

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y
ORGÁNICA EN PLANTONES DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)
EN VIVERO, LUYA AMAZONAS**

**Autor: Mary Liliana Mendoza Rimarachin
Asesor: Ing. Guillermo Idrogo Vásquez
Co-asesor: Ing. Tito Sánchez Santillán**

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2022

AUTORIZCIÓN DE LA PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



ANEXO 3-H

AUTORIZCIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Mendoza Timorachin Mary Liliana
DNI N°: 73607567
Correo electrónico: mendozaimorachinmary@gmail.com
Facultad: Ingeniería y Ciencias Agrarias
Escuela Profesional: Ingeniería Agrónoma

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
DNI N°: _____
Correo electrónico: _____
Facultad: _____
Escuela Profesional: _____

2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

Efecto de la fertilización química y orgánica en Plántones de Café (Coffea arabica L.) en vivero, Luya - Amazonas.

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Idrogo Vázquez Guillermo
DNI, Pasaporte, C.E N°: 25489881
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) 0000-0003-1044-3006

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: Sanchez Santullán Tito
DNI, Pasaporte, C.E N°: 73103700
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) 0000-0002-3352-341X

4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Immunología)

https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html Ciencias Agrícolas, Agricultura, Silvicultura y Pesca

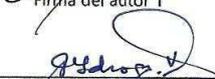
5. Originalidad del Trabajo

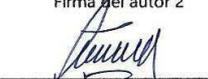
Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC. Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación -RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 19 de diciembre, 2022


Firma del autor 1

Firma del Asesor 1

Firma del autor 2

Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Flor Rimarachin Vázquez, Juan Mendoza Quispe, por su apoyo incondicional para seguir adelante cumpliendo mis metas durante mi formación profesional.

A MIS HERMANA

Ada Ledy Mendoza Rimarachin por su apoyo moral y aliento para seguir adelante en todo momento.

Mary L. Mendoza Rimarachin

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida y salud que fueron mi fortaleza para seguir adelante con mis estudios.

A mis padres por todo el apoyo económico y moral que me brindaron para poder ejecutar satisfactoriamente este trabajo de tesis y realizarme como profesional.

A mis asesores Ing. Guillermo Idrogo Vásquez y al Ing. Tito Sánchez Santillán, por su apoyo técnico científico durante todas las etapas de ejecución de mi proyecto de tesis.

A la empresa Servicios Generales Jucusbamba EIRL, por brindarme el apoyo logístico y técnico durante la ejecución de mi proyecto.

A mi alma mater la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), por el apoyo brindado para formarme como profesional.

Mary L. Mendoza Rimarachin

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA

Rector

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

Vicerrector Académico

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA

Vicerrectora de Investigación

Ing. Mg. ARMSTRONG BARNARD FERNANDEZ JERI

Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Efecto de la Fertilización Química y Orgánica en plántones de café (Coffea arabica L.) en vivero, Luya - Amazonas; del egresado Mary Lilita Mendoza Rimarachin de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 08 de noviembre de 2022


Firma y nombre completo del Asesor
Ing: Guillermo Idiogo Vósquez
DN: 25489881

VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Efecto de la Fertilización Química y Orgánica en Plántones de Café (Coffea arabica L.) en vivero, Luya - Amazonas; del egresado Mary Lilibona Mendoza Rimarachin de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agrónomo de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 08 de noviembre de 2022.

Firma y nombre completo del Asesor

Ing: Tito Sanchez Santillan
73103700

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



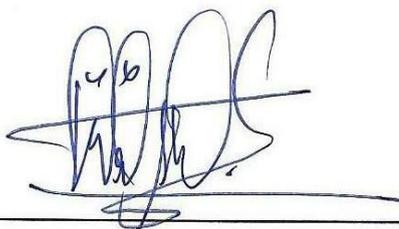
Ing. Ms. C. César Guevara Hoyos

PRESIDENTE



Ing. *Mg. Sc.* Elí Pariente Mondragón

SECRETARIO



Dr. Meregildo Silva Ramírez

VOCAL

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Efecto de la Fertilización Química y Orgánica en plántones de
café (Coffea arabica L.) en vivero Luya- Amazonas

presentada por el estudiante ()/egresado (x) Mary Helena Mendoza Ramachin
de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma

con correo electrónico institucional 7360756741@untram.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 18 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor () / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 25 de noviembre del 2022

SECRETARIO

VOCAL

PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-S

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 25 de noviembre del año 2022, siendo las 11:00 horas, el aspirante: Mary Lilitiana Mendoza Rimarachin, asesorado por Ing. Guillermo Idrogo Vásquez defiende en sesión pública presencial (X) / a distancia () la Tesis titulada: Efecto de la Fertilización Química y Orgánica en plántones de café (Coffea arabica L.) en vivero Luya - Amazonas, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:



Presidente: Ing. Ms. C. Cesar Guevara Hoyos

Secretario: Ing. Ms. Sc. Elí Pariente Mondragón

Vocal: Dr. Meregildo Silva Ramírez

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (X) por Unanimidad (X)/Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 11:45 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

Subsanar el error de "Plátanos" por "Plántones"
Error que se registró desde la presentación del Proyecto.

ÍNDICE GENERAL

AUTORIZCIÓN DE LA PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	vi
VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE LA TESIS.....	vii
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....	viii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	ix
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	x
INDICE GENERAL	xi
INDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	16
II. MATERIAL Y METODOS	18
2.1. Área de Estudio	18
2.2. Población y muestra	19
2.3. Variables de estudio	19
2.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
2.5. Análisis estadístico de los datos	24
III. RESULTADOS.....	25
IV. DISCUSIÓN.....	33
V. CONCLUSIONES.....	35
VI. RECOMENDACIONES.....	36
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
ANEXOS.....	41

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de tratamientos en estudio	19
Tabla 2. ANOVA para el tamaño de planta de <i>C. arabica</i> L.	25
Tabla 3. ANOVA para el diámetro de tallo de <i>C. arabica</i> L.....	26
Tabla 4. ANOVA para la materia seca radicular de <i>C. arabica</i> L.....	27
Tabla 5. ANOVA para la biomasa seca foliar de <i>C. arabica</i> L.....	28
Tabla 6. ANOVA para el área foliar de <i>C. arabica</i> L.	29
Tabla 7. ANOVA para el tamaño radicular de <i>C. arabica</i> L.....	30
Tabla 8. Análisis económico de la producción de café con diferentes fertilizantes	32
Tabla 9. Costo de producción de café con fertilización química y orgánica	41
Tabla 10. Matriz general de biometría de café con fertilización química y orgánica.....	42
Tabla 11. Caracterización físico-química de suelo	42
Tabla 12. Caracterización físico-química de abonos orgánicos	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la investigación, distrito de Conila, Luya.....	18
Figura 2. Diseño de la investigación bajo un DCA simple.....	20
Figura 3. Test de Tukey (5%) para tamaño de planta de <i>C. arabica</i> L.....	26
Figura 4. Test de Tukey (5%) para el diámetro de tallo de <i>C. arabica</i> L.....	27
Figura 5. Test de Tukey (5%) para materia seca radicular de <i>C. arabica</i> L.....	28
Figura 6. Test de Tukey (5%) para la materia seca foliar de <i>C. arabica</i> L.	29
Figura 7. Test de Tukey (5%) para el área foliar de <i>C. arabica</i> L.....	30
Figura 8. Test de Tukey (5%) para el tamaño radicular de <i>C. arabica</i> L.	31
Figura 9. Colecta de granos de café en campo	43
Figura 10. Proceso de rebalse de granos de café	44
Figura 11. Secado de café en mallas plásticas	44
Figura 12. Llenado de tierra en bolsas de polietileno (1041.89 cm ³).....	45
Figura 13. Siembra de semillas de café en arena	45
Figura 14. Repicado de plántulas de café (estado fosforito).....	46
Figura 15. Aplicación de fosfato di amónico en plántulas de café (15 días).....	46
Figura 16. Aplicación de gallinaza en plántulas de café (15 días)	47
Figura 17. Aplicación de humus de lombriz en plántulas de café (15 días).....	47
Figura 18. Aplicación de YaraMila Complex a plantas de café	48
Figura 19. Evaluación de biometría en café	48
Figura 20. Medición de diámetro de tallo de café	49
Figura 21. Peso fresco de parte foliar de café.....	49
Figura 22. Plantas de café abonada con gallinaza	50
Figura 23. Calibrado de hojas de café para estimar el área foliar.....	50

