplicación del biofertilizante, los objetivos de los productores será obtener una producción más rentable y con ello el cuidado del suelo para que estos sean más aptos para la producción de café, favoreciendo al suelo, ambiente y a los consumidores. Siendo un cultivo de ciclo perenne ya que la sostenibilidad del cultivo es compleja, se pretende dar a conocer este método de producir evitando el exceso uso de productos químicos para el desarrollo y producción del cultivo, teniendo en cuenta que es acogido por ser uno de los cultivos que aporta en la economía del país y que garantice a los agricultores continuar en producción durante un tiempo determinado.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Con la ejecución del presente proyecto se pretende aportar con información al sector cafetero a la utilización de un método sostenible y sustentable de producción de una manera que con lleve a un buen crecimiento, disminuyendo al máximo el uso de productos químicos. Este proyecto tiene gran importancia ya que por medio del mismo se pretende contribuir a los productores de café, también incentivar a la fabricación y utilización de biofertilizante foliar ya que ayuda en la producción y conservación de suelos.

En la agricultura orgánica se trata de utilizar al máximo los recursos naturales dentro de un sistema de producción, dándole prioridad a la fertilidad del suelo, la actividad de macro y micro nutrientes y al mismo tiempo a disminuir el uso de los recursos no renovables y a la no utilización de productos químicos para proteger la flora y fauna y la salud humana. De esta manera la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. (Chacon, 2011)

Los biofertilizantes foliares son una alternativa que ayuda a cuidar el medio ambiente para así tener una producción de alimentos inocuos favoreciendo a los consumidores en la seguridad alimentaria, en la nutrición y el buen vivir. Con la aplicación de biofertilizante foliar se obtiene grandes ventajas ya que permiten aumentar la fertilidad del suelo, evitando así la contaminación al ambiente y reemplazando a los productos químicos por un producto orgánico.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los principales beneficiarios con la ejecución de este proyecto serán las poblaciones que se encuentran ubicados en el sector San Pablo perteneciente a la Parroquia Pucayacu, Cantón la Maná, Provincia de Cotopaxi donde se realizará la investigación, quienes pudieran ampliar sus conocimientos. De igual manera los agricultores pertenecientes a la red de caficultores se beneficiarán directamente con esta investigación.

Este proyecto beneficiará indirectamente a los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi que deseen continuar con el estudio del mismo hasta llegar a la etapa de productividad, así como a los agricultores de la zona.

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué impacto tiene la ampliación del biofertilizante foliar sobre el comportamiento agronómico del cultivo de café?

Las producciones del cultivo de café convierten en uno de poca rentabilidad por los altos costos, por dos problemas que se presentan: por una parte, el elevado costo en la producción de café, lo cual representa una importante fuerza en contra, para aquellos productores no muy convencidos de las virtudes del café orgánico. Por otra parte, los bajos resultados de producción, terminan de desanimar a los productores. Antes del año 97 el café fue uno de los cultivos que se destacó en las exportaciones agrícolas del país, como el cacao y el banano, siendo fuente de divisas y empleo, además la falta de incentivos y los bajos precios hace que sea casi imposible producir. (Gualotuña, 2016)

El uso excesivo de fertilizantes químicos afecta a los macro y micro nutrientes del suelo, dando como resultado más contaminación al ambiente y a la salud humana, por lo que con esta investigación se demostró que durante los primeros 4 meses de ciclo de vida del cultivo, se puede establecer el cultivo mediante una estricta aplicación de fertilizante foliar dando como resultado plantas de mejor calidad y desarrollar, dejando de utilizar productos sintéticos que afectan la flora y la fauna de nuestros suelos volviéndolos áridos sin abono.

El impacto que causa la contaminación a nivel mundial con químicos es cada vez más grande en productos de consumo humano los daños ambientales son muy fuertes superando esta última década todos los pronostico causando pérdidas ambientales, económica, por la poca producción de los suelos y más uso de abonos de origen químico ya que las empresas cada vez promueven productos con más contaminación ambiental, de alimentos y de los recursos naturales.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

Evaluar la respuesta agronómica de tres variedades de café (*Coffea arabica*) con tres niveles de fertilización foliar.

6.2. Objetivos Específicos

Formular el fertilizante foliar en base a los requerimientos del cultivo de café.

Evaluar el comportamiento agronómico de tres variedades de café (*Coffea arabica*) bajo las condiciones climáticas de la finca san pablo de la Parroquia Pucayacu.

Determinar la mejor dosis de fertilización foliar en el cultivo de café.

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

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación de los objetivos planteados

Objetivos específicos	Actividad (tarea)	Resultado de la actividad	Medio de verificación
. Formular el fertilizante foliar en base a los requerimientos del cultivo de café	Elaboración del fertilizante foliar mediante los procedimientos.	390 litros de fertilizante foliar	Fotos
Evaluar el comportamiento agronómico de tres variedades de café (<i>Coffea arabica</i>) bajo las condiciones climáticas de la finca san pablo de la Parroquia Pucayacu.	. Obtención de las plántulas, llenado de fundas, siembra y colocación bajo invernadero. . Limpieza y determinación de área para las parcelas. . Siembra de las plántulas de café.	. Parcelas definidas % porcentaje germinación. . Dosis de fertilizante foliar . Toma de las variables de estudio.	. Libreta de campo . Registros fotográficos . Análisis estadístico
Determinar la mejor dosis de fertilización foliar en el cultivo de café.	. Aplicación de fertilizante foliar. . Análisis de los efectos Y determinación de los indicadores de estudio. . Mediciones agronómicas altura de planta, diámetro de tallo, circunferencia foliar, numero de hojas, numero de ramas, numero de nudos, presencia de plagas y enfermedades.	.Crecimiento de la altura de planta diámetro de tallo, circunferencia foliar, número de hojas, número de ramas, número de nudos.	. Libreta de campo . Registros fotográficos . Análisis estadístico

Elaborado por: Santiago Vargas

8. FUNDAMENTACION CIENTIFICA TECNICA

8.1.El cultivo de café

Es originario de Etiopía llegando a establecer cómo uno de los cultivos más conocidos en el mundo entero. Existen dos versiones de la aparición del café, la primera versión dice que el café fue descubierto casualmente por un pastor de cabras cuando las se ponían nerviosas e intranquilas después que habían comido el fruto de esta planta. Otra versión, asegura que el café lo descubrieron para proporcionarse insomnio en sus horas de oración nocturna que utilizaban los monjes. Cual sea la verdad, el caso es que se conoce aproximadamente unas 30 especies de café. El centro de las montañas sur occidentales de Etiopía es el origen del café arábigo, el altiplano del Sudan y el Norte de Kenia, donde es un componente natural del sotobosque, ubicado de 1300 a 2000 metros de altitud (Criollo, 2010).

Se estima que el 8% de la población mundial está involucrada en el mercado del café además se considera el principal producto agrícola de consumo en el mundo, desde su siembra hasta su consumo final. 8,5 millones de toneladas fue la producción mundial para el año 2014, de esta cantidad aproximadamente un millón fueron producidas en México y Centroamérica, Las dos principales especies cultivadas para producción son *Coffea arabica*, y *C. canephora* conocida como café Robusta. El 60% de la producción mundial pertenece al café Arábica, el 40% representa mientras al café Robusta. El café arabica se cultiva en zonas altas, posee un fino aroma y agradable acidez; entre los países productores más grandes están Colombia, Brasil, Etiopía, Centroamérica, México, India y África del Este. Los Robusta son cafés más tolerantes y de baja acidez, cultivados principalmente en zonas bajas en Vietnam, Brasil e Indonesia (Montero, 2015).

En 1830 se importó a Ecuador, estableciendo en los recintos Las Maravillas y El Mamey, del cantón Jipijapa, provincia de Manabí. (Criollo, 2010). El café ocupando 52 538 hectáreas en la provincia de Manabí de 109 181 hectáreas que es el área total en producción de café arábigo en el Ecuador; con 22 009 hectáreas Loja; Guayas 8 396 hectáreas; El Oro 7 298 hectáreas; Zamora Chinchipe 4 763 hectáreas; Los Ríos 3 578 hectáreas; Bolívar 2 558 hectáreas; Cotopaxi 2 000

hectáreas; Esmeraldas y Santa Elena 1 350 hectáreas, Pichincha 975 hectáreas; Galápagos 825 hectáreas; Chimborazo 660 hectáreas; Azuay 315 hectáreas; Cañar 278 hectáreas; Imbabura 225 hectáreas; Morona Santiago 218 hectáreas; Carchi 146 hectáreas; Pastaza 113 hectáreas y Napo con 90 hectáreas (Heredia, 2013).

La principal actividad agrícola que se realizan en el Ecuador es el cultivo de café, pues está entre los diez cultivos con mayor superficie, además, se produce casi en todas las provincias del país. Es producido en 19 provincias del país, para el Ecuador, el café es un producto primordial por la generación de divisas e ingresos que implica su exportación (5,283 toneladas de café en grano al 2016). Además, durante los últimos 15 años se ha ubicado entre los primeros nueve cultivos con mayor superficie cosechada (Recimundo, 2018, p. 75).

Según estudios han determinado que existen alrededor de 316.675 hectáreas con aptitud agroecológica para la producción de café arábigo de altura en el Ecuador, que existe alrededor de 316.675 hectáreas con aptitud agroecológica para la producción de café arábigo (Revista de Investigación Talentos, 2015, p. 47). La variedad de café Arábigo representó el 63% de la producción nacional de café, por otro lado, el café Robusta constituyó el 37%. Además, se observó que el 85% de los agricultores cultivan café Arábigo, mientras que, el 15% produce café Robusta. El año 2016 fue de 0.22 t/ha de rendimiento promedio nacional de café Arábigo. La zona productora de mayor rendimiento (0.71 t/ha) fue provincia de Zamora Chinchipe; mientras que, Cotopaxi fue la de menor productividad (0.02 t/ha) (Recimundo, 2018, p. 76).

De acuerdo a Torres (2015) La clasificación taxonómica del café es la siguiente:

Tabla 2. Clasificación taxonómica del café

Reino	Vegetal
Subreino	Angiospermas
División	Antofita
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Rubiaceae
Familia	Poaceae
Género	Coffea
Especie	<i>C. arabica</i>

Fuente: (Torres, 2015)

8.2. Descripción de la planta de café

El cafeto es un arbusto o árbol pequeño, perennifolio, de tronco recto que puede alcanzar los 10 metros en estado silvestre; en los cultivos se les mantiene normalmente en tamaño más reducido, alrededor de 3 metros (Ecofran, 2015).

La raíz. El sistema radicular es superficial estando el 60.0% en los primeros 30 centímetros. De profundidad y la raíz pivotante puede llegar a más de un metro de profundidad (Revista de Investigación Talentos, 2015).

Tallo principal. Dan origen a ramas plagiotropicas primarias solamente. Tienen conexión vascular con el tallo desde el principio (Federacion Nacional de Cafeteros de Colombia, 2007, p. 32).

Yemas seriadas. Son brotes ortotropicos solamente su número puede aumentar con la edad del cafeto.

Ramas primarias. Son ramas plagiotropicas secundarias solamente. Yemas seriadas. Originan de 2 a 4 inflorescencias y cada inflorescencia tendrá 4-5 yemas florales. También pueden originar ramas plagiotropicas, pero nunca darán origen naturalmente a ramas ortotropicas (Agrobanco, 2012, p. 32).

Hojas. Están opuestas y alternas en el tallo ortotropico y en ramas plagiotropicas son opuestas. Son de color verde oscuro y brillante en la parte superior y verde claro en el interior. Ovais y terminan en punta, sus bordes son ondulados. Las hojas nuevas presentan una coloración bronceada o verde claro y después toman su coloración definitiva (Agrobanco, 2012).

Flores. Se encuentran ubicados en las axilas de las hojas de las ramas plagiotropicas. La corola es blanca y formada por 5 pétalos fusionados en su base, dando origen al tubo de la corola; el cual se encuentra inserto en la parte superior del ovario. El ovario, normalmente con dos lóculos, contiene un ovulo por loculo tiene cinco estambres con antenas, de color blanco y bifurcado en el estigma (World coffee research, 2018).

Fruto. Es una drupa de superficie lisa y brillante, de pulpa delgada fácilmente desprendible del pergamino. Cuando maduran los frutos son rojos o amarillos, con dos semillas. En ocasiones

solo uno de los óvulos se fecunda y se desarrolla originando una semilla de forma redonda que se le conoce como café caracol. La café cereza se compone de la pulpa y café pergamino. La pulpa está formada por el epicarpio o cáscara o pellejo correspondiendo al 46% del fruto. El mesocarpio o mucílago miel corresponde al 17.18%. El café pergamino está constituido por el endocarpio o pajilla que representa el 18-20%. El espermodermo o película plateada representa el 0.2% y el café verde se encuentra en 17-18% del fruto (Suárez, 2018).

Semilla. Son oblongas, plano convexas, representan del 35.0 al 38.0% del fruto del café, están constituidas por el endocarpio o pergamino, una película plateada o perisperma, endosperma cotiledón o embrión. El endospermo contiene muchos compuestos, entre los que destacan la cafeína, proteínas, aceites, azúcares, dextrina, celulosa, hemicelulosa, ácido clorogénico y minerales entre otros (Ecofran, 2015, p. 7).

8.3.Requerimientos edafoclimaticas

El crecimiento y desarrollo vegetativo del cultivo del café, están relacionados con factores medioambientales y edáficos de las zonas cafetaleras tales como: ubicación del predio (altitud, latitud), clima (temperatura, luz, humedad, precipitación) y tipo de suelos (características físicas y químicas) (Acebedo, 2016).

Suelo: Los tipos de suelos adecuados para el cultivo de café son de textura franca, con buena fertilidad, drenaje y aireación; de pH ácida a ligeramente ácido, buena profundidad efectiva y adecuado contenido de materia orgánico (Bravo, 2016).

Altura: Altura apropiada para la producción del café es de entre 900 a 1600 metros sobre el nivel del mar. Si se cultiva el café a menor altura, los costos de producción aumentan, ya que se reduce la calidad de los granos de café. En cambio, si se cultiva a mayor altura de la aconsejada, se produce un menor crecimiento de las plantas (Anchundía, 2014).

Temperatura: Va desde los 17 a 26°C. La temperatura es muy importante porque si es menor a 16 grados se pueden quemar los brotes, y si la temperatura sobrepasa los 27 grados hay más riesgo de deshidratación de la planta con reducción de la fotosíntesis (Ecofran, 2015, p. 6).

Humedad: Es también muy importante y va de la mano de las precipitaciones. Si la humedad relativa es mayor a 90.0% hay riesgo de que la planta se enferme con hongos.

Lluvias: Si es excesiva puede ser perjudicial. Por ello, el rango establecido de precipitaciones necesarias para la producción de café es de, entre 1,000 a 3,000 milímetros/año. Si llueve más se producen hongos, y si reciben menos lluvias la producción disminuye, porque se reduce el crecimiento de las plantas de café (Chahuapoma, 2017).

8.4. Plagas enfermedades en el cultivo de café

8.4.1. Broca del café (*Hypothenemus hampei*)

Agente causal: el daño es causado por el escarabajo *Hypothenemus hampei*, que pertenece a la familia curculionide –orden coleóptera. Plaga exclusiva del café (no posee hospedantes alternantes). Entra perforando los frutos por la cicatriz de la corola (frutos preferentemente maduros). Una vez dentro pone huevos, que eclosionan y se desarrollan (Bravo, 2016).

Las hembras, después de fecundadas, son las que abandonan el fruto infestado (caminando y volando). La oviposición cesa junto con la campaña. De una campaña a otra la broca permanece refugiada en el interior de los frutos caídos o los que no fueron cosechados (Chahuapoma, 2017).

Control con *Beauveria bassiana*. Para conseguir mayor eficiencia aplicar en la tarde porque es allí donde se da el vuelo de las hembras y además porque el hongo es sensible a la radiación solar (Agrobanco, 2012, p. 23).

8.4.2. Minador del café (*Leucoptera coffella*)

Agente causal: el daño es causado por la polilla *Perileucoptera coffeella*, que pertenece a la familia Lyonetidae – orden Lepidoptera.

Control químico con el uso de insecticidas traslaminares como el lufenurón y abamectina.

- Abonamiento rico en calcio (fortalecimiento de la planta).
- Evitar el exceso de sombreado de toda la plantación (Criollo, 2010).