RESUMEN

El presente trabajo tuvo por objetivo evaluar el efecto de la fertilización química y orgánica en plántones de café (*Coffea arabica* L.) en vivero, Luya Amazonas. La investigación se ejecutó bajo un diseño completo al azar con 5 tratamientos (fosfato di amónico, YaraMila Complex, humus de lombriz y gallinaza) y un testigo absoluto; se tuvieron tres repeticiones y nueve plantas por unidad experimental. Las semillas fueron colectadas del tercio medio de plantas de café en campo y germinadas en arena esterilizada en vivero; el suelo para el repique de café, fue recolectado de parcelas agrícolas y llenados en bolsas de polietileno de volumen (1041.89 cm³); se aplicó 3 g de fertilizante químico y orgánico por planta, posterior a los 15 días. Se encontró que, los fertilizantes T3 (Humus de lombriz) y T4 (Gallinaza) favorecieron significativamente en el tamaño de planta (7,82 cm; 8,14 cm), diámetro de tallo (2,23 mm; 2,07 mm) y materia seca radicular (1,14 g; 1,04 g), por su parte, el tratamiento T1 (Fosfato di amónico) favoreció la materia seca foliar (1,95 g) y área foliar (62,63 cm²). Respecto a la factibilidad económica, las plantas abonadas con gallinaza mostraron mayor relación beneficio/costo (0,7), mientras que, con humus de lombriz y fosfato se alcanzó una relación B/C 0,57 en promedio, superando a YaraMila y el testigo. Se concluye que, los abonos orgánicos favorecieron considerablemente el crecimiento de plantas de café y lograron buena rentabilidad (> 50%), garantizando la sostenibilidad de producción de plántones a nivel de vivero.

Palabras claves: abonos orgánicos, café catimor, fertilizantes químicos, Rubiaceae, vivero.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of chemical and organic fertilization on coffee seedlings (*Coffea arabica* L.) in nursery, Luya Amazonas. The research was carried out under a complete randomized design with 5 treatments (di-ammonium phosphate, YaraMila Complex, earthworm humus and chicken manure) and an absolute control; there were three replicates and nine plants per experimental unit. Seeds were collected from the middle third of coffee plants in the field and germinated in sterilized sand in the nursery; the soil for coffee replanting was collected from agricultural plots and filled in polyethylene bags of volume (1041.89 cm³); 3 g of chemical and organic fertilizer were applied per plant, after 15 days. It was found that fertilizers T3 (worm humus) and T4 (Gallinaza) significantly favored plant size (7.82 cm; 8.14 cm), stem diameter (2.23 mm; 2.07 mm) and root dry matter (1.14 g; 1.04 g), while treatment T1 (di-ammonium phosphate) favored leaf dry matter (1.95 g) and leaf area (62.63 cm²). Regarding economic feasibility, the plants fertilized with poultry manure showed a higher benefit/cost ratio (0.7), while with earthworm humus and phosphate a B/C ratio of 0.57 was achieved on average, surpassing YaraMila and the control. It is concluded that the organic fertilizers considerably favored the growth of coffee plants and achieved good profitability (> 50%), guaranteeing the sustainability of seedling production at the nursery level.

Key words: organic fertilizers, catimor coffee, chemical fertilizers, Rubiaceae, nursery.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, el café forma parte de los 10 commodities agrícolas con potencial de exportación (MINAGRI, 2018; Santillán et al., 2019), siendo cultivado en 10 departamentos, con una extensión promedio de 230 mil hectáreas, principalmente en zonas de selva baja con clima tropical (Andina, 2022).

Una región representativa, es la región Amazonas, posee una diversidad de climas y microclimas, lo cual permite desarrollar una caficultura tecnificada y con potencial de agroexportación; sobresaliendo las provincias con mayor producción cafetalera: Rodríguez de Mendoza, Bongará, Luya y Bagua.

Pensar en la caficultura, tecnificada, conlleva a tratar de uno de los pilares fundamentales para alcanzar la sostenibilidad y durabilidad de las plantaciones en campo, referida a la fase reproductiva en vivero, desde el almacenado hasta la obtención de plantas óptimas para siembra en campo definitivo; donde sobresalen factores como la nutrición, con fertilizantes sintéticos y/o abonos orgánicos, pudiendo evaluar su elegibilidad en función a la composición y la factibilidad técnica de cada uno, sumado a esto, la calidad de las semillas, como un punto crítico dentro de la mejora tecnológica de la caficultura (Sadeghian & Zapata, 2014; Aguilar et al., 2016).

A lo largo de los años, con el avance tecnológico en la agricultura, el uso de los fertilizantes sintéticos se sobrepuso considerablemente respecto a los abonos orgánicos, a tal punto que ha generado muchos problemas ambientales (Butler et al., 2007), pero a la larga esto varió considerablemente, ya que la alza de precios en los fertilizantes sintéticos, hizo que se retomara la agricultura orgánica, aprovechando el uso de materia prima obtenida producto restos vegetales y animales (Ramírez & Duque, 2010).

Con la necesidad de aumentar los rendimientos y minimizar los efectos negativos al medio ambiente, los grandes proyectos han visto conveniente mejorar las tecnologías, de tal manera que sean amigables con el medio ambiente y se mitigue el uso excesivo de fertilizantes sintéticos (Ramos et al., 2014).

En investigaciones referente a la nutrición del café en fase de vivero, Arizaleta et al. (2002), menciona que el café es una de las especies que siempre demanda de ciertas cantidades del macroelemento nitrógeno, en diferentes fases de desarrollo; sugiriendo que, durante la etapa de crecimiento en vivero es necesario aplicar bajas cantidades o fraccionadas de fertilizantes químicos.

A pesar que el nitrógeno es elemental y favorece el crecimiento de las plantas, en ocasiones puede reducir ligeramente el peso total de las mismas (Sadeghian & González, 2014). Urbina & Tosta (2018), mencionan que la aplicación de fosfato di amónico, superó considerablemente a abonos orgánicos, mejorando el tamaño de planta, número de hojas y área foliar; no obstante, para el diámetro de tallo y longitud de raíces los abonos orgánicos fueron mejores, lo que corrobora que los fertilizantes sintéticos son más rápidamente asimilables por las plantas y los abonos orgánicos es necesario primero descomponerlos.

Para Cisneros et al. (2017), la ventaja de los fertilizantes sintéticos, es la composición de elementos (Nitrógeno, fósforo y potasio), todos importantes en el crecimiento de las plantas, pero destacando al fósforo, elemento que favorece la transferencia de energía en las células vivas, traslocación de carbohidratos, ácidos grasos y otros.

Por su parte, Escalante (2011) refiere que el Bocashi, superó a humus de lombriz en altura de planta (27,03 cm) y diámetro de tallo; no obstante, el humus incrementó el tamaño y volumen radicular.

Similar, Berrocal (2016), reportó que, para el café, el bocashi es ideal e incrementa la altura y en diámetro de tallo; sin embargo, resulta desfavorable para el número de hojas, longitud de raíces y área foliar, sugiriendo usar estiércol de vacuno. El humus de lombriz ayuda significativamente en la acumulación de materia seca (24,80 g) y económicamente tiene mayor relación costo/beneficio junto con gallinaza, además que son mejoradores de las propiedades físico-químicas del suelo (Damian et al., 2018; Paño, 2018; Rojas, 2017). Jara (2017), reportó que tanto humus de lombriz y compost, favorecen considerablemente el crecimiento y desarrollo de las plantas de café en vivero y también en campo, siendo potenciados con el uso de microorganismos eficientes (Vallejos et al., 2019).

Bajo el sustento líneas arriba, con el presente trabajo de tesis se optó por lograr plantones de café de calidad, en menor tiempo y con bajos costos; de tal forma que mejore la rentabilidad para la empresa. Al mismo que, se está impulsando la siembra de café en altitudes superiores a 2000 m.s.n.m., como cultivo alternativo, que con investigaciones preliminares el café para las zonas mencionadas, presentando buena adaptación y genera ingresos para las familias que lo cultivan en pequeñas escalas.

II. MATERIAL Y METODOS

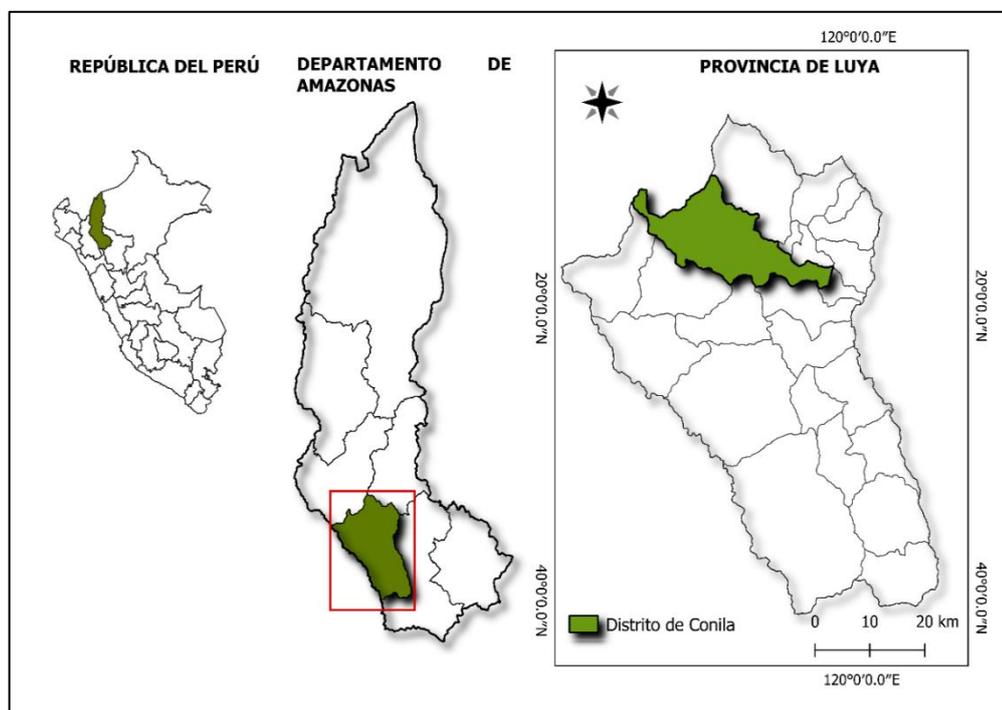
2.1. Área de Estudio

El trabajo se ejecutó en el vivero de la empresa Servicios Generales Jucusbamba EIRL, en el anexo el Tingo, distrito Conila, provincia Luya, región Amazonas con coordenadas Latitud $6^{\circ} 11' 28,48''$; longitud S $77^{\circ} 59' 4,71''$ W y altitud 2341 m.s.n.m. Referencia km 4,5 en la carretera desde la ciudad de Luya con dirección a Conila.

La empresa tiene por actividad principal la producción masiva de plantas de café en vivero, con fines comerciales e investigación para la adaptación en la misma zona (estudios en cafés de altura); así mismo es proveedor de plántones para zonas caficultoras aledañas (Ocallí, Camporredondo, Collonce, Salazar - Santa Catalina). Donde ya han logrado la producción de plántones en dicha altitud.

Figura 1

Ubicación geográfica de la investigación, distrito de Conila, Luya.



2.2. Población y muestra

La población estuvo conformada por 135 plantas de café variedad catimor en el vivero Jucusbamba, Anexo el Tingo, distrito Conila, Luya-Amazonas. De las cuales se evaluaron todas las plantas por repetición y tratamiento; por cumplir los principios de homogeneidad y población pequeña.

2.3. Variables de estudio

Variable Independiente

Fertilizantes (químicos: Fosfato di amónico, YaraMila COMPLEX; orgánico: humus de lombriz y gallinaza)

Variable Dependiente

Crecimiento (tamaño de planta, diámetro de tallo, área foliar, biomasa seca aérea y radicular, tamaño radicular).

La investigación se desarrolló bajo un diseño completo al azar (DCA), con cinco tratamientos, tres repeticiones y nueve plantas por unidad experimental.

Tabla 1

Descripción de tratamientos en estudio

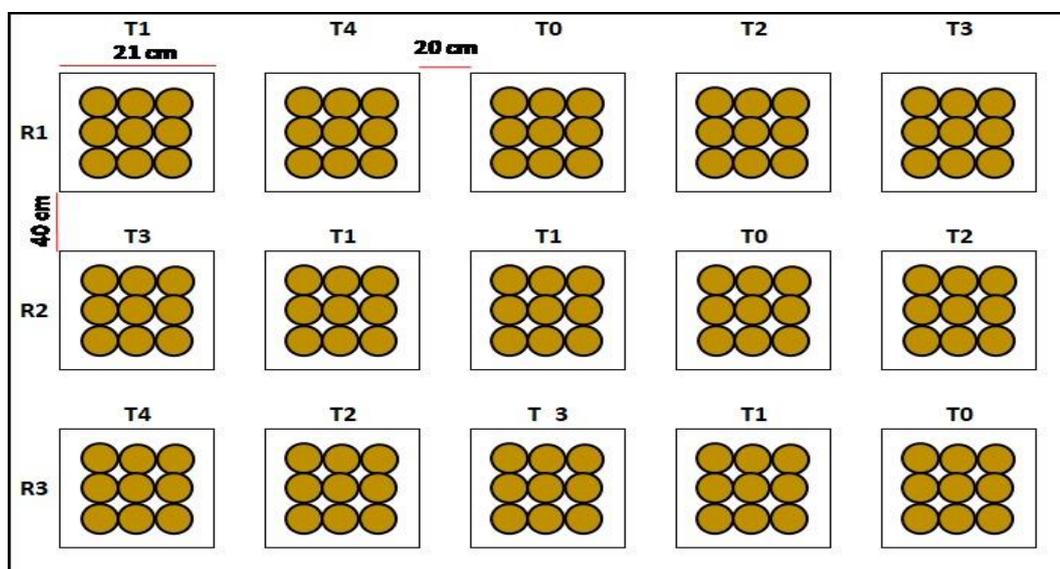
Tratamientos	Descripción
T0	Testigo (sin fertilizante)
T1	Fosfato di amónico (3g/planta)
T2	YaraMila COMPLEX (3g/ planta)
T3	Humus de lombriz (3g/planta)
T4	Gallinaza (3g/planta)

Fuente: elaboración propia

Figura 2

Diseño de la investigación bajo un DCA simple

Diseño de la Investigación



2.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

La investigación tuvo tres objetivos específicos, los cuales fueron denominados componentes; correspondiendo a **componente I**: *Determinar el tamaño y diámetro de tallo de plantas de café bajo la fertilización química y orgánica*; **componente II**: *Determinar el área foliar, biomasa seca foliar, biomasa seca radicular y tamaño radicular de plantas de café con fertilizantes químicos y orgánicos* y **componente III**: *Determinar la rentabilidad de producir plantas de café en vivero con la fertilización química y orgánica*. Para el cumplimiento de todos los componentes, se siguió una metodología similar para los tres, desarrollados de la siguiente manera:

Componente I y II: *Determinar los parámetros biométricos de café bajo los efectos de fertilizantes químicos y orgánicos*

Recolección de Semilla

Las semillas se colectaron de una sola planta de cafeto de la variedad catimor (cruce de Timor Híbrido 832/1 y Caturra), en parcelas del distrito de Luya. Para ello, la planta se dividió en tres partes referenciales (superior, medio e inferior), igual para las ramas, tomando las semillas de la parte media en ambos casos; se seleccionaron

cerezos de café con madurez fisiológica y un grado de uniformidad en tamaño. En total se colectó 1500 cerezos, luego fueron depositados en bolsas herméticas debidamente rotuladas, para finalmente trasladarlo a vivero y realizar el proceso de beneficiado.

Despulpado

Los cerezos pasaron por un proceso de retirado de la cáscara, dicha actividad se hizo de forma manual, para no dañar las semillas. Luego del proceso, se colocaron en agua para hacer un rebalse final, y eliminar impurezas y granos con malformaciones. Los granos selectos, fueron colocados en un recipiente hermético, dejando en un ambiente caliente (48 horas) para el proceso de fermentación y facilitar el retiro del mucílago.

Lavado y Secado

Luego de 48 horas, se realizó el lavado del pergamino fermentado, tratando de sacar todo el mucílago. Luego este se colocó en una carpa de polietileno, para el proceso de secado, siguiendo algunos cuidados como la exposición directa al sol y alta humedad; se realizó esta actividad por 7 días.

Geminación

Las semillas se pusieron a germinar en arena contenida en una cama almaciguera con dimensiones de 1 m², colocando como sustrato arena de cerro esterilizada con agua hervida a 100 °C. Se realizaron hileras separadas entre sí por 5 cm, sobre éstas se colocaron las semillas con distancias de 2,5 cm; luego se cubrió con una capa fina de arena y se aplicó un riego por microaspersión. Todo este procedimiento se realizó en micro túneles que cuenta la empresa; esto permitió controlar las condiciones de temperatura y humedad relativa.