8.5. Enfermedades del cafeto

8.5.1. Pie negro (*Campylocarpon sp*)

Agente causal: la enfermedad es ocasionada por el hongo *Rosellinia bunodes*. Pudrición de raíces, con la corteza desorganizada y de color negro. En la parte aérea se observa amarillamiento, marchitez, defoliación y muerte (Iniap, 1995, p. 21).

8.5.2. Ojo de gallo (*Mycena citricolor*)

Esta enfermedad es causada por el hongo se comenzó a estudiar por primera vez en Colombia en 1876, donde se descubrió y se identificó. Durante muchos años ha recibido diferentes nombres debido a las características que se iban descubriendo en el hongo, hasta que al final el binomio aceptado hasta la actualidad es *Mycena citricolor*, Este hongo perteneciendo a la Clase Basidiomycete, orden Agaricales y familia Agaricaceae es de una naturaleza policíclica y tiene un amplio rango de hospederos, puede atacar a más de 550 especies siendo el café el único de importancia comercial (Ecofran®, 2015).

Los síntomas característicos de esta enfermedad son pequeñas manchas circulares, ovaladas y muchas veces irregulares. Se observa un color oscuro en las lesiones jóvenes y un color claro en las lesiones viejas. El micelio del hongo fundamentalmente penetra en el parénquima de la hoja y comienza su actividad al modificar las células constitutivas y transformar la clorofila. En el modo de penetración del hongo se observaron cristales tetraédricos perfectos de oxalato de calcio, que son muy importantes para la patogénesis del hongo. Antes de su penetración el hongo libera ácido oxálico sobre el tejido de la planta, que conlleva a la captura de calcio de las paredes celulares y debilita el tejido afectado, permitiendo la entrada de la hifa del hongo. La enfermedad se desarrolla de manera más rápida en plantaciones viejas, no podadas y bajo sombra excesiva. Esta enfermedad es muy común en zonas con mayor precipitación, baja temperatura, constante neblina; altitudes de 1100 a 1550 msnm y siembras con poca distancia entre los surcos son las más favorables para la enfermedad (Iniap, 1995, p. 11).

8.5.3. La roya del café (*Hemileia vastatrix*)

El hongo *Hemileia vastatrix* es causante de la enfermedad de la roya del café. Puede causar pérdidas del 10% a 40% de la producción. Esta enfermedad fue reportada por primera vez en el año 1869 en Ceilán. El primer reporte de la roya en América Latina fue en Brasil en 1970. Existen dos versiones sobre su introducción: la primera plantea que las uredosporas serían transportadas por los vientos Alisios desde África y la segunda a través de material vegetal o ropa contaminada. Posteriormente a partir de Brasil se diseminó a los demás países de América Latina.

El hongo *H. vastatrix* es un parásito obligado que afecta a las hojas vivas de las especies del género *Coffea*, siendo la especie de *C. arabica* la más afectada. Su única forma conocida de multiplicación son las uredosporas, por lo general los primeros síntomas aparecen en el envés de las hojas, el lugar donde el hongo penetra. Los síntomas inician con la aparición de pequeñas lesiones amarillentas que con el tiempo se vuelven coalescentes y producen uredosporas de un color anaranjado característico. También en el haz de las hojas se observan manchas cloróticas que al final se convierten en manchas necróticas. El progreso de la enfermedad está influenciado por varios factores como; la lluvia que favorece la germinación y transporte de las uredosporas, la carga fructífera que influye en la receptividad por las hojas cuando hay una mayor carga, el inoculo residual y la temperatura (Triguero, 2012).

8.6. Importancia agronómica en el cultivo de café

La importancia del café Más de 25 millones de personas que viven en los trópicos depende del café como medio de subsistencia. Este cultivo es el soporte económico de muchos países y el segundo producto más comercializado del mercado mundial, después del petróleo.

El Ecuador posee una gran capacidad como productor de café, y es uno de los pocos países en el mundo que exporta todas las variedades de café: Arábigo lavado, Arábigo natural y Robusta. Debido a su ubicación geográfica, Ecuador produce uno de los mejores cafés de América del Sur y de los más demandados en Europa. Los diferentes ecosistemas que posee el Ecuador,

permiten que los cultivos de café se den a lo largo y ancho del país llegando a cultivarse inclusive en las Islas Galápagos (Iica, 2016).

8.7. Importancia económica del café

La caficultura para los ecuatorianos es una actividad con una destacada importancia económica, social y ambiental. El café en este país significa generación de ingresos para los caficultores, acopiadores, transportistas y comercializadores, así como ingresos de divisas que contribuyen a dinamizar la economía rural en los territorios productores. El café, además, cumple un importante papel social en Ecuador, directamente relacionado con la participación de los diversos pueblos y etnias, hombres y mujeres, de todas las edades y niveles de escolaridad, en los procesos de producción, transformación y comercialización del café, así como en la generación de empleo, especialmente, en las actividades de cosecha. Los cafetaleros en 23 de las 24 provincias del país, conforman un amplio tejido social con un gran impacto multisectorial (Anchundia J, 2014).

(MAGAP) pone en marcha el Operativo de Rendimientos Objetivos de Café. Su objetivo es proporcionar información actualizada acerca de la producción y factores productivos del cultivo en el país, permitiendo facilitar y fundamentar la toma de decisiones en beneficio del sector. En referencia a lo expuesto, el informe de “Rendimientos de Café Grano Seco en el Ecuador 2016” refleja el nivel de productividad de las especies de café Arábigo y Robusta a nivel nacional, en el año 2016. Los principales resultados obtenidos indican que, durante el periodo de análisis, la especie de café Arábigo representó el 63% de la producción nacional de café y presentó un rendimiento de 0.22 t/ha. El café Robusta constituyó el 37% del total producido a nivel nacional y cuenta con una productividad de 0.48 t/ha.

La producción de café en el Ecuador ha presentado un comportamiento variable en los últimos quince años. Durante el período 2002-2011 se observó una tendencia principalmente creciente, la cual mostró un cambio drástico en el año 2012, ya que se produjo una caída significativa del 69% respecto al año 2011. Este comportamiento fue ocasionado por el descenso de la superficie plantada en 8% y la caída del rendimiento en 62%, en el mismo periodo de tiempo. La avanzada

edad de las plantaciones y su renovación fueron las principales causas de este declive productivo (Vireti, 2013).

8.8. Importancia del café en el ser humano

Ayuda a mantener alerta

La cafeína es el componente más importante del café, y el psicoactivo más consumido del mundo. Nada más tomar un café, la cafeína actúa en el cerebro, bloqueando un neurotransmisor, la adenosina, que hace que aumenten otras sustancias como la dopamina o la norepinefrina, que aceleran la actividad cerebral (Criollo, 2010).

Favorece a quemar grasas

La cafeína está presente en la mayoría de suplementos alimenticios que, se supone, nos ayudan a adelgazar. Es una de las pocas sustancias naturales que ayudan a la quema de grasas. La única mala noticia, es que estos efectos positivos de la cafeína van disminuyendo en los grandes bebedores (Jiménez, 2017).

Mejora el rendimiento físico

Muchos atletas toman varias tazas de café antes de competir, ya que la cafeína aumenta los niveles de adrenalina. Esta hormona prepara a nuestro cuerpo para un esfuerzo físico excepcional: hace que las células grasas descompongan la grasa corporal, liberándola como ácidos grasos libres, que usamos como combustible cuando hacemos ejercicio (Gualotuña, 2016).

Contiene nutrientes esenciales

Solemos pensar en el café como una simple mezcla de agua y cafeína, pero la infusión tiene muchos otros nutrientes esenciales para nuestro organismo. Una taza de café contiene

riboflavina (vitamina B2), ácido pantoténico (vitamina B5), manganeso, potasio, magnesio y niacina (Valenzuela, 2010) .

Disminuye el riesgo de padecer diabetes

La diabetes de tipo 2, la más frecuente, puede prevenirse con unos hábitos de vida saludables: manteniendo un peso correcto y haciendo ejercicio. Pero la cafeína también parece jugar un papel en la ecuación. Diversos estudios han mostrado que la gente que consume café tiene un riesgo entre un 23 y un 50% menor de padecer diabetes. Hay investigaciones que elevan este efecto hasta un 67%. El por qué ocurre esto no acaba de estar claro, pero hay suficientes investigaciones para afirmar que, sea como sea, el café parece prevenir la aparición de la enfermedad. (Posada , Santacruz , 2012).

8.9. Tipos o variedades de café

8.9.1. Sarchimor

Se originaron del cruce del Híbrido de Timor CIFC 832/2 (resistente a roya) y plantas de la variedad Villa Sarchí. De este cruce se derivaron progenies que originaron variedades con características estables en diferentes países. En Brasil el Iapar 59, Tupí y Obatá; en Honduras el Parainema; en El Salvador El Cuscatleco; en Nicaragua el Marsellesa. Se le llama simplemente Sarchimor cuando se desconoce su procedencia. Los Sarchimores, son plantas de porte bajo, brote verde o bronce, vigor y producción alta, bien adaptado en zonas de baja y media altitud y buena taza. Dentro de estos materiales hay variedades prometedoras por su adaptación agronómica, tamaño de grano y calidad de taza, en algunos casos superiores a los Catimores (World coffee research, 2018, p. 11).

Al Ecuador se introdujeron, 1985, las líneas de Sarchimor C-16-69) y Sarchimor C-4260, seleccionadas en el instituto Agronómico de Campinas. El híbrido de Sarchimor C-1669 tiene una amplia adaptabilidad, principalmente en las zonas secas de la provincia de Manabí, el Oro y Loja; se caracteriza por el porte bajo de las plantas, brotes de color bronceado, alta

productividad, reducido índice de frutos vanos y resistencia a la roya anaranjada (Acebedo, 2016).

8.9.2. Geisha

Planta de porte alto, originaria de Geisha, Etiopía. Las semillas de esta variedad llegaron de primero a Kenya (1936) y más tarde a Tanganyca (hoy Tanzania), luego a Costa Rica. El cultivar Geisha se introdujo al jardín de introducciones de café del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) el 28 de julio de 1953, procedente de Tanganyca (Tanzania), identificándose con el número de introducción de Turrialba T2722, con el propósito de evaluarlo y someterlo a pruebas de resistencia a la roya anaranjada (*Hemileia vastatrix* Berk et Br.), concluyendo su resistencia a ciertos genes de la Raza II que tiene amplia difusión y virulencia en América (Ponce Maria, 2002).

Posteriormente, a mediados de la década de los 60 este cultivar se introdujo en los países centroamericanos, siempre con el propósito de investigación para el control de la roya anaranjada. Más tarde, por su pobre desempeño productivo superado por cultivares de porte pequeño tales como Caturra y Catuaí, como a las perspectivas que presentaron los Catimores a la resistencia de roya, el Geisha dejó de sembrarse, sobreviviendo pocos lotes. También desapareció el interés de impulsar y sembrar la variedad Geisha T.2722, cuando las perspectivas de contar con cultivares de café con resistencia a roya anaranjada pasaron a ser prioridad para PROMECAFE a partir de su fundación en 1978, donde se inició la introducción de germoplasma con resistencia a roya y la creación de un Programa de Mejoramiento Genético de Café Regional que incluyó la formación de nuevos híbridos, con apoyo de USAID/ROCAP en 1982. En Ecuador, la línea Geisha T2722 es la que ha presentado adecuados rendimientos y se encuentra distribuida en forma limitada en el país a partir del año de 1.980 (Ochoa, 2015).

Caficultores que cultivan la variedad Geisha tienen acceso a mercados especiales por sus excelentes características organolépticas de taza; por lo cual y a pesar de ser una variedad de baja productividad, continúan incrementando el área de cultivo y seleccionando semilla de las

mejores plantas para su multiplicación. Esta actividad se observa principalmente en la caficultura de la región de Acatenango, Chimaltenango.

Posee cierta resistencia a la roya del cafeto. - Porte alto (más de 3 metros), las bandolas de la parte superior forman un ángulo de 45 grados en relación al eje principal y las bandolas de la parte media y baja, forman un ángulo de 60 grados en relación a este eje (Ochoa, 2015).

- Las hojas son lanceoladas y angostas de color verde ligeramente intenso.
- Brotes nuevos son de color verde.
- Entrenudos abiertos y baja producción. Con una adecuada nutrición y manejo agronómico llega a producir 75 quintales maduros por manzana.
- Frutos rojos, de maduración tardía (semejante al catuaí).
- Se adapta mejor en climas fríos, arriba de los 1,400 metros sobre el nivel mar. - Produce granos de tamaño mediano a grande, alargado.
- La característica sobresaliente del Geisha es la producción de una excelente taza de calidad (bebida), la cual tiene alta demanda en mercados especiales (Ochoa, 2015, p. 41).

8.9.3. Variedad 13-20-14 (Catimor)

Es un híbrido genéticamente modificado de los varietales Cutai y Caturra (Suárez, 2018).
 Catuaí: Esta variedad se originó en Brasil y tiene como base genética una hibridación artificial entre Mundo Novo y Caturra, en 1949. El café Catuaí comprende dos cultivares “Catuaí rojo” y “Catuaí amarillo”. Las plantas de esta variedad son de porte bajo. Las ramas forman un ángulo de 45 grados con relación al eje ortotrópico, entrenudos cortos y brotes nuevos de coloración verde (Heredia, 2013).

Catimor: El centro de investigaciones de la Roya del Café (CIFC), Oeiras, Portugal, ha desarrollado el híbrido “Catimor”, que es el resultante del cruzamiento entre Caturra x Híbrido de Timor. Las plantas de este híbrido presentan gran variabilidad genética y resistencia a la roya (Heredia, 2013).

Al catimor considerado como el varietal de los pobres. Se estima que existen 18 variedades sobresaliendo entre ellas el 8666. Es de porte bajo y la distancia entre nudos es corta. La guía es de color rojo y los brotes terminales son de color bronce rojizo. El color de fruto es de color rojo y su tamaño es relativamente grande. Es tolerante a la roya y tiene una alta producción en granos. En taza destaca por sus ligeras notas herbáceas derivadas del ácido clorogénico propio de la variedad robusta y notas frutosas, (Suárez, 2018).

Tiene una amplia adaptabilidad y posee muy buena tolerancia al sol, esta variedad es la primera mutación de café de forma natural. El café Caturra tiene el 75% de la producción mundial del café. A pesar de ser una variedad de tamaño pequeño, tiene buen rendimiento. Su sabor es dulce, aromático y con aromas florales. En calidad de taza presenta muy buenos resultados (Fierro, 2019).

8.10. Biofertilizante foliar

Son súper abonos líquidos con mucha energía equilibrada y en armonía mineral, preparados a base de estiércol muy fresco, disuelto en agua y enriquecido con leche, melaza y ceniza, que se ha colocado a fermentar por varios días en toneles o tanques de plástico, bajo un sistema anaeróbico (Suquilanda, 1996, p. 12).

Es una fuente de Fito reguladores producto de la descomposición anaeróbica (sin la acción del (aire) de los desechos orgánicos que se obtiene por medio de la filtración o decantación del Bio-abono (Restrepo, 2001).

El biol es una fuente ya digerida de residuos animales a la cual, al añadirle orina, se añade más nitrógeno, acelerando el proceso de compostaje, mejorando la relación carbón/nitrógeno (C/N) del mismo. Con la correcta cantidad de materiales, la composición del biol puede consistir de un 93% de agua y un 7% de materia seca, de la cual el 4,5% es materia orgánica y el 2,5% es materia inorgánica. El biol también contiene nitrógeno, fósforo y potasio y también zinc, hierro, manganeso y cobre, el último de los cuales se ha convertido en un factor limitante para muchos

suelos. De hecho, la forma y el contenido del biol se estabilizan con el doble del contenido de nitrógeno, lo cual es diferente del estiércol de granja. La cantidad del biol resultante es más que la del estiércol de granja (Warnars & Oppenoorth, 2014)

8.11. Importancia

El manejo de suelos constituye una actividad que debe realizarse integrando alternativas que permitan sumar "alimentos" para el suelo y la planta es decir ir sumando macro y micronutrientes. Los abonos líquidos o bioles son una estrategia que permite aprovechar el estiércol de los animales, sometidos a un proceso de fermentación anaeróbica, dan como resultado un fertilizante foliar (Suquilanda, 1996).

8.12. Función de los biofertilizantes foliar

Funcionan principalmente al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y coenzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo. Los bioles enriquecidos, después de su periodo de fermentación (30 a 90 días), estarán listos y equilibrados en una solución tampón y coloidal, donde sus efectos pueden ser superiores de 10 a 100.000 veces las cantidades de los nutrientes técnicamente recomendados por la agroindustria para hacer aplicados foliarmente al suelo y a los cultivos (Suquilanda, 1996).

8.13. Ventajas y desventajas de la utilización del biofertilizante foliar

Ventajas del uso del biofertilizante según la autora (Katerin, 2014).

- Acelerar el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- Aumenta la resistencia a plagas y enfermedades.

- Aumenta la tolerancia a condiciones climáticas adversas (heladas, granizadas, otros).
- En el trasplante, se adapta mejor la planta en el campo.
- Conserva mejor el NPK, Ca, debido al proceso de la descomposición anaeróbica lo cual permite aprovechar totalmente los nutrientes.
- El N que contiene se encuentra en forma amoniacal lo cual es fácilmente asimilable.
- Es un abono orgánico que no contamina el suelo, agua aire ni los productos obtenidos de las plantas.
- Aumenta la fertilidad natural del suelo.
- Es de bajo costo, se emplea recursos locales y se elabora en la parcela.

Las desventajas del uso del biofertilizante según la autora (Katerin, 2014).

- El tiempo de preparación es largo.
- Cuando no se protege de los rayos solares directos tienden a malograrse

8.14. Dosificación y procedimientos para la elaboración del biofertilizante foliar

Según (Rivera, 2007, p. 107) sugiere la utilización de diferentes dosis de sales y minerales y los materiales que se utilizó en la elaboración del biofertilizante. Tabla 3

Tabla 3. Formulación de biofertilizante.

Biofertilizante super-magro, formula completa, (sistema de fermentación anaeróbica)		
Ingredientes	Cantidades	Otros materiales
Primera etapa		
Agua (sin tratar)	180 litros	1 Recipiente de plástico de 200 litros de capacidad
Estiércol de vaca	50 kilos	1 Recipiente de plástico de 100 litros de capacidad
Melaza o (jugo de caña)	14 (28) litros	1 Cubeta de plástico de 10 litros de capacidad
Leche o (suero)	28 (56) litros	1 Pedazo de manguera de 1 metro de largo
Roca fosfatada	2.6 kilos	1 Niple rosado de bronce o cobre de 5 cm de largo
Ceniza	1.3 kilos	1 botella desechable
Sulfato de zinc	2 kilos	1 colador o tul para colar la mezcla
Cloruro de calcio	2 kilos	1 palo para mover la mezcla
Sulfato de magnesio	2 kilos	
Sulfato de manganeso	300 gramos	
Cloruro de cobalto	50 gramos	
Molibdato de sodio	100 gramos	
Bórax	1,5 kilos	
Sulfato ferroso	300 gramos	
Sulfato de cobre	300 gramos	

Fuente: (Rivera, 2007, p. 107)

8.14.1. Preparación de biofertilizante

1er día. En el recipiente de plástico de 200 litros de capacidad, colocar los 50 kilos de estiércol fresca de vaca, 70 litros de agua no contaminada, 2 litros de leche o 4 litros de suero y 1 litro de melaza o 2 litros de jugo de caña. Revolverlo muy bien hasta conseguir una mezcla homogénea, taparlo y dejarlo en reposo por 3 días, protegido del sol y las lluvias.

4to día. En un balde pequeño de plástico, con un poco de agua tibia (no más de 60 °C) disolver 1 kilo de Sulfato de Zinc, 200 gramos de roca fosfatada y 100 gramos de ceniza. Agregarle 2 litros de leche o 4 litros de suero y 1 litro de melaza o 2 litros de jugo de caña. Colocarlos en el

recipiente grande de plástico de 200 litros de capacidad. Revolverlo muy bien, taparlo y dejarlo en reposo por 3 días, protegido del sol y las lluvias

7mo. día. En un balde pequeño de plástico con un poco de agua tibia disolver 1 kilo de Sulfato de Zinc, 200 gramos de roca fosfatada y 100 gramos de ceniza. Agregarle 2 litros de leche o 4 litros de suero y 1 litro de melaza o 2 litros de jugo de caña. Colocarlos en el recipiente grande de plástico de 200 litros de capacidad. Revolverlo muy bien, taparlo y dejarlo en reposo por 3 días, protegido del sol y las lluvias.

10mo. día. En un balde pequeño de plástico, con un poco de agua tibia, disolver 1 kilo de Cloruro de Calcio, 200 gramos de roca fosfatada, 100 gramos de ceniza. Agregarle 2 litros de leche o 4 litros de suero y 1 litro de melaza o 2 litros de jugo de caña. Colocarlos en el recipiente grande de plástico de 200 litros de capacidad. Revolverlo muy bien, taparlo y dejarlo en reposo por 3 días, protegido del sol y de las lluvias.

13er. día. En un balde pequeño de plástico, con un poco de agua tibia, disolver 1 kilo de Sulfato de Magnesio, 200 gramos de roca fosfatada, 100 gramos de ceniza. Agregarle 2 litros de leche o 4 litros de suero y 1 litro de melaza o 2 litros de jugo de caña. Colocarlos en el recipiente grande de plástico de 200 litros de capacidad. Revolverlo muy bien y dejarlo en reposo por 3 días, protegido del sol y las lluvias.

16to. día. En un balde pequeño de plástico, con un poco de agua tibia, disolver 1 kilo de Sulfato de Magnesio, 200 gramos de roca fosfatada, 100 gramos de ceniza. Agregarle 2 litros de leche o 4 litros de suero y 1 litro de melaza o 2 litros de jugo de caña. Colocarlos en el recipiente grande de plástico de 200 litros de capacidad. Revolverlo muy bien, taparlo y dejarlo en reposo por 3 días, protegido del sol y las lluvias.

19no. día. En un balde pequeño de plástico, con un poco de agua tibia, disolver 1 kilo de Cloruro de Calcio, 200 gramos de roca fosfatada y 100 gramos de ceniza. Agregarle 2 litros de leche o 4 litros de suero y 1 litro de melaza o 2 litros de jugo de caña. Colocarlos en el recipiente grande de plástico de 200 litros de capacidad. Revolverlo muy bien, taparlo y dejarlo en reposo por 3 días, protegido del sol y de las lluvias.

22do. día. En un balde pequeño de plástico, con un poco de agua tibia, disolver 300 gramos de Sulfato de Manganeso, 200 gramos de roca fosfatada y 100 gramos de ceniza. Agregarle 2 litros de leche o 4 litros de suero y 1 litro de melaza o 2 litros de jugo de caña. Colocarlos en el

recipiente grande de plástico de 200 litros de capacidad. Revolverlo muy bien, taparlo y dejarlo en reposo por 3 días, protegido del sol y de las lluvias.

25vo día. En un balde pequeño de plástico, con un poco de agua tibia, disolver con 50 gramos de Cloruro de Cobalto, 200 gramos de roca fosfatada y 100 gramos de ceniza. Agregarle 2 litros de leche o 4 litros de suero y 1 litro de melaza o 2 litros de jugo de caña. Colocarlos en el recipiente grande de plástico de 200 litros de capacidad. Revolverlo muy bien, taparlo y dejarlo en reposo por 3 días, protegido del sol y de las lluvias.

28vo. día. En un balde pequeño de plástico, con un poco de agua tibia, disolver 100 gramos de Molibdato de Sodio, 200 gramos de roca fosfatada y 100 gramos de ceniza. Agregarle 2 litros de leche o 4 litros de suero y 1 litro de melaza o 2 litros de jugo de caña. Colocarlos en el recipiente grande de plástico de 200 litros de capacidad. Revolverlo muy bien, taparlo y dejarlo en reposo por 3 días, protegido del sol y de las lluvias.

31er. día. En un balde pequeño de plástico, con un poco de agua tibia, disolver 750 gramos de Bórax, 200 gramos de roca fosfatada, 100 gramos de ceniza. Agregarle 2 litros de leche o 4 litros de suero y 1 litro de melaza o 2 litros de jugo de caña. Colocarlos en el recipiente grande de plástico de 200 litros de capacidad. Revolverlo muy bien, taparlo y dejarlo en reposo por 3 días, protegido del sol y de las lluvias.

34to. día. En un balde pequeño de plástico, con un poco de agua tibia, disolver 750 gramos de Bórax, 200 gramos de roca fosfatada, 100 gramos de ceniza. Agregarle 2 litros de leche o 4 litros de suero y 1 litro de melaza o 2 litros de jugo de caña. Colocarlos en el recipiente grande de plástico de 200 litros de capacidad. Revolverlo muy bien, taparlo y dejarlo en reposo por 3 días, protegido del sol y de las lluvias.

37mo. día. En un balde pequeño de plástico, con un poco de agua tibia, disolver 300 gramos de Sulfato Ferroso, 200 gramos de roca fosfatada y 100 gramos de ceniza. Agregarle 2 litros de leche o 4 litros de suero y 1 litro de melaza o 2 litros de jugo de caña. Colocarlos en el recipiente grande de plástico de 200 litros de capacidad. Revolverlo muy bien, taparlo y dejarlo en reposo por 3 días, protegido del sol y de las lluvias.

40mo. día. En un balde pequeño de plástico, con un poco de agua tibia, disolver 300 gramos de Sulfato de Cobre, 200 gramos de roca fosfatada y 100 gramos de ceniza. Agregarle 2 litros de leche o 4 litros de suero y 1 litro de melaza o 2 litros de jugo de caña. Colocarlos en el recipiente grande de plástico de 200 litros de capacidad. Revolverlo muy bien. Completar el volumen total

del recipiente con agua hasta los 180 litros, taparlo y dejarlo en reposo por 10 a 15 días protegido del sol y de las lluvias. (Rivera, 2007, págs. 108, 121)

8.15. Tasa de crecimiento

Hay varios autores que definen el crecimiento en plantas como un incremento irreversible en el tamaño de las plantas el cual a menudo es acompañado por cambios en la forma. Otros indican que el crecimiento es un aumento constante en el tamaño de un organismo, acompañado de procesos como la morfogénesis y la diferenciación celular. También se define como el crecimiento de los diferentes órganos de las plantas, es un proceso fisiológico complejo, que depende directamente de la fotosíntesis, la respiración, la división celular, la elongación, la diferenciación entre otros, y que además están influenciada por factores como temperatura, intensidad de luz, densidad de población, calidad de la semilla, disponibilidad de agua y nutrientes.

Para determinar la tasa de crecimiento relativo en altura se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{TCR} = \frac{\text{altura de planta 2} - \text{altura de planta 1}}{\text{Tiempo 2} - \text{Tiempo 1}} \quad (\text{Barrera, Suárez, \& Melgarejo, 2012}).$$

8.16. Investigaciones en café

En la evaluación de la fase de establecimiento del híbrido de café (*Coffe arabiga L.*) Sarchimore, sembrado entre localidades bajo dos distancias de siembra y cuatro niveles de fertilización en donde las localidades fueron: Alluriquín y Luz de América (Santo Domingo de los Tsáchilas) además del recinto El Guayacán en el cantón La Maná provincia de Cotopaxi, las distancias 2,00 m x 1,25 m y 2,00 m x 1,50; con niveles de fertilización de N,P,K alto, medio, bajo y testigo. Los resultados fueron los siguientes para la localidad de La Maná en el suelo se reportó pH de 5,41 Ac, materia orgánica de 5,12 Alta; NH₄ 31,60 Medio; 13,76 Fósforo Medio, Azufre 15,34 Medio y 073 en Potasio Alto. La mayor altura de planta se reportó con 35,88 cm, la

distancia del número de entrenudos a los diez meses de trasplante en el distanciamiento de 2,00 m x 1,25 m fue de 50,04

En la localidad de Alluriquín a los dos meses (ocho semanas) del trasplante se reportó la mayor altura con 32,00 cm en la distancia de 2,00 m x 1,25 m y con el nivel de fertilización bajo; la mayor circunferencia de tallo fue de 2,28 cm, el mayor número de entrenudos fue 3,51 en la misma distancia. (Llanganate, *et al* 2018)

En el montaje piloto para el establecimiento y desarrollo del cultivo de café (*Coffe arabica* L) variedad Geisha, bajo las condiciones agroecológicas de la vereda Guayabito, Municipio de Saladoblanco (Huila) se lo ejecutó en un terreno franco areno-arcilloso, corregido en sus condiciones químicas (p H y manganeso). La fertilización fue 100% química y los manejos frente a plagas y enfermedades fue con un manejo integro de prácticas mecánicas, orgánicas, biológicas y químicas. Se registraron datos en el crecimiento durante el almácigo a los cuatro meses (diez y seis semanas) donde obtuvo una altura promedio de 19,6 cm y un número de hojas de 5,4, en cultivo establecido se logró cada cuatro meses alturas promedio desde 23,00 a 71,00 cm; con número de hojas de 13,80 a 149,10. Se estableció una línea de crecimiento desde el almacigo hasta los 12 meses en plantación y los resultados van desde 4,66 cm a 71,00 cm (Silva, 2019)

9. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS

Ha: La utilización de biofertilizante con una alta concentración de materia orgánica en las plantas de café, como tecnología limpia, estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Ho: La utilización de biofertilizante con una alta concentración de materia orgánica en las plantas de café, como tecnología limpia, no estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas.

10. DISEÑO METODOLÓGICO

10.1. Ubicación y duración del proyecto

La presente investigación se realizó en la finca “San Pablo”, perteneciente al Sr. José Vargas, Parroquia Pucayacu, del cantón La Mana de la Provincia de Cotopaxi con una duración de 4 meses de investigación una vez establecido el cultivo en el cual se evaluó la respuesta agronómica de tres variedades de café (*Coffea arabica*) con tres niveles de biofertilización foliar. El número de plantas baya estudio fueron 30 plantas por cada tratamiento, es decir, 10 plantas por cada repetición, tomando en cuenta solo a las plantas centrales dando un total de 360 plantas entre las tres variedades.

10.2. Tipo de investigación

El diseño de investigación descriptiva es un método científico que consiste en observar y describir el comportamiento de un sujeto, fenómeno o población a estudiar sin influir sobre él de ninguna manera. Al contrario que el método analítico, no describe por qué ocurre un fenómeno, sino que se limita a observar lo que ocurre sin buscar una explicación (Marvel, 2014).

10.3. Condiciones meteorológicas

Las Condiciones meteorológicas del sector bajo estudio se describen en la tabla 3

Tabla 3. Condiciones meteorológicas y edafológicas

Condiciones climáticas	
Promedio de temperatura	18 a 24°C.
Humedad relativa	80%
Precipitación anual	3000 mm.
Altura	1012 msnm

Elaborado por: Santiago Vargas. INAHMI 2017

10.4. Diseño experimental

La investigación fue de tipo experimental, también se utilizó el estudio correlacional de tratamiento en todas las variables de estudio.

El diseño experimental que se utilizó es el diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial $3 \times 3 + 3$ siendo el factor A (Biofertilizantes) y el factor B (Variedades de café), se utilizó nueve tratamientos, y tres repeticiones más un testigo con un tratamiento y tres repeticiones por cada variedad dando un total de 36 unidades experimentales. En campo abierto.

Tabla 4. Esquema de la fuente de variación y grados de libertad

Fuente de variación		Grados de libertad
Repetición	(r-1)	2
Tratamientos	(t-1)	11
Factor A	(a-1)	2
Factor B	(b-1)	2
Factores A x B		4
Testigos		3
Error experimental	(r-1) (t-1)	22
Total	(t.r-1)	35

Fuente: Santiago Vargas 2020

10.5. Esquema del experimento

En la siguiente tabla se expresa el esquema del experimento para el cultivo de café en donde se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con un arreglo factorial de $3 \times 3 + 3$, con nueve tratamientos, y tres repeticiones más 1 testigo con un tratamiento y tres repeticiones por cada variedad dando un total de 36 unidades experimentales.

Tabla 5. Esquema del experimento

Tratamiento	Código	Descripción
T1	D1+V1	N1= 20% biol/100 litros+ 13-20-14
T2	D1+V3	N1= 20% biol/100 litros+ Geisha
T3	D3+V2	N3= 40% biol/100 litros+ Sarchimor
T4	D2+V1	N2=30% bio/100 litros+13-20-14
T5	D3+V3	N3=40% bio/1100 litros+ Geisha
T6	D2+V2	N2= 30% biol/100 litros+ Sarchimor
T7	D3+V1	N3=40% biol/100 litros+ 13-20-14
T8	D2+V3	N2=30% biol/100 litros+ Geisha
T9	D1+V2	N1=20% biol/100 litros+ Sarchimor
T10	V1	N4=Sin aplicación biol 13-20-14
T11	V3	N4=Sin aplicación biol Geisha
T12	V2	N4= Sin aplicación biol Sarchimor

Fuente: Santiago Vargas 2020

10.6. Manejo metodológico del ensayo

10.6.1. Análisis de suelo

El análisis de suelo se lo realizo a una profundidad de 20cm. En 5 lugares diferentes del área de ensayo con un peso de un kilogramo en una funda transparente. Mientras que se tomó un litro de biofertilizante foliar en una botella blanca esterilizada. Se lo realizo en la finca San Pablo perteneciente a la Parroquia Pucayacu del Cantón La Mana.