Preparación de Sustrato y Llenado de Bolsas

El sustrato se colectó de parcelas agrícolas en el Anexo el Tingo, distrito Conila; se extrajo suelo superficial (20 cm profundidad), con ayuda de lampas, carretillas y costales. En vivero se pasó por un tamizado, para eliminar partículas de raíces y otras inservibles. Para el llenado se utilizó bolsas de polietileno con volumen de 1041.89 cm³ (12.7 cm x 20.32 cm ancho y altura).

Diseño de la Investigación en Vivero

Se realizó el trazado con ayuda de cordel, wincha, yeso y estacas, para ello se consideró el diámetro de las bolsas y las distancias entre unidad experimental, según la distribución de tratamientos y repeticiones (figura 1); sobre el trazado se colocaron las bolsas con sustratos. El ambiente estuvo cubierto por una malla raschel color verde con 65% de sombra.

Repique de Plántulas

Las plántulas fueron extraídas del germinador, cuando éstos presenten las hojas cotiledonales bien desarrollados (estado de mariposas); con un hoyador se realizaron pequeños huecos en el sustrato, en las que se colocaron las plántulas y tapadas con el mismo sustrato, realizando una leve presión para no dejar cámaras de aire y evitar muertes.

Aplicación de Fertilizantes

Los fertilizantes químicos fueron adquiridos de agro-veterinarias de la ciudad de Chachapoyas y los abonos orgánicos (Humus de Lombriz y gallinaza) se obtuvieron del vivero de la Asociación Agrícola, Forestal y Turística de Palmira- Leymebamba. La aplicación de los fertilizantes químicos y orgánicos fue a 15 días después del repicado; se utilizó 3 gramos de cada fertilizante por planta, colocándola sobre la superficie del sustrato. Se evitó poner en contacto directo los fertilizantes con el tallo de los plantines. Luego de la fertilización, se aplicó un riego ligero para optimizar la infiltración de los mismos. Esta actividad se realizó en horas de la tarde, al momento que disminuyó la insolación y temperatura.

Manejo Agronómico

Esta actividad estuvo dividida en tres fases: la primera fase, correspondió al control de malezas, dónde se retiró las malezas del sustrato y del área de estudio, con la finalidad de evitar la competencia con las plantas de café. La segunda fase, correspondió a la aplicación de riego, efectuada por microaspersión, con un intervalo de 3 días; variando algunas veces, según las condiciones climáticas y necesidad de las plantas. La última fase, fue el control fitosanitario de tipo preventivo, para ello se realizó el manejo del ambiente de estudio y control de malezas, evitando así la proliferación de plagas.

Evaluación de Indicadores Para la Variable Crecimiento de Plantas de Café

Tamaño de Planta. Se realizaron dos medidas, una inicial y medición final de las plantas, por tratarse de una investigación transversal; se empleó una regla milimetrada, midiendo desde base de la planta hasta el ápice (Villanueva et al., 2009).

Diámetro de Tallo. Se midió con un vernier digital, tomando medidas a 1 cm del diámetro a la altura del suelo.

Área Foliar. Las hojas de café fueron retiradas de la planta y colocadas en un papel blanco, para luego capturar imágenes nítidas. Para la identificación se colocaron etiquetas rotuladas y una moneda de un sol con diámetro de 2.54 cm, que permitió hacer el calibrado. Las imágenes fueron pasadas por el software Imaje J y se estimó el área foliar.

Biomasa Seca Foliar y Radicular. Para la medición de estos parámetros se cortaron por separado la parte foliar y radicular, los cuales fueron colocados en sobres de papel y trasladados a una estufa para el secado a 60 °C por 72 horas. Finalizado el tiempo, se pesaron por separado con una balanza analítica determinado la materia seca.

Tamaño de Raíces. Se estimó tomando lectura de tamaño de raíz principal y secundarias de cada planta de café; la medición se realizó con un vernier digital, midiendo desde la base de la raíz hasta el ápice.

Componente III: *Determinar la rentabilidad económica de producir plantas de café en vivero con la fertilización química y orgánica*

Análisis Económico Relación Costo Beneficio

Costo de Producción

Para la determinación de este apartado se esquematizó una matriz general de datos en Excel (Tabla 11-Anexo), donde fueron agrupados por sus variables (costos fijos y costos variables), correspondiendo para el primero, aquellos que no influyen de manera directa en la producción del bien, pero que, sí es indispensable en toda la

cadena productiva; por su parte, los costos variables fueron denominados aquellos que tienen influencia directa para producir un bien, variando según la cantidad propuesta para el mercado. Así mismo, permitió calcular el valor bruto de la producción (número de plantas logradas por costo unitario S/. 2.00), variando el precio en función al tamaño de la planta de cafeto.

Cálculo de la Utilidad

La utilidad se estimó, restando el valor bruto de la producción con el costo de producción total. El número total de plántones producidos por año fue 2000 unidades.

Análisis de Relación Beneficio/ Costo (B/C) y rentabilidad

La relación costo beneficio corresponde a las ganancias que se obtienen por cada unidad de dinero invertido, esta variable se encontró dividiendo la utilidad neta entre el costo de producción por cada tratamiento.

Estos resultados nos permitieron estimar la rentabilidad de la producción de café con abonos orgánicos, que se encontró multiplicando la relación b/C por 100, para llegar a resultados porcentuales, considerando rentables, aquellos que sobrepasen el 50% (Anquise, 2016; Sarmiento et al., 2019).

2.5. Análisis estadístico de los datos

Para los componentes I y II, los datos fueron recopilados en una libreta de campo y sistematizados en Excel. Los datos tomaron un comportamiento normal y con varianzas homogéneas, por lo que se realizó el análisis de varianza ($p < 0,05$) y comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 5\%$). Éstos fueron procesados en el software estadístico InfoStat versión 2017.

Para el componente III, se estimó los costos de producción por cada tratamiento en función a 2000 plantas/campaña/año, luego se estimó el valor bruto de producción, utilidad neta, lo que conllevó a estimar la relación B/C y rentabilidad en porcentaje.

III. RESULTADOS

Componente I y II: *Determinación de parámetros biométricos de café bajo los efectos de fertilizantes químicos y orgánicos*

Tamaño de planta

La Tabla 4 nos muestra el análisis de varianza ($p < 0,05$) para la variable tamaño de planta, observando la existencia de diferencias altamente significativas entre los abonos orgánicos y químicos aplicados, esto conlleva a aceptar la hipótesis alterna, donde al menos un tratamiento ha sido diferente a los demás.

Tabla 2

ANOVA para el tamaño de planta de C. arabica L.

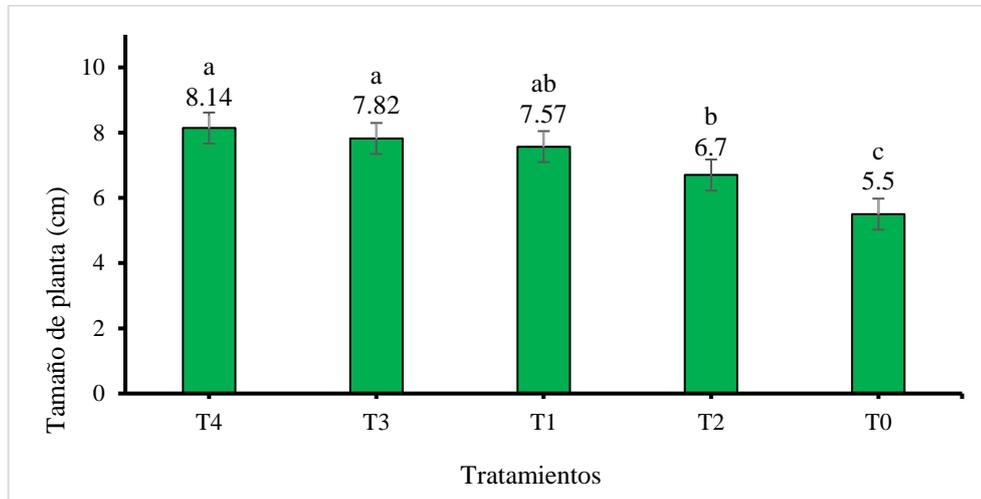
F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
Tratamiento	13,63	4	3,41	24,97	0,000**
Error	1,36	10	0,14		
Total	15,00	14			

**=altamente significativo ($p\text{-valor} < 0,01$); *=significativo ($p\text{-valor} < 0,05$); F.V.: fuente de variación; SC: suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: cuadrados medio; F: Fisher

En la Figura 3, se muestra el test post hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$), donde T4 (gallinaza) favoreció el tamaño de planta de café, seguido por el T3 (humus de lombriz); en promedio las plantas abonadas superaron en un 1,28 veces al testigo.