10.6.2. Limpieza del terreno

Se realizó la limpieza manual con un machete y una motosierra para el tumbado de los árboles para obtener un terreno adecuado que no sea perjudicial para el cultivo. Además, se fumigará después de la siembra para evitar la rápida germinación de malezas.

10.6.3. Cercado y colocación de estacas

Se procedió a poner postes de madera con una distancia de dos metros entre sí, y dos hilos de alambre con el fin de controlar el ingreso de personas o animales que puedan provocar algún daño al cultivo.

10.6.4. Colocación de estacas

Se procedió a la ubicación del área de los tratamientos con una piola, lo largo a una distancia de dos metros y a lo ancho con una distancia de un metro con cincuenta cm, para luego colocar estacas en el lugar donde se iba a sembrar las plantas.

10.6.5. Siembra

Se procedió sembrar las tres variedades de café con una misma profundidad de 25 cm y 20 cm de ancho, se colocó las plantas en el hoyo con una posición recta para luego tapar con la tierra del mismo hoyo, teniendo en cuenta de que no se debe dejar burbujas de aire en el suelo.

10.6.6. Labores culturales

Se realizó diferentes labores culturales como es deshierbe del terreno con un machete, además de talar árboles que obstruían la luminosidad y la ventilación.

10.6.7. Elaboración de bloques de investigación

Se realizaron 1 bloque general para los 12 tratamientos con sus 3 repeticiones correspondientes con una dimensione unitaria para todas las unidades de 11x8m. La dimensión de siembra se estableció a una distancia de 2m entre hilera y a 1.5cm entre plantas.

10.7. Variables evaluadas

Para comprobar los efectos de los tratamientos en el presente trabajo experimental, se evaluaron las siguientes variables:

10.7.1. Altura de planta (cm)

Se procedió a evaluar las plantas del área útil de cada tratamiento, se registró la altura en centímetros desde la base hasta el ápice de la planta con un flexómetro.

10.7.2. Diámetro del tallo (mm)

Con un calibrador pie de rey se procedió a medir el diámetro del tallo, tomando en cuenta cinco centímetros desde la base del tallo a la parte superior del tallo en cada una de las plantas y se lo expreso en centímetros.

10.7.3. Circunferencia foliar (cm)

Para esta variable se midió con una cinta métrica todo el borde foliar de la planta, los datos se expresan en centímetros.

10.7.4. Número de hojas

Se evaluó el número de hojas por rama de cada tratamiento, mediante un registro de toma de variables.

10.7.5. Número de ramas

Se evaluó el número de ramas por planta de cada tratamiento mediante un registro de toma de variables.

10.7.6. Número de nudos

Esta variable se obtuvo al contabilizar el número de nudos de cada planta para luego sumar y dividir el promedio obtenido en la variable.

10.7.7. Fertilización

La fertilización del cultivo se realizó cada 7 días, con una bomba de mochila mediante lo planificado en la presente investigación como fue la aplicación de biofertilizante foliar en tres porcentajes diferentes: 20%, 30% y 40%, esta formulación se utilizó para todas variedades de estudio.

10.7.8. Control de malezas

Se realizó el control mediante la aplicación de las buenas prácticas agrícolas utilizando un machete cuando presento presencia de malezas además se procedió a realizar un coronado de 50 cm alrededor de la planta con el fin de evitar competencias por los nutrientes y luminosidad.

10.7.9. Controles fitosanitarios

Para el control de plagas que presento el cultivo como el ojo de gallo se procedió a aplicar oxiclورو de cobre al 50%, Dacomil dosificado en 500 g/100 l de agua esto se realizó una aplicación en la tercera semana en el cultivo que estaba establecido y se volvió a aplicar dos veces más cada 15 días con el fin de prevenir un posible rebrote o aparición de otras plagas como la roya o mal de hilacha.

10.7.10. Análisis del fertilizante foliar

En la tabla 6 se presenta el análisis del fertilizante foliar empleado en el cuidado de las variedades de café

Tabla 6. Análisis del fertilizante foliar

Parámetros	Valor % ppm
N	1.60
P	0.20
K	1.17
Ca	0.61
Mg	0.21
S	0.21
Zn	15.00
Cu	27.00
Fe	314.00
Mn	1096.00
B	35.00

Fuente: Laboratorio de suelo, tejidos, aguas INIAP, 2020

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1. Efecto simple de las variedades

11.1.1. Altura de planta (cm)

En la primera semana la mayor altura se reportó en la variedad 13-20-14 con 15,14 cm y el menor valor en Geisha con 14,83 cm. En la semana 16 siguió siendo la variedad 13-20-14 con 24,24 cm y el menor valor en Geisha con 23,68 cm, valor superior para Geisha al reportado por (Silva, 2019) quien en las 16 semanas registró 19,60 cm. Tabla 7

En la investigación de (Llanganate, *et al* 2018) se reportó para sarchimor alturas de 35,88 cm valor superior a lo encontrado en la investigación donde se obtiene 24, 20 cm

Tabla 7. Altura de planta (cm) en la respuesta agronómica de tres variedades de café (*Coffea arabica*)

Semanas	Altura de planta (cm)			EE	CV (%)
	13-20-14	Geisha	Sarchimor		
1	15,14 a	14,83 a	14,97 a	0,55	12,79
2	15,14 a	14,83 a	14,97 a	0,55	12,79
3	15,28 a	14,93 a	15,14 a	0,53	12,26
4	15,54 a	15,11 a	15,24 a	0,53	12,10
5	16,47 a	16,07 a	16,15 a	0,64	13,65
6	17,50 a	16,87 a	16,90 a	0,70	14,22
7	18,27 a	17,66 a	17,62 a	0,75	14,51
8	19,32 a	18,62 a	18,44 a	0,80	14,79
9	20,17 a	19,53 a	19,27 a	0,84	14,83
10	20,77 a	20,07 a	19,84 a	0,86	14,78
11	21,28 a	20,63 a	20,39 a	0,91	15,18
12	21,69 a	21,04 a	20,83 a	0,94	15,29
13	22,15 a	21,49 a	21,28 a	0,97	15,56
14	23,52 a	22,98 a	23,50 a	1,30	19,32
15	23,86 a	23,32 a	23,84 a	1,33	19,41
16	24,24 a	23,68 a	24,20 a	1,35	19,52

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.1.2. Diámetro de tallo

En la tabla 8 se observa que el mayor diámetro en la primera semana se presentó en la variedad 13-20-14 con 0,22 mm seguido de las variedades Geisha y Sarchimor con 0,22 mm

A las 16 semanas las variedades 13-20-14 y Geisha presentan el mismo diámetro con 0,39 mm seguida de la variedad Sarchimor con 0,38 mm Tabla 8

Tabla 8. Diámetro de tallo (mm) en la respuesta agronómica de tres variedades de café (*Coffea arabica*)

Semanas	Diámetro tallo (mm)			EE	CV (%)
	13-20-14	Geisha	Sarchimor		
1	0,22 a	0,20 a	0,20 a	0,55	11,74
2	0,22 a	0,20 a	0,20 a	0,55	11,74
3	0,22 a	0,20 a	0,20 a	0,55	11,74
4	0,22 a	0,20 a	0,20 a	0,55	11,74
5	0,22 a	0,23 a	0,21 a	0,01	9,63
6	0,23 a	0,23 a	0,23 a	0,01	10,65
7	0,26 a	0,26 a	0,25 a	0,01	11,72
8	0,29 a	0,28 a	0,27 a	0,01	12,55
9	0,32 a	0,32 a	0,30 a	0,01	8,63
10	0,33 a	0,33 a	0,30 a	0,01	8,11
11	0,33 a	0,34 a	0,31 a	0,01	9,13
12	0,34 a	0,35 a	0,33 a	0,01	10,12
13	0,34 a	0,35 a	0,33 a	0,01	10,12
14	0,36 a	0,37 a	0,36 a	0,01	9,86
15	0,39 a	0,39 a	0,38 a	0,01	13,86
16	0,39 a	0,39 a	0,38 a	0,01	13,86

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.1.3. Circunferencia foliar

La mayor circunferencia foliar en la primera semana se presentó en la variedad Sarchimor con 24,67 cm y la menor circunferencia fue en la variedad 13-20-14 con 23,95 cm.

Para la semana 16 la mayor circunferencia foliar se reportó en la variedad 13-20-14 con 46,38 cm y la menor circunferencia en Sarchimor con 42,63cm. Tabla 9

Tabla 9. Circunferencia foliar (mm) en la respuesta agronómica de tres variedades de café (*Coffea arabica*)

Semanas	Circunferencia Foliar (mm)			EE	CV (%)
	13-20-14	Geisha	Sarchimor		
1	23,95 a	24,29 a	24,67 a	0,59	8,46
2	23,95 a	24,29 a	24,67 a	0,59	8,46
3	23,95 a	24,29 a	24,67 a	0,59	8,46
4	25,02 a	25,23 a	25,57 a	0,58	8,02
5	30,43 a	28,75 a	29,01 a	1,07	12,65
6	30,43 a	28,75 a	29,01 a	1,07	12,65
7	32,05 a	29,77 a	29,82 a	1,29	14,65
8	32,05 a	29,77 a	29,82 a	1,29	14,65
9	37,44 a	34,88 a	34,86 a	1,75	16,93
10	37,44 a	34,88 a	34,86 a	1,75	16,93
11	37,44 a	34,88 a	34,86 a	1,75	16,93
12	44,24 a	40,46 a	40,30 a	1,89	15,69
13	44,24 a	40,46 a	40,30 a	1,89	15,69
14	45,87 a	42,28 a	41,88 a	1,80	14,40
15	45,87 a	42,28 a	41,88 a	1,80	14,40
16	46,38 a	42,97 a	42,63 a	1,81	14,22

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.1.4. Número de hojas

Durante las tres primeras semanas el mayor número de hojas fue para la variedad 13-20-14 con 4,18 hojas y el menor número de hojas en Geisha con 4,12 hojas.

A las 16 semanas el mayor número de hojas se presentó en la variedad 13-20-14 con 9,46 hojas y la menor cantidad de hojas en Sarchimor con 8,74 hojas sin presentar diferencias estadísticas entre las variedades. Tabla 10

Geisha reportó 8,93 hojas valor que es superior al reportado por (Silva, 2019) quien obtiene a las 16 semanas 5.4 hojas

Tabla 10. Número de hojas en la respuesta agronómica de tres variedades de café (*Coffea arabica*)

Semanas	Número de hojas			EE	CV (%)
	13-20-14	Geisha	Sarchimor		
1	4,18 a	4,12 a	4,14 a	0,07	5,45
2	4,18 a	4,12 a	4,14 a	0,07	5,45
3	4,18 a	4,12 a	4,14 a	0,07	5,45
4	4,49 a	4,38 a	4,41 a	0,08	5,89
5	5,90 a	5,55 a	5,43 a	0,22	13,26
6	5,90 a	5,55 a	5,43 a	0,22	13,26
7	6,47 a	5,86 a	5,72 a	0,31	17,77
8	6,47 a	5,86 a	5,72 a	0,31	17,77
9	8,21 a	7,75 a	7,49 a	0,40	17,67
10	8,21 a	7,75 a	7,49 a	0,40	17,67
11	8,21 a	7,75 a	7,49 a	0,40	17,67
12	8,81 a	8,34 a	8,08 a	0,40	16,33
13	8,81 a	8,34 a	8,08 a	0,40	16,33
14	9,26 a	8,73 a	8,52 a	0,36	14,28
15	9,26 a	8,73 a	8,52 a	0,36	14,28
16	9,46 a	8,93 a	8,74 a	0,36	13,74

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.1.5. Número de nudos

Al igual que en la variable número de hojas durante las tres primeras semanas el número de nudos fue igual para las tres variedades desatancándose la variedad 13-20-14 con 2,18 y la menor Geisha con 2,11.

De igual forma en la semana 16 la variedad 13-20-14 presentó el mayor número de nudos con 5,13 y la variedad con menor valor fue Sarchimor con 4,73 sin presentar diferencias estadísticas entre las variedades, valores inferiores a los encontrados por (Llanganate, *et al* 2018) con 50,04

a los diez meses (40 semanas) en el cantón La Maná mientras que en Alluriqui reporto 3,51.

Tabla 11

Tabla 11. Número de nudos en la respuesta agronómica de tres variedades de café (*Coffea arabica*)

Semanas	Número de nudos			EE	CV (%)
	13-20-14	Geisha	Sarchimor		
1	2,18 a	2,11 a	2,13 a	0,05	8,12
2	2,18 a	2,11 a	2,13 a	0,05	8,12
3	2,18 a	2,11 a	2,13 a	0,05	8,12
4	2,38 a	2,30 a	2,31 a	0,05	6,73
5	3,11 a	2,98 a	2,95 a	0,11	12,27
6	3,11 a	2,98 a	2,95 a	0,11	12,27
7	3,43 a	3,17 a	3,11 a	0,16	16,94
8	3,43 a	3,17 a	3,11 a	0,16	16,94
9	4,63 a	4,58 a	4,25 a	0,21	16,33
10	4,63 a	4,58 a	4,25 a	0,21	16,33
11	4,63 a	4,58 a	4,25 a	0,21	16,33
12	4,86 a	4,67 a	4,39 a	0,20	15,29
13	4,86 a	4,68 a	4,39 a	0,20	15,28
14	5,03 a	4,82 a	4,60 a	0,18	13,18
15	5,03 a	4,82 a	4,60 a	0,18	13,18
16	5,13 a	4,93 a	4,73 a	0,18	12,50

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.2. Efecto simple de los fertilizantes foliares

11.2.1. Altura de planta (cm)

Al evaluar las dosis de fertilizantes la mayor altura desde la primera a la semana 16 fue en la dosis de 30 litros de biol con 16,58 cm y 27,87 cm respectivamente.

La menor altura se registró en la dosis con 20 litros en la primera semana con 14,71 cm y en la semana 16 con 24,19 cm presentándose diferencias estadísticas entre las dosis. Tabla 12

Tabla 12. Altura de planta (cm) con tres niveles de fertilización foliar.

Semanas	Altura de planta (cm)			EE	CV (%)
	20 litros biol	30 litros biol	40 litros biol		
1	14,71 b	16,58 a	16,12 a	0,32	6,50
2	14,71 b	16,58 a	16,12 a	0,32	6,50
3	14,92 b	16,66 a	16,22 a	0,31	6,19
4	15,14 b	16,86 a	16,33 a	0,32	6,29
5	15,96 b	18,12 a	17,59 a	0,33	6,13
6	16,78 b	19,18 a	18,62 a	0,35	6,07
7	17,52 b	20,07 a	19,49 a	0,37	6,18
8	18,35 b	21,23 a	20,55 a	0,38	6,15
9	19,10 b	22,17 a	21,52 a	0,44	6,74
10	19,94 b	22,70 a	22,15 a	0,41	6,09
11	20,60 b	23,35 a	22,79 a	0,40	5,71
12	21,14 b	23,80 a	23,25 a	0,39	5,57
13	21,72 b	24,31 a	23,76 a	0,39	5,40
14	23,26 b	27,10 a	26,05 a	0,54	6,96
15	23,70 b	27,47 a	26,44 a	0,54	6,78
16	24,19 b	27,87 a	26,87 a	0,53	6,58

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.2.2. Diámetro de tallo

Durante las cuatro primeras semanas el diámetro de tallo fue similar en las tres dosis de fertilizante foliar con 0,20 mm.

En la semana 16 se destacó la dosis de 30 litros con 0,43 mm y el menor valor en la dosis de 20 litros con 0,39 mm presentándose diferencias estadísticas entre las dosis.

Tabla 13. Diámetro de tallo (mm) con tres niveles de fertilización foliar.

Semanas	Diámetro tallo (mm)			EE	CV (%)
	20 litros biol	30 litros biol	40 litros biol		
1	0,20 a	0,20 a	0,20 a	0,00	0,0002
2	0,20 a	0,20 a	0,20 a	0,00	0,0002
3	0,20 a	0,20 a	0,20 a	0,00	0,0002
4	0,20 a	0,20 a	0,20 a	0,00	0,0002
5	0,21 b	0,24 a	0,22 ab	0,01	8,38
6	0,23 b	0,26 a	0,24 ab	0,006	5,95
7	0,25 b	0,28 a	0,27 a	0,0045	5,25
8	0,29 a	0,30 a	0,30 a	0,01	5,77
9	0,32 a	0,34 a	0,32 a	0,01	6,95
10	0,32 a	0,34 a	0,33 a	0,01	6,90
11	0,33 a	0,35 a	0,34 a	0,01	6,92
12	0,36 a	0,36 a	0,35 a	0,01	7,11
13	0,36 a	0,36 a	0,35 a	0,01	7,11
14	0,38 a	0,39 a	0,38 a	0,0045	3,75
15	0,39 b	0,43 a	0,41 ab	0,01	6,2
16	0,39 b	0,43 a	0,41 ab	0,01	6,2

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.2.3. Circunferencia foliar

Desde la primera hasta la tercera semana la circunferencia foliar se repitió en las tres dosis de fertilizante siendo la mayor la dosis de 30 litros con 25,93 mm y la menor la dosis de 20 litros con 23,58 mm.

Para la semana 16 el mayor valor se registró en la dosis de 30 litros con 49,23 mm y el menor valor de 45,33 en la dosis de 20 litros. Tabla 14

Tabla 14. Circunferencia foliar (mm) con tres niveles de fertilización foliar

Semanas	Circunferencia Foliar (mm)			EE	CV (%)
	20 litros biol	30 litros biol	40 litros biol		
1	23,58 b	25,93 a	25,10 ab	0,59	7,27
2	23,58 b	25,93 a	25,10 ab	0,59	7,27
3	23,58 b	25,93 a	25,10 ab	0,59	7,27
4	24,79 b	26,93 a	26,12 ab	0,53	6,26
5	28,96 b	32,80 a	31,15 ab	0,73	7,43
6	28,96 b	32,80 a	31,15 ab	0,73	7,43
7	30,10 b	34,83 a	32,18 ab	0,98	9,67
8	30,10 b	34,83 a	32,18 ab	0,98	9,67
9	36,70 b	41,77 a	36,30 b	1,20	10,07
10	36,70 b	41,77 a	36,30 b	1,20	10,07
11	36,70 b	41,77 a	36,30 b	1,20	10,07
12	43,16 a	47,40 a	43,07 a	1,42	10,19
13	43,16 a	47,40 a	43,08 a	1,42	10,19
14	44,70 a	48,64 a	45,13 a	1,32	9,15
15	44,70 a	48,64 a	45,13 a	1,32	9,15
16	45,33 a	49,23 a	45,90 a	1,30	8,87

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.2.4. Número de hojas

Al realizar el análisis del número de hojas se pudo observar que durante cuatro semanas no hubo cambios entre las dosis, sin embargo, el mayor número se reportó en la dosis de 30 litros con 4,31 hojas y el menor valor con 20 litros con 4,11 hojas.

En la semana 16 el mayor número de hojas lo obtuvo la dosis 30 litros de biol con 9,90 hojas y con 20 litros se reportó 9,24 hojas sin presentar diferencias estadísticas. Tabla 15

Tabla 15. Número de hojas con tres niveles de fertilización foliar

Semanas	Número de hojas			EE	CV (%)
	20 litros biol	30 litros biol	40 litros biol		
1	4,11 a	4,31 a	4,18 a	0,07	4,83
2	4,11 a	4,31 a	4,18 a	0,07	4,83
3	4,11 a	4,31 a	4,18 a	0,07	4,83
4	4,41 a	4,63 a	4,50 a	0,07	4,51
5	5,51 b	6,19 a	5,99 ab	0,19	10,07
6	5,51 b	6,19 a	5,99 ab	0,19	10,07
7	5,89 a	6,84 a	6,36 a	0,32	16,10
8	5,89 a	6,84 a	6,36 a	0,32	16,10
9	7,74 a	8,88 a	8,30 a	0,36	13,85
10	7,74 a	8,88 a	8,30 a	0,36	13,85
11	7,74 a	8,88 a	8,30 a	0,36	13,85
12	8,72 a	9,30 a	8,76 a	0,37	13,34
13	8,72 a	9,30 a	8,76 a	0,37	13,34
14	9,07 a	9,68 a	9,12 a	0,37	12,46
15	9,07 a	9,68 a	9,12 a	0,37	12,46
16	9,24 a	9,90 a	9,40 a	0,38	11,28

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

El mayor número de nudos se presentó en la dosis 30 litros de biol con 2,23 seguido de la dosis de 40 litros con 2,18 y la menor en 20 litros con 2,12 estos valores se mantuvieron constantes durante tres semanas.

Para la semana 16 el mayor se reportó en 30 litros de biol con 5,37 y el menor valor en 20 litros de biol con 5,02 sin presentar diferencias estadísticas entre las dosis. Tabla 16

Tabla 16. Número de nudos con tres niveles de fertilización foliar

Semanas	Número de nudos			EE	CV (%)
	20 litros biol	30 litros biol	40 litros biol		
1	2,12 a	2,23 a	2,18 a	0,06	8,19
2	2,12 a	2,23 a	2,18 a	0,06	8,19
3	2,12 a	2,23 a	2,18 a	0,06	8,19
4	2,33 a	2,40 a	2,39 a	0,05	6,10
5	2,98 a	3,23 a	3,19 a	0,10	9,57
6	2,98 a	3,23 a	3,19 a	0,10	9,57
7	3,20 a	3,64 a	3,39 a	0,16	15,01
8	3,20 a	3,64 a	3,39 a	0,16	15,01
9	4,50 a	5,00 a	4,83 a	0,18	11,70
10	4,50 a	5,00 a	4,83 a	0,18	11,70
11	4,50 a	5,00 a	4,83 a	0,18	11,70
12	4,76 a	5,11 a	4,89 a	0,19	12,17
13	4,76 a	5,11 a	4,89 a	0,19	12,17
14	4,91 a	5,24 a	5,00 a	0,18	11,31
15	4,91 a	5,24 a	5,00 a	0,18	11,31
16	5,02 a	5,37 a	5,11 a	0,17	10,11

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.3. Efecto de los tratamientos

11.3.1. Altura de planta (cm)

Al analizar la altura de planta de los tratamientos se observó que la mayor altura a la primera semana se reportó en el tratamiento 30 litros de biol con la variedad Sarchimor con 17,62 cm y el menor valor en el testigo Sarchimor con 12,08 cm. Cabe destacar que la combinación del biol por las variedades fue superior a los testigos absolutos (variedades).

El tratamiento 30 litros de biol con la variedad Sarchimor en la semana 16 reportó la mayor altura con 30,26 cm. Tabla 17

11.3.2. Diámetro de tallo (mm)

Durante las primeras cuatro semanas el mayor diámetro de tallo se registró en el testigo de la variedad 13-20-14 con 0,29 mm, mientras que los tratamientos presentaban 0,20 mm.

En la semana 16 el mayor diámetro se presentó en el tratamiento 30 litros de biol con la variedad Sarchimor con 0,44 mm y los menores valores en los testigos de las variedades 13-20-14 con 0,31 mm y 0,30 mm en Sarchimor Tabla 18.

Tabla 17. Altura de planta (cm) en la respuesta agronómica de tres variedades de café (*Coffea arabica*) con tres niveles de fertilización foliar.

Semanas	20 litros biol			30 litros biol		
	13-20-14	Geisha	Sarchimor	13-20-14	Geisha	Sarchimor
1	15,22 cd	13,68 ef	15,23 cd	15,85 bcd	16,29 abcd	17,62 a
2	15,22 cd	13,68 ef	15,23 cd	15,85 bcd	16,29 abcd	17,62 a
3	15,53 cd	13,94 ef	15,30 cd	15,98 bcd	16,36 abcd	17,66 a
4	15,73 bcd	14,15 ef	15,55 cde	16,17 bcd	16,62 abc	17,79 a
5	16,60 cde	15,06 ef	16,22 de	17,58 bcd	17,55 bcd	19,91 a
6	17,78 cde	15,89 f	16,67 ef	18,95 abc	18,36 bcd	20,23 a
7	18,64 bcd	16,69 ef	17,22 de	19,82 abc	19,18 bcd	21,22 a
8	19,69 bcd	17,50 ef	17,85 de	21,26 ab	20,2 bcd	22,24 a
9	20,71 bcd	18,16 de	18,44 cde	22,04 ab	21,14 ab	23,33 a
10	21,57 ab	19,04 cd	19,21 cd	22,58 ab	21,79 ab	23,72 a
11	22,09 bc	19,81 d	19,91 cd	23,23 ab	22,45 ab	24,37 a
12	22,65 abc	20,34 d	20,42 cd	23,72 ab	22,88 ab	24,80 a
13	23,24 ab	20,97 cd	20,95 c	24,25 ab	23,38 ab	25,31 a
14	24,33 cde	22,20 e	23,26 de	25,66 bcd	26,07 bcd	29,58 a
15	24,77 cde	22,65 e	23,68 de	26,07 bcd	26,44 bc	29,91 a
16	25,26 cd	23,13 d	24,19 cd	26,50 bc	26,86 bc	30,26 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

.....pasa

...continuación Tabla 17

Semanas	40 litros biol				Testigos						EE	CV (%)
	13-20-14	Geisha	Sarchimor		13-20-14	Geisha	Sarchimor					
1	16,96 ab	16,48 abc	14,93 de		12,52 fg	12,86 fg	12,08 g				0,28	3,27
2	16,96 ab	16,48 abc	14,93 de		12,52 fg	12,86 fg	12,08 g				0,28	3,27
3	17,02 ab	16,52 abc	15,12 de		12,59 fg	12,91 fg	12,46 g				0,26	3,04
4	17,21 ab	16,67 abc	15,12 de		13,06 fg	13,00 fg	12,50 g				0,29	3,27
5	18,39 ab	18,05 abc	16,34 de		13,29 g	13,63 fg	12,81 g				0,30	3,24
6	19,43 ab	19,11 abc	17,32 def		13,82 g	14,13 g	13,37 g				0,31	3,13
7	20,27 ab	20,01 abc	18,17 cde		14,35 f	14,76 fg	13,88 f				0,35	3,39
8	21,37 ab	21,08 abc	19,20 cde		14,97 g	15,68 fg	14,47 g				0,39	3,56
9	22,33 ab	22,11 ab	20,12 bcd		15,61 f	16,70 ef	15,20 f				0,48	4,21
10	23,01 ab	22,46 ab	20,99 bcd		15,91 e	16,98 de	15,45 e				0,45	3,86
11	23,69 ab	23,08 ab	21,60 bcd		16,11 e	17,19 ef	15,68 e				0,44	3,65
12	24,07 ab	23,53 ab	22,14 bcd		16,34 e	17,42 ef	15,93 e				0,44	3,63
13	24,57 ab	24,01 ab	22,70 bc		16,55 d	17,61 de	16,14 d				0,44	3,51
14	27,34 ab	25,91 bcd	24,91 bcde		16,72 f	17,73 f	16,26 f				0,53	3,96
15	27,72 ab	26,28 bcd	25,33 bcde		16,89 f	17,89 f	16,42 f				0,53	3,91
16	28,11 ab	26,70 bc	25,79 bcd		17,09 e	18,01 e	16,57 e				0,53	3,82

11.3.3. Circunferencia foliar

La mayor circunferencia foliar durante la primera semana se registró en el tratamiento 30 litros de biol con la variedad Sarchimor con 28,41 mm y el menor valor en el testigo de la variedad 13-20-14 con 22,40 mm

Para la semana 16 el tratamiento 30 litros de biol con la variedad Sarchimor presentó el valor más alto con 51,86 mm y los menores valores en los testigos de las variedades 13-20-14 con 34,91 y Sarchimor con 33,90 mm Tabla 19

11.3.4. Número de hojas

Durante las tres primeras semanas el mayor número de hojas se reportó con el tratamiento 30 litros de biol con las variedades 13-20-14 y Geisha con 4,43 y 4,37 hojas respectivamente, el menor valor se observó en el testigo de la variedad Geisha con 4,10 hojas.

En la semana 16 el mayor número de hojas se registró en el tratamiento 20 litros de biol con la variedad 13-20-14 con 10,97 hojas y el menor valor en el testigo de la variedad 13-20-14 con 7,20 hojas.

Tabla 18. Diámetro de tallo (mm) en la respuesta agronómica de tres variedades de café (*Coffea arabica*) con tres niveles de fertilización foliar.

Semanas	20 litros biol						30 litros biol					
	13-20-14		Geisha		Sarchimor		13-20-14		Geisha		Sarchimor	
1	0,20	b	0,20	b	0,20	b	0,20	b	0,20	b	0,20	b
2	0,20	b	0,20	b	0,20	b	0,20	b	0,20	b	0,20	b
3	0,20	b	0,20	b	0,20	b	0,20	b	0,20	b	0,20	b
4	0,20	b	0,20	b	0,20	b	0,20	b	0,20	b	0,20	b
5	0,21	bc	0,22	bc	0,20	c	0,23	bc	0,26	a	0,23	abc
6	0,24	abcd	0,22	bcde	0,22	cde	0,25	abc	0,26	a	0,26	ab
7	0,25	bc	0,25	bc	0,25	bcd	0,29	a	0,28	ab	0,28	ab
8	0,31	a	0,30	a	0,28	a	0,31	a	0,29	a	0,31	a
9	0,34	abc	0,31	bcd	0,30	bcd	0,33	abc	0,36	a	0,33	abc
10	0,34	ab	0,32	abc	0,30	bcd	0,33	abc	0,36	a	0,33	ab
11	0,34	abc	0,33	abc	0,31	bcd	0,34	abc	0,37	a	0,35	abc
12	0,37	ab	0,38	a	0,34	abc	0,33	bcde	0,38	a	0,37	ab
13	0,37	ab	0,38	a	0,34	abc	0,33	bcde	0,38	a	0,37	ab
14	0,38	a	0,39	a	0,36	a	0,39	a	0,39	a	0,38	a
15	0,40	ab	0,40	ab	0,37	bc	0,42	ab	0,42	ab	0,44	a
16	0,40	ab	0,40	ab	0,37	bc	0,42	ab	0,42	ab	0,44	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

...pasa

.....continuación Tabla 18

Semanas	40 litros biol						Testigos						EE	CV (%)
	13-20-14		Geisha		Sarchimor		13-20-14		Geisha		Sarchimor			
1	0,20	b	0,20	b	0,20	b	0,29	a	0,20	b	0,20	b	0,001	1,39
2	0,20	b	0,20	b	0,20	b	0,29	a	0,20	b	0,20	b	0,001	1,39
3	0,20	b	0,20	b	0,20	b	0,29	a	0,20	b	0,20	b	0,001	1,39
4	0,20	b	0,20	b	0,20	b	0,29	a	0,20	b	0,20	b	0,001	1,39
5	0,24	ab	0,21	bc	0,21	bc	0,20	c	0,20	c	0,20	c	0,01	5,31
6	0,25	abc	0,23	abcde	0,24	abc	0,20	e	0,20	de	0,20	e	0,01	5,05
7	0,28	ab	0,28	ab	0,26	abc	0,21	d	0,22	cd	0,22	cd	0,01	4,97
8	0,31	a	0,29	a	0,28	abc	0,22	c	0,24	bc	0,23	c	0,01	4,54
9	0,34	ab	0,31	bcd	0,31	bcd	0,29	cd	0,30	bcd	0,27	d	0,01	4,98
10	0,34	ab	0,32	ab	0,31	bc	0,30	bc	0,30	bc	0,27	c	0,01	5,05
11	0,35	ab	0,34	abc	0,32	abcd	0,30	cd	0,31	bcd	0,27	d	0,01	5,77
12	0,37	ab	0,35	abc	0,34	abcd	0,29	de	0,31	cde	0,29	e	0,01	4,81
13	0,37	ab	0,35	abc	0,34	abcd	0,29	de	0,31	cde	0,29	e	0,01	4,81
14	0,38	a	0,39	a	0,37	a	0,30	b	0,32	b	0,30	b	0,01	3,36
15	0,43	ab	0,41	ab	0,39	ab	0,31	d	0,32	cd	0,30	d	0,01	5,15
16	0,43	ab	0,41	ab	0,39	ab	0,31	d	0,32	cd	0,30	d	0,01	5,15

Tabla 19. Circunferencia foliar (mm) en la respuesta agronómica de tres variedades de café (*Coffea arabica*) con tres niveles de fertilización foliar.