Figura 3

Test de Tukey (5%) para tamaño de planta de C. arabica L.



Diámetro de tallo

El análisis de varianza ($p < 0,05$), muestra la existencia de diferencias altamente significativas entre los abonos orgánicos y químicos en variable diámetro de tallo de café, corroborando la hipótesis alterna donde al menos un tratamiento ha influenciado positivamente (Tabla 5).

Tabla 3

ANOVA para el diámetro de tallo de C. arabica L.

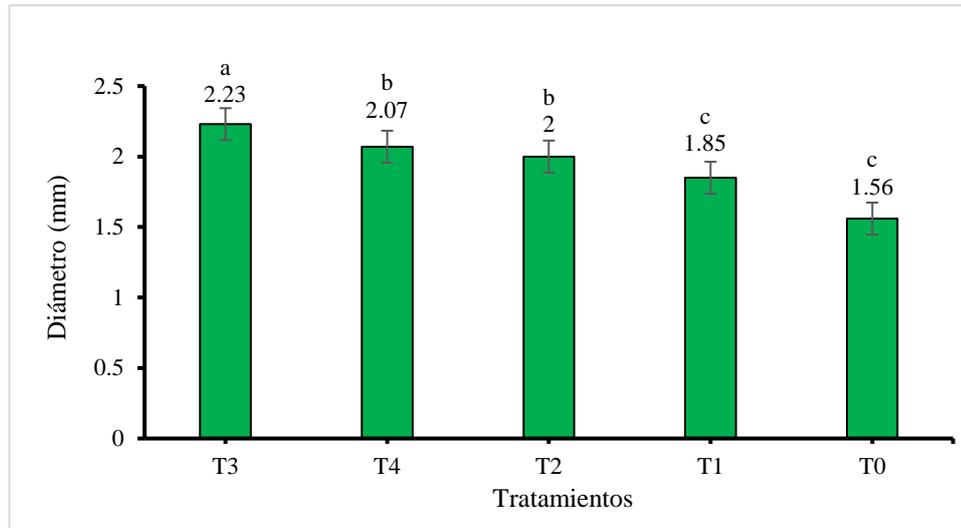
F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
Tratamiento	0,77	4	0,19	175,53	0,000**
Error	0,01	10	0,00		
Total	0,78	14			

**=altamente significativo (p-valor < 0,01); *=significativo (p-valor < 0,05); F.V.: fuente de variación; SC: suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: cuadrados medio; F: Fisher

En la Figura 4, se muestra el test post hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$), donde T3 (humus de lombriz) favoreció el diámetro de tallo, por su parte el segundo mejor tratamiento fue el T4 (gallinaza); en promedio todos los abonos superaron en un 1.3 veces al testigo.

Figura 4

Test de Tukey (5%) para el diámetro de tallo de C. arabica L.



Materia seca radicular

El análisis de varianza ($p < 0,05$), muestra la existencia de diferencias altamente significativas entre los abonos orgánicos y químicos en la materia seca radicular de café, corroborando además que al menos un tratamiento ha influenciado positivamente (Tabla 6).

Tabla 4

ANOVA para la materia seca radicular de C. arabica L.

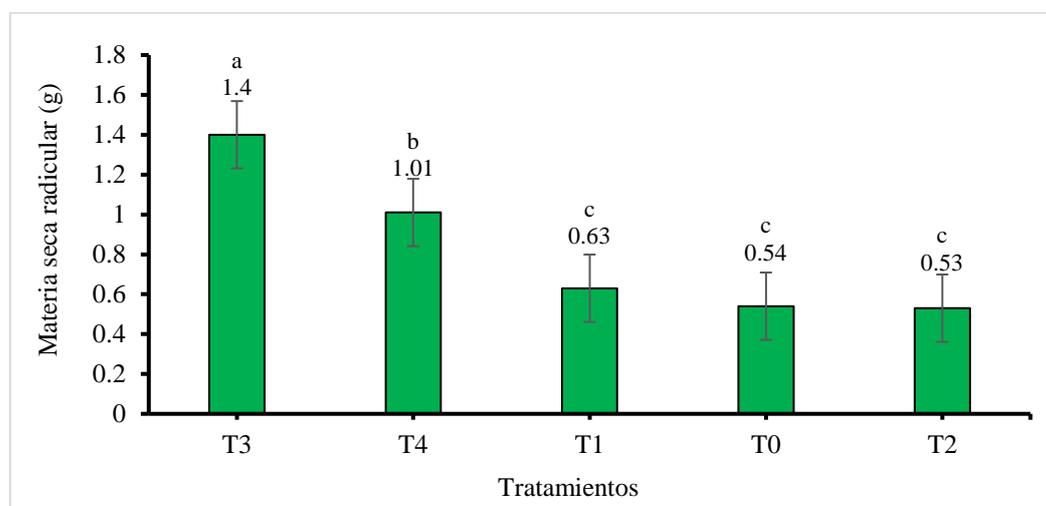
F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
Tratamiento	1,71	4	0,43	142,94	0,000**
Error	0,03	10	0,00		
Total	1,74	14			

**=altamente significativo (p-valor < 0,01); *=significativo (p-valor < 0,05); F.V.: fuente de variación; SC: suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: cuadrados medio; F: Fisher

En la Figura 5, se muestra el test post hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$), donde T3 (humus de lombriz) favoreció la materia seca radicular, por su parte el segundo mejor tratamiento fue el T4 (gallinaza); aunque los efectos no fueron absolutos, puesto que el testigo superó al T2 (YaraMilla).

Figura 5

Test de Tukey (5%) para materia seca radicular de C. arabica L.



Materia seca foliar

El análisis de varianza ($p < 0,05$), muestra la existencia de diferencias altamente significativas entre los abonos orgánicos y químicos en la materia seca foliar de café, corroborando además que al menos un tratamiento ha influenciado positivamente (Tabla 4).

Tabla 5

ANOVA para la biomasa seca foliar de C. arabica L.

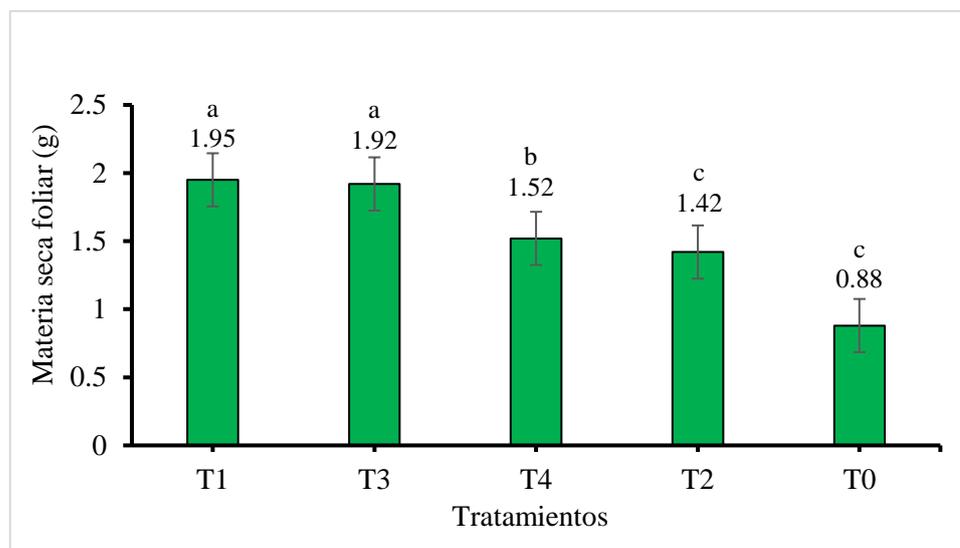
F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
Tratamiento	2,27	4	0,57	926,51	0,000**
Error	0,01	10	0,00		
Total	2,28	14			

**=altamente significativo (p-valor < 0,01); *=significativo (p-valor < 0,05); F.V.: fuente de variación; SC: suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: cuadrados medio; F: Fisher

En la Figura 6, se muestra el test post hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$), donde T1 (fosfato di amónico) favoreció la materia seca foliar, por su parte el segundo mejor tratamiento fue el T3 (humus de lombriz); en general todos los tratamientos ya sea con abonos orgánicos y químicos favorecieron la materia seca foliar, superando largamente al testigo.