Semanas	20 litros biol			30 litros biol		
	13-20-14	Geisha	Sarchimor	13-20-14	Geisha	Sarchimor
1	23,13 def	23,19 def	24,42 cde	23,24 def	26,15 bc	28,41 a
2	23,13 def	23,19 def	24,42 cde	23,24 def	26,15 bc	28,41 a
3	23,13 def	23,19 def	24,42 cde	23,24 def	26,15 bc	28,41 a
4	24,23 def	24,67 def	25,45 cde	24,67 def	27,05 abc	29,08 a
5	31,90 abc	26,28 e	28,71 d	31,64 bc	33,14 ab	33,63 ab
6	31,90 abc	26,28 e	28,71 d	31,64 bc	33,14 ab	33,63 ab
7	34,75 ab	26,61 de	28,93 cde	33,93 ab	36,21 a	34,35 ab
8	34,75 ab	26,61 de	28,93 cde	33,93 ab	36,21 a	34,35 ab
9	42,63 a	32,25 bc	35,22 b	40,62 ab	41,82 a	42,88 a
10	42,63 a	32,25 bc	35,22 b	40,62 ab	41,82 a	42,88 a
11	42,63 a	32,25 bc	35,22 b	40,62 ab	41,82 a	42,88 a
12	49,47 a	41,05 cde	38,97 de	48,83 ab	43,31 bcd	50,04 a
13	49,47 a	41,05 cde	38,97 de	48,83 ab	43,31 bcd	50,04 a
14	50,69 a	42,34 bc	41,07 bc	49,29 a	45,74 ab	50,89 a
15	50,69 a	42,34 bc	41,07 bc	49,29 a	45,74 ab	50,89 a
16	51,05 ab	43,16 de	41,78 de	49,89 abc	45,95 bcd	51,86 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

.....pasa

.....continuación Tabla 19

Semanas	40 litros biol						Testigos						EE	CV (%)
	13-20-14		Geisha		Sarchimor		13-20-14		Geisha		Sarchimor			
1	27,03	ab	24,87	cd	23,40	def	22,40	f	22,93	def	22,46	ef	0,38	2,74
2	27,03	ab	24,87	cd	23,40	def	22,40	f	22,93	def	22,46	ef	0,38	2,74
3	27,03	ab	24,87	cd	23,40	def	22,40	f	22,93	def	22,46	ef	0,38	2,74
4	27,91	ab	25,78	bcd	24,66	def	23,27	f	23,42	ef	23,10	f	0,42	2,85
5	34,05	a	29,69	cd	29,73	cd	24,13	e	25,89	ef	23,98	ef	0,47	2,75
6	34,05	a	29,69	cd	29,73	cd	24,13	e	25,89	ef	23,98	ef	0,47	2,75
7	34,97	ab	29,84	cd	31,73	bc	24,56	e	26,42	de	24,26	e	0,76	4,34
8	34,97	ab	29,84	cd	31,73	bc	24,56	e	26,42	de	24,26	e	0,76	4,34
9	40,43	a	34,93	bcd	33,53	bc	26,09	e	30,53	cd	27,79	de	0,77	3,72
10	40,43	a	34,93	bcd	33,53	bc	26,09	e	30,53	cd	27,79	de	0,77	3,72
11	40,43	a	34,93	bcd	33,53	bc	26,09	e	30,53	cd	27,79	de	0,77	3,72
12	46,70	abc	41,80	cd	40,72	def	31,94	f	35,68	ef	31,46	f	1,12	4,66
13	46,70	abc	41,80	cd	40,72	def	31,94	f	35,68	ef	31,46	f	1,12	4,66
14	49,21	a	43,8	b	42,39	bc	34,26	d	37,25	cd	33,15	d	1,04	4,15
15	49,21	a	43,8	b	42,39	bc	34,26	d	37,25	cd	33,15	d	1,04	4,15
16	49,65	abc	45,08	cd	42,97	def	34,91	f	37,70	ef	33,90	f	1,07	4,20

Tabla 20. Número de hojas en la respuesta agronómica de tres variedades de café (*Coffea arabica*) con tres niveles de fertilización foliar.

Semanas	20 litros biol						30 litros biol					
	13-20-14		Geisha		Sarchimor		13-20-14		Geisha		Sarchimor	
1	4,17	a	4,00	a	4,17	ab	4,43	a	4,37	a	4,13	a
2	4,17	a	4,00	a	4,17	ab	4,43	a	4,37	a	4,13	a
3	4,17	a	4,00	a	4,17	ab	4,43	a	4,37	a	4,13	a
4	4,50	ab	4,33	ab	4,40	ab	4,77	a	4,60	ab	4,53	ab
5	6,40	a	4,93	ef	5,20	def	6,33	ab	6,43	a	5,80	abcd
6	6,40	a	4,93	ef	5,20	def	6,33	ab	6,43	a	5,80	abcd
7	7,43	a	5,00	de	5,23	def	7,00	a	7,43	a	6,10	abcd
8	7,43	a	5,00	de	5,23	def	7,00	a	7,43	a	6,10	abcd
9	9,40	a	6,83	ef	7,00	def	9,00	ab	9,63	a	8,00	abcde
10	9,40	a	6,83	ef	7,00	def	9,00	ab	9,63	a	8,00	abcde
11	9,40	a	6,83	ef	7,00	def	9,00	ab	9,63	a	8,00	abcde
12	10,63	a	7,77	bc	7,77	bc	8,93	ab	10,03	a	8,93	ab
13	10,63	a	7,77	bc	7,77	bc	8,93	ab	10,03	a	8,93	ab
14	10,87	a	8,23	bcde	8,10	bcde	9,37	abc	10,40	a	9,27	abcd
15	10,87	a	8,23	bcde	8,10	bcde	9,37	abc	10,40	a	9,27	abcd
16	10,97	a	8,47	bcdef	8,30	cdef	9,63	abc	10,50	a	9,57	abcd

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

..... pasa

.....continuación Tabla 20

Semanas	40 litros biol						Testigos						EE	CV (%)
	13-20-14	Geisha		Sarchimor		13-20-14	Geisha		Sarchimor					
1	4,23	a	4,10	a	4,20	a	3,90	a	4,00	a	4,07	ab	0,11	4,74
2	4,23	a	4,10	a	4,20	a	3,90	a	4,00	a	4,07	ab	0,11	4,74
3	4,23	a	4,10	a	4,20	a	3,90	a	4,00	a	4,07	ab	0,11	4,74
4	4,57	ab	4,43	ab	4,50	ab	4,13	b	4,17	ab	4,20	ab	0,12	4,77
5	6,40	a	5,50	bcde	6,07	abc	4,47	f	5,33	cde	4,67	ef	0,17	5,17
6	6,40	a	5,50	bcde	6,07	abc	4,47	f	5,33	cde	4,67	ef	0,17	5,17
7	6,80	ab	5,57	bcde	6,70	abc	4,63	e	5,43	cde	4,83	de	0,26	7,53
8	6,80	ab	5,57	bcde	6,70	abc	4,63	e	5,43	cde	4,83	de	0,26	7,53
9	8,80	abc	7,43	bcde	8,67	abcd	5,63	f	7,10	cdef	6,30	ef	0,33	7,42
10	8,80	abc	7,43	bcde	8,67	abcd	5,63	f	7,10	cdef	6,30	ef	0,33	7,42
11	8,80	abc	7,43	bcde	8,67	abcd	5,63	f	7,10	cdef	6,30	ef	0,33	7,42
12	9,27	ab	8,07	bc	8,93	ab	6,40	c	7,50	bc	6,70	c	0,35	7,21
13	9,27	ab	8,07	bc	8,93	ab	6,40	c	7,50	bc	6,70	c	0,35	7,21
14	9,77	ab	8,43	bcde	9,17	abcde	7,03	e	7,83	cde	7,53	de	0,34	6,73
15	9,77	ab	8,43	bcde	9,17	abcde	7,03	e	7,83	cde	7,53	de	0,34	6,73
16	10,03	ab	8,80	bcdef	9,37	abcde	7,20	f	7,93	def	7,73	ef	1,07	4,20

11.3.5. Número de nudos

En la variable número de nudos durante las tres primeras semanas los valores se mantuvieron constantes siendo el mayor valor el tratamiento 30 litros de biol con la variedad Geisha con 2,33 y el menor valor para los testigos 13-20-14 y Geisha con 2,00 respectivamente.

Para la semana 16 el tratamiento que se destacó fue 20 litros de biol con la variedad 13-20-14 con 5,83, seguido del tratamiento 30 litros de biol con la variedad Geisha con 5,77 cm y el menor valor en el testigo de la variedad 13-20-14 con 4,03 presentándose diferencias estadísticas. Tabla 21

11.4. Incremento y tasa de crecimiento relativo

El mayor incremento de altura entre los tratamientos bajo estudio se registró en el tratamiento 30 litros de biol con la variedad Sarchimor con 12,64 cm y los menor valores se registraron en los testigos de cada una de las variedades 13-20-14 con 4,57 cm Geisha con 5,15 cm; Sarchimor con 4,49 cm presentando diferencias estadísticas. Tabla 22

Al analizar la tasa de crecimiento relativo entre la altura de la semana 16 y semana 1 el tratamiento que presentó la mayor tasa de crecimiento fue 30 litros de biol con la variedad Sarchimor con 0,11 cm día^{-1} y el menor se encontró en los testigos de las variedades con 0,04 y 0,05 cm día^{-1} Tabla 22 La tasa de crecimiento no se consideró como una variable de estudio, para analizar la variable de altura, es decir, cuanto creció en los días de estudio en campo. Esto se realizó la altura de planta desarrollo en los días de investigación dividido por el número de días de investigación.

Tabla 21. Número de nudos en la respuesta agronómica de tres variedades de café (*Coffea arabica*) con tres niveles de fertilización foliar.

Semanas	20 litros biol						30 litros biol					
	13-20-14		Geisha		Sarchimor		13-20-14		Geisha		Sarchimor	
1	2,23	a	2,00	a	2,13	a	2,27	a	2,33	a	2,10	a
2	2,23	a	2,00	a	2,13	a	2,27	a	2,33	a	2,10	a
3	2,23	a	2,00	a	2,13	a	2,27	a	2,33	a	2,10	a
4	2,43	a	2,23	a	2,33	a	2,43	a	2,47	a	2,30	a
5	3,40	a	2,67	bc	2,87	abc	3,27	a	3,37	a	3,07	ab
6	3,40	a	2,67	bc	2,87	abc	3,27	a	3,37	a	3,07	ab
7	3,97	a	2,73	de	2,90	de	3,70	ab	3,93	a	3,30	abcd
8	3,97	a	2,73	de	2,90	de	3,70	ab	3,93	a	3,30	abcd
9	5,17	abc	4,47	cdef	3,87	fgh	4,83	abcd	5,50	a	4,67	bcde
10	5,17	abc	4,47	cdef	3,87	fgh	4,83	abcd	5,50	a	4,67	bcde
11	5,17	abc	4,47	cdef	3,87	fgh	4,83	abcd	5,50	a	4,67	bcde
12	5,67	a	4,43	bcde	4,17	cde	4,90	abc	5,60	a	4,83	abcd
13	5,67	a	4,43	bcde	4,17	cde	4,90	abc	5,60	a	4,83	abcd
14	5,77	a	4,60	cd	4,37	cd	5,07	abc	5,70	ab	4,97	bc
15	5,77	a	4,60	cd	4,37	cd	5,07	abc	5,70	ab	4,97	bc
16	5,83	a	4,73	bcd	4,50	cd	5,20	abc	5,77	a	5,13	abcd

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

..... Pasa

..... Continúa Tabla 21

Semanas	40 litros biol						Testigos						EE	CV (%)
	13-20-14		Geisha		Sarchimor		13-20-14		Geisha		Sarchimor			
1	2,23	a	2,10	a	2,20	a	2,00	a	2,00	a	2,07	a	0,09	7,37
2	2,23	a	2,10	a	2,20	a	2,00	a	2,00	a	2,07	a	0,09	7,37
3	2,23	a	2,10	a	2,20	a	2,00	a	2,00	a	2,07	a	0,09	7,37
4	2,43	a	2,33	a	2,40	a	2,20	a	2,17	a	2,20	a	0,08	5,96
5	3,33	a	2,93	abc	3,30	a	2,43	c	2,97	abc	2,57	bc	0,11	6,22
6	3,33	a	2,93	abc	3,30	a	2,43	c	2,97	abc	2,57	bc	0,11	6,22
7	3,60	abc	2,97	cde	3,60	abc	2,47	e	3,03	bcde	2,63	de	0,14	7,27
8	3,60	abc	2,97	cde	3,60	abc	2,47	e	3,03	bcde	2,63	de	0,14	7,27
9	5,27	abc	4,37	defg	4,87	abcd	3,23	h	4,00	efgh	3,60	gh	0,15	5,80
10	5,27	abc	4,37	defg	4,87	abcd	3,23	h	4,00	efgh	3,60	gh	0,15	5,80
11	5,27	abc	4,37	defg	4,87	abcd	3,23	h	4,00	efgh	3,60	gh	0,15	5,80
12	5,27	abc	4,50	bcd	4,87	abc	3,60	e	4,13	cde	3,70	de	0,17	6,20
13	5,27	abc	4,50	bcd	4,87	abc	3,60	e	4,13	cde	3,70	de	0,17	6,20
14	5,40	ab	4,60	cd	5,00	abc	3,90	d	4,37	cd	4,07	d	0,15	5,42
15	5,40	ab	4,60	cd	5,00	abc	3,90	d	4,37	cd	4,07	d	0,15	5,42
16	5,47	ab	4,77	bcd	5,10	abc	4,03	d	4,47	cd	4,17	d	0,14	5,07

Tabla 22. Incremento y tasa de crecimiento relativo en la respuesta agronómica de tres variedades de café (*Coffea arábica*) con tres niveles de fertilización foliar.

Biol	Variedades	Incremento		% de		TCR	
		Altura (cm)		Incrmento		cm día⁻¹	
20 litros	13-20-14	10,04	bc	65,96	ab	0,09	bc
20 litros	Geisha	9,45	bc	69,23	ab	0,08	bc
20 litros	Sarchimor	8,96	c	58,86	b	0,08	c
30 litros	13-20-14	10,65	bc	67,17	ab	0,10	abc
30 litros	Geisha	10,57	bc	64,90	ab	0,10	abc
30 litros	Sarchimor	12,64	a	71,73	ab	0,11	a
40 litros	13-20-14	11,16	ab	65,82	ab	0,10	ab
40 litros	Geisha	10,22	bc	62,00	ab	0,09	bc
40 litros	Sarchimor	10,86	abc	72,81	a	0,09	bc
	13-20-14	4,57	d	36,56	c	0,04	d
	Geisha	5,15	d	40,10	c	0,05	d
	Sarchimor	4,49	d	37,07	c	0,04	d
E.E.		0,37		2,57		0,003	
CV (%)		7,12		7,51		7,07	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

Al analizar las figuras de la comparación en la tasa de crecimiento del tratamiento 20 litros de biol con las variedades 13-20-14; Geisha y Sarchimor frente a los testigos vemos que en la figura 1 se destaca la variedad 13-20-14 con 8,17 cm en la semana 16. Figura 1

En la combinación de la dosis de 30 litros con las tres variedades de café destaca la variedad Sarchimor con 13,69 cm a la semana 16, los valores más bajos se presentan en la variedad Geisha desde 3,33, hasta 8,85 cm Figura 2

Figura 1. Tasa de crecimiento relativo con 20 litros de bio en las tres variedades de café (*Coffea arábica*)

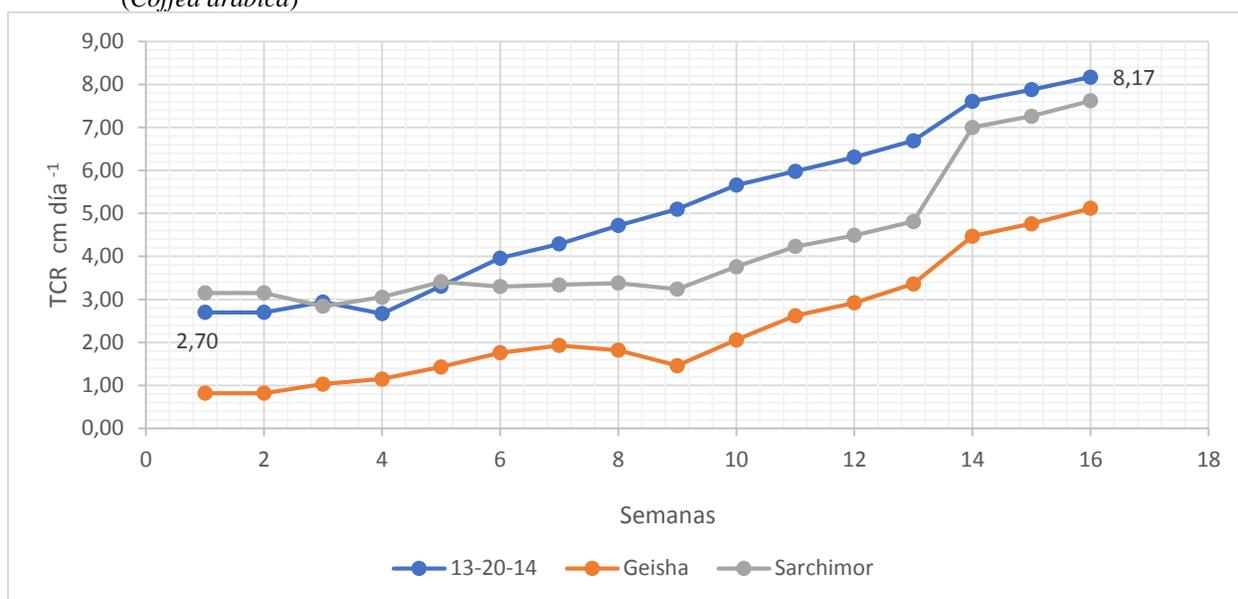
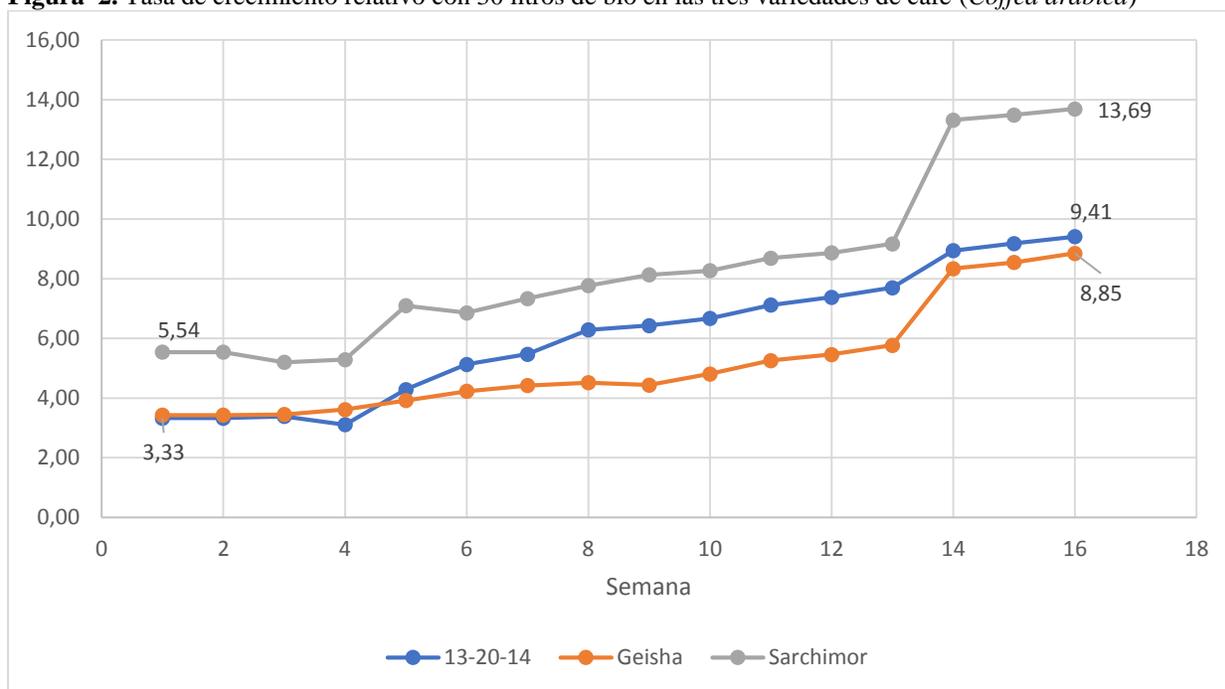
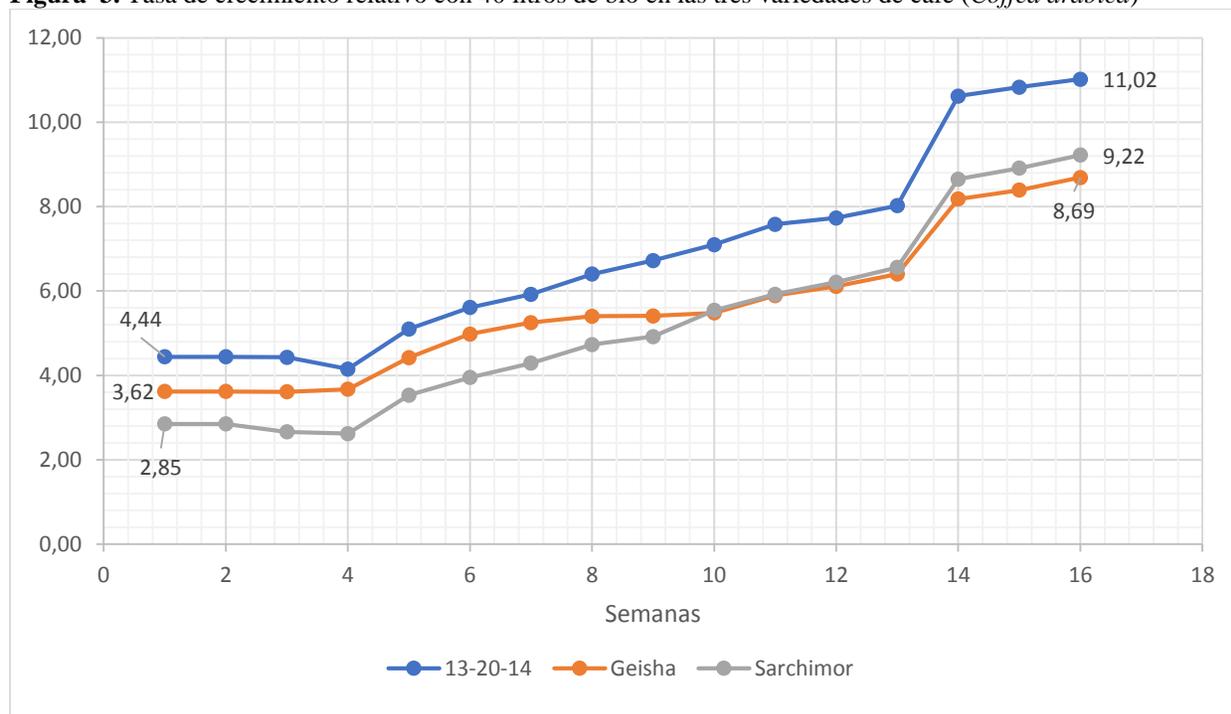


Figura 2. Tasa de crecimiento relativo con 30 litros de bio en las tres variedades de café (*Coffea arábica*)



En la figura 3 se puede observar que con la dosis de 40 litros de bio en la variedad 13-20-14 presenta los mayores valores con 4,44 a la primera semana y a la semana 16 con 11,02 cm

Figura 3. Tasa de crecimiento relativo con 40 litros de bio en las tres variedades de café (*Coffea arábica*)

12. IMPACTOS (TÉCNICOS SOCIALES, AMBIENTALES, ECONÓMICOS)

12.1. Impacto Ambiental

Con la ejecución del proyecto de café, con diferentes dosis de fertilización foliar contribuimos a una mayor proliferación la producción orgánica es un modelo a producir para cuidar el medio ambiente generando menos contaminación, que nos ayude al buen vivir como sociedad para así protegernos de distintas enfermedades causada por los excesos de productos químicos, ya que el café es uno de los productos más consumidos a nivel mundial.

13. PRESUPUESTO

En la siguiente tabla se expone el presupuesto para el establecimiento del proyecto de café, con la utilización de fertilizante.

Tabla 23. Presupuesto para el establecimiento del proyecto de café

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor Total USD
A. Costos Directos				
1. Mano de obra				
Limpieza del área del ensayo	Jornal	2	15	30
Retiro de los árboles	jornal	2	15	30
Pique del material vegetativo	jornal	1	25	25
Cercado del área	jornal	2	15	30
Limpieza del cultivo	jornal	2	15	30
Subtotal				USD 145
2. Insumos				
Fungicida	Unidad	1	12	12
Abono orgánico	Sacos	8	2,5	20
Sales y minerales	Kl, Gr	11	135	135
Melaza	L	20	8	8
Leche	L	20	0,75	15
Subtotal				190
Total cotos directos				
B. Costos indirectos				
Materiales				
Plantas de café	Unidad	1000	0,10	100
Fundas	Unidad	1000	0,010	8,5
Tierra negra	Unidad	3	1	3
Arena	Unidad	2	1	2
Ceniza	Unidad	2	1	2

Flete de carro	Unidad	3	20	60
Machetes	Unidad	2	5,5	11
Regaderas 10 Lt	Unidad	1	2,5	2,5
Tanque de 200 Lt	Unidad	3	12,5	37,5
Pomas de 22 Lt	Unidad	3	1,5	4,5
Alambre de 500 M	Rollo	1	45	45
Manguera de 5M	Unidad	3	0,5	1,5
Palas	Unidad	2	6,5	13
Cavadora manual	Unidad	1	8	8
Botellas de dos litros	Unidad	3	0,25	0,75
Piola de 500 M	Unidad	1	12	12
Alquiler del terreno	Unidad	1	100	100
Valdés de 10 Lt	Unidad	1	1,5	1,5
Equipos				
Bomba de mochila	Unidad	1	45	45
Flexómetro	Unidad	1	5	5
Cinta extensible	Unidad	1	25	25
Calibrador pie rey	Unidad	1	18,5	18,5
Alquiler de GPS	Unidad	1	20	20
Balanza electrónica	Unidad	1	30	30
Subtotal				556,25
Total de costos indirectos				556,25
TOTAL DE COSTOS				891,25

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

- Las variedades Geisha, Sarchimor, 13-20-14, no presentaron diferencias estadísticas al analizar sus efectos simples, en ninguna de las variables en estudio, altura de planta, diámetro de tallo, circunferencia foliar, número de hojas, número de ramas, número de nudos.
- En el efecto simple del biol determino que la dosis de 30 litros de biol fue la que presento mayor diferencia estadística entre las variables estudiadas en la investigación.
- 30 litros de biol en la variable altura de planta se destacó en la variedad sarchimor y 13-20-14.
- Al analizar las variables de estudio se determinó que los 30 litros de biol siempre se destacó en la verdad 13-20-14

14.2. Recomendaciones

- Seguir evaluando las variedades con las dosis de bio durante la fase de crecimiento
- Realizar actividades de divulgación científica para incentivar la caficultura en el Ecuador de una manera forma de producción agroecológica.

15. BIBLIOGRAFÍA

Posada , Santacruz , N. (2012). *Influencia de la cafeina en el mantenimiento de la atención en adultos hombres y mujeres entre los 50 y 60 años*. repositorio institucional. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/47068425.pdf>

Ramon, J . (06 de Mayo de 2014). Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4209/1/TESIS%20%20EN%20MA%C3%8DZ%20JHONNY%20RAMON%20ALVAREZ.pdf>

Ramon, J . (06 de Mayo de 2014). Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4209/1/TESIS%20%20EN%20MA%C3%8DZ%20JHONNY%20RAMON%20ALVAREZ.pdf>

Acebedo, S. P. (2016). *Estudio de la factibilidad para implementar dos hectáreas de cultivo de café de las variedades de sarchimor y acawa en la provincia de loja,[tesis grado de Ingeniero de Administración y Producción Agropecuaria, universidad nacional de loja]*. repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/13426/1/PROYECTO%2CTESI%20S.FINAL..pdf>

Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, SU origen y clasificación. EL MAIZ en Cuba. *Cultivos Vegetales* , 1.

Agricultores. (21 de Diciembre de 2015). Recuperado el 29 de Julio de 2019, de <http://agriculturers.com/micorrizas-la-agricultura-usos-beneficios-parte-1/>

Agrobanco. (12 de junio de 2012). *Manejo integrado de plagas en el cultivo de café*. Obtenido de Educación en línea : <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/011-k-cafe.pdf>

Anchundia J, y. A. (2014). *Estudio de la cadena productiva del café de altura en la parroquia la carolina canton Ibarra, [Tesis previo a la obtención del título de economistas, Universidad central del ecuador]*. repositorio institucional. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/bitstream/25000/3057/1/T-UCE-0005-463.pdf>

Barrera, J., Suárez, D., & Melgarejo, L. M. (2012). *Análisis de crecimiento en plantas*. Universidad Nacional de Colombia , Departamento de Biología. Laboratorio de fisiología y bioquímica . Obtenido de http://www.bdigital.unal.edu.co/8545/5/04_Cap02.pdf

Bravo, M. J. (2016). *Mejoramiento de la producción del cultivo de café catucaí 785 y el acagua en la finca de don Cecilio del sitio vidal parroquia chirijos [Tesis de Ingeniera en Administración y Producción Agropecuaria, Universidad nacional de Loja]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/17620/1/Tesis%20Lista%20Juli%20ette.pdf>

Bustamante, D. (2010). Obtención de mote a partir de maíz (*Zea mays* L.) . *Disponible en:* <http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/951/1/0.32%20AI.pdf>, 24.

Calero, F. (2006). Generalidades del cultivo de maíz. *Disponible en:* <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/12345>.

Carrasco, L. P. (09 de 2009). Obtenido de <http://repositorio.una.edu.ni/2105/1/tnf30c313.pdf>

Carriel, M. (2017). Obtenido de La importancia del cultivo de maíz:

<https://lahora.com.ec/noticia/937168/la-importancia-del-cultivo-del-mac3adz->

Chacon, D. (2011). *Evaluación de diferentes niveles de abono foliar (BIOL) en la producción del forraje del (Medicago sativa) en la estación experimental TUNSH [Tesis de ingeniero zootecnistas, Escuela Superior Politecnica de Chimborazo]*. Repositorio Institucional.

Obtenido de Obtenido de

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1029/1/17T01034.pdf>

Chahuapoma, L. L. (2017). *Manejo para la producción agroecológica del cultivo de café (Coffea arabica L) [Tesis de ingeniería en administración y producción*

agropecuaria, Universidad nacional de Loja]. repositorio institucional. Obtenido de

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18909/1/Tesis%20Lucy%20L.%20Romero%20Carhuapoma.pdf>

Chavez, A. C. (2012). Comparación de diferentes poblaciones de la variedad PMC – 584 de maíz (*Zea mays L.*) obtenidas por el método de selección mazorca-hilera modificada, para la sierra alta del Perú. El Mantaro, Jauja, Peru.

Criollo, M. A. (2010). *Análisis situacional de las fincas de café y respuesta sustentable e la parroquia san roque del canto piñas [Tesis e Ingeniero en Administración y Producción*

Agropecuaria, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio institucional. Obtenido de

<https://docplayer.es/22902200-Analisis-situacional-de-las-fincas-de-cafe-coffee-arabica-y-propuesta-sustentable-en-la-parroquia-san-roque-del-canton-pinas.html>

Ecofran. (12 de Agosto de 2015). *La producción y el consumo del café*. Obtenido de Educacion

en línea: https://www.ecorfan.org/spain/libros/LIBRO_CAFE.pdf

Ecofran®. (12 de agosto de 2015). *La producción y el consumo del café*. Obtenido de educacion en línea: https://www.ecorfan.org/spain/libros/LIBRO_CAFE.pdf

Faustos. (09 de Noviembre de 2018). *Diario el Comercio*. Obtenido de https://www.elcomercio.com/app_public.php/actualidad/produccion-maiz-agricultores-ministerio-guayas.html

Federacion Nacional de Cafeteros de Colombia. (4 de mayo de 2007). *Sistema de produccion de cafe en Colombia* . Obtenido de Educacion en línea: https://www.cenicafe.org/es/publications/sistemas_de_produccion.pdf

Fierro, M. L. (2019). *Propuesta para crear una identidad cafetera en Las Tolas, a partir de la capacitación de la comunidad en la plantación de café y sus productos elaborados*[Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Licenciado en Arte Culinario, USFQ]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/8231/1/142500.pdf>

Garzón, L. P. (2015). IMPORTANCIA DE LAS MICORRIZAS ARBUSCULARES (MA) PARA UN USO SOSTENIBLE DEL SUELO EN LA AMAZONIA COLOMBIANA. *Revista Científica*, 1.

Guacho, E. (2014). *PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTENER EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO*. Riobamba: Espoch.