Figura 6

Test de Tukey (5%) para la materia seca foliar de C. arabica L.



Área foliar

En la Tabla 8, se muestra el análisis de varianza ($p < 0,05$), reportando la existencia de diferencias altamente significativas entre los abonos orgánicos y químicos para la variable área foliar de café, corroborando además que al menos un tratamiento ha influenciado positivamente.

Tabla 6

ANOVA para el área foliar de C. arabica L.

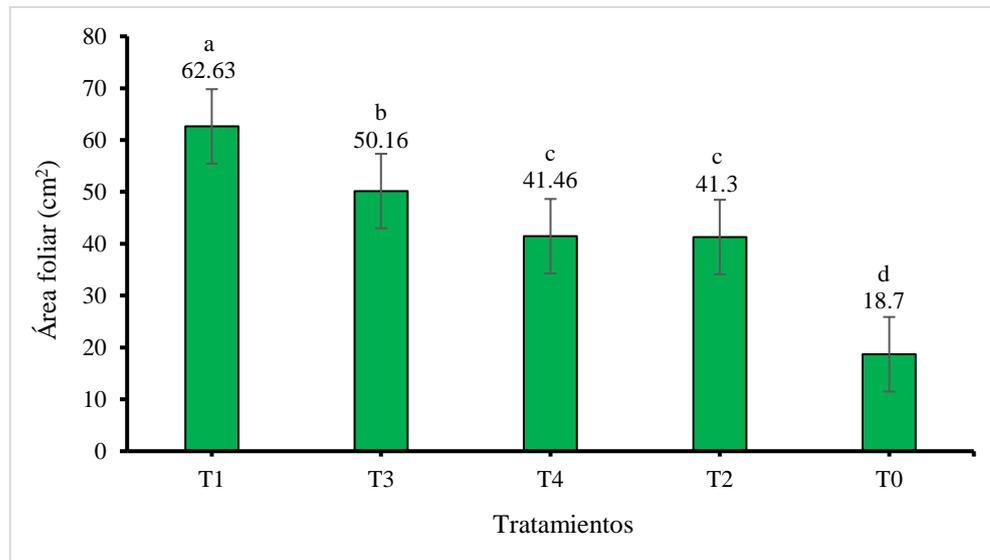
F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
Tratamiento	3096,98	4	774,24	892,25	0,000**
Error	8,68	10	0,87		
Total	3105,66	14			

**=altamente significativo (p-valor < 0,01); *=significativo (p-valor < 0,05); F.V.: fuente de variación; SC: suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: cuadrados medio; F: Fisher

En la Figura 7, se muestra el test post hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$), donde T1 (fosfato di amónico) favoreció el área foliar, por su parte, el segundo mejor tratamiento fue el T3 (humus de lombriz); en general todos los tratamientos ya sea con abonos orgánicos y químicos favorecieron el área foliar, superando largamente al testigo.

Figura 7

Test de Tukey (5%) para el área foliar de *C. arabica* L.



Tamaño radicular

La Tabla 9 muestra el análisis de varianza ($p < 0,05$), para el tamaño radicular, reportando la existencia de diferencias altamente significativas entre los tratamientos aplicados, es decir corrobora que al menos un abono orgánico o químico ha influenciado positivamente en plantas de café.

Tabla 7

ANOVA para el tamaño radicular de *C. arabica* L.

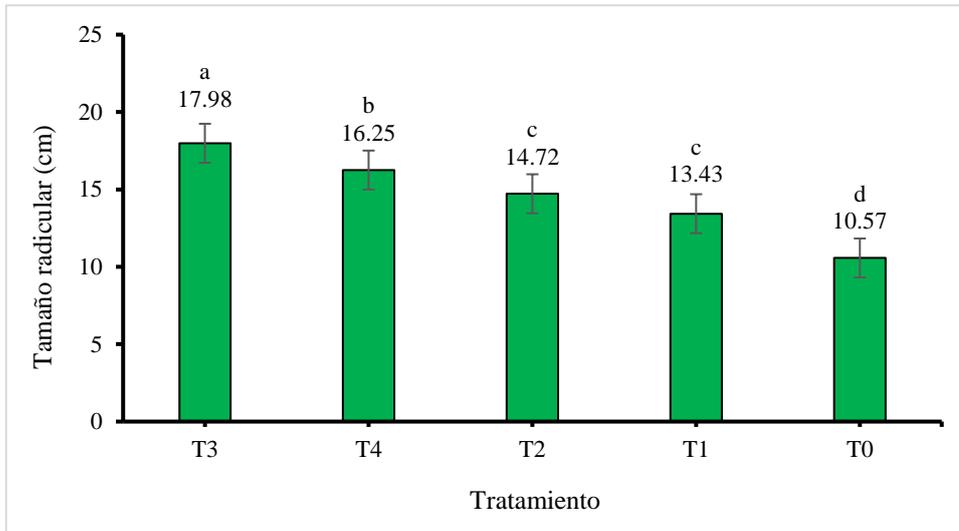
F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
Tratamiento	95,43	4	23,86	98,93	0,000**
Error	2,41	10	0,24		
Total	97,85	14			

**=altamente significativo (p-valor < 0,01); *=significativo (p-valor < 0,05); F.V.: fuente de variación; SC: suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: cuadrados medio; F: Fisher

En la Figura 8, se muestra el test post hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$), donde T3 (humus de lombriz) favoreció el crecimiento tamaño radicular, por su parte el segundo mejor tratamiento fue el T4 (gallinaza); en general todos los tratamientos ya sea con abonos orgánicos y químicos favorecieron el crecimiento radicular, superando largamente al testigo.

Figura 8

Test de Tukey (5%) para el tamaño radicular de C. arabica L.



Componente III: *Determinación de la rentabilidad económica de producir plantas de café en vivero con la fertilización química y orgánica*

Análisis económico de la producción de café

En la Tabla 10, se muestra el análisis de rentabilidad de la producción de café con fertilizantes químicos orgánicos, observando que la producción de plántones de café con el abono gallinaza es 1,22 veces más que la producción en promedio con fertilizantes químicos. Así mismo, para el T4 por cada sol invertido se logra tener una ganancia de S/. 0,70. Las plantas no fertilizadas no son rentables puesto que generan pérdidas en la producción de dos campañas por un año. Los fertilizantes químicos no manifiestan rentabilidad, ya que no logran favorecer en tamaño en las plantas y además que los costos por kg son elevados.

Tabla 8*Análisis económico de la producción de café con diferentes fertilizantes*

Costo de producción	T0 (Testigo)	T1 (fosfato di amónico)	T2 (YaraMila)	T3 (Humus de lombriz)	T4 (Gallinaza)
costos fijos					
Infraestructura	799	799	799	799	799
Servicio de agua	36	36	36	36	36
Herramientas	375	375	375	375	375
Subtotal de costos fijos	1210	1210	1210	1210	1210
Costos variables					
Materiales e insumos	195	225	237	207	204
Recursos humanos	1440	1440	1440	1440	1440
Subtotal de costos variables	1635	1665	1677	1647	1644
Costo de producción	2845	2875	2887	2857	2854
VBP	2800**	3800**	3200**	3800**	4000**
UN	-45	925	313	943	1146
B/C	-0,03	0,56	0,19	0,57	0,70
Rentabilidad	-3%	56%	19%	57%	70%

* El análisis económico corresponden a una base de producción de 2000 plantas por año.

** Se estimó según el tamaño de plantas y multiplicado por 2000 plantas

IV. DISCUSIÓN

Los resultados demuestran que los abonos orgánicos tienen influencia positiva en plantas de café a nivel de vivero, sobresaliendo el T3 (Humus de lombriz) y T4 (Gallinaza), ambos logrando un buen tamaño de planta (8,14 cm y 7,51 cm), diámetro de tallo (2,23 mm y 2,07 mm), materia seca radicular (1,40 g y 1,04 g) y tamaño radicular (17,98 cm y 16,25 cm); por su parte, el tratamiento T1 (Fosfato di amónico) manifestó efectos favorables para la materia seca foliar (1,95 g) y área foliar (62,63 cm²), seguidos por T3 (Humus de lombriz). En investigaciones similares, Jara (2017) reportó que tanto el compost como el humus de lombriz, tuvieron efectos sustanciales en café a nivel de vivero, sin embargo, Urbina & Tosta (2018), afirma lo contrario, puesto que el fosfato amónico tuvo mayor efectividad en café, incrementando el tamaño de planta (10,70 cm), número de hojas (4,27) y área foliar (19,22), no obstante, manifestó poca influencia sobre el diámetro de tallo (2,04 mm) y longitud de raíces (128,69 cm), concluyendo que los nutrientes sintéticos son más rápidamente asimilables, respecto a los abonos orgánicos, sugiriendo descomponerlos.