Guacho,E. (2014). *Espoch*. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/3455/1/13T0793%20.pdf>

Guadalupe, M. (2015). *Uso de micorrizas y abono orgánicos en maíz*.

Gualotuña, C. (2016). *ADAPTACIÓN DE DOS VARIEDADES DE CAFÉ ROBUSTA (Coffea canephora Pierre ex Froehner) CON TRES DISTANCIAS DE PLANTACIÓN PEDRO VICENTE MALDONADO [Tesis de Ingeiero Agronomo, Universidad Cetral Del Ecuador]*. Repositorio Institucional. Obtenido de Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7941/1/T-UCE-0004-14.pdf>

Heredia, R. M. (2013). *influencia de cuatro metodos de deneficios sobre la calidad fisica y organoléptica del cafe arabigo en dos pisos de altitudinales [obtención del titulode ingeniero agronomo, universidad centro del ecuador]*. repositorio institucional. Obtenido de file:///C:/Users/user/Downloads/T-UCE-0004-21%20(2).pdf

Ilica. (22 de septiembre de 2016). *La Situación y tendencias de la producción de café en América Latina y El Caribe*. Obtenido de estudio en línea: https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_5a43b896c22f1.pdf

INEC. (2014). . Sistema Agroalimentario del Maíz. 15-16.

Iniap. (10 de junio de 1995). *Control Integrado de las principales Enfermedades Foliars del Cafeto en el Ecuador*. Obtenido de estudio en línea: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1617/1/Control%20de%20enfermedades%20cafeto.pdf>

Jiménez, D. D. (2017). *Riesgo y modos de bienestar: el caso de la producción de café en San Antonio de las Aradas (Loja), [Tesis de maestría de Investigación en Antropología, Flacso]*. repositorio instalacional. Obtenido de <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/10469/14079/TFLACSO-2018DDPJ.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Katerin, E. S. (2014). *CONCENTRACIONES DE Eisenia foetida “LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA” Y SU EFECTO EN LA CALIDAD DE BIOL, EN ZUNGAROCOCHA, DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA – LORETO*. Obtenido de https://www.google.com/search?sxsrf=ALeKk000KaXVQK-xvxias0acHZQAkFZYaA%3A1594571913408&ei=iTwLX9myGOKW_Qb_-6OQCA&q=Katerin%2C+E.+S.+%282014%29.+CONCENTRACIONES+DE+Eisenia+foetida+%E2%80%9CLOMBRIZ+ROJA+CALIFORNIANA%E2%80%9D+Y+SU+EFECTO+EN+LA+CALIDAD+DE+BIO

Lang Tun. (2017). Una vez que crece el maiz cuanto tiempo falta hasta las mazorcas esten maduras . *ehow en español*, 1.

Llanganate, W., Gualchi, J., Patiño, M., Enriquez, F., & Uday, V. (2018). *Evaluación de la fase de establecimiento del híbrido de café (Coffe arábica L) Sarchimore en tres localidades, bajo dos distancias de siembra y cuatro Niveles de fertilización*. Tesis de grado , Escuela Politécnica del Ejército, Carrera de Ingeniería Agropecuaria , Santo Domingo.

MAGAP. (2015). *DAPI-F.A.S., Maíz Duro Seco*.

Martin San Daniela. (2014). Como mejorar el ph de los suelos acidos . *El Mercurio*, 1-2.

Marvel, D. (2014). Tipos de Investigacion.

Mejía. (2017). Obtenido de Tesis de Ingeniero: "Efectos de la aplicación de ácidos húmicos en el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.)": <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/3308/1/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000054.pdf>

- Melero, S. (2013). *MICORRIZACIÓN DE CÍTRICOS CON MYC4000*. Obtenido de <https://docplayer.es/39653245-Micorrizacion-de-citricos-con-myc-glomus-intraradices-esporas-gramo.html>
- Montero, M. D. (2015). *Estudio de la epidemiología y alternativas de manejo [Tesis de Doctorado Académico en Sistemas de Producción Agrícola Tropical Sostenible, Universidad De Costa Rica]*. Repositorio institucional. Obtenido de https://agritrop.cirad.fr/580115/1/TESIS_MILAGRO_GRANADOS_Mycena_citricolor.pdf
- Ochoa, D. T. (2015). *Estudio de las características organolépticas del café que se procesa en las casas cafeteras de la provincia de Loja, [Monografía de Licenciado en Gastronomía y Servicio de Alimentos y Bebidas, universidad te cuenca]*. repositorio institucional. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21884/1/Monograf%C3%ADa%20Daniela%20Toledo%20Ochoa.pdf>
- Perez, Y. A. (2012). Diversidad de hongos micorrícicos arbusculares en maíz con cultivo de cobertura y biofertilizantes en Chiapas, México. *Gayana. Botánica*, 1.
- Perez, F. (04 de 2019). *Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Agrarias Carrera Ingeniería Agronomica*. Obtenido de Efecto de Diferentes Formas de Aplicación de Nitrogeno En El Cultivo de Maiz : <https://docplayer.es/158182047-Universidad-de-guayaquil-facultad-de-ciencias-agrarias-carrera-ingenieria-agronomica.html>
- Ponce Maria, y. L. (2002). *Proyecto de producción de café orgánico para exportaciones con una alternativa comercial para el Ecuador, [economistas con mención en gestión*

Abierta y a Distancia , Escuela de Ciencias Pecuarias y del Medio Ambiente, Municipio de Saladoblanco- Venezuela . Obtenido de

<https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/27973/1/jasilvago.pdf>

Srinivasan, A. (2006). Precision agriculture. *The Haworth Press Inc., New York*, 3-5.

Suárez, V. M. (2018). Evaluación de la producción de variedades e híbridos de Coffea arabiga.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO [UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ].
repositorio institucional.

Suquilanda, M. (1996). *Alternativa tecnológica del futuro*. Obtenido de

https://www.google.com/search?xsrf=ALeKk00dZ5a_pflq5HCOGwfnvO2Z5mawNw%3A1594570191397&ei=zzULX4XgF6Gxggft-ZqwCA&q=+FISIOLOG%C3%8DA%2C+NUTRICI%C3%93N+Y+FERTILIZACI%C3%93N+DEL+CAFETO&oq=+FISIOLOG%C3%8DA%2C+NUTRICI%C3%93N+Y+FERTILIZACI%C3%93N+DEL+CAFETO&gs_

Suquilanda, M. (1996). *Alternativa tecnológica del futuro*. Quito.

Torres, R. M. (2015). *Diagnostico del sistema de produccion de cafe e San Juan Metaltepac*

[Tesis ingeiero agricola y ambiental, Universidad autonoma agraria Antonio Narro].

Repositorio imstitucional. Obtenido de

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5134/T17943%20MARTINEZ%20TORRES,%20RAMIRO%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

Triguero, F. C. (2012). *Características de calidad e incidencia de enfermedades en 24 genotipos de Coffea arabica bajo tres condiciones agroecológicas de Panamá*[tesis de magister

Scientiae en Agricultura Ecológica, Centro agronomico tropical de investigación y enseñanza]. repositorio institucional. Obtenido de https://agritrop.cirad.fr/565760/1/document_565760.pdf

Valenzuela, A. (2010). El café y sus efectos en la salud cardiovascular y en la salud materna, [Centro de Lípidos, INTA, Universidad de Chile y Facultad de Medicina]. *educación en línea*. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v37n4/art13.pdf>

Vireti, O. (2013). *Evaluacion de la sostenibilidad de los cultivos de cafe y cacao* , [tesis doctoral, universidad autonoma de barcelona]. repositorio institucional. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/131452/ov1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Warnars, L., & Oppenoorth, H. (2014). Estudio sobre el biol, sus efectos y resultados. *Fertilizantes supremos*, 14. Obtenido de https://www.google.com/search?sxsrf=ALeKk0113tAm-SZm0IinRtaTky00F9MXVQ%3A1594571752293&ei=6DsLX9y1EeWE_Qad6It4&q=Warnars%2C+L.%2C+%26+Oppenoorth%2C+H.+%282014%29.+Estudio+sobre+el+biol%2C+sus+efectos+y+resultados.+Fertilizantes+supremos%2C+14.&oq=Warnars%2C+L.+%26+Oppenoorth%2C+H.+%282014%29.+Estudio+sobre+el+biol%2C+sus+efectos+y+resultados.+Fertilizantes+supremos%2C+14.

World coffee research. (30 de enero de 2018). *Las variedades de cafe arabica* . Obtenido de estudio en línea : https://worldcoffeeresearch.org/media/documents/las_variedades_del_cafe_arabica_v2_feb_2018.pdf

Zamorano. (2012). *Repositorio Universidad de Guayaquil*. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/38350/1/V%C3%A9lez%20Barzola%20Miguel%20%C3%81ngel.pdf>

16. ANEXOS

Anexo 1. Fotografías de realización de proyecto primera etapa

Fotografía 1: Llenado de fundas



Fotografía 2: Siembra



Fotografía 3: Riego de plantas



Fotografía 4: Obtención de materiales



Fotografía 5: Aplicación de sales y minerales, **Fotografía 6:** Obtención del biofertilizante
Mezcla homogénea



Anexo 2. Fotografías de realización de proyecto segunda etapa

Fotografía 7: Labores pre cultural **Fotografía 8:** Cercado del área



Fotografía 9: Señalización de las camas



Fotografía 10: Señalización con estacas



Fotografía 11: Realización de los hoyos



Fotografía 12: Siembra



Fotografía 13: Aplicación de fertilizante



Fotografía 14: Toma de datos



Fotografía 15: Limpieza del cultivo



Diseño de tratamientos y repeticiones

Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
T1	T1	T1
T2	T2	T2
T3	T3	T3
T4	T4	T4
T5	T5	T5
T6	T6	T6
T7	T7	T7
T8	T8	T8
T9	T9	T9
T10	T10	T10
T11	T11	T11
T12	T12	T12

Datos del ensayo		
Diseño experimental	DBCA	
Longitud del ensayo	8	Metros
Ancho de ensayo	11	Metros
Área del ensayo	3,456	Metros
Tratamientos	12	
Repeticiones o bloques	3	
Total de parcelas	36	
Ancho de parcela	11	Metros
Largo de parcela	8	Metros
Distancia entre parcela	1	Metros

Anexo 2. Análisis de suelo

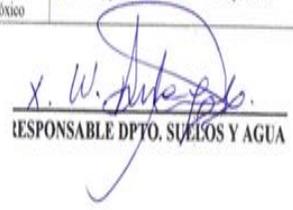
	ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec														
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS															
DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Martínez Ibarra Luis Alfonso Dirección : Ciudad : La Maná Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : La Delicia Provincia : Cotopaxi Cantón : La Maná Parroquia : Ubicación : Sitio Chipe-Hamburgo	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : a sembrar maíz N° de Reporte : 6115 Fecha de Muestreo : 02/09/2019 Fecha de Ingreso : 02/09/2019 Fecha de Salida : 24/09/2019													
N° Muest.	meq/100ml	dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural		
Laborat.	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena		Limo	Arcilla
96619					1,9 B	4,2	8,75	46,25	11,34			62	32	6	Franco-Arenoso



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

ABREVIATURAS
C.E. = Conductividad Eléctrica M.O. = Materia Orgánica RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA
C.E. = Conductímetro M.O. = Titulación de Walkley Black AH+H = Titulación con NaOH


RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA


RESPONSABLE LABORATORIO


ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24

Quevedo - Ecuador Teléf. 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

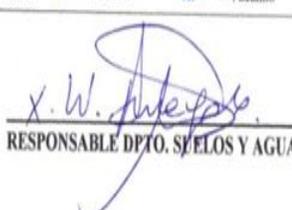
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	Martinez Ibarra Luis Alfonso	Nombre :	La Delicia	Cultivo Actual :	a sembrar maiz
Dirección :		Provincia :	Cotopaxi	N° Reporte :	6115
Ciudad :	La Maná	Cantón :	La Maná	Fecha de Muestreo :	02/09/2019
Teléfono :		Parroquia :		Fecha de Ingreso :	02/09/2019
Fax :		Ubicación :	Sitio Chipe Hamburgo	Fecha de Salida :	24/09/2019

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
96619	Muestra 1		5,9 MeAc	34 M	8 B	0,24 M	9 A	2,1 A	27 A	2,8 M	3,9 M	255 A	12,3 M	0,53 M	



INTERPRETACIÓN				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES		
pH				Elementos: de N a B		pH = Suelo. agua (1:2,5)		Olsen Modificado
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo	N,P,B = Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn		
Ae = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		M = Medio	S = Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico		
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto	K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	B,S		



 RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS



 RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 3. Análisis del biol



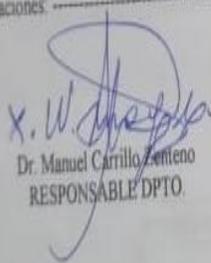
ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km 5 Carretera Quevedo - El Empalme
 Mocache - Ecuador Teléfono: 2783044 Ext. 201

Nombre del Propietario :	Vargas Humaginga Klever Santiago	Telf. 0997646437	Reporte N° :	7253
Nombre de la Propiedad :	San Pablo	Cultivo Biol	Fecha de muestreo :	15-07-2020
Localización :	Pucayacu	La Mana	Fecha de ingreso:	22-07-2020
	Parroquia	Cantón	Fecha salida resultados:	12/08/2020
		Cotopaxi		
		Provincia		

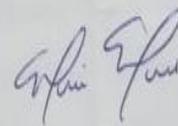
RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL DE ABONOS ORGÁNICOS

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	Concentración %						ppm				
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
73793	Lote 1	1.6	0.2	1.17	0.61	0.21	0.21	15	27	314	1096	35

Observaciones:



Dr. Manuel Carrillo Zenteno
RESPONSABLE DPTO.



LABORATORISTA



Anexo 3. Hoja de vida del docente tutor***CURRICULUM VITAE***

Apellidos: Tapia Ramírez
Nombres: Cristian Santiago
Fecha de nacimiento: 25 de marzo de 1984
Dirección: Riobamba, Ciudadela 9 de Octubre
Teléfono: 032610275/032710049
Celular: 0995544478.
E-mail: cristiantapia77@hotmail.com
Ciudad/Provincia/País: Riobamba/Chimborazo/Ecuador

INSTRUCCIÓN FORMAL.**MAESTRÍA EN RIEGO Y DRENAJE.****DIPLOMADO ESPECIALISTA EN FERTIRRIGACIÓN.****INGENIERO AGRÓNOMO.****BACHILLER EN FÍSICA Y MATEMÁTICAS.****EXPERIENCIA PROFESIONAL.**

Docente Investigador- Responsable del Comité de Editorial, Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná

Cargo: Analista en Tecnificación del Riego en la institución Zonal 3 de Riego y Drenaje-MAG.

Técnico de la Demarcación Hidrográfica de Pastaza. En la institución de Secretaria del Agua.

Capacitación a juntas de usuarios en administración, operación y mantenimiento de sistemas de riego comunitarios.

Técnico en Recursos Hídricos. En la institución Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas (CESA). Riobamba (Ecuador).

Técnico Investigador en el MAGAP, Latacunga (Ecuador).

Anexo 4. Hoja de vida del estudiante investigador**CURRÍCULUM VITAE****DATOS PERSONALES:****NOMBRES:** KLEVER SANTIAGO**APELLIDO:** VARGAS HUMAGINGA**Nº CÉDULA:** 175235993-3**FECHA DE NACIMIENTO:** 18/05/1992**CORREO ELECTRÓNICO:** KLEVER.VARGAS9933@UTC.EDU.EC**LUGAR DE NACIMIENTO:** PUCAYACU**NACIONALIDAD:** ECUATORIANA**ESTADO CIVIL:** SOLTERO**CELULAR:** 0983609521**DIRECCIÓN:** PARROQUIA PUCAYACU**ESTUDIOS REALIZADOS****PRIMARIA:** ESCUELA MIXTA “GENERAL CALICUCHIMA”**SECUNDARIA:** COLEGIO “UNIDAD EDUCATIVA PUCAYACU”**SUPERIOR:** UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN - LA MANÁ**CERTIFICADOS OBTENIDOS:**

- ✓ SUFICIENCIA EN INGLES: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
- ✓ SEMINARIO EN LA PARTICIPACIÓN DE III CONGRESO SOBRE LA MOSCA DE LA FRUTA
- ✓ SEMINARIO INTERNACIONAL DE “I” JORNADAS AGRONÓMICAS UTC-LA MANÁ
- ✓ SEMINARIO INTERNACIONAL DE “III JORNADAS AGRONÓMICAS UTC-LA MANÁ