Talía (2021), reportaron que el humus de lombriz favorece significativamente en el tamaño de planta hasta en un 35%, así mismo, ayuda al incremento de tamaño radicular de 29,33 cm y favorece el peso seco de las plantas, no obstante, en el diámetro de tallo, fue superado por el bocashi (1,95 mm), los resultados concuerdan en parte con lo encontrado en el estudio, pero es contradictorio a lo reportado por Berrocal (2016), que alcanzaron una materia seca de 24,80 g con humus de lombriz.

Sin duda, los abonos orgánicos y químicos, favorecen considerablemente en la biometría de las plantas de café, con efectos diferenciados para cada variable evaluada, pero con elegibilidad por los orgánicos, gracias a la sostenibilidad que presenten, según las afirmaciones de varios investigadores, aparte que mejoran considerablemente las propiedades físico-químicas del suelo (Vallejos et al., 2019; Escalante, 2011; Damian et al., 2018; Paño, 2018; Rojas, 2017).

Si bien los resultados, generan cierta discrepancia con otros autores, pero, resulta importante también hacer un análisis, respecto a la composición nutricional de cada abono, subrayando al menos, dos de los de los tres macro nutrientes como el Nitrógeno-N y Fósforo-P; el fosfato di amónico presentó 18% de N y 46% de P, YaraMila Complex

presentó 12% de N y 11% de P, mientras que, gallinaza (2,68% de N, 151,45 ppm de P) y para humus de lombriz (2,30 de N, 160,58 ppm de P); todos lograron compensar la cantidad de nitrógeno faltante en el sustrato (0,28%) y del fósforo, aunque con efectos diferenciados; el fosfato di amónico favoreció sólo en la vigorosidad foliar de las plantas y los abonos orgánicos en el crecimiento; a lo que, Sadeghian & González (2014) mencionan que el nitrógeno es fundamental para crecimiento de las plantas, pero en ocasiones puede reducir ligeramente su peso y Cisneros et al. (2017), mencionan que, el fósforo ayuda en la transferencia de energía en las células vivas, traslocación de carbohidratos, ácidos grasos y otros, pudiendo incrementar la relación biomasa/raíces de las plantas (Molina, 2013), pero en vivero es recomendable aplicar en bajas cantidades (Arizaleta et al., 2002).

En cuanto a la factibilidad económica, las plantas de café abonadas con gallinaza mostraron mayor rentabilidad (70%), superando de hasta 1,24 veces al tratamiento T3 (humus de lombriz) 57% y T1 (fosfato di amónico) 56%. Las plantas producidas con el abonamiento a base de YaraMila Complex alcanzó una rentabilidad baja 19%, pero que, en promedio todos fertilizantes superaron largamente al testigo, que, además, según el análisis realizado generó pérdidas hasta en un 3%.

Por su parte, Berrocal (2016), reportaron una relación B/C de 1,65 mayor a 1, con abonos a base de Humus de lombriz, Gallinaza y Estiércol de vacuno (5:1) aplicados en café, logrando además una utilidad de S/ 981.97, superando hasta en 2,36 veces a lo encontrado en el estudio, que no, el más alto llegó a 70%.

Si bien, los resultados no son superlativos respecto a otros, pero esto genera gran expectativa de análisis, pensando en la producción a grandes escalas y desde un punto de vista sostenible para muchos agricultores cafetaleros de la región Amazonas que, según las realidades, se convierte en una alternativa promisoría para aprovechar los recursos disponibles, amigables con el medio ambiente y minimizando los altos costos de producción frente a la fertilización química.

V. CONCLUSIONES

Para el componente I y II, se concluye que los abonos orgánicos tienen mayor efectividad en el crecimiento de plantas de café, favoreciendo considerablemente en el tamaño de planta, diámetro de tallo, materia seca radicular y tamaño radicular, por su parte el fosfato di amónico favorece en la biomasa foliar de las plantas. El fertilizante sintético YaraMila Complex juntamente con el testigo no generaron efectos positivos en la biometría de plantas de café.

En el componente III, para rentabilidad económica, se concluye que resulta más factible producir café fertilizando con gallinaza, ya que alcanza una relación B/C de 0,70. Los fertilizantes químicos son menos rentables, ya que en 6 meses de producción no alcanzan el tamaño comercial y los costos por unidad de kilogramo son relativamente elevados. Es necesario aplicar abonos orgánicos, ya que contribuye a la sostenibilidad agrícola para los caficultores amazonenses.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar gallinaza y humus de lombriz por su alto efecto en el crecimiento de café y factibilidad económica.

Se recomienda replicar la investigación en condiciones de clima tropical y subtropical.

Se recomienda usar un sustrato adecuado para la producción de plántones de café, esto coadyuvará a la obtención de plantas de mayor tamaño en menor tiempo.

Se recomienda validar la investigación con otras variedades de café, sobre todo las especiales a nivel de vivero para evaluar la factibilidad económica.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, C., Alvarado, I., Martínez, F., Galdámez, G., Gutiérrez, A., & Morales, J. (2016). Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en etapa de vivero. *Siembra*, 3(1), 11-20. <https://doi.org/10.29166/siembra.v3i1.211>
- Andina (2022, 24 de agosto). Día del Café peruano: conoce las zonas productoras en el Perú. <https://andina.pe/agencia/noticia-dia-del-cafe-peruano-conoce-las-zonas-productoras-el-peru-723069.aspx>
- Anquise, R. (2016). Respuesta a la adaptación y rendimiento de tres variedades de sandía (*Citrullus lanatus* L.) en el valle de San Gabán-Puno. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3323>
- Arizaleta, M., Pire, R., & Parés, J. (2002). Efecto de la fertilización con NPK sobre el contenido foliar y el crecimiento del cafeto (*Coffea arabica* L.) en la etapa de vivero, en la población de Villanueva, estado Lara, Venezuela. *Café Cacao (Cuba)* v. 3 (2) p. 57-61. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=orton.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=049088>
- Berrocal, D. (2016). Efecto de los abonos orgánicos en el crecimiento de plantones de café (*Coffea arabica* L.) bajo condiciones de vivero. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1571>
- Blandón, A. (2008). *Producción de almácigos de café en tubetes en tres sustratos y tres tipos de fertilización* (Bachelor's thesis, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012). <http://hdl.handle.net/11036/849>
- Butler, D., Ranells, N., Franklin, D., Poore, M. & Green, J. (2007). Impactos de la cobertura del suelo en la exportación de nitrógeno de los pastos ribereños abonados. *Revista de Calidad Ambiental*, 36 (1), 155-162. <https://doi.org/10.2134/jeq2006.0082>

- Cisneros, A., Sánchez, M., & Menjivar, C. (2017). Efecto de bacterias solubilizadoras de fosfatos sobre el desarrollo de plántulas de café. *Agronomía Mesoamericana* 28(1): 149-158. <http://dx.doi.org/10.15517/am.v28i1.22021>
- Damian, M., Gonzáles, F., Quiñones, P., & Terán, J. (2018). Plan de enmiendas, yeso agrícola, compost mejorado y enriquecido con EM y humus de lombriz, para mejorar el suelo. *Arnaldoa*, 25(1), 141-158. <http://dx.doi.org/http://doi.org/10.22497/arnaldoa.251.25109>
- Escalante, N. (2012). Efecto de abonos orgánicos en la obtención de plantones de dos variedades de café (*Coffea arabica* L.). <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/151>
- Jara, D. (2017). Efecto de dos fuentes de materia orgánica en la producción de plantones de café (*Coffea arabica*) en el Caserío Nuevo Amazonas, Distrito Yamón, Provincia Utcubamba-Amazonas. <http://repositorio.unrtm.edu.pe/handle/UNTRM/1266>
- MINAGRI (2018). *Situación Actual Del Café En El País*. <http://minagri.gob.pe/portal/485-feriascaa/10775-el-cafe-peruano> (Consultada el 18 de setiembre de 2022).
- Molina, E. (2003). Características y manejo de fertilizantes que contienen nitrógeno, fósforo y potasio. *por G. Meléndez y E. Molina. Laboratorio de Suelos CIAUCR/ACCS, San José, Costa Rica*, 31-58.
- Paño, E. (2018). Contribución de dolomita y humus de lombriz en la producción de repollo (*Brassica oleracea* L. var. Capitata) centro agronómico K'ayra – Cusco. Tesis de título profesional, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Perú. 84 pp. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/3522>
- Ramírez, V. & Duque, N. (2010). Respuesta del lulo La Selva (*Solanum quitoense* x *Solanum hirtum*) a la aplicación de fermentados aeróbicos tipo bocashi y fertilizante químico. *Acta Agronómica*, 59(2), 155-161. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122010000200004

- Ramos, D. & Terry, A. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52-59.
- Rojas, K. (2017). Enmiendas orgánicas (guano de isla, humus y compost) en *Coffea arabica* L., variedad costa rica 95 en condiciones de vivero—en el fundo be hurt ubicado en la provincia de Satipo-Perú. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4030>
- Sadeghian, S., & Zapata, R. (2014). Crecimiento de café (*Coffea arabica* L.) durante la etapa de almácigo en respuesta a la salinidad generada por fertilizantes. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 31(2), 40-50. <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.143102.30>
- Sadeghian, S., & González, H. (2014). *Respuesta de almácigos de café a diferentes fuentes y dosis de nitrógeno*. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé).
- Santillán, T., Goicochea, D., Oliva, M., & López, L. (2019). Influencia del estado fenológico y nutrición de plantas matrices de café (*Coffea arabica* L.) en la producción de brotes, Rodríguez de Mendoza, Amazonas. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 3(1), 74-82. <http://dx.doi.org/10.25127/aps.20191.4852>
- Sarmiento, G., Pino, D., Chacón, M., Medina, H., & Lipa, L. (2019). Aplicación de humus de lombriz y algas marinas en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) var. Santa Amelia. *Scientia Agropecuaria*, 10(3), 363-368. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.03.06>
- Talía, L. (2021). *Evaluación morfológica en etapa de vivero de dos híbridos de café arábigo (Coffea arabica), a la inclusión de abonos orgánicos en el sustrato* (Bachelor's thesis, Jipijapa. UNESUM). Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3377/1/tesis%20Lizame%20Final.pdf>
- Urbina R., & Tosta, D. (2018). Efecto de dos biofertilizantes y fertilización convencional en el crecimiento de plántulas de café en la etapa de vivero. <http://hdl.handle.net/11036/6409>

- Vallejos, G., Arévalo, L., Iliquin, I., & Solis, R. (2019). Respuesta en campo de clones de café a la inoculación con consorcios de hongos micorrízicos arbusculares en la Región Amazonas, Perú. *Información Tecnológica*, 30(6), 73-84. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000600073>
- Villanueva, E., Alcántar, G., Sánchez, P., Soria, M., & Larque, A. (2009). Efecto del ácido salicílico y dimetilsulfóxido en la floración de [*Chrysanthemum morifolium* (Ramat) Kitamura] en Yucatán. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 15(SPE), 25-31. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2009000400005

ANEXOS

Tablas. -

Tabla 9

Costo de producción de café con fertilización química y orgánica

Tratamientos			T0	T1	T2	T3	T4
Descripción	Medida	Cantidad	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo
			unitario	total	total	total	total
			(S/.)	(S/.)	(S/.)	(S/.)	(S/.)
Costos directos			1635.00	1665.00	1677.00	1647.00	1644.00
Tierra agrícola	m3	2.00	60.00	120.00	120.00	120.00	120.00
Fosfato di amónico	Kg	6.00	5.00	0.00	30.00	0.00	0.00
YaraMila Complex	kg	6.00	7.00	0.00	0.00	42.00	0.00
Humus de lombriz	kg	6.00	2.00	0.00	0.00	0.00	12.00
Gallinaza	kg	6.00	1.50	0.00	0.00	0.00	9.00
Bolsa de polietileno (1041.89 cm ³)	millar	2.00	15.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Semilla de café	kg	1.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
Jornal llenado de bolsas	jornal	4.00	40.00	160.00	160.00	160.00	160.00
Repicado de plantas	jornal	2.00	40.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Personal para cuidado	jornal	12.00	100.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00
Costos indirectos			1210.00	1210.00	1210.00	1210.00	1210.00
Lampa	Unid.	45.00	1.00	45.00	45.00	45.00	45.00
Pico	Unid.	45.00	1.00	45.00	45.00	45.00	45.00
palana	Unid.	45.00	1.00	45.00	45.00	45.00	45.00
malla de tamizar	m	90.00	2.00	180.00	180.00	180.00	180.00
regadera	Unid.	60.00	1.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Construcción de vivero	módulo	799.00	1.00	799.00	799.00	799.00	799.00
Servicio de agua	mes	12.00	3.00	36.00	36.00	36.00	36.00
Costo total de producción (S/.)			2845.00	2875.00	2887.00	2857.00	2854.00

Tabla 10

Matriz general de biometría de café con fertilización química y orgánica

Tratamiento	Repetición	Altura (cm)	MSR	MSF	Diámetro (mm)	TM (cm)	AF
T0	1	5.33	0.55	0.88	1.52	10.25	18.48
T0	2	5.78	0.50	0.89	1.59	10.95	18.31
T0	3	5.38	0.58	0.88	1.56	10.50	19.31
T1	1	7.55	0.64	1.94	1.80	13.75	63.65
T1	2	7.40	0.62	1.95	1.86	12.75	60.65
T1	3	7.75	0.62	1.95	1.90	13.80	63.60
T2	1	6.38	0.61	1.41	2.00	14.75	40.62
T2	2	6.38	0.53	1.47	1.98	14.40	41.72
T2	3	7.33	0.45	1.39	2.01	15.00	41.55
T3	1	8.00	1.33	1.93	2.24	17.70	49.44
T3	2	7.75	1.38	1.92	2.19	17.50	49.95
T3	3	7.70	1.49	1.92	2.25	18.75	51.08
T4	1	8.45	1.02	1.48	2.05	16.00	41.31
T4	2	8.43	1.01	1.52	2.06	16.75	41.71
T4	3	7.55	1.00	1.55	2.09	16.00	41.37

Tabla 11

Caracterización físico-química de suelo

ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION																						
Solicitante :																						
Departamento : AMAZONAS										Provincia :												
Distrito : Conila										Predio :												
Referencia : Sector Sitaya										Fact.: Pendiente					Fecha : 03/05/22							
Número de Muestra		C.E.							Análisis Mecánico			Clase	CIC	Cationes Cambiables					Suma	Suma	%	
Lab	Muestra	pH (1:1)	(1:1) dS/m	P ppm	K ppm	C %	M.O. %	N %	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textural			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺	Cationes	Bases	% Sat. De Bases
meq/100g																						
713	SS	5.28	0.12	5.81	96.97	3.29	5.68	0.28	38	26	36	Fr.Ar.	20.00	5.70	0.24	0.15	0.53	1.36	7.97	6.61	33	

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Tabla 12

Caracterización físico-química de abonos orgánicos

ANALISIS DE ABONOS : CARACTERIZACION							
Solicitante :							
Departamento : AMAZONAS				Provincia : LUYA			
Distrito : CONILA				Predio :			
Referencia :				Fecha :			
Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	P ppm	K ppm	M.O. %	N %
Lab	Muestra						
1018	HUMUS	8.41	16.73	160.58	25278.54	51.12	2.30
1019	GALLINAZA	8.46	8.56	151.45	9826.32	59.63	2.68
A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso							

Figuras.-

Figura 9

Colecta de granos de café en campo



Figura 10

Proceso de rebalse de granos de café



Figura 11

Secado de café en mallas plásticas



Figura 12

Llenado de tierra en bolsas de polietileno (1041.89 cm³)



Figura 13

Siembra de semillas de café en arena



Figura 14

Repicado de plántulas de café (estado fosforito)



Figura 15

Aplicación de fosfato di amónico en plántulas de café (15 días)



Figura 16

Aplicación de gallinaza en plántulas de café (15 días)



Figura 17

Aplicación de humus de lombriz en plántulas de café (15 días)



Figura 18

Aplicación de YaraMila Complex a plantas de café



Figura 19

Evaluación de biometría en café



Figura 20

Medición de diámetro de tallo de café



Figura 21

Peso fresco de parte foliar de café



Figura 22

Plantas de café abonada con gallinaza



Figura 23

Calibrado de hojas de café para estimar el área foliar

